

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**



**Facultad de Ingeniería**

**Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de**

**Riesgos**

**MATERIA ORGÁNICA EN EL AGUA SUPERFICIAL DEL RÍO  
CHONTA, LOS BAÑOS DEL INCA 2018.**

**Villanueva Aguilar, Jana Hilda.**

**Asesor:**

**Dr. Persi Vera Zelada**

**Cajamarca – Perú**

**Enero – 2019**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**



Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención Riesgos

**MATERIA ORGÁNICA EN EL AGUA SUPERFICIAL DEL RÍO  
CHONTA, LOS BAÑOS DEL INCA 2018.**

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título  
Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

**Bach. Jana Hilda Villanueva Aguilar.**

**Asesor: Dr. Persi Vera Zelada.**

**Cajamarca – Perú**

**Enero – 2019**

COPYRIGHT © 2018 by  
JANA HILDA VILLANUEVA AGUILAR.

Todos los derechos reservados

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y**

**PREVENCIÓN DE RIESGOS**

**APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO  
PROFESIONAL**

**MATERIA ORGÁNICA EN EL AGUA SUPERFICIAL DEL RÍO  
CHONTA, LOS BAÑOS DEL INCA 2018.**

Presidente: \_\_\_\_\_

Secretario: \_\_\_\_\_

Vocal: \_\_\_\_\_

Asesor: \_\_\_\_\_

## **Dedicatoria**

A:

Dios, por haberme dado la vida, la voluntad, la oportunidad de estudiar, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hija, son los mejores padres.

A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mi abuelita por todos los consejos y la educación que me a dado para nunca darme por vencida y luchar por conseguir mis sueños con la sencillez y humildad que tengo.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo de investigación se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## **Agradecimientos**

- Agradezco a Dios por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo.
- A mis padres quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudan a trazar mi camino.
- Agradezco a mis hermanas porque son la razón de sentirme tan orgullosa de culminar mi meta, gracias a ellas por confiar siempre en mí, las amo mis dos tesoros.
- Agradezco a mi Asesor de tesis el Dr. Persi Vera Zelada quien, con su experiencia, conocimientos y motivación me oriento en la investigación y sobre todo por su amistad brindada en los momentos más difíciles de mi vida.
- Agradezco a mis docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, por haber compartido sus conocimientos de manera especial, con su paciencia, y su rectitud como docentes.

## RESUMEN

En la presente investigación se propone, como objetivo general, determinar el nivel de contaminación orgánica, por parte de la Piscigranja Peña y el Balneario de Los Baños del Inca, en el agua superficial del río Chonta en relación al D.S. 004 – 2017 – MINAM. Este estudio es de tipo descriptivo cuantitativo y diseño analítico, ya que se llevó a cabo la recolección de información, así como los respectivos datos, los resultados se analizaron en base a métodos estadísticos. Se monitoreó en 7 puntos diferentes del río Chonta, Baños del Inca: Aguas arriba y aguas abajo de la Piscigranja Peña; Aguas arriba y aguas abajo del Balneario. Se analizó en 2 meses diferentes: setiembre y octubre. Los resultados obtenidos concluyen que, el nivel de contaminación orgánica del Balneario de Los Baños del Inca, es mucho mayor que la Piscigranja Peña en relación al D.S. 004 – 2017 – MINAM; Además los valores de la DBO<sub>5</sub> y DQO en los meses de setiembre y octubre no superan los ECA para agua Categoría 3 en la mayoría de los puntos de muestreo, excepto el punto RChon07, que en el mes de octubre obtuvo 115mg/L de DBO<sub>5</sub>; 52,5mg/L de DQO obtenido en el mes de setiembre y; 133mg/L de DQO en el mes de octubre.

**Palabras clave:** DBO<sub>5</sub>, DQO, materia orgánica, contaminación orgánica.

## **ABSTRACT**

In the present investigation it is proposed, as a general objective, to determine the level of organic contamination, by the Piscigranja Peña and the Balneario de Los Baños del Inca, in the surface water of the Chonta River in relation to the D.S. 004 - 2017 - MINAM. This study is of quantitative descriptive type and analytical design, since the data collection was carried out, as well as the respective data, the results were analyzed based on statistical methods. It was monitored in 7 different points of the Chonta River, Baños del Inca: Upstream and downstream of the Piscigranja Peña; Upstream and downstream of the Spa. It was analyzed in 2 different months: September and October. The results obtained conclude that the level of organic contamination of the Balneario de Los Baños del Inca is much higher than the Piscigranja Peña in relation to the D.S. 004 - 2017 - MINAM; In addition, the values of BOD5 and COD in the months of September and October do not exceed the RCTs for Category 3 water in most of the sampling points, except for the point RChon07, which in the month of October obtained 115mg / L of BOD5; 52,5mg / L of COD obtained in the month of September and; 133mg / L of COD in the month of October.

Keywords: BOD, COD, organic matter, organic pollution.



## INDICE

Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
INDICE .....	viii
LISTA DE TABLAS .....	x
LISTA DE GRÁFICOS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1. Planteamiento del problema .....	1
1.2. Formulación del problema .....	4
1.3. Objetivos .....	4
1.4. Justificación e Importancia .....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	7
2. Fundamentos Teóricos de la investigación .....	7
2.1. Antecedentes Teóricos .....	13
2.2. Marco teórico .....	16
2.3. Marco Conceptual .....	42
2.4. Hipótesis .....	43
CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	44
3. Metodología .....	44
3.1. Tipo de investigación .....	46
3.2. Diseño de investigación .....	46
3.3. Área de investigación .....	46
3.4. Unidad de Análisis .....	49

3.5. Universo .....	49
3.6. Muestra .....	49
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	49
3.7.1. Instrumentos .....	52
3.8. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos.....	53
3.8.1. Procesamiento de datos .....	53
3.8.2. Técnicas de análisis de datos .....	53
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	55
4. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	55
4.1. Discusión.....	60
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	63
5. Conclusiones y Recomendaciones .....	63
5.1. Conclusiones .....	63
5.2. Recomendaciones .....	63
REFERENCIAS .....	65
LISTA DE ABREVIATURAS.....	72
ANEXO 01 .....	73
ANEXO 02.....	77

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. ....	34
Tabla 2 Operacionalización de variables .....	43
Tabla 3 Puntos de Muestreo .....	49
Tabla 4 ECAS para agua Categoría 3 - DS. N° 004-2017-MINAM. ....	55
Tabla 5 Resultados de la DBO <sub>5</sub> para los meses de setiembre y octubre / ECA - DS. N° 004 -2017-MINAM.....	56
Tabla 6 Resultados de la DQO para los meses de setiembre y octubre / ECA – DS. N° 004 -2017-MINAM.....	58

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Resultados de la DBO <sub>5</sub> para los meses de setiembre y octubre / ECA - DS. N° 004 -2017-MINAM .....	57
Gráfico 2. Resultados de la DQO para los meses de setiembre y octubre / ECA - DS. N° 004 -2017-MINAM .....	59

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Mapa de la zona de estudio .....	48
Figura 2. Pasos para la realización del monitoreo. ....	51
Figura 3. Muestreo en el punto RGran01 .....	73
Figura 4. Muestreo en el punto RChon02 .....	73
Figura 5. Muestreo en el punto RChon03 .....	74
Figura 6. Muestreo en el punto RChon04 .....	74
Figura 7. Muestreo en el punto RChon05 .....	75
Figura 8. Muestreo en el punto RChon06 .....	75
Figura 9. Muestreo en el punto RChon07 .....	76

# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

## 1. Planteamiento del problema

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

El desarrollo de ciudades y pueblos ha estado estrechamente vinculado con el agua, ya que es un factor importante en la selección de emplazamientos para ubicar centros urbanos y agropecuarios (Déniz, 2010).

La abundancia de agua promueve el crecimiento económico y desarrollo social de una región, también afecta a patrones de vida y de cultura regionales, por lo que se le reconoce como un agente preponderante en el desarrollo de las comunidades (Déniz, 2010).

En este sentido el agua, es un factor indispensable en el proceso de desarrollo regional o nacional, actualmente existe una desigual distribución del agua en el planeta, hay zonas con un excedente de agua dulce y otras con gran escasez de la misma, por ello, cada día científicos, técnicos, políticos y, en general la sociedad está más concienciada con el problema del agua (Déniz, 2010).

La gestión inadecuada de los recursos hídricos y la contaminación son el resultado de una conducta humana irreflexiva y demasiado optimista en lo referente al manejo de residuos, es decir, a la emisión de gases residuales a la atmósfera, de productos

químicos y desperdicios sólidos a la tierra, y de aguas residuales a los ríos, lagos y mares (Déniz, 2010).

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad no es la mejor y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos (Tamani, 2014).

La definición de calidad de agua implica que ésta debe encontrarse libre de organismos patógenos, sustancias químicas, impurezas y cualquier tipo de contaminación que cause problemas a la salud humana (Tamani, 2014).

El Río Chonta discurre por el valle en dirección Norte - Sur, atravesando la parte baja de la ciudad de Los Baños del Inca, sus principales tributarios son los ríos Yanatatora y Azufre; y a lo largo del cauce del río se encuentran muchas familias que subsisten gracias a este recurso, es por esto que, conforme avanza el río, el agua va perdiendo su calidad de origen o en otras palabras adquiere componentes que la contaminan.

Actualmente el río no ocasiona problemas de inundación en la zona urbana, debido a que la margen izquierda del río se encuentra encauzada desde las afueras de la ciudad hasta la Lotización Huayrapongo (INDECI, 2005).

En el presente estudio se considera como problema de investigación la contaminación del agua superficial del Río Chonta, uno de los principales que afecta al río es la descarga de colectores de aguas servidas, sin ningún tipo de tratamiento, proveniente de la zona urbana la ciudad de Los Baños del Inca, en la cual se encuentra un balneario turístico así como una Piscigranja y que las descargas de estos van directo al río Chonta generando una grave repercusión ambiental, pues sus aguas son utilizadas por la población rural y es la principal fuente de agua para irrigar la zona agrícola del entorno a través de un sistema de riego conformado por los canales Remonta I, Remonta II, Huayrapongo y otros catorce canales de regadío. Presenta acumulación de sedimentos a lo largo de todo su cauce, debido a la extracción de agregados que se produce principalmente aguas arriba del canal Huayrapongo y aguas abajo de la Nueva Lotización Huayrapongo.

Es muy importante conocer la calidad del agua que utilizan estos pobladores, ya que muchas de las enfermedades que afectan a la población, son producto de ingerir o de estar en contacto con aguas contaminadas por materia orgánica como consecuencia de la descarga de aguas residuales en el río Chonta, por lo cual se determinó evaluar la DBO<sub>5</sub> y la DQO en las aguas superficiales del río Chonta - Baños del Inca y dar a conocer la calidad de las mismas.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el nivel de contaminación orgánica, por parte de la Piscigranja Peña y el Balneario de Los Baños del Inca, en el agua superficial del río Chonta en relación al D.S. 004 – 2017 – MINAM?

## **1.3. Objetivos**

### **Objetivo General**

- Determinar el nivel de contaminación orgánica, por parte de la Piscigranja Peña y el Balneario de Los Baños del Inca, en el agua superficial del río Chonta en relación al D.S. 004 – 2017 – MINAM.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar los valores de la DBO<sub>5</sub> y la DQO del agua superficial del río Chonta, aguas arriba y aguas abajo de la Piscigranja Peña de Los Baños del Inca 2018.
- Evaluar los valores de la DBO<sub>5</sub> y la DQO del agua superficial del río Chonta, aguas arriba y aguas abajo del Balneario de Los Baños del Inca 2018.

#### **1.4. Justificación e Importancia**

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad no es la mejor y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos (Tamani, 2014).

Es muy importante conocer la calidad del agua que utilizan los pobladores de Baños del Inca, ya que muchas de las enfermedades que afectan a la población, son producto de ingestión o de estar en contacto con aguas contaminadas por materia orgánica como consecuencia de la descarga de aguas residuales en el río Chonta, ya sea aguas arriba y aguas abajo del Balneario o de la Piscigranja Peña, por eso en esta investigación se propone determinar la variación de la concentración de materia orgánica en el agua superficial del río Chonta, Los Baños del Inca, y dar a conocer la calidad de la misma.

La realización de esta investigación, permite aclarar cuál es el nivel de contaminación orgánica, por parte de la Piscigranja Peña y el Balneario de Los Baños del Inca, en el agua superficial del río Chonta, en los puntos de muestreo que se realizarán, para luego determinar, si los resultados obtenidos se consideran perjudiciales para el uso de la población establecida en dicha área, es decir, en relación al D.S. 004 – 2017 – MINAM, población que de una u otra manera se beneficia de este recurso en todo el recorrido de sus efluentes



superficiales, ya que estos cuerpos de agua, se usan y se han venido usando para las actividades agrícolas y ganaderas.

Se pretende evaluar la concentración de materia orgánica actual del agua superficial del río Chonta, Los Baños del Inca, cuyos resultados constituirán un referente teórico, para la realización de futuras investigaciones con características similares, así mismo puede servir como herramienta para la toma de decisiones en los procesos de gestión de cuencas, ya que las hipótesis planteadas son:

- **H<sub>1</sub>**: Si el aporte de materia orgánica, por parte de la Piscigranja Peña y el Balneario de Los Baños del Inca, en el agua superficial del río Chonta, es superior a los valores indicados en los ECA para aguas de la Categoría 3 según el D.S. 004 – 2017 – MINAM, entonces se genera contaminación orgánica.
  
- **H<sub>0</sub>**: Si el aporte de materia orgánica, por parte de la Piscigranja Peña y el Balneario de Los Baños del Inca, en el agua superficial del río Chonta, no es superior a los valores indicados en los ECA para aguas de la Categoría 3 según el D.S. 004 – 2017 – MINAM, entonces no se genera contaminación orgánica.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2. Fundamentos Teóricos de la investigación**

#### **Contaminación Hídrica y Ambiental**

“Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población” (Aguilar, 2006).

La contaminación del medio hídrico o contaminación del agua a la acción o al efecto de introducir materiales o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales (Bermúdez, 2010).

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúne las condiciones necesarias para el uso al que se la hubiera destinado, en su estado natural.

#### **Contaminación del agua por materia orgánica**

El agua se considera un recurso renovable debido a que el ciclo hidrológico asegura, hasta cierto punto, su existencia en la Tierra, sin embargo, la contaminación y la sobreexplotación de los cuerpos de agua dulce han hecho que

este recurso sea cada vez más escaso donde más se necesita (Fernícola & Jauge, 2000, citado por Yana, 2014).

Se dice que el agua está contaminada cuando contiene sustancias o energía que modifican sus propiedades físicas, químicas y biológicas, de manera que resulta tóxica para los seres vivos y no puede consumirse (Fernícola & Jauge, 2000, citado por Yana, 2014).

Las causas de contaminación son variadas; sales, eutrofización, vertidos industriales, etc., destacando la contaminación por parte de la materia orgánica, procedente de vertidos urbanos, actividades ganaderas, agrícolas o industriales con manipulación de compuestos orgánicos (Fernícola & Jauge, 2000, citado por Yana, 2014).

Por ejemplo, en un agua residual de concentración media, cerca del 75% de los sólidos en suspensión y del 40% de los sólidos filtrables de son de naturaleza orgánica (Fernícola & Jauge, 2000, citado por Yana, 2014).

La contaminación de un cauce, lago o mar con alta concentración de materia orgánica procede de los procesos de descomposición de la misma, estos son básicamente reacciones químicas que requieren el oxígeno disuelto en el agua para su desarrollo (Seoanez, 2000, citado por Yana, 2014).

El oxígeno, procedente de la atmósfera por intercambio de gases, es el que en condiciones normales es requerido por la flora y fauna del medio para subsistir, ocasiona que el equilibrio del medio se altere, afectando de modo significativo a la vida acuática (Vera, 1998, citado por Yana, 2014).

Yana, (2014) menciona que la citada descomposición obedece a reacciones de asimilación de la materia orgánica por parte de microorganismos en presencia de oxígeno y nutrientes, de acuerdo a la siguiente reacción:

**Materia orgánica + microorganismos + nutrientes + O<sub>2</sub> → productos finales + nuevos microorganismos + energía calorífica**

Los compuestos orgánicos están formados por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia, en determinados casos, de nitrógeno, azufre, calcio, magnesio, fósforo, hierro, etc. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas, 40-60%, hidratos de carbono, 25-50%, y grasas y aceites, 10% (Seoanez, 2000, citado por Yana, 2014).

La descomposición de estos compuestos se desarrolla mientras que en el medio exista materia orgánica y oxígeno disuelto, afectando a los más sencillos como aminoácidos, azúcares, grasas, proteínas, etc. hasta los más complejos como celulosa, hemicelulosa y lignina (Seoanez, 2000, citado por Yana, 2014).

El proceso implica precisamente, permitir la entrada de aire, además de controlar la humedad y la temperatura, de modo que el composteo se vuelve simplemente un proceso acelerado de descomposición hacia la transformación en humus, es decir, en compuestos y elementos simples que, al ser agregados a cualquier suelo, proporcionan nutrientes para las plantas y mejoran algunas características del suelo (Seoanez, 2000 citado por Yana, 2014).

Si en la recolección de residuos en las ciudades, se mantuviera separada la materia orgánica del resto de los desechos, y aquella se convirtiera en composta, además de reducir considerablemente (hasta un 50%) la cantidad de basura que va a parar a los rellenos sanitarios, se evitaría controlar la emisión de metano, y la composta es el abono orgánico por excelencia, para usarse en cultivos, jardines, parques, reforestaciones, etc. (Vera, 1998, citado por Yana, 2014).

Cuando la materia orgánica que contamina al agua se ha agotado, la acción bacteriana de la desoxigenación de las aguas contaminadas oxida al ion amonio, proceso denominado nitrificación; a los procesos de descomposición bacteriana anaeróbica (en ausencia de oxígeno), de la materia orgánica se le llama anaerobiosis; A la descomposición anaeróbica (por enzimas producidas por levaduras) de los carbohidratos o azúcares se le llama fermentación y a la descomposición bacteriana anaeróbica de las proteínas se le llama putrefacción (Seoanez, 2000, citado por Yana, 2014).

En el proceso de putrefacción, como el metano es insoluble en agua se libera en forma de gas. El sulfuro de hidrógeno es un gas incoloro, de mal olor (a huevo podrido) y tóxico (en concentraciones de 5 % es nocivo para la vida), por lo que la putrefacción desprende olor fétido y los peces y otros animales que requieren del oxígeno no pueden vivir en aguas contaminadas donde ocurra la putrefacción (se le considera la forma peor de contaminación bacteriana) (Vera, 1998, citado por Yana, 2014).

**DBO:** El método más usado es el de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, que se simboliza DBO. La DBO se define como la cantidad de oxígeno usada por la materia orgánica en la estabilización del agua residual o servida en un período de 5 días a 20° C (Nazareno, et al., 2008).

El concepto de DBO es muy usado y, por lo tanto, se requiere una especial comprensión del mismo. Por ejemplo:

- Oxígeno disuelto al inicio (100mg/100mL) (Nazareno, et al., 2008).
- Oxígeno disuelto al término (60mg/100mL) (Nazareno, et al., 2008).

Esto indica que la DBO del agua en estudio es de 40mg/100mL. Mientras mayor sea la DBO mayor será la cantidad de materia orgánica disuelta en el agua servida. En general las aguas potables no superan los 5mg/100mL.; pero las aguas servidas pueden tener 300mg/100mL (Nazareno, et al., 2008).

**DQO:** El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica (Nazareno, et al., 2008).

La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica. En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre los valores de la DBO y la DQO. Ello puede resultar de gran utilidad dado que es posible determinar la DQO en un tiempo de 3 horas, frente a los 5 días necesarios para determinar la DBO. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento (Nazareno, et al., 2008).

**ECAS:** El estándar de calidad Ambiental (ECA) son instrumentos de gestión ambiental que consisten en parámetros y obligaciones que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental en que vivimos, permitiéndole a la autoridad ambiental desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización de los efectos causados por las actividades humanas (Olea, 2012).

Los ECAS son indicadores de calidad ambiental, miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el

aire, agua o suelo, pero que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente (Olea, 2012).

## **2.1. Antecedentes Teóricos**

Bravo y Giler (2016), en su investigación tuvieron como objetivo evaluar la eficiencia de consorcios microbianos (*in vitro*) en el tratamiento de aguas residuales domésticas de la Ciudad de Calceta, utilizando la técnica  $DBO_5$ , se evaluó la eficiencia de los consorcios microbianos en la disminución de la concentración de la materia orgánica, siendo el más eficiente el T3 consorcio combinado con una  $DBO_{Final}$  de  $21,11\text{mg/dm}^3$  y remoción de materia orgánica del 95,15%, llegando a la conclusión que el T3 es el más adecuado para ser utilizado en un sistema de tratamiento de aguas residuales por su alto porcentaje de remoción de DBO.

Yana (2014), realizó el trabajo de investigación en los meses de enero, abril y agosto del 2012, en época de lluvia, intermedia y seca respectivamente, con el objetivo de caracterizar los principales parámetros fisicoquímicos, determinar los niveles de contaminación orgánica, representados por la  $DBO_5$  y determinar los niveles de contaminación orgánica representados por DQO. De las zonas establecidas, Zona A (inicio), Zona B (media) y Zona C (final), La zona que presentó un mayor promedio de  $DBO_5$  es la Zona C ( $78,64\text{mg/L}$ ) y el menor es la Zona A ( $15,15\text{mg/L}$ ), Abril ( $81,55\text{mg/L}$ ) presentó un mayor promedio de



DBO<sub>5</sub> y el menor en Enero (2506mg/L), estos resultados están influenciados por el ciclo de lluvias, el caudal y la concentración de materia orgánica, para la DQO la Zona C presentó un mayor promedio (99,80mg/L) y el menor se encontró en la Zona A (29,09mg/L), Agosto (117,82mg/L) presentó un promedio mayor de DQO y el menor fue en Enero (24,30mg/L), los valores elevados se deben a las descargas de aguas residuales al cauce del río sin previo tratamiento.

Mayta (2013), citado por Yana (2014), en su estudio sobre los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados de residuos sólidos en cuerpos de agua del botadero de Cancharani-Puno, encontró valores de DBO que oscilan entre 135,41mg/L y 2839mg/L, los valores encontrados en todos los puntos de muestreo superaron los permitidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) ( $\leq 15$ mg/L). Los valores promedio del DBO en los 7 puntos de muestreo no presentaron diferencia estadística significativa entre meses, pero si entre los puntos de muestreo; y los valores de DQO que se obtuvieron oscilan entre 318,42mg/L y 6422mg/L.

Paredes (2013), afirmó que la calidad fisicoquímica del agua de la zona de captación Chimú, del Lago Titicaca destinada para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Puno, en sus tres captaciones registran datos por debajo de los Estándares Nacionales Ambientales de Calidad de Agua, la temperatura promedio es de 15,7°C, con un valor mínimo de 14°C y máximo de 18°C; el

pH promedio es de 8,42 que oscilan de 8,03 a 8,85; la DQO promedio es de 8,27mg/L, según este parámetro, las aguas cumplen con los ECA, por lo tanto son aptas para el abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional, encontrándose por debajo de los límites definidos (20mg/L) para una calidad de Categoría 1, Tipo A2.

Nazareno, Sánchez y Herrera (2008), su investigación radica en identificar los tipos y especies de microorganismos que se encuentran con más frecuencia en las aguas residuales, sean estos como beneficio en el proceso biológico o como indicadores de contaminación del mismo, en tres industrias. Se trabajó con dos tipos de tratamientos existentes para poder comparar cuál de ellos tiene más bondades y brinde menos complicaciones. Concluyeron que, los microorganismos utilizados por 2 de las industrias tenían un mejor resultado, aunque la descomposición de la materia orgánica es más lenta, pero esta no genera gases tóxicos al ambiente, mientras que los microorganismos empleados por la última empresa, realizan una descomposición de la materia orgánica con mayor rapidez, pero este si genera gases tóxicos nocivos para la salud y el ambiente.

Montalvo, et al., (2008), entre los años 2001 y 2005, evaluaron los contenidos de oxígeno disuelto y de materia orgánica en la fase acuosa de las bahías de Cárdenas, Santa Clara, Puerto de Sagua la Grande, San Juan de los Remedios, Buena Vista, Los Perros, Jigüey y La Gloria. En el Puerto de Sagua la Grande

y la zona costera de la bahía de Buena Vista se registraron concentraciones de oxígeno disuelto inferiores al valor de saturación en la época de lluvias. Predominaron los montos de materia orgánica expresados en términos de la DBO<sub>5</sub> entre 1,0-2,0mgO<sub>2</sub>/L, típicos de agua marina de calidad dudosa para uso pesquero, según la NC-25:99. Las concentraciones más comunes de la DQO al permanganato en medio alcalino fueron superiores a los 2,0mgO<sub>2</sub>/L, indicando que existe una tendencia a la contaminación del agua por materia orgánica. En las bahías de Santa Clara, Los Perros, Jigüey y La Gloria, la materia orgánica es fundamentalmente de origen autóctono. Las restantes bahías son receptoras de cantidades considerables de aguas residuales con escaso o ningún tratamiento, enriqueciendo a las mismas con materia orgánica.

## **2.2. Marco teórico**

### **Agua**

El agua es la sustancia que más abunda en la Tierra y es la única que se encuentra en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso (FAO, 2011).

La calidad de vida y desarrollo de las poblaciones están ligadas a factores socio-económicos y ambientales, uno de los recursos más importantes, como es el agua, es usado en actividades: recreativas, riego y consumo humano (Andrade y Ponce, 2016).

## **Calidad del agua**

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana (ONU, 2014).

Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua.

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico (ONU, 2014).

La calidad del agua se ha entendido históricamente como su aptitud para satisfacer distintos usos en función de sus características fisicoquímicas y biológicas tanto de los cuerpos de aguas superficiales y subterráneos, estas

características afectan la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas como la vida vegetal y animal (Cuenca & Pazuña, 2011).

Esta calidad se evalúa mediante unos parámetros determinados y sus límites de concentración asociados (ADECAGUA, 2012) dice que la calidad del agua está afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial y agrícola.

El agua es esencial para la vida. La cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada, y su calidad está sometida a una presión constante y la conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua de bebida, la producción de alimentos y el uso recreativo. La calidad del agua puede verse comprometida por la presencia de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos o radiaciones (OMS, 2015)

### **Importancia del agua**

Esta preciada envoltura de agua, en su mayor parte de agua salada y el resto de agua dulce, ayuda a mantener el clima de la Tierra y es fuente esencial para toda forma de vida. Sin embargo, el pequeño porcentaje de agua dulce, no es del todo accesible, sólo una pequeña fracción de la misma está disponible para la humanidad y se halla distribuida de manera muy poco uniforme; Esto significa que la cantidad de agua dulce en la Tierra es relativamente pequeña y su existencia en el planeta se debe afortunadamente a procesos de reciclaje,

purificación natural y distribución de manera constante en el ciclo hidrológico (Umbría, et al., 2009).

La porción de agua dulce es de especial importancia para la agricultura, industria, transporte y muchas otras actividades humanas. Cualquier actividad humana que use el agua, si no controla las consecuencias que este uso causa al entorno natural es una práctica que atenta contra su conservación (Umbría et al., 2009).

### **Aguas residuales**

El hombre ha utilizado las aguas no sólo para su consumo, sino, con el paso del tiempo, para sus actividades y su confort, convirtiendo las aguas usadas en vehículo de desechos, de aquí surge la denominación de aguas residuales (Nazareno, Sánchez & Herrera, 2008).

La Organización Mundial de la salud (OMS), ha establecido como uno de los derechos fundamentales de todo ser humano “el disfrute del grado máximo de salud posible”. Considera la salud como “estado completo de bienestar físico, mental y social”, y fija el nivel de salud por el grado de armonía, que exista entre el hombre y el ambiente que sirve de escenario a su vida (Nazareno, et al., 2008).

La contaminación de las aguas es uno de los factores más importantes que rompe la armonía entre el hombre y su medio a corto y largo plazo, por lo que la prevención y lucha contra ella constituye en la actualidad una necesidad de importancia prioritaria (Nazareno, et al., 2008).

Contaminación, es la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica (Nazareno, et al., 2008).

### **Contaminación del agua**

La contaminación de las aguas consiste en la modificación, generalmente provocada por el hombre de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural (Ramírez, 2016).

Durante muchos años, se han vertido toneladas de sustancias empleadas en agricultura y otros oficios, sin importar el problema que estas conllevan en el ambiente, junto al problema de la contaminación, aparece también la escasez, que en los últimos años se está viendo incrementado a causa del cambio climático (Ramírez, 2016).

Se han adoptado nuevas medidas legislativas para evitar o prevenir la contaminación química del agua, reduciendo así estos problemas. La aparición de elementos tóxicos y la variación en las concentraciones de éstos, tiene su origen en el denominado “ciclo del agua”, en este ciclo, interactúan distintas actividades humanas y distintos compartimentos ambientales, y en algún punto se produce la contaminación del agua (Ramírez, 2016).

Las principales vías de entrada de contaminantes en el ambiente acuático son las aguas residuales, entre las que se incluyen las urbanas, industriales, y las de origen agrícola o ganadero. Esas vías pueden experimentar distintos procesos de depuración o en algunos casos la atenuación natural, que en gran medida afecta a que prevalezcan en el ambiente (Ramírez, 2016).

Según Ramírez, (2016) los problemas y efectos más importantes que produce la contaminación química del agua son: acción tóxica y cancerígena; incidencia sobre la producción de alimentos; limitación del uso del agua con fines recreativos; reducción de las posibilidades de su uso industrial y agropecuario.

Desafortunadamente, los sistemas acuáticos terrestres y marinos son los más amenazados por el aporte de sustancias contaminantes como plaguicidas, fertilizantes, contaminantes metálicos, organismos patógenos y otros, a través del incremento de actividades antropogénicas en las áreas adyacentes que alteran las condiciones naturales de los ecosistemas, incluyendo al ser humano.



Afectados por diferentes contaminantes que se relacionan a la presencia de drenes agrícolas, canales de riego, forma de riego, mal manejo de los desechos (envases u contenedores), entre otros (Ramírez, 2016).

Los plaguicidas, contaminantes metálicos y otras impurezas, son considerados por la Agencia de Protección al Ambiente (EPA, 1992) como contaminantes de acuíferos debido a su alta toxicidad, persistencia y movilidad, además de que afectan a importantes cargas hidráulicas, como lagunas y canales de irrigación; y por sus propiedades fisicoquímicas, son resistentes a la degradación biológica (Hirata, 2002).

### **Contaminación por aguas residuales**

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno (Yana, 2014).

Cuando el tipo de desechos antes mencionados se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto (OD), en agua, o la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) (Yana, 2014).

La gestión de las aguas residuales representa la mayor fuente mundial de contaminación. Los desechos domésticos e industriales se vierten sobre la superficie de las aguas a través de los sistemas de alcantarillado. En algunos casos, los residuos industriales son liberados directamente sobre los ríos y mares (Yana, 2014).

La calidad de las aguas residuales depende de los contaminantes que están presentes en el agua y de la medida en que esta agua es tratada antes de liberarla junto con el resto de vías fluviales; las aguas residuales domésticas constan principalmente de papel, jabón, orina, heces y detergentes (Yana, 2014).

Los desechos industriales, son variados y dependen de los procesos específicos de las plantas de las que proceden en origen, también destacan porque apenas tienen carga eléctrica (Yana, 2014).

El comportamiento de los compuestos orgánicos depende de su estructura molecular, el tamaño, la forma y la presencia de sus grupos funcionales que son los verdaderos e importantes factores determinantes de la toxicidad, es importante conocer la estructura de los compuestos orgánicos, con el fin de predecir sus efectos en los organismos vivos y el ambiente. Los compuestos orgánicos que son peligrosos para el ambiente están todos fabricados por la mano del hombre y sólo se ha conocido su existencia desde el siglo pasado (Yana, 2014).

Finalmente, la contaminación biológica considera como contaminante, aquellos seres o productos biológicos que afectan al hombre y su entorno, ya sea amenazando a su salud o a su disponibilidad de alimento (Yana, 2014).

### **Materia orgánica en agua**

El 75% de los sólidos en suspensión y del 40% de los sólidos filtrables de un agua residual de concentración media son de naturaleza orgánica, son sólidos que provienen del reino animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos (Nazareno, et al., 2008).

Los compuestos orgánicos están formados normalmente por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia en determinados casos, de nitrógeno, también pueden estar presentes otros elementos como azufre, fósforo o hierro (Nazareno, et al., 2008).

Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas (40-60%) glúcidos (25-50%), grasas y aceites (10%), otro compuesto orgánico con importante presencia en el agua residual es la urea, raramente está presente en aguas residuales que no sean muy recientes (Nazareno, et al., 2008).

Junto con las proteínas, los glúcidos, las grasas, los aceites y la urea, el agua residual también contienen pequeñas cantidades de gran número de moléculas orgánicas

sintéticas cuya estructura puede ser desde muy simple a extremadamente compleja (Nazareno, et al., 2008).

La materia orgánica es toda clase de sustancia que involucra dentro de su estructura molecular el carbono, en el estudio ambiental hace referencia a dos tipos (Nazareno, et al., 2008):

- La de origen viviente, que comprende todos los residuos y desechos provenientes de organismos vivos, incluso los mismos organismos (Nazareno, et al., 2008); y
- La de origen antrópico, en la que entran todas las sustancias sintetizadas por el hombre a través de procesos industriales (Nazareno, et al., 2008).

La determinación del contenido orgánico del agua puede ser por:

- Ensayos específicos para medir las concentraciones de compuestos específicos (Nazareno, et al., 2008); y
- Ensayos no específicos para medir la concentración total del contenido orgánico (Nazareno, et al., 2008).

Entre los ensayos para la concentración total están:

- Demanda biológica de oxígeno (DBO, ensayo bioquímico que utiliza microorganismos) (Nazareno, et al., 2008).

- Demanda química de oxígeno (DQO, ensayo químico) (Nazareno, et al., 2008).
- Carbono orgánico total (COT, ensayo instrumental) (Nazareno, et al., 2008).

De estos análisis el que requiere menos tiempo y sofisticación es el ensayo de la DQO. El ensayo del COT mide todo el carbono total como  $\text{CO}_2$  en mg/L y, por lo tanto, el carbono inorgánico ( $\text{HCO}_3$ ,  $\text{CO}_2$  y  $\text{CO}_3^{2-}$ , etc.) debe eliminarse antes del mismo (Kiely, 1999 citado por Arias, 2003).

El método usado para eliminar el carbono inorgánico es la acidificación y la aireación. Este ensayo puede realizarse mediante la oxidación del carbono orgánico a  $\text{CO}_2$ , a temperaturas de  $950^\circ\text{C}$  (calcinación), en presencia de un catalizador y luego determinarse el dióxido de carbono por espectrofotometría mediante absorción infrarroja (Kiely, 1999 citado por Arias, 2003).

En algunas investigaciones el análisis de materia orgánica determinado por vía química es importante, por ejemplo, pensando en la realización de un modelo matemático, ya que permite correlacionar con un método químico los resultados de la DBO (que es otro indicador del contenido de materia orgánica en el agua), pero que se constituye en un parámetro biológico (Arias, 2003).

## **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Dado que la materia orgánica no sólo son carbohidratos, una manera más práctica de analizar el consumo de oxígeno en la degradación de la materia orgánica en general, es medir los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) (Dirección General de Salud Ambiental, sf).

La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador de consumo de oxígeno por microorganismo, el consumo de esta agua con alto contenido de DBO<sub>5</sub> presenta riesgos a la salud (DIGESA, sf).

La DBO<sub>5</sub> expresan la materia orgánica en términos generales, pero no indican su composición, la cual es muy variada. Como su origen proviene de organismos, y sus productos de degradación o de metabolismo, se puede afirmar que la componen proteínas, carbohidratos y lípidos y/o sus productos de degradación: aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes, más otros componentes propios de los vegetales como pigmentos (DIGESA, sf).

DIGESA, (sf), la DBO es el parámetro de contaminación orgánica; es el resultado de la degradación de tres tipos de materiales: materiales orgánicos carbónicos (microorganismos aerobios), nitrógeno oxidable (nitrosomas y nictrobacter), compuestos químicos reductores (se oxidan con el OD). Sus características son las siguientes:

- Los resultados de los ensayos de DBO se emplean para:
  - a.** Determina la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente (DIGESA, sf).
  - b.** Dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales (DIGESA, sf).
  - c.** Medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento (DIGESA, sf).
  - d.** Y controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos (DIGESA, sf).
  
- El período de incubación es, normalmente, de 5 días a 20°C, aunque también se pueden adoptar diferentes periodos de tiempo y temperatura (DIGESA, sf).
  
- La medición del oxígeno disuelto se hace antes y después del período de incubación (DIGESA, sf).
  
- La oxidación es un proceso lento. En un período de 20 días se completa la oxidación del 95 al 99% de la materia carbonosa, y en los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60 y el 70% (DIGESA, sf).

- La determinación de la  $DBO_5$  está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica (DIGESA, sf).
- Se define la  $DBO_5$  como el monto de oxígeno consumido por microorganismos para oxidar biológicamente la materia orgánica, cuando se incuba una muestra en la oscuridad durante 5 días a  $20^{\circ}C$  (DIGESA, sf).

### **Demanda Química de Oxígeno**

DQO es la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica en el agua expresada en mg/L y se emplea un oxidante (dicromato potásico) (DIGESA, sf).

Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo, la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales, el valor de la DQO es mayor que el de la  $DBO_5$  (DIGESA, sf).

DIGESA (sf), el valor de la DQO es siempre superior al de la  $DBO_5$  porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no



biológicamente, y su contenido es de materia orgánica: es de carbohidratos, proteínas, grasas e inorgánico (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros). Sus características son las siguientes:

- El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse (DIGESA, sf).
- El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como municipales que tengan compuestos tóxicos para la vida biológica. La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica (DIGESA, sf).
- En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre los valores de la DBO y la DQO. Ello puede resultar de gran utilidad dado que es posible determinar la DQO en un tiempo de 3 horas, frente a los 5 días necesarios para determinar la DBO. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la

DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento.

Desventaja de la DQO (DIGESA, sf).

- En general, en una muestra hay compuestos orgánicos que, aunque son oxidados por el dicromato de potasio no son biodegradables y, por lo tanto, no son oxidados al ser descargados en un río, normalmente la DQO sobreestima el monto de oxígeno que se utilizaría en un río (DIGESA, sf).
- La DQO, no entrega ninguna información acerca de la tasa a la cual va a ocurrir la oxidación bioquímica en el curso receptor (DIGESA, sf).

### **Medida del contenido orgánico**

En general, existen diferentes métodos que pueden clasificarse en dos grupos, los empleados para determinar altas concentraciones de contenido orgánico, mayores de 1mg/L, y los empleados para determinar las concentraciones a nivel de traza, para concentraciones en el intervalo de los 0,001mg/L a 1mg/L (Arias, 2003).

El primer grupo incluye los siguientes ensayos de laboratorio:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) (Arias, 2003).
- Demanda Química de Oxígeno (DQO) (Arias, 2003).
- Carbono Orgánico Total (COT) (Arias, 2003).

Como complemento a estos ensayos de laboratorio se emplea la demanda teórica de oxígeno (DteO), parámetro que se determina a partir de la fórmula química de la materia orgánica (Arias, 2003).

Las precipitaciones pluviales tienen una influencia; lluvias aisladas o escasas no provocan efectos significativos en las lagunas, con lluvia continua el tiempo de retención hidráulica se reduce mientras que lluvias intensas diluyen el contenido de materia orgánica a la laguna y acarrear material orgánico y mineral por medio del escurrimiento (Comisión Nacional del Agua – México, 1996).

### **Monitoreo del agua**

El monitoreo del agua ya sea de un río o quebrada consiste en determinar los cambios ocurridos en el agua, los animales y la tierra que le rodea, a través de varias observaciones o estudios. Así podemos descubrir las enfermedades que puede generarse por ingesta de agua contaminada del río y sugerir el tratamiento necesario para sanarlo (Cuenca & Pazuña, 2011 citado por Andrade & Ponce, 2016).

### **Procesos de monitoreo de agua**

En la gestión de los recursos hídricos, la calidad del agua es uno de los aspectos más importantes que se tiene en cuenta para los diferentes usos establecidos en el territorio nacional (Ministerio de Agricultura, 2005).

Se busca conservar y proteger la calidad las aguas continentales y marinas de los efectos de las fuentes contaminantes y del cambio climático, con la finalidad de establecer un equilibrio del ecosistema acuático, considerándose a éste como indicador de la calidad óptima del recurso, beneficiándose al ambiente y a la salud pública (Ministerio de Agricultura, 2005).

El monitoreo de calidad del agua en cuerpos naturales se ha venido realizando en el país por requerimiento de las autoridades ambientales sectoriales del Estado, en cumplimiento de los valores límite y los límites máximos permisibles de la normatividad nacional, en temas ambientales, principalmente en la década de los 90, por esa razón las instituciones públicas han venido monitoreando con fines diversos la calidad de los cuerpos de aguas naturales y los efluentes a través de diversos criterios y metodologías establecidas en los protocolos de monitoreo de la calidad de agua, obteniéndose resultados en muchos casos poco confiables (Ministerio de Agricultura, 2005).

Desde la promulgación de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos” y su reglamento, a la Autoridad Nacional del Agua-ANA, como Autoridad máxima del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, se le faculta establecer el protocolo para el monitoreo de la calidad de las aguas que pueda ser homologado intersectorialmente y que garantice generar una única base de datos de la calidad del agua en el Sistema Nacional de Información de Recursos

Hídricos que pueda ser manejada dentro del contexto de la gestión integrada y multisectorial de las cuencas hidrográficas (Ministerio de Agricultura, 2005).

### **D.S. N°004-2017-MINAM**

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, en su Art.º 1º señala la Modificación de los parámetros y valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, dejando atrás al D.S. N° 015-2015-MINAM.

Los ECAS para aguas de la Categoría 3 según el D.S. 004 – 2017 – MINAM, se divide en dos subcategorías: D1 (Riego de Vegetales) y D2 (Bebida de Animales). En sus parámetros de DBO y DQO, tienen los siguientes valores:

Tabla 1

*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
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40

Fuente: D.S. N°004 - 2017– MINAM.

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

## **Gestión Integrada de Recursos Hídricos**

La Asociación Global del Agua (Global Water Partnership, GWP) define la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) como “un proceso que promueve el desarrollo y gestión coordinada del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el resultante bienestar económico y social de una forma equitativa y sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales” (Jeffrey y Gearey, 2006).

Un estudio reciente del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) centra la atención en un aspecto ligeramente diferente y defiende que la gestión integrada del agua implica tomar decisiones y manejar los recursos hídricos para varios usos de forma tal que se consideren las necesidades y deseos de diferentes usuarios y partes interesadas. Según este estudio, la gestión integrada del agua interpreta la gestión del agua superficial y subterránea en un sentido cualitativo, cuantitativo y ecológico desde una perspectiva multidisciplinaria y centrada en las necesidades y requerimientos de la sociedad en materia de agua (Dourojeanni, et al., 2002).

**Según la Ley De Recursos Hídricos (2009), los principios de su sistema son:**

- a. Principio de valoración del agua y de gestión integrada del agua:** El agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre

estos. El agua es parte integrante de los ecosistemas y renovable a través del ciclo hidrológico (Ley De Recursos Hídricos, 2009).

**b. Principio de prioridad en el acceso al agua:** El acceso al agua para la satisfacción de las necesidades primarias de la persona humana es prioritario por ser un derecho fundamental sobre cualquier uso, inclusive en épocas de escasez (Ley De Recursos Hídricos, 2009).

**c. Principio de participación de la población y cultura del agua:** El Estado crea mecanismos para la participación de los usuarios y de la población organizada en la toma de decisiones que afectan el agua en cuanto a calidad, cantidad, oportunidad u otro atributo del recurso. Fomenta el fortalecimiento institucional y el desarrollo técnico de las organizaciones de usuarios de agua (Ley De Recursos Hídricos, 2009).

Promueve programas de educación, difusión y sensibilización, mediante las autoridades del sistema educativo y la sociedad civil, sobre la importancia del agua para la humanidad y los sistemas ecológicos, generando conciencia y actitudes que propicien su buen uso y valoración (Ley De Recursos Hídricos, 2009).

**d. Principio de seguridad jurídica:** El Estado consagra un régimen de derechos para el uso del agua. Promueve y vela por el respeto de las

condiciones que otorgan seguridad jurídica a la inversión relacionada con su uso, sea pública o privada o en coparticipación (Ley De Recursos Hídricos, 2009).

**e. Principio de respeto de los usos del agua por las comunidades**

**campesinas y comunidades nativas:** El Estado respeta los usos y costumbres de las comunidades campesinas y comunidades nativas, así como su derecho de utilizar las aguas que discurren por sus tierras, en tanto no se oponga a la Ley. Promueve el conocimiento y tecnología ancestral del agua (Ley De Recursos Hídricos, 2009).

**f. Principio de sostenibilidad:** El Estado promueve y controla el

aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran (Ley De Recursos Hídricos, 2009).

El uso y gestión sostenible del agua implica la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos en el desarrollo nacional, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones (Ley De Recursos Hídricos, 2009).



- g. Principio de descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única:** Para una efectiva gestión pública del agua, la conducción del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos es de responsabilidad de una autoridad única y desconcentrada. La gestión pública del agua comprende también la de sus bienes asociados, naturales o artificiales (Ley De Recursos Hídricos, 2009).
- h. Principio precautorio:** La ausencia de certeza absoluta sobre el peligro de daño grave o irreversible que amenace las fuentes de agua no constituye impedimento para adoptar medidas que impidan su degradación o extinción (Ley De Recursos Hídricos, 2009).
- i. Principio de eficiencia:** La gestión integrada de los recursos hídricos se sustenta en el aprovechamiento eficiente y su conservación, incentivando el desarrollo de una cultura de uso eficiente entre los usuarios y operadores (Ley De Recursos Hídricos, 2009).
- j. Principio de gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica:** El uso del agua debe ser óptimo y equitativo, basado en su valor social, económico y ambiental, y su gestión debe ser integrada por cuenca hidrográfica y con participación activa de la población organizada. El agua constituye parte de los ecosistemas y es renovable a través de los procesos del ciclo hidrológico (Ley De Recursos Hídricos, 2009).

- k. Principio de tutela jurídica:** El Estado protege, supervisa y fiscaliza el agua en sus fuentes naturales o artificiales y en el estado en que se encuentre: líquido, sólido o gaseoso, y en cualquier etapa del ciclo hidrológico (Ley De Recursos Hídricos, 2009).

**Según la Ley de Recursos Hídricos (2009). Los Instrumentos de Planificación del Sistema Nacional de Gestión son:**

- a.** La Política Nacional Ambiental (Ley De Recursos Hídricos, 2009);
- b.** La Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (Ley De Recursos Hídricos, 2009);
- c.** El Plan Nacional de los Recursos Hídricos (Ley De Recursos Hídricos, 2009); y
- d.** Los Planes de Gestión de Recursos Hídricos en las Cuencas (Ley De Recursos Hídricos, 2009).

**Límite de Cuantificación**

Para la medición de cada uno de los parámetros se tuvo en cuenta el LC (Límite de cuantificación). <LC, significa que la concentración del analito es menor al del laboratorio establecido.

## **El río Chonta**

El río Chonta está ubicado en el norte del Perú, región Cajamarca, provincia de Cajamarca y forma parte de la vertiente del Atlántico. Limita por el norte con la cuenca del río Llaucano, por el sureste con la sub cuenca del río Grande de Mashcón, y por el suroeste con la subcuenca del río Namora (Encañada). Este recurso tiene su origen en los cerros Carachugo y Chaquicocha, entre sus principales tributarios tenemos a los ríos Azufre por la margen derecha y al río Paccha por la margen izquierda (DIGESA, 2007).

La sub cuenca del río Chonta tiene un área de 13500 hectáreas, con un caudal promedio estimado de aproximadamente 2500L/s. En su jurisdicción encontramos a las microcuencas del río Azufre que tiene 7760 hectáreas y la del río Paccha con 5290 hectáreas, cuyos caudales promedios son de 1500L/s y 1000L/s respectivamente (DIGESA, 2007).

Los ríos Azufre y Paccha se juntan a 7,4Km al sureste del distrito de Yanacochoa, luego toma el nombre de río Grande y antes de juntarse con el río Mashcón toma el nombre de Chonta; Este recurso superficial recorre los distritos de Encañada y Baños del Inca de la provincia de Cajamarca (DIGESA, 2007).

Actualmente el río no ocasiona problemas de inundación en la zona urbana, debido a que la margen izquierda del río se encuentra encauzada desde las afueras de la ciudad hasta la Lotización Huayrapongo (INDECI, 2005).

### **Agua Categoría 3**

La Resolución Jefatural N°202-2010-ANA propone que la clasificación de los cuerpos de agua se realice en función a las características naturales y a los usos a que se destinan las aguas, de conformidad con los artículos 35°, 36°, 42° y 43° de la precitada Ley; considerándose la protección de los ecosistemas acuáticos y los bienes asociados a los cuerpos de agua; tomándose en cuenta para ello, las categorías establecidas en el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

Mediante Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, de fecha 07.06.2017 se aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, y establecen disposiciones complementarias; con el objetivo de compilar las disposiciones normativas que aprueban los ECA para Agua, esta modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

En este marco, la Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente, priorizando el uso poblacional.

### 2.3. Marco Conceptual

#### **Materia Orgánica**

Los compuestos orgánicos están formados normalmente por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia, en determinados casos, de nitrógeno, también pueden estar presentes otros elementos como azufre, fósforo o hierro (Nazareno, et al., 2008).

**DBO:** El método más usado es el de la Demanda Biológica de Oxígeno, que se simboliza DBO. La DBO se define como la cantidad de oxígeno usada por la materia orgánica en la estabilización del agua residual o servida en un período de 5 días a 20°C (Nazareno, et al., 2008).

**DQO:** El ensayo de la Demanda Química de Oxígeno se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales, también para la en aguas residuales tanto industriales como municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica (Nazareno, et al., 2008).

**ECA:** Los Estándares de Calidad Ambiental son instrumentos de gestión ambiental que consisten en parámetros y obligaciones que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental en que vivimos (Olea, 2012).

## 2.4. Hipótesis

- **H<sub>1</sub>**: Si el aporte de materia orgánica, por parte de la Piscigranja Peña y el Balneario de Los Baños del Inca, en el agua superficial del río Chonta, es superior a los valores indicados en los ECA para aguas de la Categoría 3 según el D.S. 004 – 2017 – MINAM, entonces se genera contaminación orgánica.
- **H<sub>0</sub>**: Si el aporte de materia orgánica, por parte de la Piscigranja Peña y el Balneario de Los Baños del Inca, en el agua superficial del río Chonta, no es superior a los valores indicados en los ECA para aguas de la Categoría 3 según el D.S. 004 – 2017 – MINAM, entonces no se genera contaminación orgánica.

Tabla 2  
*Operacionalización de variables*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Fuente o instrumentos de recolección de datos
<b>VI:</b> Aporte de M.O superior a los valores del D.S. 004 – 2017 – MINAM	Los ECA para Agua, en su Art.º 1º señala la Modificación de los parámetros y valores de los ECA para Agua, dejando atrás al D.S. N° 015-2015-MINAM.	Los ECA para aguas de la Categoría 3 según el D.S. 004 – 2017 – MINAM, se divide en dos subcategorías: D1 (Riego de Vegetales) y D2 (Bebida de Animales).	ECA para aguas de la Categoría 3	Valores de la DBO y DQO: - Riego de vegetales - Bebida de animales
<b>VD:</b> Contaminación orgánica	Es la más importante en magnitud, y sus principales fuentes son de origen doméstico, industrial, agrícola y ganadero.	Los principales productos que componen la contaminación de origen doméstico son papeles, deyecciones, detergentes, etc.	Valores de la DBO  Valores de la DQO	Fichas de ensayo de reporte de Laboratorio

## **CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

### **3. Metodología**

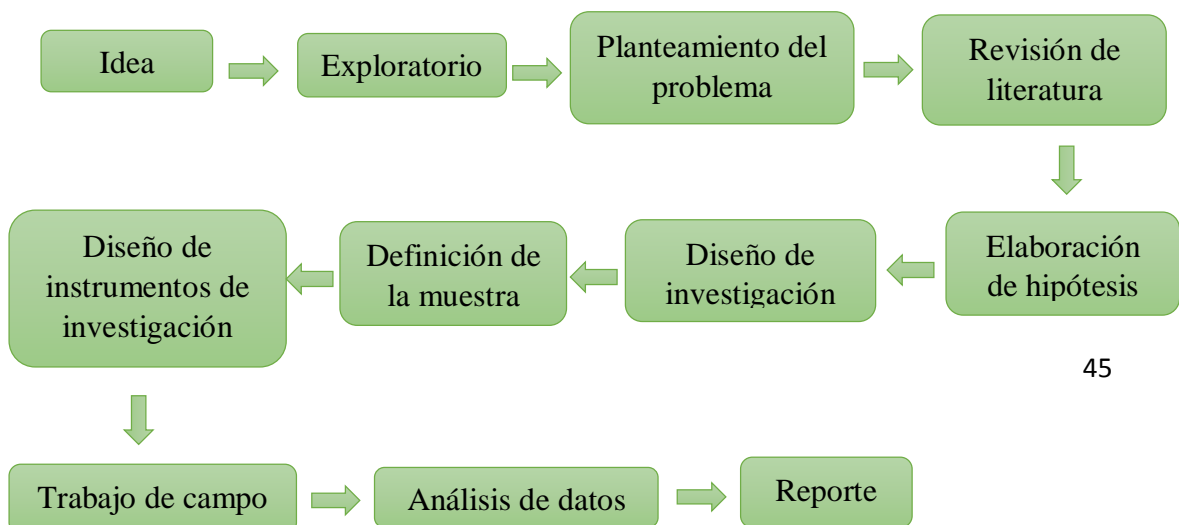
“Un proceso mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento” (Tamayo & Tamayo, 2009).

La investigación por lo regular intenta encontrar soluciones para problemas de tipo educativo, social, científico, filosófico, etc. Por ende, es un proceso que tiene como fin alcanzar un conocimiento objetivo, para guiar o ayudar a mejorar la existencia de los seres humanos en cualquier campo del conocimiento humano (Tamayo & Tamayo, 2009).

En relación al propósito que persigue la presente investigación es de tipo descriptiva, y de diseño analítico. De método cuantitativo, el cual nos permitirá examinar datos de manera numérica, cuya naturaleza descriptiva permite demostrar hipótesis, explicar teorías por medio de resultados estadísticos.

El estudio realizado tiene un enfoque descriptivo cuantitativo ya que se llevará a cabo la recolección de información, así como los respectivos datos (los cuales se fundamentarán en mediciones), los resultados se analizarán en base a métodos estadísticos.

A continuación, se presenta un esquema del proceso de investigación que se desarrollará:





**Fuente:** Cortes, M. (2014).

### **3.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es descriptiva cuantitativa ya que se llevó a cabo la recolección de información, así como los respectivos datos (los cuales se fundamentaron en mediciones), los resultados se presentan en tablas y gráficos.

### **3.2. Diseño de investigación**

Diseño analítico; se realizaron muestreos en 7 puntos del río Chonta. Los Baños del Inca – Cajamarca, así mismo la recolección de datos mediante técnicas e instrumentos, fueron tomados de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales 2016 – ANA (R.J. N° 010 – 2016 - ANA), a fin de lograr el muestreo más objetivo en los meses de setiembre y octubre.

### **3.3. Área de investigación**

El Río Chonta discurre por el valle en dirección Norte - Sur, atravesando la parte baja de la ciudad de Los Baños del Inca, sus principales tributarios son los ríos Yanatotora y Azufre; y a lo largo del cauce del río se encuentran muchas familias que subsisten gracias a este recurso, es por esto que, conforme avanza

el río, el agua va perdiendo su calidad de origen o en otras palabras adquiere componentes que la contaminan.

Actualmente el río no ocasiona problemas de inundación en la zona urbana, debido a que la margen izquierda del río se encuentra encauzada desde las afueras de la ciudad hasta la Lotización Huayrapongo (INDECI, 2005).

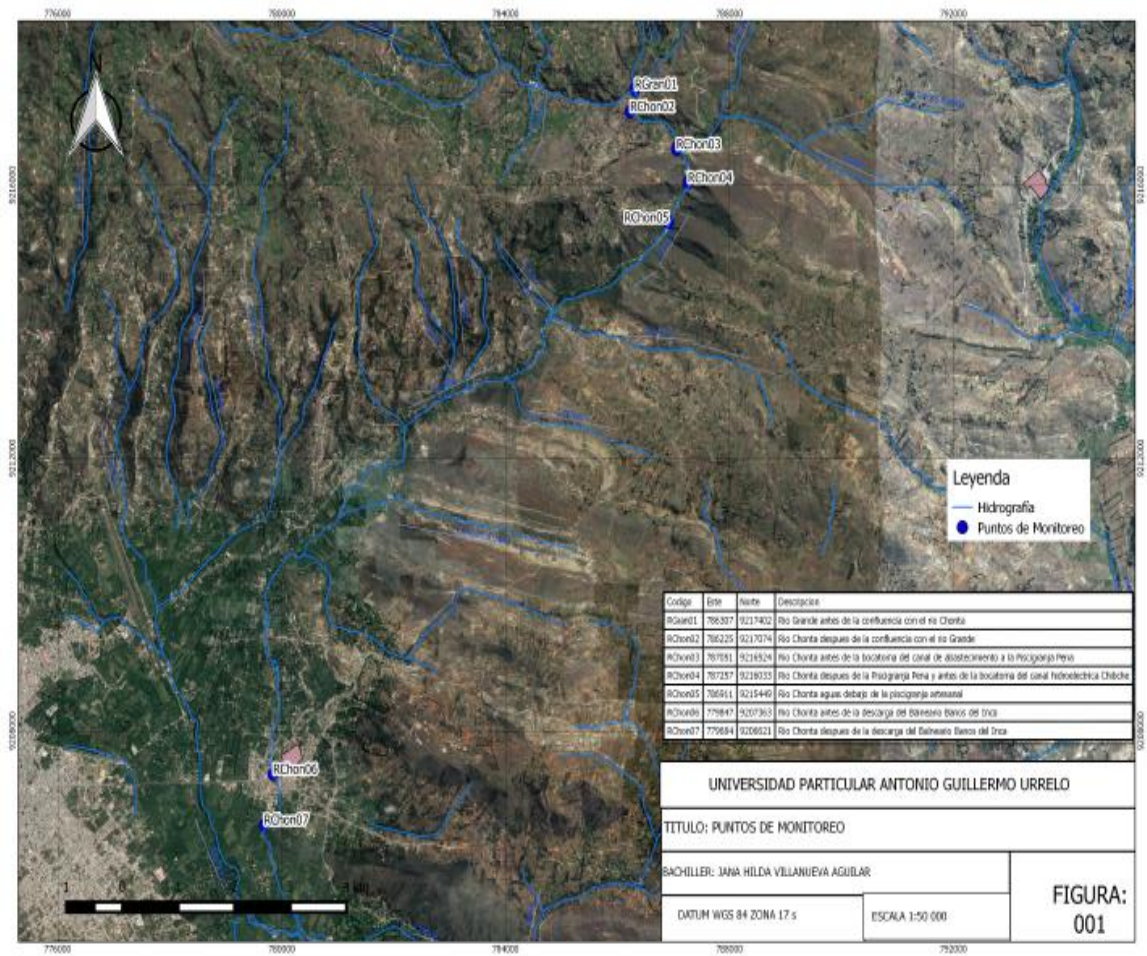


Figura 1. Mapa de la zona de estudio

Tabla 3  
Puntos de Muestreo

Código	Este	Norte	Descripción
RGran01	786307	9217402	Río Grande antes de la confluencia con el río Chonta
RChon02	786225	9217074	Río Chonta después de la confluencia con el río Grande
RChon03	787051	9216524	Río Chonta antes de la bocatoma del canal de abastecimiento a la Piscigranja Peña
RChon04	787257	9216033	Río Chonta después de la Piscigranja Peña y antes de la bocatoma del Central Hidroeléctrica Chicche
RChon05	786911	9215449	Río Chonta aguas abajo de la Piscigranja artesanal
RChon06	779847	9207363	Río Chonta antes de la descarga del Balneario Baños del Inca
RChon07	779684	9206621	Río Chonta después de la descarga del Balneario Baños del Inca

### 3.4. Unidad de Análisis

Establecido por el informe de laboratorio, producto de cada uno de los análisis.

### 3.5. Universo

Agua del río Chonta, Los Baños del Inca – Cajamarca.

### 3.6. Muestra

1 L de agua por cada uno de los 7 puntos de muestreo.

### 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se monitoreó en 7 puntos diferentes del río Chonta, Baños del Inca:

- Punto RGran01: en el Río Grande antes de la confluencia con el río Chonta
- Punto RChon02: en el Río Chonta después de la confluencia con el río Grande

- Punto RChon03: en el Río Chonta antes de la bocatoma del canal de abastecimiento a la Piscigranja Peña
- Punto RChon04: en el Río Chonta después de la Piscigranja Peña y antes de la bocatoma del Central Hidroeléctrica Chicche
- Punto RChon05: en el Río Chonta aguas abajo de la Piscigranja artesanal
- Punto RChon06: en el Río Chonta antes de la descarga del Balneario Baños del Inca
- Punto RChon07: en el Río Chonta después de la descarga del Balneario Baños del Inca

Se analizó en 2 meses diferentes:

- Setiembre
- Octubre

Para determinar los parámetros: DBO y DQO se realizó mediante el muestreo directo en el río Chonta. Los valores de los parámetros se obtuvieron haciendo uso del equipo Multiparámetro para calidad de agua.

Las muestras que se tomaron en el río Chonta siguiendo el protocolo de muestreo, los análisis se realizaron en el Laboratorio SGS Cajamarca.

Se utilizó una codificación sencilla para cada muestra indicando el parámetro: DBO y DQO, su código del punto de muestreo, fecha y hora de la toma de

muestra y el tipo de preservante usado, todas las mediciones y observaciones se registraron en cuaderno de campo.

La recolección de muestras para los análisis fisicoquímicos, se hizo en los frascos que el mismo laboratorio suministró, según el protocolo de toma de muestras. Para la conservación y almacenaje se efectuó inmediatamente recolectadas, un cooler con refrigerante congelado a fin de mantener al interior una temperatura de menos de 4°C, para asegurar su traslado al laboratorio, las mismas que fueron remitidas antes de las 6 horas.

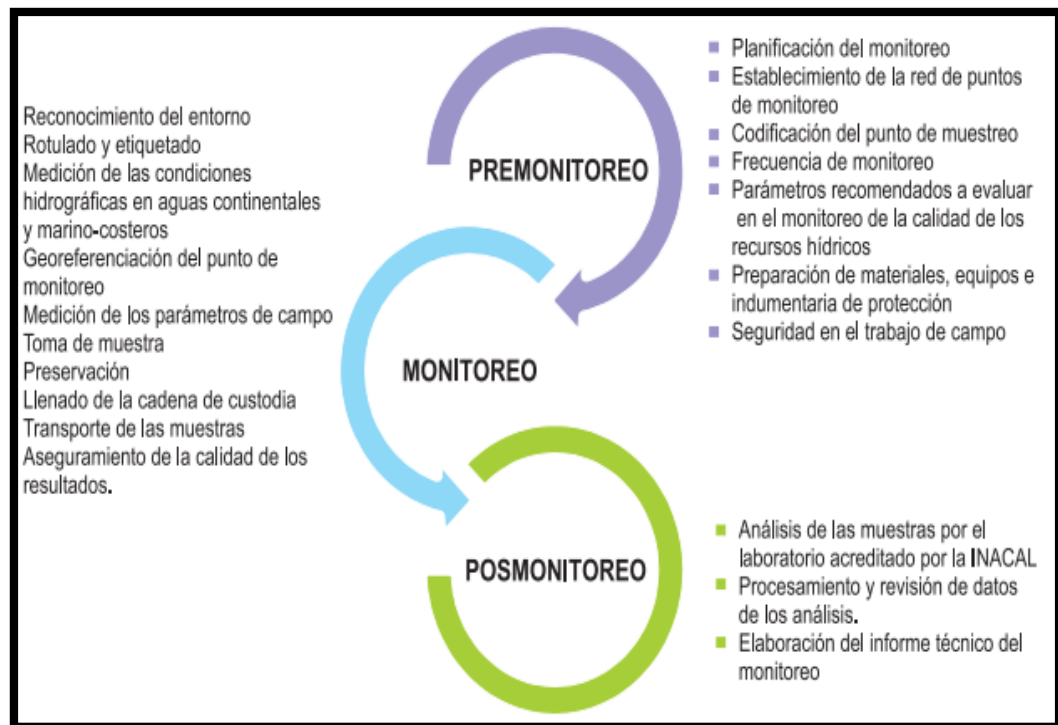


Figura 2. Pasos para la realización del monitoreo.

### **3.7.1. Instrumentos**

#### **Formatos**

- Fichas de ensayo de laboratorio
- Libretas de campo
- Material de escritorio
- Papel bond
- Memoria USB

#### **Equipos**

- GPS
- EPP
- Cámara Fotográfica
- GPS de evaluación
- Laptop

#### **Materiales**

- Frascos esterilizados
- Goteros
- Guantes descartables
- Botas de jebe
- Gorra

### **3.8. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos**

#### **3.8.1. Procesamiento de datos**

Se realizó el monitoreo ambiental del agua superficial del río Chonta - Los Baños del Inca, teniendo en consideración los métodos de muestreo según el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial (ANA) y para los análisis el EPA “Environmental Protection Agency” de los Estados Unidos, APHA “American Public Health Association” y AWWA “American Water Works Association”.

Las muestras se tomaron en el río Chonta, aguas arriba y aguas abajo de la Piscigranja Peña, así como aguas arriba y aguas abajo del Balneario, siempre siguiendo el protocolo de muestreo y los análisis se realizaron en el Laboratorio del Agua SGS Cajamarca.

#### **3.8.2. Técnicas de análisis de datos**

Una vez recogidos los datos útiles para la investigación, fueron digitados en forma manual, codificados y almacenados en las hojas de cálculo de Microsoft Excel, el proceso de datos culminó con los resultados representados en tablas y cuadros, que permitieron analizar y comparar contrastes.



### **Análisis**

El análisis descriptivo está basado en la observación de las tablas, y cuadros para determinar los objetivos propuestos. Luego realizó la comparación de los resultados de los parámetros: DBO y DQO en el agua del río Chonta, con los valores de los parámetros para agua superficial del D.S. 004 – 2017 – MINAM Categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales).

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para fines de análisis se tomó cada uno de los parámetros como son: La DBO<sub>5</sub> y la DQO por separado y se estudió su comportamiento según el punto de muestreo.

Luego se analizó los niveles de concentración de un mismo punto de muestreo para cada uno de los parámetros investigados. En las siguientes tablas se muestran valores del agua destinada al Riego de Vegetales y Bebida de Animales, obtenidos en el agua del río Chonta, con sus respectivos cuadros. Los resultados que fueron comparados con los ECA para agua destinada al Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecidas en el D.S. 004 – 2017 – MINAM Categoría 3.

Tabla 4  
*ECAS para agua Categoría 3 - DS. N° 004-2017-MINAM.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>D1: Parámetros para riego de cultivos tallo alto y tallo bajo</b>	<b>D2: Parámetros para bebidas de animales</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	15	15
<b>DQO</b>	mg/L	40	40

Fuente: MINAM, (2017)

**D1:** Riego de cultivos de tallo alto y bajo.

**D2:** Bebida de animales.

Tabla 5

*Resultados de la DBO<sub>5</sub> para los meses de setiembre y octubre / ECA - DS. N° 004 -2017-MINAM*

	Unidad	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO						
		RGran01	RChon02	RChon03	RChon04	RChon05	RChon06	RChon07
Set	DBO5 mg/L	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	2.8	4.4
Oct	DBO5 mg/L	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	115
LC	mg/L	<b>2.6</b>	<b>2.6</b>	<b>2.6</b>	<b>2.6</b>	<b>2.6</b>	<b>2.6</b>	<b>2.6</b>
ECA - DS N° 004 - 2017 - MINAM	D1 mg/L	15	15	15	15	15	15	15
ECA - DS N° 004 - 2017 - MINAM	D2 mg/L	15	15	15	15	15	15	15

Para la presente investigación, la evaluación de los niveles de contaminación orgánica por parte de la Piscigranja Peña y el Balneario de Los Baños del Inca, en el agua superficial del río Chonta en relación al D.S. 004 – 2017 – MINAM, se obtuvo los resultados de la DBO<sub>5</sub> en los meses de setiembre y octubre como se aprecia en la Tabla 5 y Gráfico 1. Tales valores obtenidos no superan los ECA para agua Categoría 3, destinada al Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecidas en el D.S. 004 – 2017 – MINAM en la mayoría de los puntos de muestreo, excepto el punto RChon07 (después de la descarga del Balneario Baños del Inca), que en el mes de octubre obtuvo 115mg/L de DBO<sub>5</sub> el cual supera los ECA para agua Categoría 3.

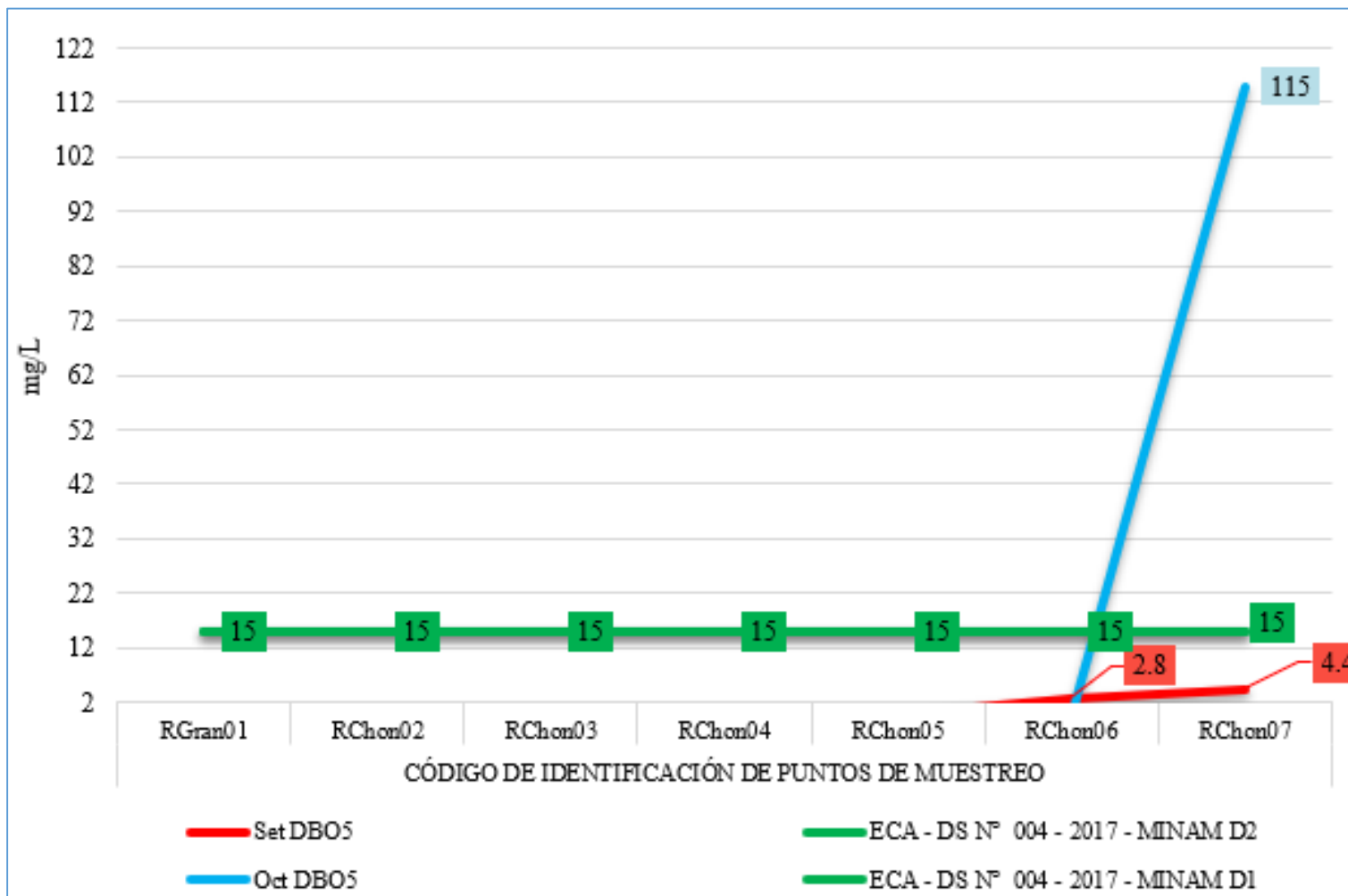


Gráfico 1. Resultados de la DBO<sub>5</sub> para los meses de setiembre y octubre / ECA - DS. N° 004 -2017-MINAM

Tabla 6

*Resultados de la DQO para los meses de setiembre y octubre / ECA – DS. N° 004 -2017-MINAM*

		Unidad	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO						
			RGran01	RChon02	RChon03	RChon04	RChon05	RChon06	RChon07
Set	DQO	mg/L	11.3	13.3	14	16	17.3	16	52.5
Oct	DQO	mg/L	10.6	7.3	10	16	10	27.9	133
LC		mg/L	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>
ECA - DS N° 004 - 2017 - MINAM	D1	mg/L	40	40	40	40	40	40	40
ECA - DS N° 004 - 2017 - MINAM	D2	mg/L	40	40	40	40	40	40	40

Para los resultados de la DQO en el mes de setiembre y octubre, como se aprecia en la Tabla 6 y Gráfico 2, se deduce lo siguiente: Que los niveles de concentración de la DQO se encuentran por debajo de los ECA para agua Categoría 3 en la mayoría de sus puntos de muestreo, excepto el punto RChon07 (después de la descarga del Balneario Baños del Inca) el cual supera los ECA para agua Categoría 3, destinada al Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecidas en el D.S. 004 – 2017 – MINAM, con un valor de 52.5mg/L obtenido en el mes de setiembre y 133mg/L en el mes de octubre.

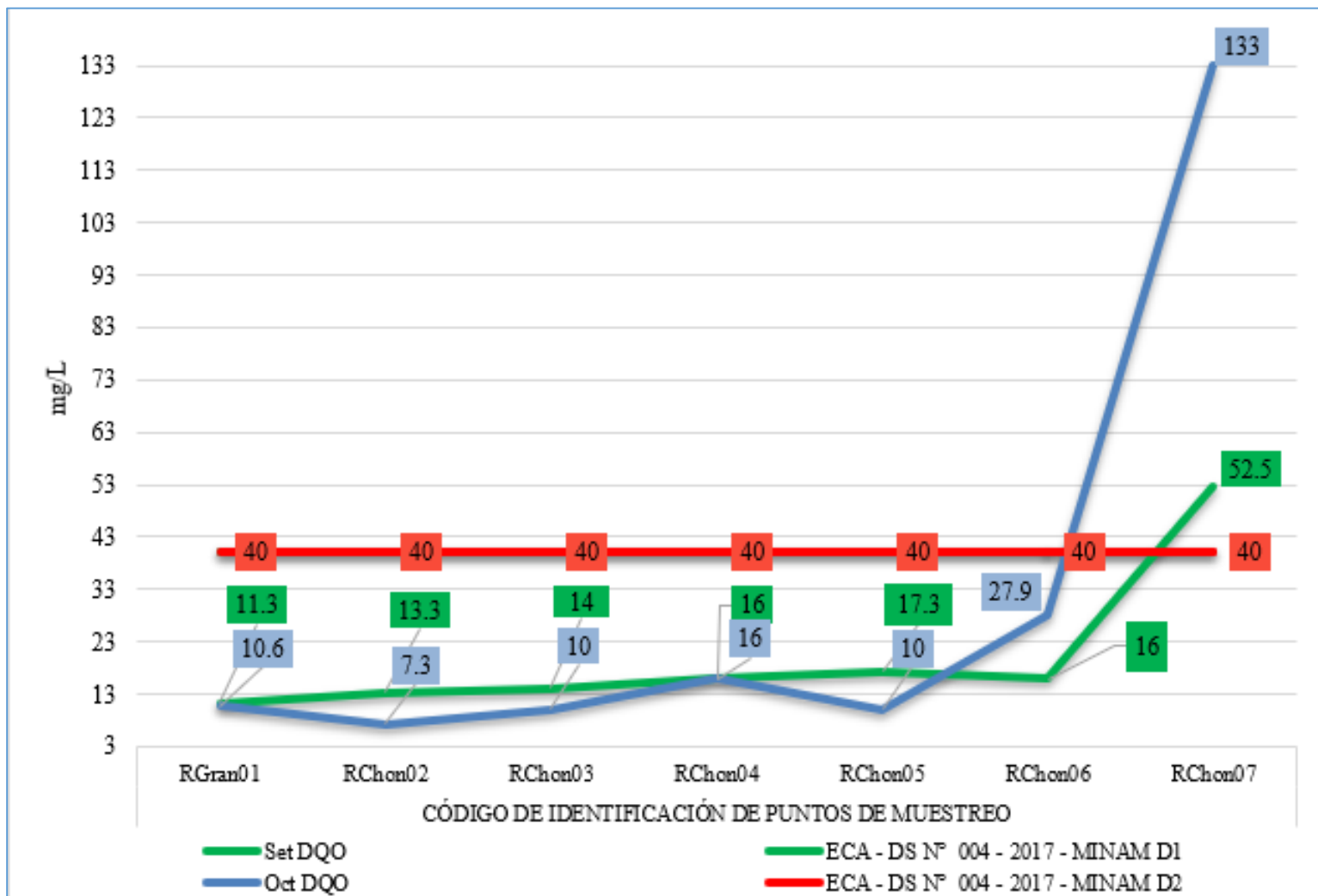


Gráfico 2. Resultados de la DQO para los meses de setiembre y octubre / ECA - DS. N° 004 -2017-MINAM

#### 4.1. Discusión

Los valores de la DBO según la tabla 5 y el gráfico 1 son bajos, así mismo no superan los ECA establecidos para agua categoría 3, el máximo de ellos es 4,4mg/L lo que condice con Chapman, (1992) quien menciona que los valores obtenidos, son valores típicos de aguas con bajos niveles de contaminación por materia orgánica biodegradable.

En referencia a la DQO que sí refleja concentraciones considerables en el último punto, se puede afirmar que hay mayor acumulación de materia orgánica en dicho punto de monitoreo, lo que cataloga a esta agua como contaminada según los ECA para agua Categoría 3, destinada al Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecidas en el D.S. 004 – 2017 – MINAM, esto es en punto de monitoreo RChon07 que es después de la descarga del Balneario Baños del Inca.

Se afirma que hay mayor acumulación de materia orgánica en el último punto de monitoreo, RChon07 (después de la descarga del Balneario Baños del Inca), a diferencia del mes de setiembre que no llovió como a finales de octubre (fecha en que también se tomaron las muestras) puede ser una causa, ya que al haber precipitaciones continuas hay mayor remoción de la materia orgánica, lo que condice con CNA (1996), quien menciona que las lluvias continuas y/o intensas, diluyen el contenido de materia orgánica, y este material orgánico es acarreado a lo largo del río.

Suárez, et al., (2010), menciona que en los medios acuáticos la tasa de desaparición de la DBO se debe a que en los medios naturales hay otros fenómenos que hacen disminuir La DBO (sedimentación, consumo por biopelículas en el cauce, etc.),

Lo que cataloga a esta agua como contaminada según los ECA para agua Categoría 3, destinada al Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecidas en el D.S. 004 – 2017 – MINAM, en la zona cerca al punto de descarga del Balneario Baños del Inca.

Los valores bajos de los niveles de concentración de DBO y DQO así como los valores altos de los niveles de concentración de las mismas, se debe principalmente a los meses en que se tomaron estas muestras, ya que en el primer (setiembre) mes no hubo presencia de precipitaciones continuas como en el mes siguiente (octubre) lo que condice con Cahoy y López (2017), quienes mencionan que las concentraciones más bajas de DQO o DBO se debe a que las muestras extraídas durante la época de transición de temporada de seca a lluviosa, en época seca son concentraciones bajas y en épocas lluviosas sus concentraciones son más altas.

Además, es pertinente mencionar que se condice con Yana (2014), quien concluye que las concentraciones están influenciadas por el ciclo de lluvias, el



caudal y concentración de materia orgánica y, los valores elevados se deben a las descargas de aguas residuales al cauce del río sin previo tratamiento.

La evidente diferencia de la concentración orgánica presente en el agua del río Chonta, que se presenta cerca del Balneario Baños del Inca, es importante tenerlo en cuenta pues como menciona Yana (2014), que el comportamiento de los compuestos orgánicos depende de su estructura molecular, el tamaño, la forma y la presencia de grupos funcionales que son los verdaderos e importantes factores determinantes de la toxicidad, es importante conocer la estructura de los compuestos orgánicos, con el fin de predecir sus efectos en los organismos vivos y el ambiente.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5. Conclusiones y Recomendaciones**

#### **5.1. Conclusiones**

- Los valores obtenidos de la DBO<sub>5</sub> en los meses de setiembre y octubre no superan los ECA para agua Categoría 3, destinada al Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecidas en el D.S. 004 – 2017 – MINAM en la mayoría de los puntos de muestreo, excepto el punto RChon07 (después de la descarga del Balneario Baños del Inca), que en el mes de octubre obtuvo 115mg/L de DBO<sub>5</sub> el cual supera los ECA para agua Categoría 3.
- Los niveles de la DQO en el mes de setiembre y octubre se encuentran por debajo de los ECA para agua Categoría 3 en la mayoría de sus puntos de muestreo, excepto el punto RChon07 (después de la descarga del Balneario Baños del Inca) el cual supera los ECA para agua Categoría 3, destinada al Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecidas en el D.S. 004 – 2017 – MINAM, con un valor de 52,5mg/L obtenido en el mes de setiembre y 133mg/L en el mes de octubre.

#### **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda a estudiantes de pre y post grado, así como a los docentes investigadores, fomentar el desarrollo de investigaciones sobre la dinámica y comportamiento de los diversos contaminantes en las diferentes cuencas

y microcuencas de nuestra región, con el propósito de tener el conocimiento suficiente para proponer planes de gestión de los recursos hídricos más apropiados y coherentes.

- A las autoridades universitarias, generar vínculos con autoridades regionales y locales, a fin de promover plataformas de análisis y desarrollo de propuestas para el desarrollo sustentable de Cajamarca, mediante la realización de investigaciones de carácter científico.

## REFERENCIAS

- ADECAGUA (Asociación para la defensa de la calidad de las aguas) (2012).  
Recuperado de: <http://www.adecagua.es/legislacion/>
  
- Aguilar, L. (2006). *Contaminación Ambiental*. Recuperado de:  
<http://contaminacion-ambiente.blogspot.com>
  
- Andrade, E. y Ponce, W. (2016). *Determinación de los niveles de metales pesados en la microcuenca del río Carrizal del Cantón Bolívar, provincia de Manabí*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Recuperado de: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/283>
  
- Arias, F. (2003). *Manual de técnicas Analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos (aguas, sedimentos y organismos)*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” - INVEMAR Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia.
  
- Bravo, R. y Giler, M. (2016). *Eficiencia de consorcios microbianos (in vitro) en el tratamiento de aguas residuales domésticas de la ciudad de Calceta*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Ecuador.

- Caho, C. López, E. (2017). *Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI.*
  
- Chapman, D. (1992). *Water quality assessments.* Chapman & Hall. Gran Bretaña.
  
- Cortes, M. (2014). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*  
 Recuperado de:  
[http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia\\_investigacion.pdf](http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf)
  
- Comisión Nacional del Agua (1996). *“Diseño de Lagunas de Estabilización”.*  
 Manual de diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Comisión Nacional del Agua. México.
  
- Cuenca, M y Pazuña, A. (2011). *Evaluación ambiental de los Recursos Hídricos de la Microcuenca Tzunantza, abastecedora de agua para consumo doméstico, Cantón Zamora. EC.* Recuperado de:  
<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5768/1/Cuenca%20Palacios%20Maritza%20%26%20Pazu%C3%B1a%20G%C3%B3mez%20Ana.pdf>

- Déniz, F. (2010). *Análisis estadístico de los parámetros DQO, DBO<sub>5</sub> y SS de las aguas residuales urbanas en el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa.*
- Dirección General de Salud Ambiental (s.f). *Parámetros organolépticos.* GESTA AGUA Grupo de Estudio Técnico Ambiental. Recuperado de:  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf)
- Dourojeanni, A. Jouravlev, A. y Chávez, G. (2002). *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. Recursos Naturales e Infraestructura.* Recuperado de:  
<http://www.eclac.org/drni/publicaciones/xml/5/11195/lc11777-P-E.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2011).
- Fernícola, N. y Jauge, P. (2000). *Nociones Básicas de Toxicología.* Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Organización Panamericana de la Salud. OMS. México. 16p.
- Hirata, R. (2002). *Carga contaminante y peligros a las aguas subterráneas.* Revista Latino-Americana de Hidrogeología. São Pablo, Brasil. 2: 81- 90.

- INDECI (Instituto Nacional De Defensa Civil) (2005). *Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres ciudad de Los Baños del Inca.*
  
- Jeffrey, P y Gearey, M. (2006). *Integrated water resources management: lost on the road from ambition to realistaion?* Recuperado de: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/1026?mode=simple>
  
- Ley N°29338. Gestión de Recursos en el Perú (2009). Lima, Perú. 31 marzo de 2009.
  
- Ministerio de agricultura, (2005). Protocolo ANA Perú. Recuperado de: Protocolo ANA Perú:  
  
[http://www.gwp.org/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/2011-protocolo-anaperu.pdf](http://www.gwp.org/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/2011-protocolo-anaperu.pdf)
  
- Montalvo, J. García, LL. Loza, S. Esponda, S. César, M. González, R. y Hernández, H. (2008). *Oxígeno disuelto y materia orgánica en cuerpos de aguas interiores del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba.* Instituto de Oceanología – CITMA y Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros (CIEC), Cuba.

- Nazareno, G. Sánchez, D. Herrera, E. (2008). *Identificación de especies de microorganismos presentes en las plantas de tratamientos de aguas residuales industriales, y su relación con la degradación de la materia orgánica*. Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil – Ecuador.
  
- Olea, C., (2012). *Ecología hoy*. Recuperado de:  
<http://www.ecologiahoy.com/estandares-de-calidad-ambiental>
  
- OMS (2015). Organización Mundial de la Salud
  
- ONU (2014). Organización de las Naciones Unidas
  
- Paredes, A. (2013). *Calidad fisicoquímica y biológica de agua en la zona de captación-Chimú, del Lago Titicaca destinada para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú. 118 p. Citado por Yana, E. (2014). *Contaminación por materia orgánica en el río Torococha de la ciudad de Juliaca*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.
  
- Ramírez, A. (2016). *Estudio de la contaminación por pesticidas de las aguas superficiales de la provincia de Jaén*. Universidad de Jaén. Recuperado de:  
<http://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/2862>



- Resolución Jefatural N°010-2016- ANA (2016).
- Seoanez C. (2000). *El gran diccionario del medio ambiente y de la contaminación. Madrid.* Ediciones Mundi Prensa.
- Suárez, J. Del Río, H. Jácome, A. Martínez, M. Llopart, A. Ruiz, R. Malgrat, P. Ures, U. Puertas, J. (2010). *Comparación básica de la biodegradabilidad de las aguas residuales de una red unitaria en tiempo seco y en tiempo de lluvia.* Centro de Innovación Tecnológica en Edificación e Ingeniería Civil. (CITEEC), Universidade da Coruña (UdC). Campus de Elviña s/n, A Coruña 1507, España.
- Tamani, Y. (2014). *Evaluación de la calidad de agua del río Negro en la provincia de Padre Abad, Aguaytía.*
- Tamayo y Tamayo, M. (2009). *El proceso de la investigación científica, México, Limusa, 2009.*
- Umbría, Trezza, y Hervé (2009). *Uso, manejo y conservación del agua un problema de todos. Academia – Trujillo – Venezuela.*  
[www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29775/1/articulo2.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29775/1/articulo2.pdf)

- Vera J. (1999). *Química Ambiental. Madrid. Editorial Mc Graw Hill Internacional. España. S.A. 296 p.*
  
- Yana, E. (2014). *Contaminación por materia orgánica en el río Torococha de la ciudad de Juliaca. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.*

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ANA:	Autoridad Nacional del Agua.
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo.
DS:	Decreto Supremo.
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO:	Demanda Química de Oxígeno
ECA:	Estándar De Calidad Ambiental.
EPA:	Agencia de Protección Ambiental.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
MINAM:	Ministerio del Ambiente.
OMS:	Organización Mundial de la Salud.
ONU:	Organización de las Naciones Unidas.
R.J.:	Resolución Jefatural

## ANEXO 01



*Figura 3. Muestreo en el punto RGran01*



*Figura 4. Muestreo en el punto RChon02*



*Figura 5. Muestreo en el punto RChon03*



*Figura 6. Muestreo en el punto RChon04*





*Figura 7. Muestreo en el punto RChon05*



*Figura 8. Muestreo en el punto RChon06*



*Figura 9. Muestreo en el punto RChon07*

## ANEXO 02



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1820404

**INNODEVEL S.A.C**

Jr. Cinco Esquinas N° 1710-4to piso

ENV / LB-344570-021

PROCEDENCIA : RIO GRANDE Y CHONTA

Fecha de Recepción SGS : 28-09-2018

Fecha de Ejecución : Del 28-09-2018 al 03-10-2018

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
RGIAN01
RCHON02
RCHON03
RCHON04
RCHON05
RCHON06
RCHON07

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

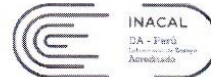
Impreso el 03/10/2018

Rocio J. Manrique Torres  
C.I.P. 136634  
Coordinador de Laboratorio





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1820404**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RGIAN01	RCHON02	RCHON03
FECHA DE MUESTREO					92170402N / 786307E 28/09/2018	9217074N / 786225E 28/09/2018	9216524N / 787051E 28/09/2018
HORA DE MUESTREO					06:00:00	06:25:00	06:49:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUBCATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHAS210B_CX	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHAS220D_CX	mg/L	1.8	4.5	11.3	13.3	14.0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RCHON04	RCHON05	RCHON06
FECHA DE MUESTREO					9216033N / 787257E 28/09/2018	9215449N / 786911E 28/09/2018	9207363N / 779847E 28/09/2018
HORA DE MUESTREO					07:04:00	07:15:00	07:58:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUBCATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHAS210B_CX	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6	2.8
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHAS220D_CX	mg/L	1.8	4.5	16.0	17.3	16.0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RCHON07
FECHA DE MUESTREO					9209621N / 779684E 28/09/2018
HORA DE MUESTREO					08:24:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL
SUBCATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHAS210B_CX	mg/L	1.0	2.6	4.4
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHAS220D_CX	mg/L	1.8	4.5	52.5



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1820404

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	4.5	<4.5	1 - 9%	96%	92%	5%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6		67 - 104%		



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1820404**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA5210B_CX	Cajamarca	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D_CX	Cajamarca	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs-peru.com.pe/ES/terminos-y-condiciones.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.  
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y 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. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015





**Laboratorio Callao**  
 Avenida Emancipación 3344, Callao 1  
 Teléfono: (051) 213306  
 E-mail: pc.laboratorio@sgs.com

**Laboratorio Arequipa**  
 Ernesto Guntier N° 275, Parque Industrial  
 Teléfono: (051) 213306  
 E-mail: aua.parete@sgs.com

**Laboratorio Cajamarca**  
 Calle Amado Márquez 257, Barrio San Antonio  
 Teléfono: (076) 387723  
 E-mail: jade.huacaya@sgs.com

**N° 214825**

**CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA**

DATOS DEL CLIENTE		FACTURAR A:					
Razón Social: <b>InnoDev S.A.C.</b>		Razón Social: <b>InnoDev S.A.C.</b>					
RUC: <b>30102319236</b>		RUC: <b>30102319236</b>					
Dirección: <b>Jr. Los Leones N° 464</b>		Dirección: <b>Jr. Los Leones N° 464</b>					
E-mail: <b>eliana-cortez@innoDev.com</b>		E-mail: <b>eliana-cortez</b>					
Proyecto: <b>Investigación</b>		Teléfono: <b>076-267326</b>					
Lugar de Inspección: <b>Rio Chontay, Rio Grande</b>		Muestreado por: <b>SGS</b> <input type="checkbox"/> <b>El Cliente</b> <input checked="" type="checkbox"/>					
Contacto: <b>Eliana Cortez</b>		Frecuencia del Monitoreo: Periódico <input type="checkbox"/> No Periódico <input checked="" type="checkbox"/> Especial <input type="checkbox"/>					
Dirección: <b>Jr. Los Leones N° 464</b>		N° de Pres-Agua: <b>830</b>					
Teléfono: <b>076-267326 / 986363933</b>		Fecha de finalización: <b>28-09-2018</b>					
E-mail: <b>eliana-cortez@innoDev.com</b>		Hora de finalización: <b>8:30 AM</b>					
N° de Of: <b>214825</b>		N° de Pres-Agua: <b>830</b>					
Fecha de inicio: <b>28-09-2018</b>		Tipo de Agua: <b>ARD</b>					
Hora de inicio: <b>6:30 AM</b>		Altitud (metros): <b>1520</b>					
Coordenadas UTM WGS 84 <input checked="" type="checkbox"/> PSAD 56 <input type="checkbox"/>		Tipo de Muestra Simple <input type="checkbox"/> Compuesta <input type="checkbox"/>					
Item	Estación	Altitud (metros)	Fecha	Hora	P	V	Observaciones
01	Rchon 01	15217403	26-10-18	6:30 AM		X	
02	Rchon 02	15217074	26-10-18	6:48 AM		X	
03	Rchon 03	15216524	26-10-18	7:10 AM		X	
04	Rchon 04	15216033	26-10-18	7:35 AM		X	
05	Rchon 05	15215449	26-10-18	7:45 AM		X	
06	Rchon 06	15213263	26-10-18	8:15 AM		X	
07	Rchon 07	15212684	26-10-18	8:38 AM		X	
Observaciones: <b>DBO / Acido sulfúrico</b>							
TIPOS DE AGUA* AGUA NATURAL ASUB: Agua subterránea AMA: Agua de manantial AT: Agua termal AS: Agua superficial ADR: Agua de río ADL: Agua de lago / laguna ADA: Agua de deposición atmosférica AGUA RESIDUAL ARD: Agua residual doméstica ARI: Agua residual industrial ARM: Agua residual municipal AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO AB: Agua de bebida AP: Agua de piscina ALA: Agua de laguna artificial AGUA SALINA AM: Agua de mar ASI: Agua salobre SAL: Salmuera ARS: Agua de irrigación y riego (salina) AGUA DE PROCESO ACE: Agua de circulación e enfriamiento AAC: Agua de alimentación para caldera AC: Agua de calderas AL: Agua de lavación APA: Agua purificada AAP: Agua de inspección y refrigeración (de proceso)							

SGS del Perú S.A.C. RECIBIDO  
 28 SEP 2018  
 Environmental

Inspector responsable: **SC**

Representante del Cliente: **Eliana Cortez**

Fecha: **28-09-2018**

Hora: **08:00 horas**

Firma: **Sally Flores**

Temperatura (°C): **3.4**

Hoja **01** de **02**

Responsible de la Recepción de las Muestras: **V.B. G.M.**

Condiciones en que se recibieron las muestras:   
 Refrigeradas    
 Preservadas    
 Dentro del tiempo de conservación:    
 N° de muestras rotas:    
 Otros (especificar):

Muestra enviada via:   
 Terrestre    
 Aérea    
 Fluvial    
 Marítima

Responsable del Envío:   
 Agencia / Persona a cargo de transporte:   
 RUC / DNI:   
 Fecha y Hora de envío:

D-OPEP-07ENV-01  
 R07  
 FA - Abril 2015



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1822545**

**INNODEVEL S.A.C**

JR. LOS LEONES NRO. 464 URB. SANTA MERCED CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

ENV / LB-344570-040

PROCEDENCIA : RIO GRANDE Y CHONTA

Fecha de Recepción SGS : 26-10-2018

Fecha de Ejecución : Del 26-10-2018 al 01-11-2018

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
RGran 01
RChon 02
RChon 03
RChon 04
RChon 05
RChon 06
RChon 07

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**

Impreso el 01/11/2018

Rocío J. Manrique Torres  
C.I.P. 136634  
Coordinador de Laboratorio





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1822545**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RGran 01	RChon 02	RChon 03
FECHA DE MUESTREO					RGran 01	RChon 02	RChon 03
HORA DE MUESTREO					26/10/2018	26/10/2018	26/10/2018
CATEGORIA					14:59:00	15:26:00	15:44:00
SUBCATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHAS210B_CX	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHAS220D_CX	mg/L	1.8	4.5	10.6	7.3	10.0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RChon 04	RChon 05	RChon 06
FECHA DE MUESTREO					RChon 04	RChon 05	RChon 06
HORA DE MUESTREO					26/10/2018	26/10/2018	26/10/2018
CATEGORIA					16:00:00	16:10:00	16:40:00
SUBCATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHAS210B_CX	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHAS220D_CX	mg/L	1.8	4.5	16.0	10.0	27.9

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RChon 07
FECHA DE MUESTREO					RChon 07
HORA DE MUESTREO					26/10/2018
CATEGORIA					16:50:00
SUBCATEGORIA					AGUA RESIDUAL
					AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHAS210B_CX	mg/L	1.0	2.6	115.3
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHAS220D_CX	mg/L	1.8	4.5	133.0



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1822545

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Percentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Percentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	4.5	<4.5		102 - 108%	101%	5%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	2%	68 - 102%		



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1822545**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA5210B_CX	Cajamarca	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD); 5-Day BOD test
EW_APHA5220D_CX	Cajamarca	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D. 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand; Closed Reflux, Colorimetric Method

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página [http://www.sgs.pe/es-ES/Terms\\_and\\_Conditions.aspx](http://www.sgs.pe/es-ES/Terms_and_Conditions.aspx). Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.  
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y 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. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015





**Laboratorio Callejo**  
 Alameda Elvira s/n, Calle 1  
 Teléfono: (051) 217 1900  
 Email: pe.laboratorio@sgs.com

**Laboratorio Arequipa**  
 Emisio Gutierrez N° 275, Parque Industrial  
 Teléfono: (054) 213806  
 Email: arequipa@sgs.com

**Laboratorio Cajamarca**  
 Calle Arnaldo Márquez 257, Barrio San Antonio  
 Teléfono: (076) 367723  
 Email: jahuacay@sgs.com

**N° 214825**

**CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA**

DATOS DEL CLIENTE		FACTURAR A:	
Cliente:	TRAYAMPA SA	Razón Social:	TRAYAMPA SA
Contacto:	Edna Cortez	RUC:	20102114226
Teléfono:	076-261826	Dirección:	Av. Los Leones N° 464
Email:	edna.cortez@trayampa.com	Contacto:	Edna Cortez
Proyecto:	TRAYAMPA SA	Teléfono:	076-261826
Lugar de Inspección:	TRAYAMPA SA	Muestreado por:	SGS El Cliente
<b>ENVIAR EL INFORME A:</b>		Frecuencia del Monitoreo:	
Contacto:	Edna Cortez	Periódico	<input type="checkbox"/>
Dirección:	Jr. Los Leones N° 464	No Periódico	<input checked="" type="checkbox"/>
Teléfono:	076-261826	Especial	<input type="checkbox"/>
Email:	edna.cortez@trayampa.com	N° de Inspección:	
N° de OI:	214825	Fecha de inicio:	26-10-2018
Fecha de inicio:	2:59 PM	Fecha de finalización:	26-10-2018
Hora de inicio:	2:59 PM	Hora de finalización:	4:50 PM

Item	Estación	Coordenadas UTM WGS 84 / PSAD 56	Altitud (m/nm)	Tipos de Agua*	Simple	Composta	Fecha	Hora	Quantidad de envases (Plástico / Vidrio)	P	V	OBSERVACIONES
01	Rejon 01	N=9217402 E=728307		ARD	X		25-10-18	2			X	
02	Rejon 02	N=9217074 E=728285		ARD	X		26-10-18	1			X	
03	Rejon 03	N=9216834 E=727051		ARD	X		26-10-18	1			X	
04	Rejon 04	N=9216023 E=726911		ARD	X		26-10-18	1			X	
05	Rejon 05	N=9215444 E=726911		ARD	X		26-10-18	1			X	
06	Rejon 06	N=9207363 E=726847		ARD	X		26-10-18	1			X	
07	Rejon 07	N=9206817 E=727684		ARD	X		26-10-18	1			X	

Inspector responsable:	Fecha:	N° de Frascos:	N° de Coolers:	N° de Ice Pack's:
Representante del Cliente:	Fecha:	Fecha de Recepción de las Muestras:	Responsable de la Recepción de las Muestras:	Condiciones en que se receptoron las muestras:
Muestra enviada via:	Torresne	Refrigeradas	Preservadas	Dentro del tiempo de conservación:
	Adres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N° de muestras rotas:
	Fluvial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique):
	Marítima	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Temperature (°C):	3.4	
		Firma:	Susy Flores	
		Fecha de Recepción de las Muestras:	26 OCT. 2018	
		Inspector responsable:	SGS del Perú S.A.C.	
		Representante del Cliente:	26 OCT. 2018	
		Muestra enviada via:	SGS del Perú S.A.C.	
		Inspector responsable:	SGS del Perú S.A.C.	
		Representante del Cliente:	SGS del Perú S.A.C.	



CANTIDAD DE MUESTRA Y REQUISITOS MINIMOS PARA ENSAYOS DE MUESTRAS AMBIENTALES POR SERVICIO

N° O.L.: 344570

Señores: INNODEVEL S.A.C.

Fecha: 26 de Octubre del 2018

Nro	Determinaciones (Servicio)	Matriz	Método de ensayo	Tipo Envase	Tamaño mínimo de muestra	Tipo Muestra	Preservación	Precauciones	Tiempo de Almacenamiento
1	2018_CX Demanda Quimica de Oxigeno (mg/L)	AGUA	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B 23rd Ed: 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD); 5-Day BOD test.	Frasco PVC 1 L boca ancha (Transparente)	1000.00	PUNTUAL COMPOSITO	LLENAR EL FRASCO COMPLETAMENTE SIN DEJAR BURBUJAS DE AIRE. ALMACENAR DE : >0°C A <= 6° C.	-	48 HORAS
2	2018_CX Demanda Quimica de Oxigeno_COL (mg/L)	AGUA	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method	Frasco PVC 100 ml boca ancha	100.00	PUNTUAL COMPOSITO	ADICIONAR H2SO4 HASTA PH = 2 (ANADIR 0.5ML O 10 GOTAS DE H2SO4 1:1). ALMACENAR DE :>0°C A = 6°C.	MÉTODO NO APLICA PARA AGUA SALINA	28 DIAS

D-ENV/DIV-DR-18-03  
R00  
FA:  
Julio 2016

Pag. 1 de 1



Versión: 1

Fecha de Emisión: 22/10/2018 12:23

**ORDEN DE INSPECCIÓN**

(5201 ) 344570 - 5

**COSTEO N°**

### 1.- DATOS DEL CLIENTE

Nombre/Razón Social: INNODEVEL S.A.C.  
Ruc: 20602719236  
Dirección: Jr. Los Leones N° 464  
Contacto (Sup. Lima): ELIANA CORTEZ  
Correo:  
Teléfono: (C)  
Plan de Muestreo:

### 2.- DATOS PARA LOS ANÁLISIS

#### Parámetros de Análisis en Laboratorio

<b>PREACTA</b>	907678		
<b>MATRIZ</b>	AGUA		
<b>ESTACION</b>	ESTACIÓN 1 / ESTACIÓN 2 / ESTACIÓN 3 / ESTACIÓN 4 / ESTACIÓN 5 / ESTACIÓN 6 / ESTACIÓN 7		
<b>Parámetros de Análisis en Laboratorio</b>			
Item	Determinación	Metodología	#Det
1	2018_CX Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23rd Ed: 2017. B	7
2	2018_CX Demanda Química de Oxígeno_COL (mg/L)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Ch	7