



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA EL  
TAMBO USANDO FILTRO DE ANTRACITA,  
ALGODÓN, ARENA GRUESA Y CALIZA  
TRITURADA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Jherson Leonides Zamora Cubas

Asesor:

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Cajamarca - Perú

2019

## DEDICATORIA

A mi padre, hombre que me dio la vida y que hoy físicamente no está conmigo, pero está guiándome y sosteniéndome para no bajar los brazos asimismo también mi madre, hermanos y familia por acompañarme en este arduo camino de mi formación académica.

A la Universidad por ser mi alma mater quien mediante sus docentes impartieron los más altos conocimientos hacia mi persona y poder desarrollar de manera eficiente mi profesión.

A todos los mencionados, expreso mi cariño.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y cuidar de mí y así poder  
culminar esta fase de mi vida.

El apoyo de mis padres tanto emocional como financiero,  
quienes se propusieron que termine mis estudios, así mismo por  
brindarme su comprensión frente a problemas encontrados en la  
vida universitaria, y estoy en deuda con mis hermanos quienes  
me ayudaron y aconsejaron durante toda la carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.</b> .....	<b>8</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
1.1. Realidad problemática .....	10
1.2. Formulación del problema .....	22
1.3. Objetivos.....	22
1.3.1. Objetivo general .....	22
1.3.2. Objetivos específicos.....	22
1.4. Hipótesis .....	22
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>23</b>
2.1. Tipo de investigación .....	23
2.2. Población y muestra .....	23
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	23
2.6. Procedimiento.....	26
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
3.1. Diseño del perfil de filtro. ....	32
3.2. Resultados de laboratorio. ....	34
3.3. Resultados de laboratorio mediante gráfico de columnas (color verdadero) .....	35
3.4. Resultados mediante porcentajes (color verdadero).....	36
3.5. Resultados de laboratorio mediante gráfico de columnas (turbidez) .....	37

3.6. Resultados mediante porcentajes (turbidez).....	38
3.7. Resultados de laboratorio mediante gráfico de columnas (pH). ....	39
3.8. Resultados mediante porcentajes (pH).....	40
3.9. Resultados de laboratorio mediante gráfico de columnas (coliformes totales).....	41
3.10. Resultados mediante porcentajes (coliformes totales). ....	42
3.11. Resultados de laboratorio mediante gráfico de columnas (coliformes termotolerantes).....	43
3.12. Resultados mediante porcentajes (coliformes termotolerantes).....	44
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>45</b>
4.1 Discusión .....	45
4.2 Conclusiones.....	49
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Límites máximos permisibles (LMP)</i> .....	18
Tabla 2. <i>Rangos típicos de tamaños de carbón activado granular para distintas aplicaciones.</i> .....	20
Tabla 3. <i>Formato de recolección de datos parte 1 del análisis físico químico del agua.</i> ...	24
Tabla 4. <i>Formato de recolección de datos parte 2 del análisis físico químico del agua.</i> ...	25
Tabla 5. <i>Recolección de muestras de agua de la quebrada El Tambo del afluente y efluente del filtro.</i> .....	30
Tabla 6. <i>Resultados físicos, químicos y microbiológicos del afluente y efluente.</i> .....	34
Tabla 7. <i>Resultados comparativos con la muestra patrón (afluente) en porcentaje (color verdadero).</i> .....	36
Tabla 8. <i>Resultados comparativos con la muestra patrón (afluente) en porcentaje (turbidez).</i> .....	38
Tabla 9. <i>Resultados comparativos con la muestra patrón(afluente) en porcentaje (pH).</i> ..	40
Tabla 10. <i>Resultados comparativos con la muestra patrón (afluente) en porcentaje (pH).</i>	42
Tabla 11. <i>Resultados comparativos con la muestra patrón (afluente) en porcentaje (coliformes termotolerantes).</i> .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Distribución de tamaños de poros en distintos tipos de carbón activado. ....	19
<i>Figura 2.</i> Carbón activado granular. ....	20
<i>Figura 3.</i> Instalación del filtro. ....	26
<i>Figura 4.</i> Croquis de la instalación del filtro. ....	27
<i>Figura 5.</i> Colocación de la piedra grande $\Phi$ 4” de la quebrada El Tambo (h=0.25 m). ....	27
<i>Figura 6.</i> Colocación de la caliza triturada $\Phi$ 3/4” (h=0.15m). ....	28
<i>Figura 7.</i> Colocación de la caliza triturada $\Phi$ 1/2” (h=0.07m). ....	28
<i>Figura 8.</i> Colocación de la arena gruesa de río (h=0.05 m).....	28
<i>Figura 9.</i> Colocación de la faja de algodón (h=0.03 m). ....	29
<i>Figura 10.</i> Colocación del carbón de antracita (h=0.20 m). ....	29
<i>Figura 11.</i> Filtro de carbón activado. ....	32
<i>Figura 12.</i> Filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada.....	33
<i>Figura 13.</i> Instalación de accesorios del filtro. ....	54
<i>Figura 14.</i> Tubería agujereada para ser implementada en el filtro. ....	54
<i>Figura 15.</i> Excavación de zanja para el apoyo de la tubería. ....	55
<i>Figura 16.</i> Instalación del filtro en la quebrada el Tambo – Llacanora. ....	55
<i>Figura 17.</i> Inspección de la llegada del recurso hídrico que será tratada a través del filtro. .....	56
<i>Figura 18.</i> Colocación de los estratos al filtro. ....	56
<i>Figura 19.</i> Colocación del algodón al filtro. ....	57
<i>Figura 20.</i> Filtro después de la colocación de los estratos.....	57
<i>Figura 21.</i> Filtro instalado.....	58
<i>Figura 22.</i> Toma de muestras del agua tratada a través del filtro. ....	58
<i>Figura 23.</i> Toma de muestras del agua tratada a través del filtro. ....	59
<i>Figura 24.</i> Toma de muestras del agua tratada a través del filtro. ....	59
<i>Figura 25.</i> Muestras ya tomadas para ser llevadas al laboratorio regional del agua para ser analizadas.....	60
<i>Figura 26.</i> Muestras tomadas juntamente con el Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga asesor de la tesis. ....	60
<i>Figura 27.</i> Muestras ya tomadas para ser llevadas al laboratorio regional del agua para ser analizadas.....	61
<i>Figura 28.</i> Toma de muestras del agua tratada a través del filtro. ....	61

## ÍNDICE DE GRÁFICOS.

<i>Gráfico 1.</i> Resultados de Color Verdadero (UCV). .....	35
<i>Gráfico 2.</i> Resultados en porcentaje color verdadero (UCV). .....	36
<i>Gráfico 3.</i> Resultados de Turbidez (UNT). .....	37
<i>Gráfico 4.</i> Resultados en porcentaje turbidez (UNT). .....	38
<i>Gráfico 5.</i> Resultados PH ((Potencial hidrógeno). .....	39
<i>Gráfico 6.</i> Resultados en porcentaje pH (potencial hidrógeno). .....	40
<i>Gráfico 7.</i> Resultados Coliformes Totales (NMP/100mL). .....	41
<i>Gráfico 8.</i> Resultados en porcentaje coliformes totales (NMP/100 ml). .....	42
<i>Gráfico 9.</i> Resultados Coliformes termotolerantes (NMP/100mL). .....	43
<i>Gráfico 10.</i> Resultados en porcentaje coliformes termotolerantes (NMP/100 ml). .....	44
<i>Gráfico 11.</i> Comparación de resultados con la hipótesis de la Turbidez. .....	46
<i>Gráfico 12.</i> Comparación de resultados con la hipótesis de pH. ....	46
<i>Gráfico 13.</i> Comparación de resultados con la hipótesis de coliformes totales. ....	47
<i>Gráfico 14.</i> Comparación de resultados con la hipótesis de coliformes termotolerantes. ....	47
<i>Gráfico 15.</i> Comparación de la turbidez con los antecedentes (Roosi). .....	48

## RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito analizar y comprobar si la utilización del filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada mejora la calidad del agua de la quebrada El Tambo en el distrito de Llacanora. Para esto se ha recurrido a la colocación del filtro para posteriormente recoger las muestras durante un periodo interdiario después de la primera muestra, estas han sido analizadas por el Laboratorio Regional del agua quien corrobora la información. El filtro utilizado está compuesto por 25 cm de piedra grande de río, 15 cm de caliza triturada de  $\frac{3}{4}$ ", 7 cm de caliza triturada de  $\frac{1}{2}$ ", 5 cm de arena gruesa, 3 cm de algodón y 25 cm de carbón de antracita. Asimismo, se incluyó tuberías para el recojo del agua y multiconector con válvula esférica Rotoplas para controlar su salida. La investigación ha sido realizada respetando parámetros del reglamento de la calidad del agua 2011 y el Laboratorio Regional del agua para la toma de muestras con su respectivo análisis que llegó a concluir que los resultados obtenidos durante el estudio se logra validar la hipótesis parcialmente de los parámetros analizados con respecto a la muestra patrón del afluente: en Color Verdadero se mantiene al 100%; Turbidez en la muestra n° 1= 1.54%, la muestra n° 2=78%, la muestra n° 3=88.46%, la muestra n° 4=93.54%, la muestra n° 5=3.08% y la muestra n° 6=91.32%; ph no cumple en ninguna de las muestras; Coliformes totales en la muestra n° 1=35.19%, la muestra n° 2=70.37%, la muestra n° 3=90%, la muestra n° 4=95.93%, la muestra n° 5=94.81% y la muestra n° 6=82.96% y Coliformes termotolerantes en la muestra n° 1=91.41%, la muestra n° 2=92.39%, la muestra n° 3=95.65%, la muestra n° 4=98.99%, la muestra n° 5=98.15% y la muestra n° 6=99.57%.

**Palabras clave:** Filtro, calidad del agua, límite máximo permisible.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La relación de la calidad de agua con la salud es evidente y es una prioridad sanitaria desde siempre, incluso a nivel programático que fue el evento de política de salud internacional más importante de la década de los setenta, cuyo lema fue «Salud para todos en el año 2000». La síntesis de sus intenciones se expresó en la Declaración de Alma Ata, subrayando la importancia de la atención primaria de salud como estrategia para alcanzar un mejor nivel de salud de los pueblos, priorizándose el desarrollo de una adecuada fuente de agua potable y de salubridad básica. Además de la relación de la calidad del agua y la salud, la Organización Mundial de la Salud (OMS) encuentra, también, relación directa entre la calidad del agua y la pobreza (Chávez, 2018).

Hoy en día la humanidad enfrenta la problemática de satisfacer la demanda de agua potable. Se estima que 1,1 billones de personas, el equivalente a una sexta parte de la población mundial, no tienen garantizado el acceso al agua potable. La demanda de agua va en aumento en relación con el agua disponible y existe una sobreexplotación de las fuentes, además de contaminación, mal uso y desperdicio por la utilización de sistemas de distribución inadecuados e ineficientes (Holt, Barton, G.W, & Mitchell, 2005).

Muchas familias de Lima y de las regiones que compran agua a los camiones cisterna se exponen a enfermedades como diarreas, hepatitis, fiebre tifoidea, el cólera, entre otras. Luis Morocho Chahuayo, jefe de la Oficina de Epidemiología del Instituto Nacional de Salud del Niño (INSN), explica que el agua contaminada es la principal causa de morbilidad y muerte en el país; por otro lado, la realidad fuera de la capital

es aún más dramática, debido a que el déficit hídrico obliga a las personas a recurrir a fuentes de agua no aptas para el consumo humano. Por ejemplo, en la provincia de Utcubamba (región Amazonas), 27 mil de los 59 mil habitantes que viven en la ciudad solo cuentan con agua potable dos horas cada semana. El resto de las personas, que vive en las localidades de Conchillo alto, Conchillo Bajo, La Esperanza, Pueblo Viejo, La Esperanza Baja, San Luis, Los Libertadores y La Unión, toma el líquido del río Utcubamba, donde se vierten las aguas residuales de Bagua Grande, lo cual provoca enfermedades como diarrea, cólera y tifoidea (Pimentel & Palacios, 2017).

La población con acceso a agua potable en la región de Cajamarca en últimos ocho años desde el 2009 con 58.40%, 2010 con 69.10%, 2011 con 67.36%, 2012 con 67.94 %, 2013 con 55.34%, 2014 con 74.86 %, 2015 con 70.21%, 2016 con 79.50% (Ministerio del Ambiente, 2016).

La escasez de agua en la ciudad de Cajamarca empezó hace un año, pero fue en julio del 2011 cuando se hizo más intensa y las autoridades de SEDACAJ procedieron a iniciar un incómodo racionamiento. Este hecho ocasionó que un grupo de ciudadanos acudiera hasta la naciente del principal abastecedor de agua para consumo humano, el río Grande, en busca de una explicación. Cuando arribaron al lugar ubicado entre los cerros Quillish y La Quinoa, encontraron que este afluente había perdido gran parte de su caudal, estaba casi seco. No fue la única sorpresa metros más abajo advirtieron que cuatro gruesos tubos, propiedad de minera Yanacocha, expulsaban hacia la quebrada aguas ácidas y tratadas que luego iban a parar al cauce del río Grande, el mismo que gracias al aporte de los ríos Porcón y Quengorío recobra en su camino un caudal que es el que finalmente desemboca en la planta de tratamiento de agua El Milagro, reservorio proveedor de agua potable para la capital de la región Cajamarca. Lo cierto

es que desde hace un año el caudal en las griferías domésticas empezó a bajar, y a partir del mes de julio los cajamarquinos tuvieron que someterse a un racionamiento que afecta grandemente al setenta por ciento de los habitantes, quienes viven en la periferia de la gran ciudad (Prado, 2012).

Solo cinco provincias de Cajamarca gozan del servicio de agua potable, reveló el coordinador de la oficina descentralizada de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), Róseles Machuca Vílchez. Machuca explicó que en el ámbito rural existen más de 4 mil sistemas de agua potable que no tienen una planta de tratamiento. Y agregó que es necesario que las autoridades trabajen para mejorar la calidad del agua con la cloración para no afectar a los pobladores de las 13 provincias (República, 2018).

En la naturaleza, las aguas de ríos, embalses, lagos, depósitos subterráneos, mares y lluvias, presentan diferentes contenidos de sales, minerales, gases y partículas que están presentes en los medios en los que se halla el recurso hídrico y que son arrastrados por este; por ejemplo, el cauce de un río, el estrato geológico en el que subyace el acuífero o la composición de la atmosfera, entre otros. Así mismo, algunos contaminantes generados de forma natural o derivados de las actividades humanas (aguas residuales, pesticidas, productos agrícolas, desechos industriales, etc.), son incorporados en el agua, variando sus características al punto de imposibilitar muchos de sus usos, incluyendo el de consumo humano (Antonio & Lozano, 2015)

El constante deterioro de las fuentes hídricas y su uso como recurso en el abastecimiento de agua para consumo humano han conllevado a la búsqueda de la optimización de los procesos de tratamiento de forma tal que se alcancen condiciones de agua segura con el menor riesgo posible de afectaciones a la salud de la población (Correa, 2016).

La calidad del agua para el uso en procesos ha llevado a implementar técnicas de eliminación de sustancias contaminantes no polares presentes en el agua, es así que una de las etapas de purificación es la filtración usando carbón activado fino y granular, este material es utilizado gracias a su gran adsorción superficial, pero debido a la saturación de los poros con sustancias contaminantes debe ser sustituido periódicamente para mantener parámetros aceptables en la calidad del agua tratada (Pilamonta, 2013).

Ante los párrafos expuestos anteriormente el indicador de la cobertura no cumple en su totalidad que debería ser en un 100 % por otro lado, al deterioro de las fuentes hídricas (cantidad) nos conlleva al aprovechamiento de las aguas superficiales de quebradas, ríos, lagos y embalses.

Por esto es necesario desarrollar la implementación de dicho filtro para poder proveer de una herramienta de filtración para el agua y obtener agua potable. De esta manera se estaría contribuyendo a salud de las personas.

Asimismo, con respecto al tema de investigación existen estudios previos en cuanto a evaluación de la calidad del agua a través de filtros. A continuación, se muestran las investigaciones.

Según Chipile, 2017, en su tesis de pregrado “Carbón Activo Granular, en la Mejora de la Calidad del Agua Potable”, afirma que utilizando un filtro de carbón activo Granular obtuvo como resultados que: la turbidez baja hasta un porcentaje de 2.54% con respecto de la muestra patrón (afluente); color verdadero se encuentran valores menores al límite de cuantificación de métodos del laboratorio establecido; pH a 25° C aumento hasta un porcentaje de 159.58% en la primera semana, volviéndose más alcalino o básico, no llegando al valor ideal siendo 7; Coliformes totales el filtro actúa efectivamente bajando el valor de 100% a 29.11 % en la primera semana en la captación 1, 30.30% en la segunda semana en la captación 3 y 0% en la última semana obteniendo un agua libre de coliformes totales; coliformes termotolerantes actúa efectivamente bajando del 100% a 0% en todas las muestras obtenidas, obteniendo un agua libre de coliformes totales y coliformes termotolerantes. Como consecuencia se logró obtener un agua purificada apta para el consumo humano en cuanto a los cinco parámetros de control obligatorio (PCO) analizados.

Por otro lado, Chiclote, 2018, en su tesis que tiene como tema la Mejora de la Calidad Empleando Filtro de Carbón activado menciona que obtuvo como resultados: para la turbidez una disminución desde 5.61NTU hasta 1.16NTU (Filtro A) y 0.72 (Filtro B), pH fue variable pero estuvo en un rango de 7.86ph y 8.28ph, no hubo presencia de cloro residual ya que los resultados son menores al límite máximo (<LCM), estos parámetros cumplen en cuanto a los límites máximos permisibles. Para Coliformes totales se observó una gran disminución desde 9200 NMP/100mL hasta 920 (Filtro A) y 110 (Filtro B), este parámetro no cumple con los límites máximos, pero es evidente su disminución, y para Coliformes termotolerantes disminuyó desde 49 NMP/100mL hasta 9.2 (Filtro A) y 12 (Filtro B).

Según Rossi, 2017, en su tesis del Diseño de un Purificador de agua para uso en la Pequeña Industria Alimentaria de Zonas Rurales afirma que con la utilización del filtro de ceniza de cascarilla de arroz, carbón activado y algodón logró mejorar la calidad de la muestra en estudio, siendo más efectivo para la reducción de la turbidez la que se redujo hasta un 99,97%.

Así mismo afirma Ordoñez & Palacios, 2011, en su tesina que tiene como tema Filtros Biológicos para la Potabilización del Agua, Posibilidades de uso de FLA (Filtros Lentos de Arena) con Agua Superficial de Nuestra Región que la filtración lenta de arena ha sido proceso de tratamiento de aguas eficaz para prevenir la transmisión de la enfermedad gastrointestinal por más de 150 años, primero siendo utilizado en Gran Bretaña y más adelante en otros países europeos.

La eficacia de este proceso del tratamiento de aguas fue demostrada durante la epidemia 1892 del cólera en Hamburgo, Alemania, cuando la ciencia de la microbiología estaba en sus primeros años de desarrollo. Según lo descrito por Gainey y colaboradores (1952), el brote de la enfermedad implicó dos ciudades Altona y Hamburgo, ya que ambas utilizaron el río Elba como fuente del agua potable. Altona, localizado aguas abajo recibía el producto del agua de las descargas de la alcantarilla de Hamburgo, se esperaba una situación similar del brote, pero Altona utilizó la filtración lenta de arena para purificar el río Elba. (Ordoñez & Palacios, 2011).

Por esto, se utilizará la antracita ya que la Escuela Politécnica Superior, 2017, procede de la transformación de la hulla. Es el mejor de los carbones, muy poco contaminante y de alto poder calorífico. Arde con dificultad, pero desprende mucho calor y poco

humo. Es negro, brillante y muy duro. Tiene una concentración de hasta el 95% de carbono.

Además, según Casero, 2008, la antracita se ha empleado como sustituto de la arena en muchas plantas de tratamiento y puede utilizarse conjuntamente con aquella y otros materiales en los filtros de medio filtrante mixto.

Según, Leiva & Montes, 2016, en su tesis de remoción de sulfato y metales pesados en medios filtrantes de piedra caliza con bacterias sulfato reductoras afirma que utilizando la piedra caliza como un medio filtrante que ajusta el pH ácido hacia uno neutro disminuyendo la concentración de metales pesados.

En la presente investigación se ha evaluado la calidad del agua de la quebrada El Tambo a través del uso de un filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada. A continuación, se brindan más detalles sobre el tema:

Para ello, es necesario saber algunas definiciones para fines de desarrollo de la presente investigación.

**Agua para consumo humano:** Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal (Ministerio de Salud, 2015).

**Parámetros de control obligatorio (PCO):** Son los parámetros que todo proveedor debe realizar obligatoriamente al agua para consumo humano (Ministerio de Salud, 2015).

**Análisis físico químico del agua:** Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar características físicas, químicas o ambas (Ministerio de Salud, 2015).

**Muestra de agua:** Volumen de agua repetitiva para ser analizada según el requerimiento del laboratorio o el método de ensayo, en forma aleatoria (en relación con el momento y emplazamiento) (Ministerio de Salud, 2015).

**Límite máximo permisible:** Son valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua para consumo humano (Ministerio de Salud, 2015).

**Solicitud de ensayo:** Documento mediante el cual se solicita al laboratorio, los parámetros a analizar en las muestras de agua para consumo humano. En ella se identifica la procedencia de la muestra (Ministerio de Salud, 2015).

**La calidad del agua:** Condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos, ésta depende directamente de la utilización que se le vaya a dar a dicha agua. Muchas de las características físico - químicas y bacteriológicas requeridas para determinado uso son características adoptadas para propósito generales. (Tenelanda & Muyulema, 2013).

**Propiedades del agua:** El agua potable o destinada a bebida es un producto que comprende parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y radiológicos del agua en el origen, y de la distribuida después de someterla a procesos de tratamiento y

desinfección para satisfacer la sed sin amenazar la salud ni la vida (Carrillo & Sánchez, 2013).

### **Parámetros de control obligatorio (PCO).**

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes: coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbidez, Residual de desinfectante, pH. (Dirección General de Salud Ambiental, 2011).

Tabla 1.

#### *Límites máximos permisibles (LMP)*

Ensayo	Límite Máximo Permissible
Color Verdadero (UCV)	15
Turbidez (UNT)	5
PH (ph)	6.5 a 8.5
Coliformes Totales (NMP/100mL)	50
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	20

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental, 2011.

### **El carbón activado en la potabilización del agua.**

En la Escuela Politécnica Superior, 2017, menciona que el carbón activado tiene capacidad para lograr estados de equilibrio tales, que la concentración de los compuestos absorbibles en el agua llegue a niveles indetectables por los métodos de análisis comunes hacen que el carbón activado sea la mejor alternativa técnica y económica para su control.

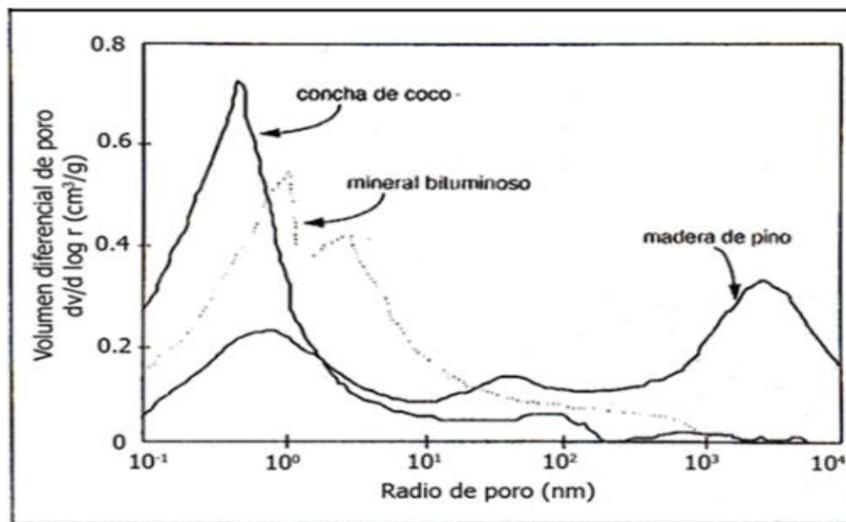


Figura 1. Distribución de tamaños de poros en distintos tipos de carbón activado.

Comentario: Cuando el carbón activado se produce por el mismo método de activación-térmica- las placas gráficas del carbón de madera resultan pequeñas, separadas entre sí y con una orientación no uniforme. Fuente: (Escuela Politécnica, 2017).

### Tipos de carbón activado:

- Carbón activado granular
- Carbón activado fino.

En este proyecto se empleó el carbón activado granular porque se ha utilizado de procedencia de carbones minerales en este caso de la piedra antracita.

**Carbón activado granular:** Consiste en gránulos de forma irregular que se instalan dentro de un recipiente por el que se hace circular el líquido o gas que va a tratarse. (Escuela Politécnica, 2017)

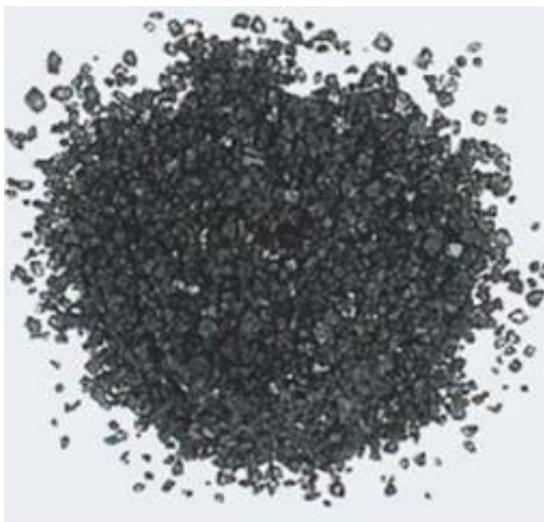


Figura 2. Carbón activado granular.

Fuente: Escuela Politécnica, 2017.

El carbón granular se fabrica en diversos rangos como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2.

*Rangos típicos de tamaños de carbón activado granular para distintas aplicaciones.*

Aplicación	Granulometrías
Tratamiento de agua de lluvia y líquidos en general, a nivel industrial y municipal.	8x30, 12x40, 14x30, 14x40
Purificadores de aguas caseras. Acondicionamiento de aire, purificación de gases (como CO <sub>2</sub> , He, acetileno), recuperación de vapores solventes, campanas para cocinas.	12x40, 14x20, 20x50
Mascarillas de gases.	4x6, 4x8, 4x10
Recuperación de oro.	12x20
Boquillas de cigarrillos.	6x12, 6x16, 8x16, 10x20
	8x14, 12x20, 20x50

Fuente: Escuela Politécnica, 2017.

**Por otra parte, el algodón:** Es una fibra textil vegetal que crece alrededor de las semillas de la planta del algodón, un arbusto del género *Gossypium*, hay diferentes especies autóctonas en América, África o la India (Peñañiel, 2011).

**Propiedades físicas y químicas del algodón.** Según Peñañiel, 2011, lo califica de la siguiente manera: Color, forma, lustre, gravedad específica, absorbencia y retención de humedad.

**Asimismo, la piedra caliza** es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), generalmente calcita. También puede contener pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, etc., que modifican (a veces sensiblemente) el color y el grado de coherencia de la roca (Guerrero, 2001).

#### **Propiedades físicas de la caliza.**

Según Guerrero, 2001, nos habla respecto a ello:

La coloración de las calizas ricas en calcio y las calizas dolomíticas son blancas cuando son puras, pero cambia de color entre el gris y el negro a consecuencia de las impurezas carbonosas que contienen; el óxido férrico da a la caliza color amarillento, rojo, pardo.

#### **Finalmente, la arena**

Es un conjunto de fragmentos sueltos de rocas o minerales de pequeño tamaño. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano o clasto de arena. Una roca consolidada y compuesta por estas partículas se denomina arenisca o calcare nita, si los componentes son calcáreos (Guerrero, 2001).

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada en la calidad del agua de la quebrada El Tambo?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua de la quebrada El Tambo usando filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Inspección de campo (ubicación del filtro).
- Diseñar e instalar el filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada.
- Determinar y comparar las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua en el afluente y efluente del filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza.

## 1.4. Hipótesis

El agua tratada con el filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada proveniente de la quebrada El Tambo mejora las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua en un 30% con respecto al afluente.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La investigación es experimental de tipo experimental aplicada.

### 2.2. Población y muestra

#### a) Población

Agua proveniente de la quebrada El Tambo filtrada a través del filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada.

#### b) Muestra

El tipo de muestra no probabilística, agua proveniente de la quebrada El Tambo tratada por el filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada, el cual se tomó un total de 7 muestras; 1 como muestra patrón (afluente) y los 6 restantes correspondientes al efluente que fueron tomadas dejando un día después de realizar el muestreo anterior en el efluente para luego poder ser analizadas en el laboratorio regional del agua.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

#### a) Técnicas e instrumentos de recolección de datos

##### – Técnicas

Las técnicas para la recolección de datos es la observación directa y el muestreo.

**La observación directa**, sirvió para el diseño del filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada el cual ha sido diseñado a través de estudios anteriores para así poder analizar los estudios físicos, químicos y bacteriológicos del agua ver diseño en la figura 1 en resultados.



Tabla 4.

Formato de recolección de datos parte 2 del análisis físico químico del agua.

<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>						
<b>ENSAYOS</b>			<b>FISICOQUÍMICOS</b>			
Código Cliente			-	-	-	-
Código Laboratorio			-	-	-	-
Matriz			-	-	-	-
Descripción			-	-	-	-
Localización de la Muestra			-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	<b>Resultados</b>			
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<i>Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor &lt;LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)</i>						
<b>ENSAYOS</b>			<b>BIOLÓGICOS</b>			
Parámetro	Unidad	LCM	<b>Resultados</b>			
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<i>Nota: Los Resultados &lt;1.8 y &lt;1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.</i>						
<b>Ensayo</b>		<b>Unidad</b>	<b>Método de Ensayo Utilizados</b>			
<b>NOTAS FINALES</b>						
<b>Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.</b>						
<b>"Fin del documento"</b>						
Código del Formato: RT1-5.10-01			Rev.: N°06		<i>Cajamarca,</i>	
Fecha: / /2019					<i>.... de .... de</i>	
					<b>2019.</b>	

Fuente: Laboratorio Regional del Agua, 2019.

En este formato de recolección de datos parte 2 del análisis físico químico del agua se muestran los ensayos a realizar y el método utilizado y finalmente las recomendaciones finales (notas finales) del informe emitido por dicha entidad.

## b) Técnicas e instrumentos de análisis de datos

### – Técnicas

Las técnicas de recolección también se desarrollaron con la observación directa, análisis, síntesis, resúmenes y también la estadística descriptiva a través de tablas y diagramas de barras.

### – Instrumentos

Se utilizó el software Excel por el cual mediante sus hojas de trabajo de proceso los resultados emitidos por el laboratorio regional del agua.

## 2.6. Procedimiento

### a) Procedimiento de recolección de datos

- Se diseñó el filtro, instaló el filtro en la quebrada El Tambo en el distrito de Llacanora con los materiales preseleccionados en el lugar de acopio verificando la calidad del producto.



*Figura 3.* Instalación del filtro.

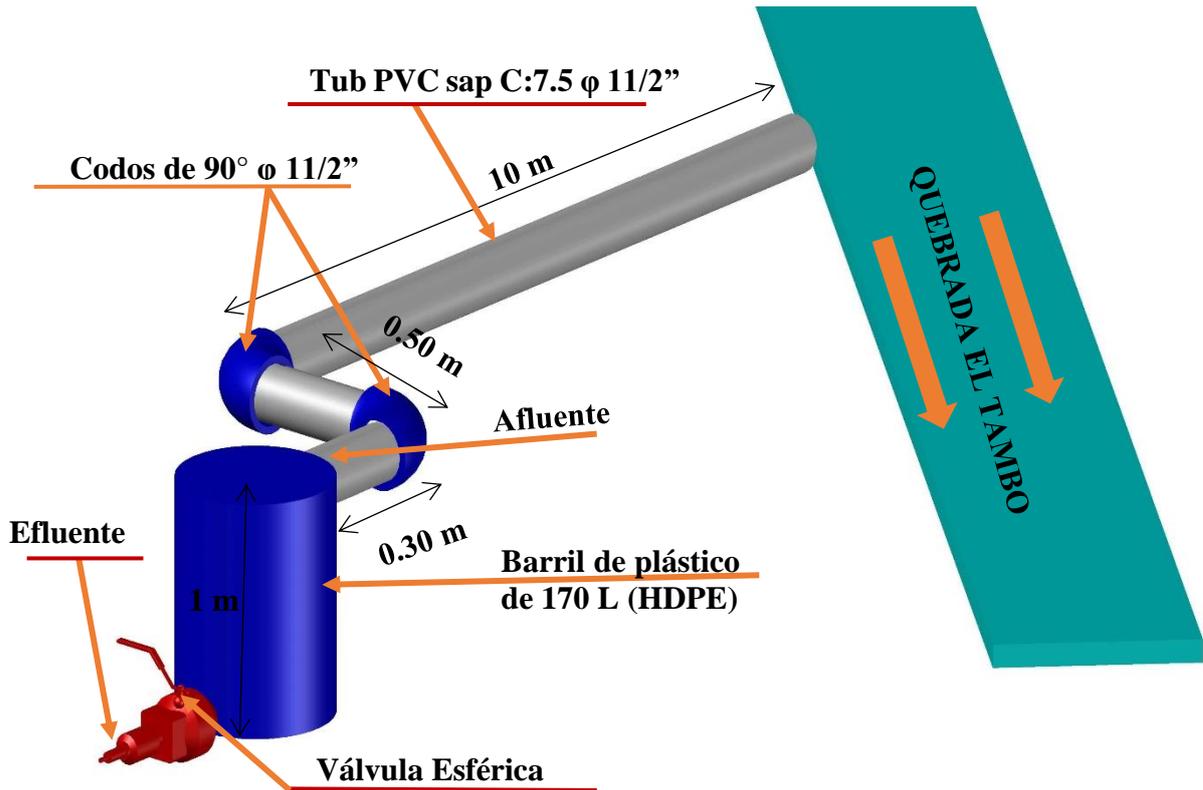


Figura 4. Croquis de la instalación del filtro.

- Colocación de los estratos en el filtro



Figura 5. Colocación de la piedra grande  $\Phi 4''$  de la quebrada El Tambo (h=0.25 m).



*Figura 6.* Colocación de la caliza triturada  $\Phi$  3/4" (h=0.15m).



*Figura 7.* Colocación de la caliza triturada  $\Phi$  1/2" (h=0.07m).



*Figura 8.* Colocación de la arena gruesa de río (h=0.05 m)



Figura 9. Colocación de la faja de algodón (h=0.03 m).



Figura 10. Colocación del carbón de antracita (h=0.20 m).

- **Toma de muestras para ser analizadas**

El Ministerio de Salud, 2011, nos da a conocer que las pruebas analíticas deben realizarse en laboratorios que tengan como responsables de los análisis a profesionales colegiados habilitados de ciencias e ingeniería, además deben contar con métodos, procedimientos y técnicas debidamente confiables y basados en métodos normalizados para el análisis de agua para consumo humano de reconocimiento internacional, en donde aseguren que los límites de detección del método para cada parámetro a analizar estén por debajo de los límites máximos permisibles señalados en el presente Reglamento.

Tabla 5.

*Recolección de muestras de agua de la quebrada El Tambo del afluente y efluente del filtro.*

NÚMERO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FOTOS
Muestra del afluente y muestra n° 1	24/05/2019	
Muestra n° 2	27/05/2019	
Muestra n° 3	30/05/2019	

Muestra n° 4 02/06/2019



Muestra n° 5 05/06/2019



Muestra n° 6 08/06/2019



#### b) Procedimiento de análisis de datos

- Se analizaron las muestras tomadas en campo en el laboratorio regional del agua seguidamente se emitieron los resultados de dicho laboratorio ya mencionado, luego se procedió a la verificación de resultados con los límites máximos permisibles de los parámetros analizados y finalmente se la realizo las tablas y gráficos con su respectiva interpretación.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### 3.1. Diseño del perfil de filtro.

Según Chipile, 2017, en su tesis de pregrado “Carbón Activo Granular, en la Mejora de la Calidad del Agua Potable”, utiliza espesores definidos por Aqueous, 2017. De igual manera Chiclote, 2018, en su tesis de pregrado “Mejora de la Calidad Del Río Cumbe Empleando Filtro de Carbón activado” diseña su filtro con el mismo principio solo cambiando espesores de los estratos respecto a Chipile, 2017. En tal sentido para esta presente investigación se agregará y reemplazará algunos materiales como los espesores de cada estrato.

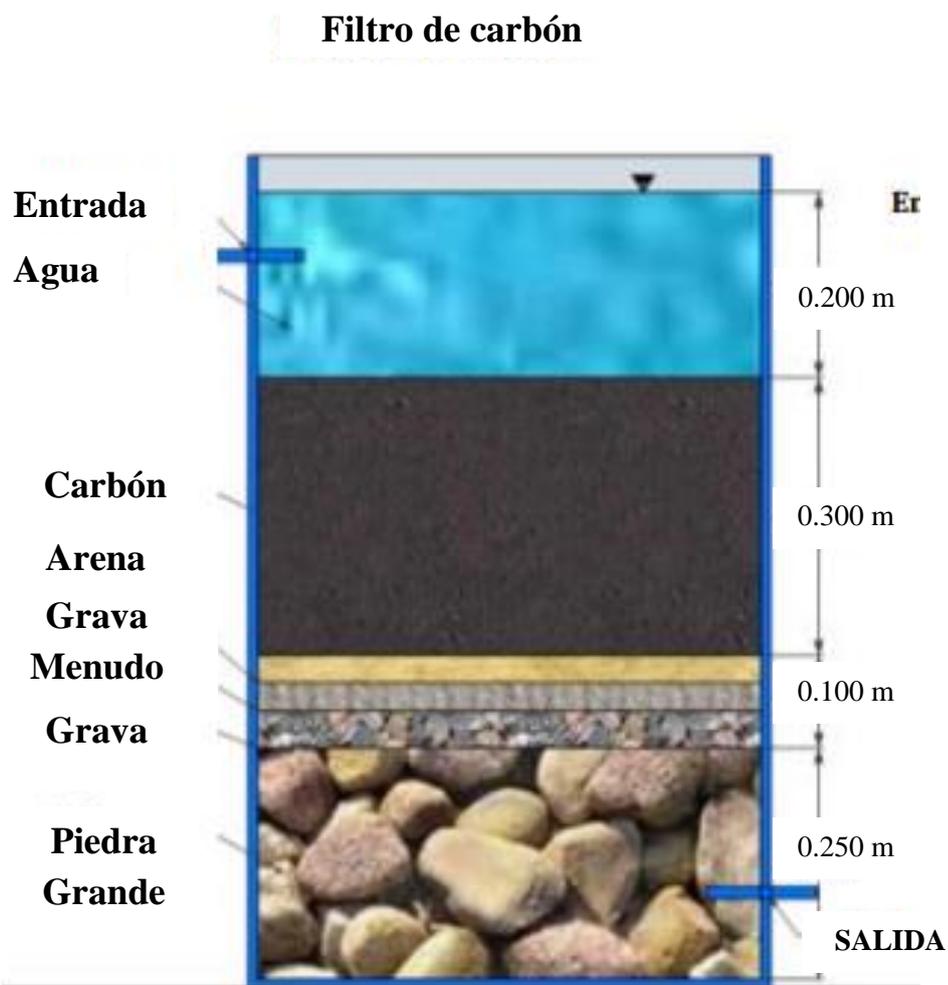


Figura 11. Filtro de carbón activado.

Fuente: Aqueous, 2017.

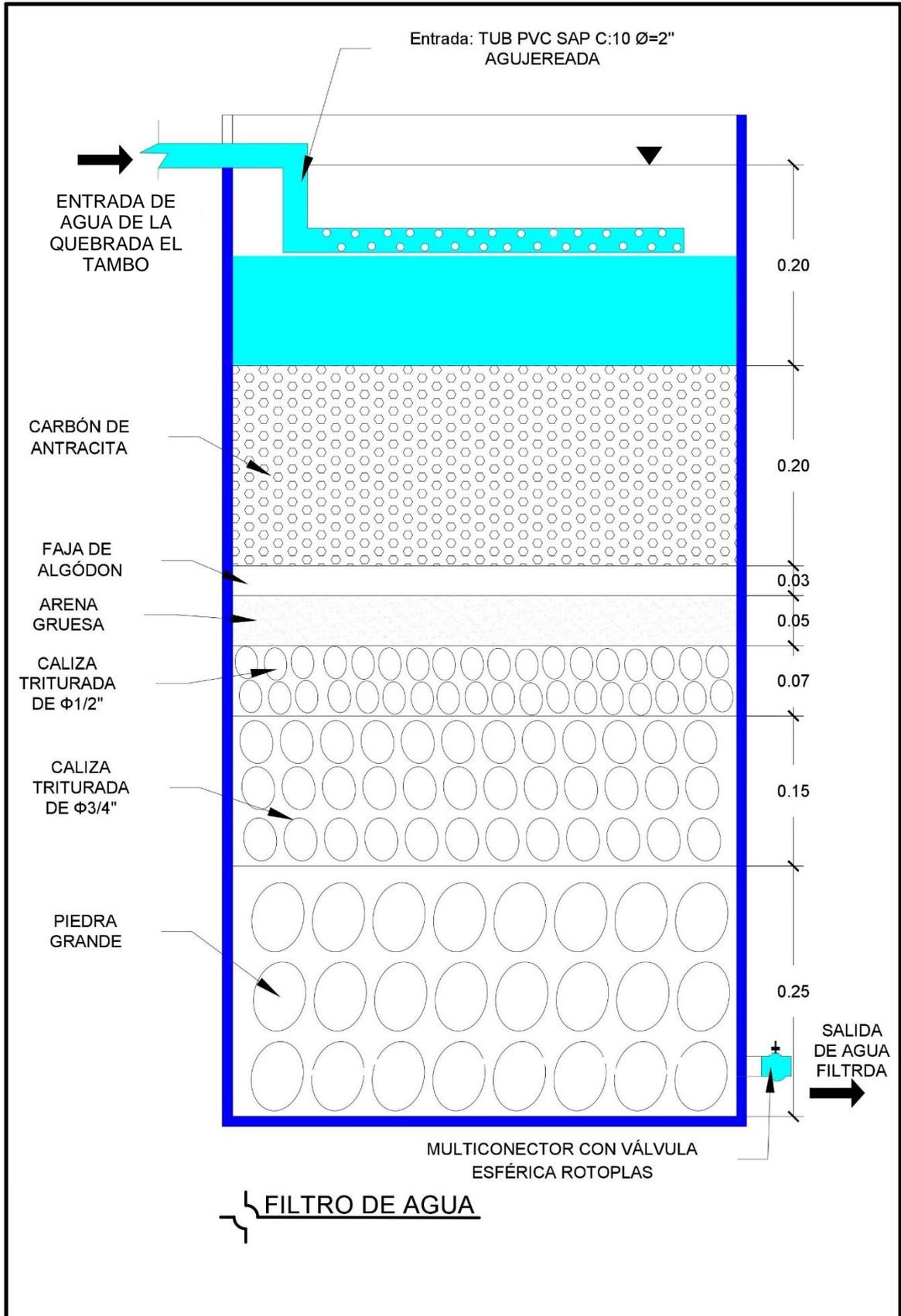


Figura 12. Filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada.

### 3.2. Resultados de laboratorio.

Tabla 6.

*Resultados físicos, químicos y microbiológicos del afluente y efluente.*

ENSAYO	Límites máximos permisibles	AFLUENTE	EFLUENTE						
		Muestra Patrón	Muestra n° 1	Muestra n° 2	Muestra n° 3	Muestra n° 4	Muestra n° 5	Muestra n° 6	
Color Verdadero (UCV)	15	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
Turbidez (UNT)	5	13.00	12.80	2.86	1.50	0.84	13.4	1.13	
PH (Potencial hidrógeno)	6.5 - 8.5	8.14	8.09	7.89	7.90	7.78	7.67	7.62	
Cloro Residual (mg Cl/L)	0.5	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
Coliformes Totales (NMP/100mL)	50	54 x 10 <sup>2</sup>	35 x 10 <sup>2</sup>	16 x 10 <sup>2</sup>	540	220	280	920	
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	20	920	79	70	40	9.30	17	4	
<b>FECHA DE MUESTRO</b>		24/05/19	24/05/19	27/05/19	30/05/19	02/06/19	05/06/19	08/06/19	

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos del muestreo tomados intercaladamente dejando dos días del afluente y efluente del filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada.

**3.3. Resultados de laboratorio mediante gráfico de columnas (color verdadero).**

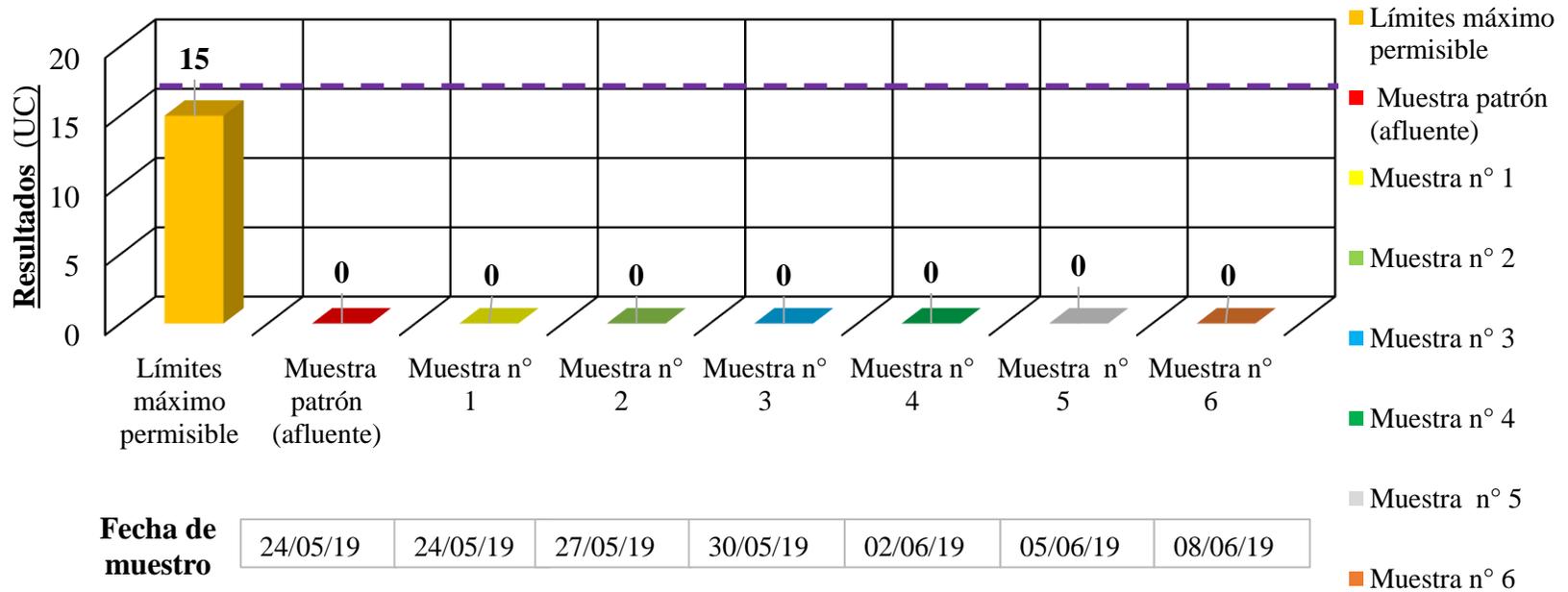


Gráfico 1 .Resultados de Color Verdadero (UCV).

En el presente grafico se muestran los resultados obtenidos del muestreo de la muestra patrón (afluente) y del muestreo del efluente que se realizó intercaladamente cada 2 días del efluente del filtro ubicado en la quebrada El Tambo en el distrito de Llacanora, obteniendo un valor contaste de 0UC antes y después del filtro lo que se encuentra dentro del LMP.

**3.4. Resultados mediante porcentajes (color verdadero).**

Tabla 7.

*Resultados comparativos con la muestra patrón (afluente) en porcentaje (color verdadero).*

Parámetro de control obligatorio	Muestra patrón (afluente)	Muestra n° 1	Muestra n° 2	Muestra n° 3	Muestra n° 4	Muestra n° 5	Muestra n° 6
Color Verdadero (UCV)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

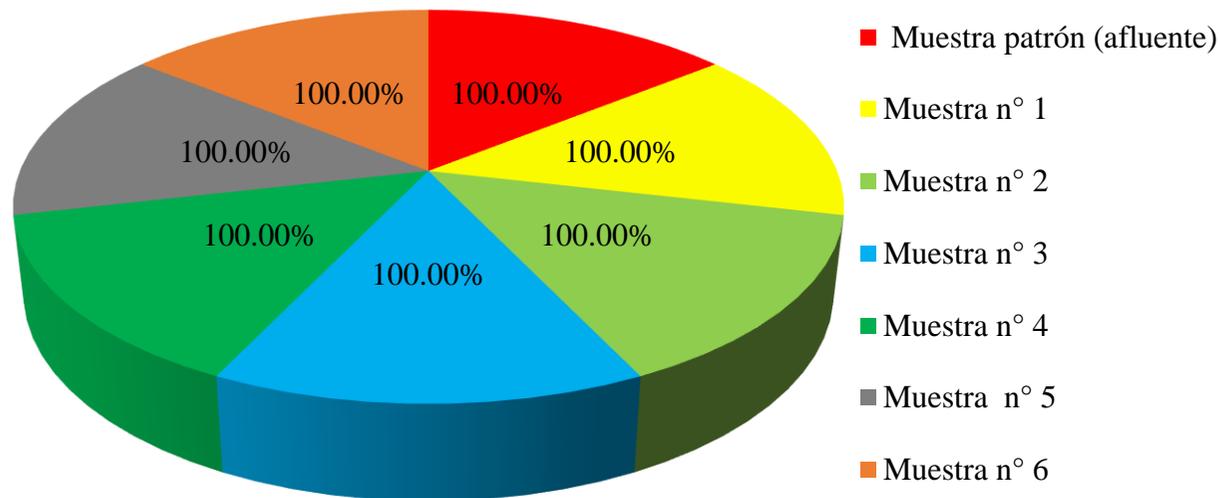


Gráfico 2. Resultados en porcentaje color verdadero (UCV).

Se logró determinar el nivel de mejora de la calidad del agua tratada en cuanto al color, dando como valor del 100% a la muestra patrón, la cual se logró obtener que el color verdadero no varía.

**3.5. Resultados de laboratorio mediante gráfico de columnas (turbidez).**

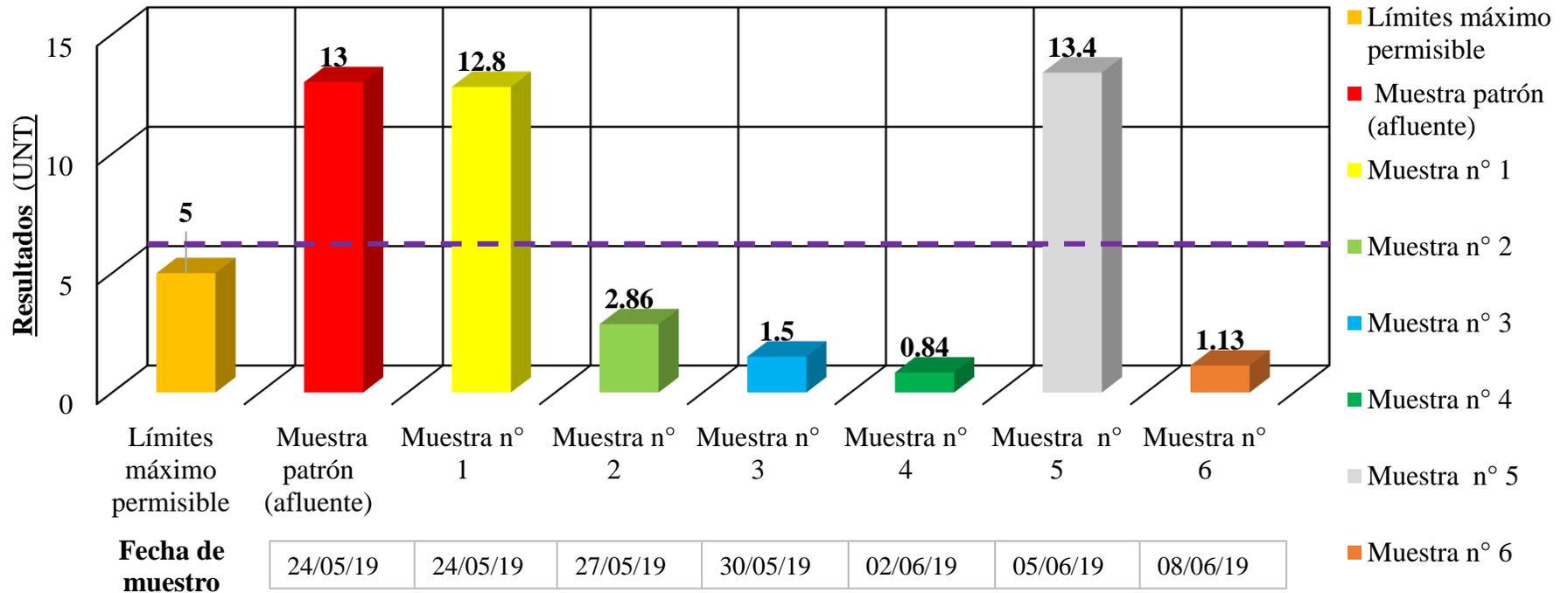


Gráfico 3. Resultados de Turbidez (UNT).

Se muestra los resultados obtenidos de la muestra patrón (afluente) y de las muestras del efluente del filtro ubicado en la quebrada El Tambo en el distrito de Llacanora, obteniendo el valor de la muestra patrón de 13.00 UNT, muestra n° 1 de 12.8 UNT, muestra n° 2 de 2.86 UNT, muestra n° 3 de 1.5 UNT, muestra n° 4 de 0.84 UNT, muestra n° 5 de 13.4 UNT, muestra n° 6 de 1.13 UNT, así mismo se puede observar que los resultados obtenidos disminuyen gradualmente con respecto a la muestra patrón; excepto en la muestra n° 5 y n° 6 que varían por las precipitaciones ocurridas en esos días.

### 3.6. Resultados mediante porcentajes (turbidez)

Tabla 8.

*Resultados comparativos con la muestra patrón (afluente) en porcentaje (turbidez).*

Parámetro de control obligatorio	Muestra patrón (afluente)	Muestra n° 1	Muestra n° 2	Muestra n° 3	Muestra n° 4	Muestra n° 5	Muestra n° 6
Turbidez (UNT)	100.00%	98.46%	22.00%	11.54%	6.46%	103.08%	8.69%

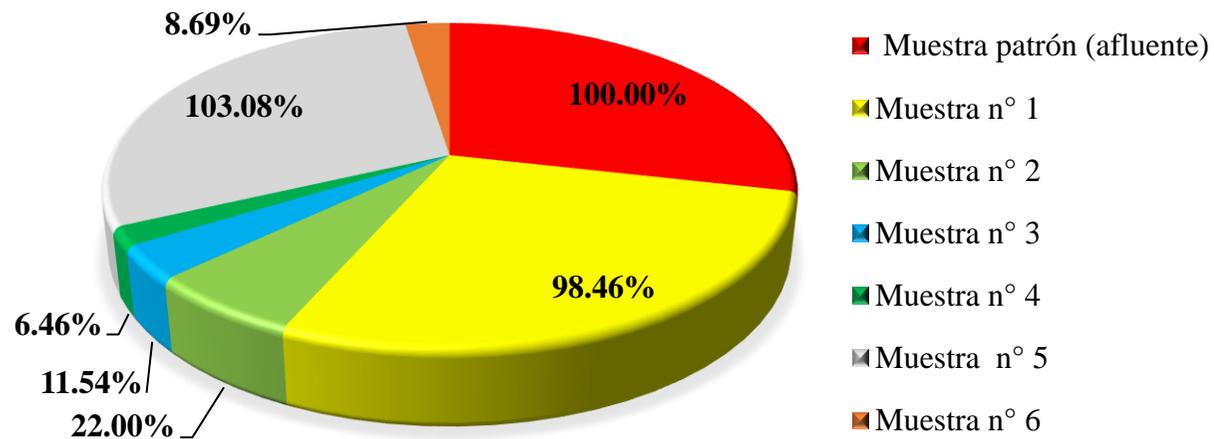


Gráfico 4. Resultados en porcentaje turbidez (UNT).

Se logró determinar el nivel de mejora de la calidad del agua tratada en cuanto a la turbidez, dando como valor del 100% a la muestra patrón (afluente), la muestra n° 1 disminuye al 98.86%, la muestra n° 2 disminuye al 22.00%, la muestra n° 3 disminuye al 11.54%, la muestra n° 4 disminuye al 6.46%, la muestra n° 5 aumenta al 103.08%, la muestra n°6 disminuye al 8.69%.

**3.7. Resultados de laboratorio mediante gráfico de columnas (pH).**

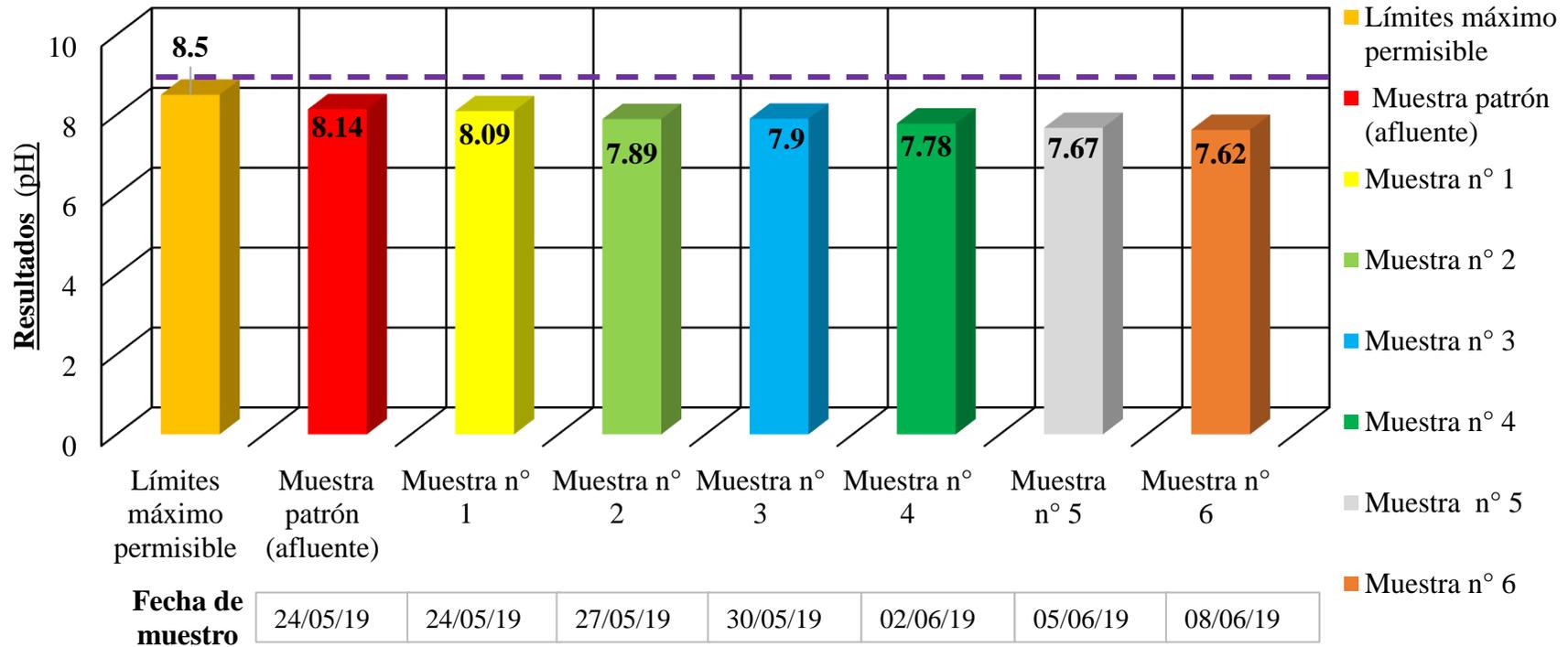


Gráfico 5. Resultados PH ((Potencial hidrógeno).

Se muestran los resultados obtenidos del muestreo de la muestra patrón (afluente) y el muestreo intercalada cada 2 días del efluente del filtro ubicado en la quebrada El Tambo en el distrito de Llacanora, obteniendo el valor de la muestra patrón de 8.14, muestra n° 1 de 8.09, muestra n° 2 de 7.86, muestra n° 3 de 7.9, muestra n° 4 de 7.78, muestra n° 5 de 7.67, muestra n° 6 de 7.62, así mismo se puede observar que los resultados obtenidos disminuyen gradualmente con respecto a la muestra patrón y están por debajo del LMP.

### 3.8. Resultados mediante porcentajes (pH).

Tabla 9.

*Resultados comparativos con la muestra patrón(afluente) en porcentaje (pH).*

Parámetro de control obligatorio	Muestra patrón (afluente)	Muestra n° 1	Muestra n° 2	Muestra n° 3	Muestra n° 4	Muestra n° 5	Muestra n° 6
PH (Potencial hidrógeno)	100.00%	99.39%	96.93%	97.05%	95.58%	94.23%	93.61%

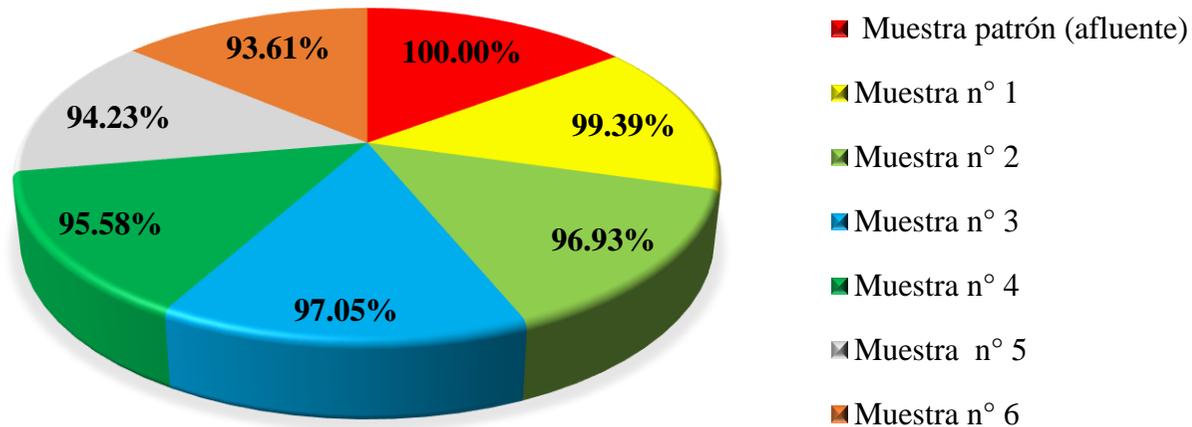


Gráfico 6. Resultados en porcentaje pH (potencial hidrógeno).

Se logró determinar el nivel de mejora de la calidad del agua tratada en cuanto a la turbidez, dando como valor del 100% a la muestra patrón (afluente) de 100%, la muestra n° 1 se reduce al 99.39%, la muestra n° 2 se reduce al 96.93%, la muestra n° 3 se reduce al 97.05%, la muestra n° 4 se reduce al 95.58%, la muestra n° 5 se reduce al 94.23%, la muestra n° 6 se reduce al 94.23%.

### 3.9. Resultados de laboratorio mediante gráfico de columnas (coliformes totales).

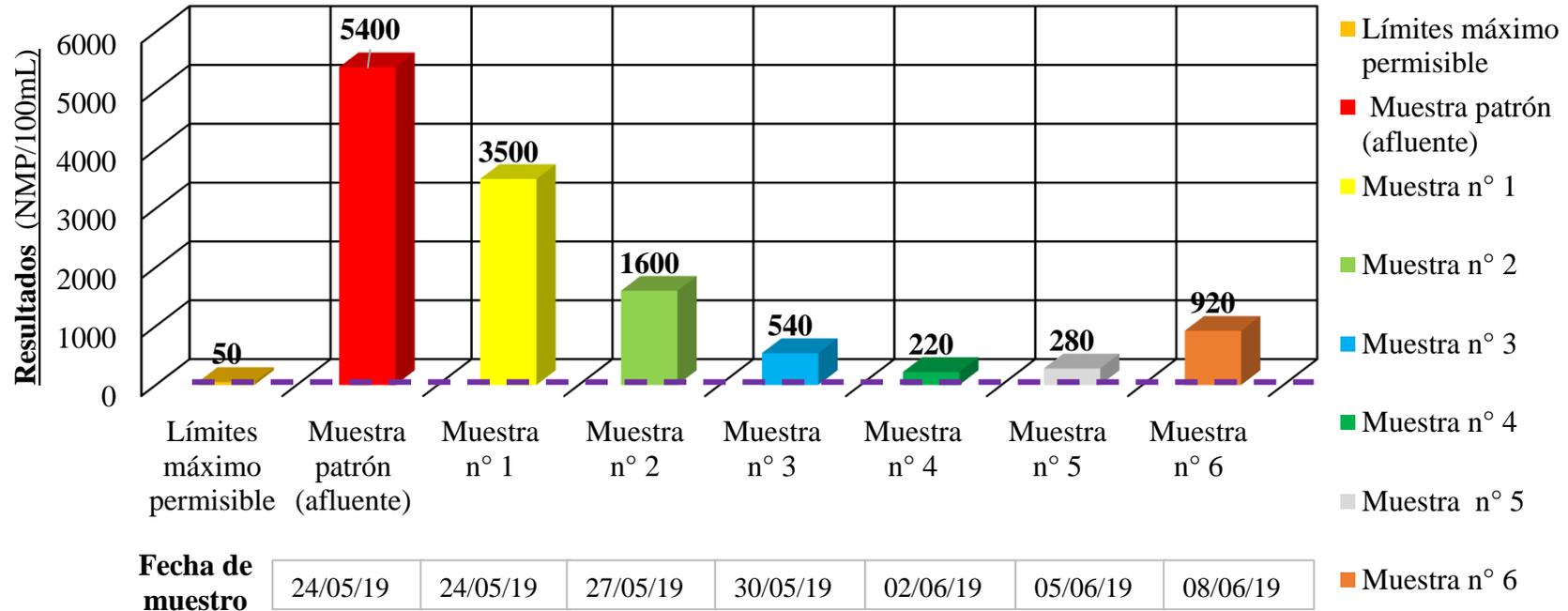


Gráfico 7. Resultados Coliformes Totales (NMP/100mL).

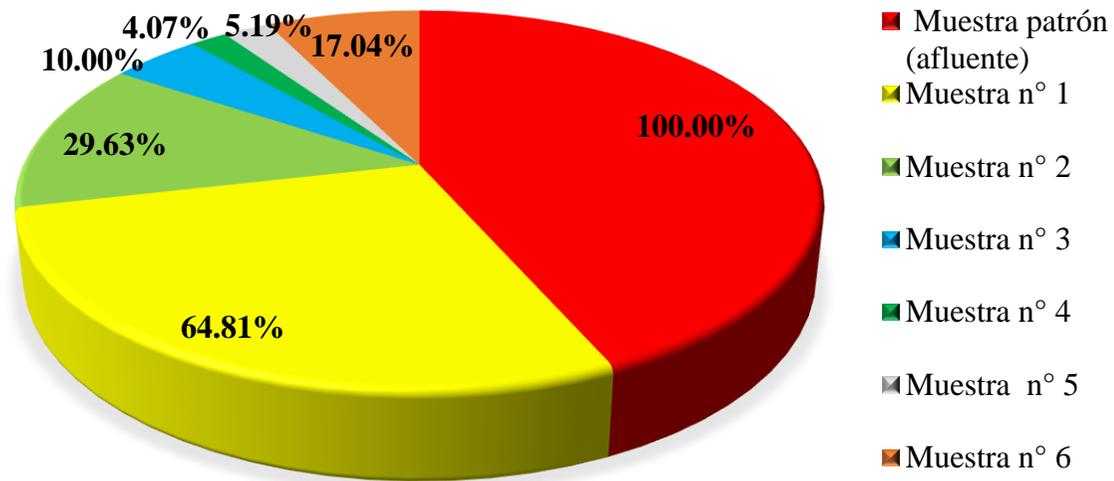
Se muestran los resultados obtenidos del muestreo de la muestra patrón (afluente) y el muestreo intercalada cada 2 días del efluente del filtro ubicado en la quebrada El Tambo en el distrito de Llacanora, obteniendo el valor de la muestra patrón (afluente) de 5400 NMP/100mL, muestra n° 1 de 3500 NMP/100mL, muestra n° 2 de 1600 NMP/100mL, muestra n° 3 de 540 NMP/100mL, muestra n° 4 de 220 NMP/100mL, muestra n° 5 de 218 NMP/100mL, muestra n° 6 de 216 NMP/100mL, así mismo se puede observar que los resultados obtenidos disminuyen gradualmente con respecto a la muestra patrón y están por sobre del LMP.

**3.10. Resultados mediante porcentajes (coliformes totales).**

*Tabla 10.*

*Resultados comparativos con la muestra patrón (afluente) en porcentaje (pH).*

Parámetro de control obligatorio	Muestra patrón (afluente)	Muestra n° 1	Muestra n° 2	Muestra n° 3	Muestra n° 4	Muestra n° 5	Muestra n° 6
Coliformes totales (NMP/100mL)	100.00%	64.81%	29.63%	10.00%	4.07%	5.19%	17.04%



*Gráfico 8. Resultados en porcentaje coliformes totales (NMP/100 ml).*

Se logró determinar el nivel de mejora de la calidad del agua tratada en cuanto a la turbidez, dando como valor del 100% a la muestra patrón (afluente), la muestra n° 1 disminuye al 64.81%, la muestra n° 2 disminuye al 29.63%, la muestra n° 3 disminuye al 10 %, la muestra n° 4 disminuye al 4.07%, la muestra n° 5 disminuye al 5.19%, la muestra n° 6 disminuye al 17.04%.

### 3.11. Resultados de laboratorio mediante gráfico de columnas (coliformes termotolerantes).

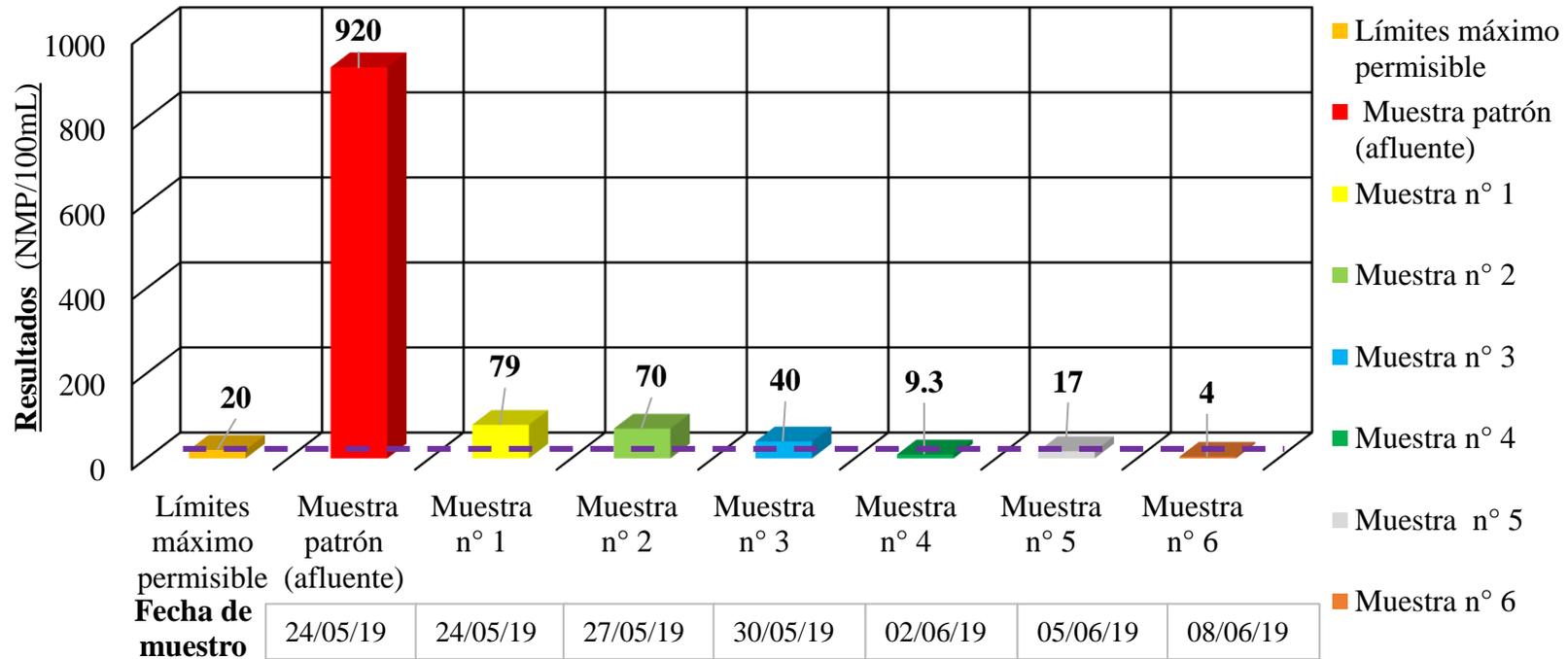


Gráfico 9. Resultados Coliformes termotolerantes (NMP/100mL).

Se muestran los resultados obtenidos del muestreo de la muestra patrón (afluente) y el muestreo intercalada cada 2 días del efluente del filtro ubicado en la quebrada El Tambo en el distrito de Llacanora, obteniendo el valor de la muestra patrón de 920 NMP/100mL, muestra n° 1 de 79 NMP/100mL, muestra n° 2 de 70 NMP/100mL, muestra n° 3 de 40 NMP/100mL, muestra n° 4 de 9.3 NMP/100mL, muestra n° 5 de 17 NMP/100mL, muestra n° 6 de 4 NMP/100mL, así mismo se puede observar que los resultados obtenidos disminuyen gradualmente con respecto a la muestra patrón; excepto en la muestra n°5 que varía por las precipitaciones ocurridas en esos días.

**3.12. Resultados mediante porcentajes (coliformes termotolerantes).**

Tabla 11.

*Resultados comparativos con la muestra patrón (afluente) en porcentaje (coliformes termotolerantes).*

Parámetro de control obligatorio	Muestra Patrón	Muestra n° 1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5	Muestra n°6
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	100.00%	8.59%	7.61%	4.35%	1.01%	1.85%	0.43%

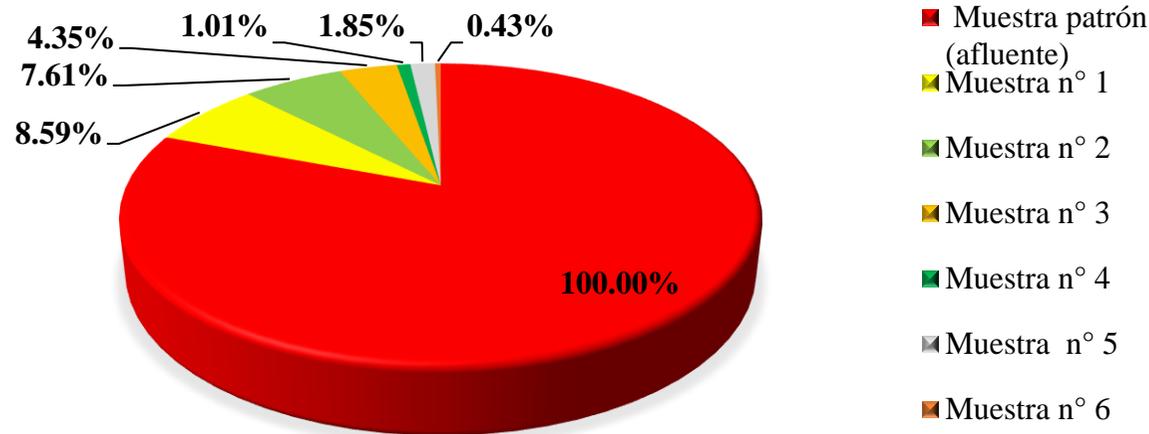


Gráfico 10. Resultados en porcentaje coliformes termotolerantes (NMP/100 ml).

Se logró determinar el nivel de mejora de la calidad del agua tratada en cuanto a la turbidez, dando como valor del 100% a la muestra patrón, la muestra n° 1 disminuye al 8.59%, la muestra n° 2 disminuye al 7.61%, la muestra n° 3 disminuye al 4.35%, la muestra n° 4 disminuye al 1.01%, la muestra n° 5 disminuye al 1.85%, la muestra n° 6 disminuye al 0.43%.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Se analizaron todos los parámetros mencionados anteriormente a excepción del (cloro residual), asimismo esta investigación tuvo limitaciones en cuanto a la instalación del filtro por las precipitaciones dadas en el distrito de Llacanora y el caudal de la quebrada aumentaba, también se tuvo limitaciones en el muestreo Inter diario ya que al momento de tomar las muestras algunos días correspondía los días domingos por lo que el laboratorio regional del agua no atendía para poder ser analizadas las muestras, por esto se tenía que guardar hasta el día lunes lo que generaba una corrección mayor en los resultados color verdadero, turbidez, pH, coliformes totales, coliformes termotolerantes, por ello se recomienda a los investigadores posteriores tomar las precauciones del caso para poder llevar a cabo sin dificultad la investigación.

Según el estudio realizado se afirma que la utilización del filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada mejora las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua (PCO), por lo tanto, con los resultados obtenidos se logra validez la hipótesis parcialmente en algunos parámetros analizados con respecto a la muestra patrón (afluente) como se muestra los siguientes gráficos.

En el color verdadero cumple eficazmente en todas las muestras tomadas dando validación de la hipótesis.

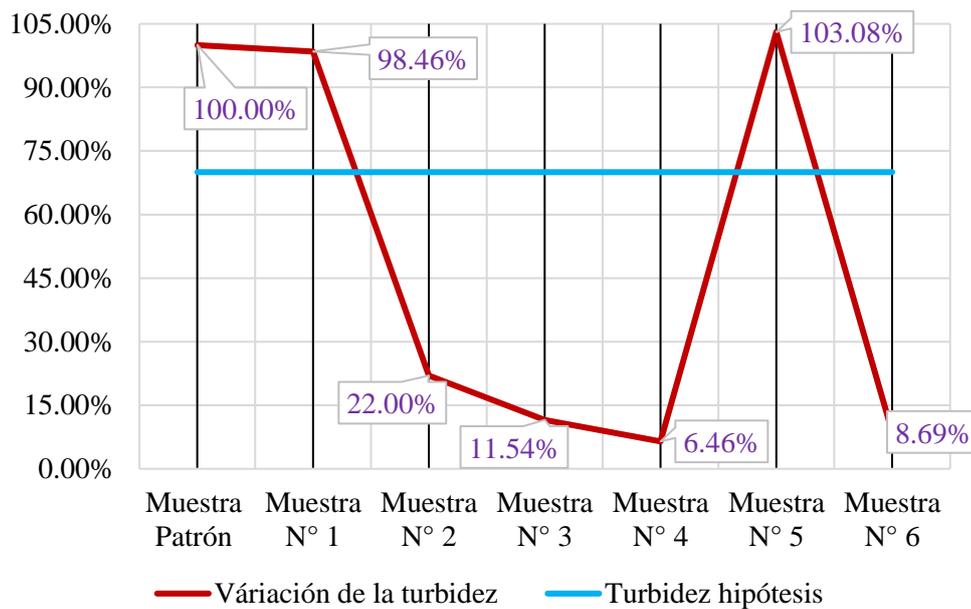


Gráfico 11. Comparación de resultados con la hipótesis de la Turbidez.

Como se logra observar en el presente gráfico la hipótesis cumple en la muestra n° 2, n° 3, n° 4, n° 6 y no cumple en las muestras n° 1, n° 5. Con respecto a la muestra patrón.

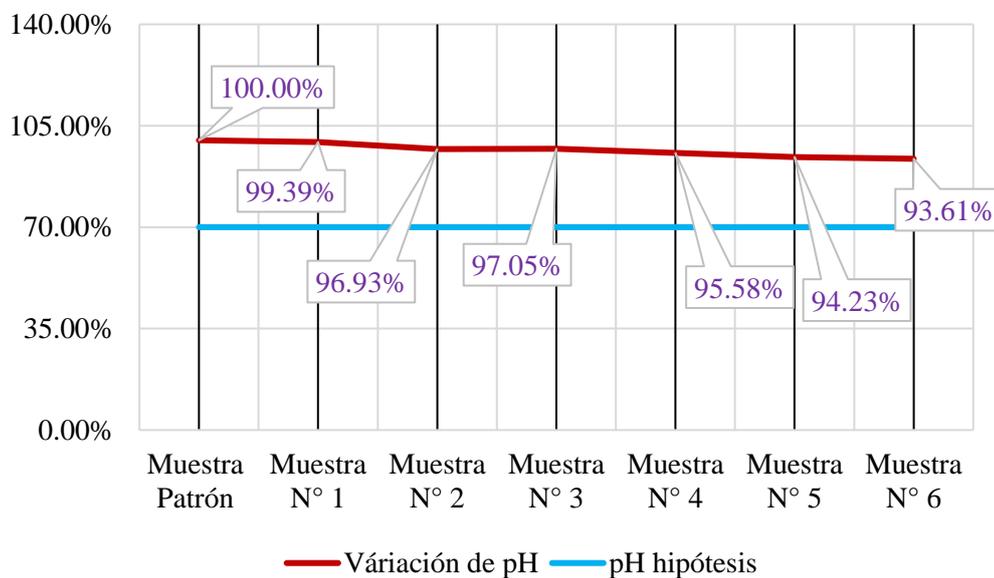


Gráfico 12. Comparación de resultados con la hipótesis de pH.

Como se logra observar en el presente gráfico la hipótesis no cumple en ninguna de las muestras analizadas.

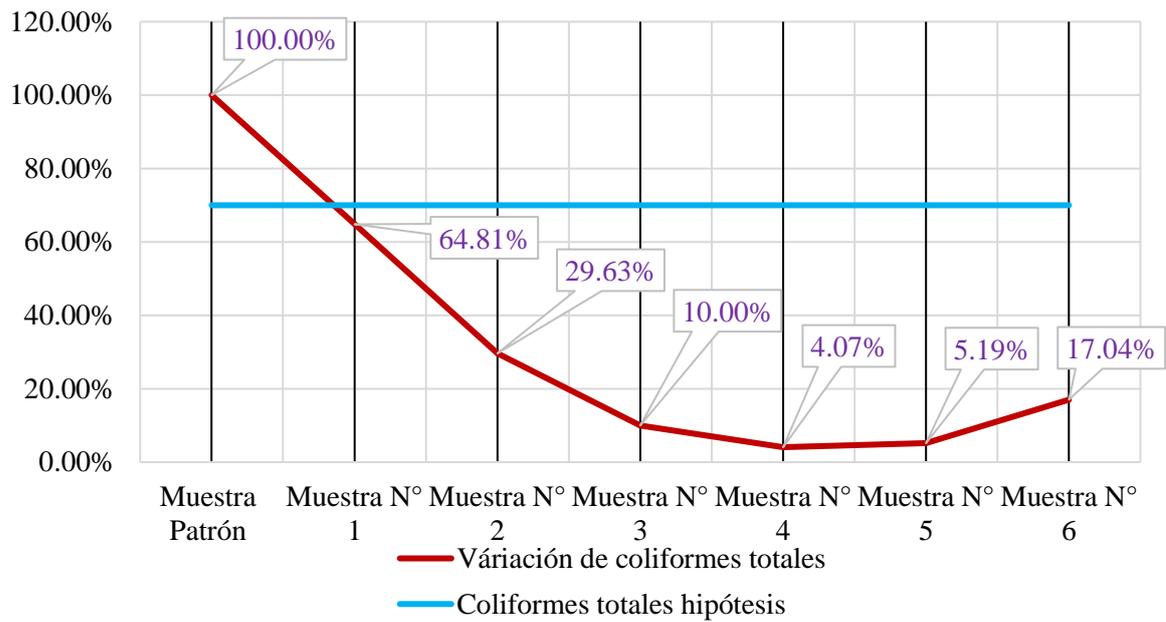


Gráfico 13. Comparación de resultados con la hipótesis de coliformes totales.

Como se logra observar en el presente gráfico la hipótesis cumple en todas las muestras analizadas.

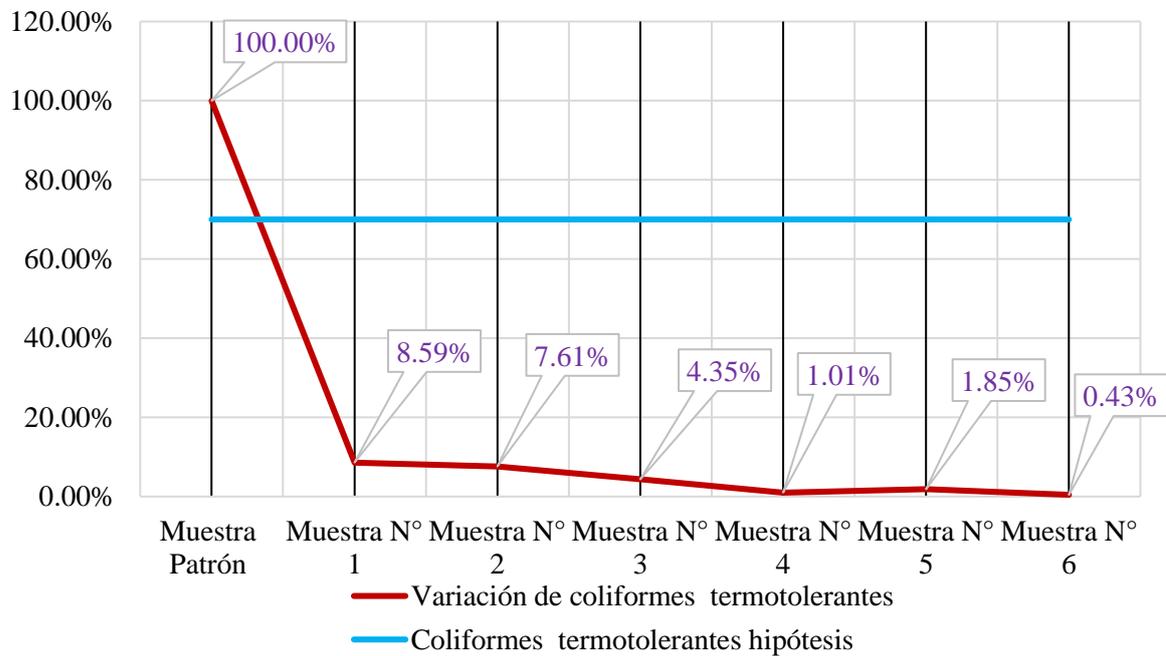


Gráfico 14. Comparación de resultados con la hipótesis de coliformes termotolerantes.

Como se logra observar en el presente gráfico la hipótesis cumple en todas las muestras analizadas.

Por otro lado, según las gráficas 11, 12, 13, 14 comparando con los resultados de Chipile y Chiclote mejoran la calidad del agua.

Finalmente, la investigación de Rossi afirma que el filtro purificador de filtro de ceniza de cascarilla de arroz, carbón activado y algodón redujo hasta un 99,97% de la turbidez; por lo que se compara la mejora de la turbidez del valor más elevado en calidad de la turbidez de la presente investigación.

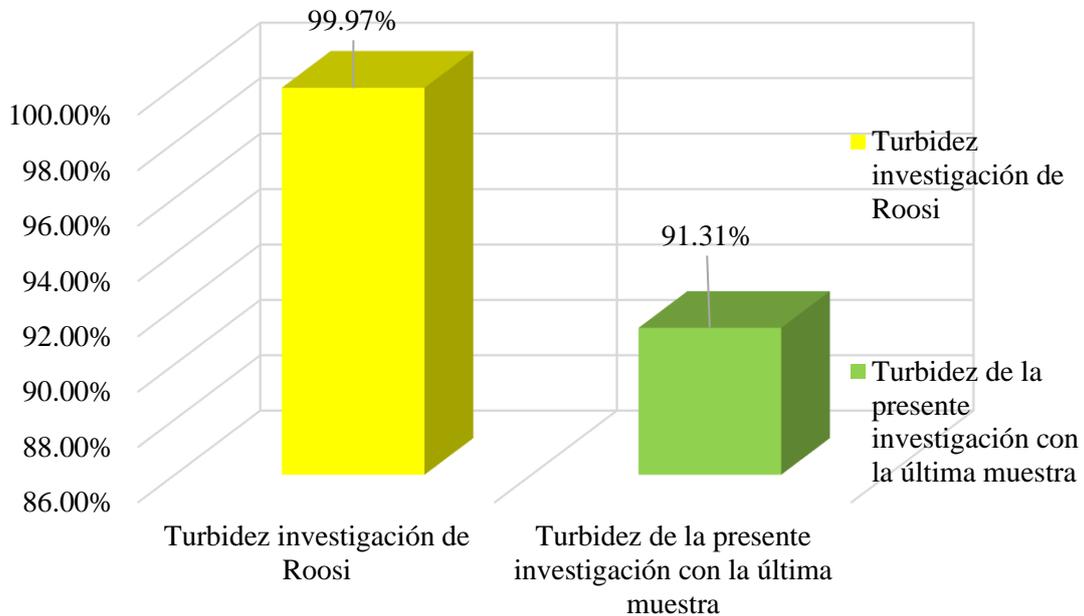


Gráfico 15. Comparación de la turbidez con los antecedentes (Roosi).

En el siguiente gráfico se muestra la comparación de la turbidez con la investigación de Roosi por el cual se puede concluir que es aceptable la implementación del algodón porque ayuda a reducir en gran cantidad el nivel de turbidez del agua.

Finalmente, la presente investigación comprueba y concluye que los materiales usados e implementados de todos los antecedentes mejora la calidad del agua.

## 4.2 Conclusiones

1. Se evaluó la calidad del agua de la quebrada El Tambo usando filtro de antracita, algodón, arena gruesa y caliza triturada dando como resultados favorables en la mejora de la calidad del agua, conformado por 25 cm de piedra grande de río, 15 cm de caliza triturada de  $\frac{3}{4}$ ", 7 cm de caliza triturada de  $\frac{1}{2}$ ", 5 cm de arena gruesa, 3 cm de algodón y 25 cm de carbón de antracita.
2. Los resultados obtenidos durante el estudio logran validar la hipótesis parcialmente de los parámetros analizados con respecto a la muestra patrón (afluente) en cuanto al color verdadero si cumple en todas las muestras analizadas, turbidez en la muestra n° 1= 1.54%, la muestra n° 2=78%, la muestra n° 3=88.46%, la muestra n° 4=93.54%, la muestra n° 5=-3.08% y la muestra n° 6=91.32%, Ph no cumple en ninguna de las muestras analizadas, cloro residual ( no se analizó por no realizarse el proceso de cloración), coliformes totales en la muestra n° 1=35.19%, la muestra n° 2=70.37%, la muestra n° 3=90%, la muestra n° 4=95.93%, la muestra n° 5=94.81% y la muestra n° 6=82.96% y coliformes termotolerantes en la muestra n° 1=91.41%, la muestra n° 2=92.39%, la muestra n° 3=95.65%, la muestra n° 4=98.99%, la muestra n° 5=98.15% y la muestra n° 6=99.57%.
3. Se determinó las propiedades físicas y químicas y bacteriológicas del agua (PCO) dando como resultados la mejora de la calidad del agua de la quebrada El Tambo después de pasar por el filtro.

## REFERENCIAS

1. Antonio, L. R., & Lozano, B. G. (2015). *Potabilización de agua Principios de diseño, control de procesos y laboratorio*. Colombia : Primera Edición.
2. Aqueous, S. (2017). *La Construcción de un sistema de tratamiento de agua portátil usando materiales locales*. Obtenido de <http://www.aqsolutions.org/images/2013/03/portable-water-system-handbook-spanish.pdf>
3. Carrillo, Y., & Sánchez , N. (2013). *Elaboración de un filtro base de carbón activado obtenido del endocarpe de coco con el propósito de reducir la dureza dle agua potable*. San Salvador.
4. Casero, D. (2008). Potabilización del Agua. En *Abastecimientos y Saneamientos Urbanos* (pág. 144). Escuela de Negocios.
5. Chahua, P. R. (2017). *Propiedades del agua: físicas, químicas y biológicas*. Cusco: Universidad Nacional San Antonio Abas del Cusco.
6. Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* .
7. Chiclote, Y. E. (2018). *MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CUMBE*. Cajamarca.
8. Chipile, D. I. (2017). *Carbón activo granular, en la mejora de la calidad del agua potable (Tesis de pregrado)*. Cajamarca .
9. Correa, J. E. (2016). *Evaluación de la aplicación de carbón activado granular en la filtración del agua clarificada del río cauca (Tesis de pregrado)*. Santiago de cali.
10. Dirección General de Salud Ambiental. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima- Perú.
11. Escuela Politécnica Superior. (2017). *Manual del carbón activo*. Sevilla, España.
12. Guerrero, C. J. (2001). Rocas calizas: Formación, ciclo del carbonato, propiedades. *TEMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA vol. 5 , 12*.
13. Hernández, R., Baptista, P., & Fernández , C. (1997). *Metodología de la investigación*. Bogotá: MCGRAW - HILL.

14. Holt, P., Barton, G.W, & Mitchell, C. (2005). *The future for electrocoagulation as a localised water treatment technology.*
15. Laboratorio Regional del Agua. (2019). *Protocolo de de emitir resultados.* Cajamarca.
16. Leiva , E., & Montes, G. (2016). *Remoción de sulfato y metales pesados en medios fultrantes de piedra caliza con bacterias sulfato reductoras .* Santiago de Chile.
17. Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.* Lima.
18. Ministerio del Ambiente. (2016). *Sistema Nacional de Información Ambiental.* Obtenido de <http://sinia.minam.gob.pe>
19. Ordoñez, D. A., & Palacios, J. L. (2011). *Filtros biológicos para la potabilización del agua, posibilidades de uso de fla (filtros lentos de arena) con agua superficial de nuestra región(Tesina de pregrado).* Cuenca Ecuador.
20. Peñafiel. (2011). FIBRA DE ALGODÓN. *repositorio UNT*, 21.
21. Pilamonta, J. V. (2013). *Mejoramiento del Carbón Activado Contaminado en el Tratamiento del Agua Potable.* Quito.
22. Pimentel, G., & Palacios, O. (22 de Marzo de 2017). *El agua es un bien escaso que el Perú no sabe administrar.* Obtenido de Rpp Noticias: <https://rpp.pe>
23. Prado, E. (13 de Enero de 2012). Cajamarca soporta la escasez y el racionamiento de agua potable. *La república .*
24. República, L. (15 de Marzo de 2018). Solo cinco provincias tienen un eficiente servicio de agua. *La República.*
25. Rossi, G. M. (2017). *Diseño de un purificador de agua para uso en la pequeña industria alimentariade zonas rurales.* Arequipa.
26. Tenelanda, F. R., & Muyulema, J. E. (2013). *Optimización de la unidad de floculación y calidad microbiológica y física-química del agua de abastecimiento de la parroquia singay.* Cuenca - Ecuador.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1.

---

---

# PANEL FOTOGRAFICO

---

---



*Figura 13.* Instalación de accesorios del filtro.



*Figura 14.* Tubería agujereada para ser implementada en el filtro.



Figura 15. Excavación de zanja para el apoyo de la tubería.



Figura 16. Instalación del filtro en la quebrada El Tambo – Llacanora.



Figura 17. Inspección de la llegada del recurso hídrico que será tratada a través del filtro.



Figura 18. Colocación de los estratos al filtro.



Figura 19. Colocación del algodón al filtro.



Figura 20. Filtro después de la colocación de los estratos.



Figura 21. Filtro instalado.



Figura 22. Toma de muestras del agua tratada a través del filtro.



Figura 23. Toma de muestras del agua tratada a través del filtro.



Figura 24. Toma de muestras del agua tratada a través del filtro.



Figura 25. Muestras ya tomadas para ser llevadas al laboratorio regional del agua para ser analizadas.



Figura 26. Muestras tomadas juntamente con el Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga asesor de la tesis.



Figura 27. Muestras ya tomadas para ser llevadas al laboratorio regional del agua para ser analizadas.



Figura 28. Toma de muestras del agua tratada a través del filtro.

## **ANEXO 2.**

---

---

# **RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO**

---

---

## **ANEXO 2.1.**

---

---

### **RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO – MUESTRA PATRÓN Y MUESTRA N°1**

---

---

“Fecha de muestreo 24/05/2019”



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



**INFORME DE ENSAYO N° IE 0519328**

**DATOS DEL CLIENTE/USUARIO**

Razon Social/Usuario **JHERSON LEONIDES ZAMORA CUBAS**  
Dirección -  
Persona de contacto - Correo electrónico **jhersonzamora@gmail.com**

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo **24.05.19** Hora de Muestreo **14:00 a 14:15**  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de Muestras **02 Muestras** N° Frascos x muestra **02**  
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Biológicos**  
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**  
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal Usuario**  
Procedencia de la Muestra: **LLACANORA - CAJAMARCA**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato **SC - 475** Cadena de Custodia **CC - 328 - 19**  
Fecha y Hora de Recepción **24.05.19 15:00** Inicio de Ensayo **24.05.19 15:30**  
Reporte *Final de* Resultados **04.06.19 08:00**

  
Ing. Edder Miguel Neyra Jaico  
Responsable de Oficina  
CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Cajamarca, 14 de Junio de 2019.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0519328

ENSAYOS			FÍSICOQUÍMICOS					
Código Cliente			Muestra patrón	Muestra N°01	-	-	-	-
Código Laboratorio			0519328-01	0519328-02	-	-	-	-
Matriz			NATURAL	NATURAL	-	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Llacanora - Cajamarca	Llacanora - Cajamarca	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	12.8	13.0	-	-	-	-
° pH a 25°C	pH	NA	8.14	8.09	-	-	-	-
(* Color Verdadero	UC	4.0	<LCM	<LCM	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Limite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	54 x 10 <sup>2</sup>	35 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	920	79	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2130, B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrogeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica
- (\*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019



Cajamarca, 14 de Junio de 2019.

2 de 2

## **ANEXO 2.2.**

---

---

# **RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO – MUESTRA N°2**

---

---

“Fecha de muestreo 27/05/2019”



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-084**

Registro N° LE - 084

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0519337**

**DATOS DEL CLIENTE/USUARIO**

Razon Social/Usuario **JHERSON LEONIDES ZAMORA CUBAS**  
Dirección **-**  
Persona de contacto **-** Correo electrónico **jherzonzamora@gmail.com**

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo **27.05.19** Hora de Muestreo **15:45**  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de Muestras **01 Muestra** N° Frascos x muestra **02**  
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Biológicos**  
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**  
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal Usuario**  
Procedencia de la Muestra: **LLACANORA - CAJAMARCA**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato **SC - 475** Cadena de Custodia **CC - 337 - 19**  
Fecha y Hora de Recepción **27.05.19 17:30** Inicio de Ensayo **27.05.19 17:45**  
Reporte **Final de Resultados** **05.06.19 08:00**

  
Ing. Edder Miguel Neyra Jaico  
Responsable de Oficina  
CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



**Cajamarca, 05 de Junio de 2019.**

1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0519337

ENSAYOS			FÍSICOQUÍMICOS					
Código Cliente	Muestra N° 02		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0519337-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	NATURAL		-	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Llacanora - Cajamarca		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	2.86	-	-	-	-	-
° pH a 25°C	pH	NA	7.89	-	-	-	-	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	<LCM	-	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	16 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	70	-	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity, Nephelometric Method
Potencial de Hidrogeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017; Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica
- (\*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"



Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev: N°06 Fecha : 02/01/2019

Cajamarca, 05 de Junio de 2019.

2 de 2

## **ANEXO 2.3.**

---

---

# **RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO – MUESTRA N°3**

---

---

“Fecha de muestreo 30/05/2019”



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-084**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0519348**

**DATOS DEL CLIENTE/USUARIO**

Razon Social/Usuario **JHERSON LEONIDES ZAMORA CUBAS**  
 Dirección **-**  
 Persona de contacto **-** Correo electrónico **jhersonzamora@gmail.com**

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo **30.05.19** Hora de Muestreo **16:30**  
 Tipo de Muestreo **Puntual**  
 Número de Muestras **01 Muestra** N° Frascos x muestra **02**  
 Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Biológicos**  
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**  
 Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal Usuario**  
 Procedencia de la Muestra: **LLACANORA**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato **SC - 475** Cadena de Custodia **CC - 348 - 19**  
 Fecha y Hora de Recepción **30.05.19 17:53** Inicio de Ensayo **31.05.19 07:45**  
 Reporte **Final de Resultados** **11.06.19 09:00**

  
 Ing. Edder Miguel Neyra Jaico  
 Responsable de Oficina  
 CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



**Cajamarca, 14 de Junio de 2019.**



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084**



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado  
Registro N° LE - 084

---

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0519348**

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente	Muestra 03		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0519348-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	NATURAL		-	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Llacanora		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	1.50	-	-	-	-	-
° pH a 25°C	pH	NA	7.90	-	-	-	-	-

*Legenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)*

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	540	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	40	-	-	-	-	-

*Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.*

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity, Nephelometric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

**NOTAS FINALES**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica

(\*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha: 02/01/2019



**GOBIERNO REGIONAL  
Cajamarca, 14 de Junio de 2019.**

2 de 2

---

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"  
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ  
e-mail: laboratorio@regioncajamarca.gob.pe FONDO: 599000 anexo 1140

## **ANEXO 2.4.**

---

---

# **RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO – MUESTRA N°4**

---

---

“Fecha de muestreo 02/06/2019”



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084**



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado

Registro N° LE - 084

---

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0619352**

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario	JHERSON LEONIDES ZAMORA CUBAS		
Dirección	-		
Persona de contacto	-	Correo electrónico	<a href="mailto:jherzonzamora@gmail.com">jherzonzamora@gmail.com</a>

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	02.06.19	Hora de Muestreo	16:30
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de Muestras	01 Muestra	N° Frascos x muestra	02
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos y Biológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.		
Responsable de la toma de muestra	Las muestras fueron tomadas por el personal Usuario		
Procedencia de la Muestra:	LLACANORA - CAJAMARCA		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC - 527	Cadena de Custodia	CC - 352 - 19
Fecha y Hora de Recepción	03.06.19	09:30	Inicio de Ensayo 03.06.19 10:00
Reporte Final de Resultados	12.06.19	08:00	



Ing. Edder Miguel Neyra Jaico  
Responsable de Oficina  
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA



**Cajamarca, 14 de Junio de 2019.**

1 de 2

---

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"  
 JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ  
 e-mail: laboratorio@regionalcajamarca.gob.pe FONOS: 599000 anexo 1140



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-084**



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado  
Registro N° LE - 084

### INFORME DE ENSAYO N° IE 0619352

ENSAYOS			FÍSICOQUÍMICOS					
Código Cliente	Muestra N° 04		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0619352-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	NATURAL		-	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Llacanora - Cajamarca		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	0.84	-	-	-	-	-
° pH a 25°C	pH	NA	7.78	-	-	-	-	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	<LCM	-	-	-	-	-

*Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)*

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	220	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	9.3	-	-	-	-	-

*Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.*

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrogeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

#### NOTAS FINALES

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica

(\*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

✓ Los resultados indicados en este informe conciernen única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.

✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"



Cajamarca, 14 de Junio de 2019.

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019

2 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"  
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ  
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe FON0: 599000 anexo 1140

## **ANEXO 2.5.**

---

---

# **RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO – MUESTRA N°5**

---

---

“Fecha de muestreo 05/06/2019”



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-084

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0619359**

**DATOS DEL CLIENTE/USUARIO**

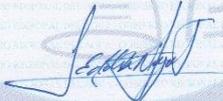
Razon Social/Usuario **JHERSON LEONIDES ZAMORA CUBAS**  
Dirección -  
Persona de contacto - Correo electrónico **jherzonamora@gmail.com**

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo **05.06.19** Hora de Muestreo **00:00**  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de Muestras **01 Muestra** N° Frascos x muestra **02**  
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Biológicos**  
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**  
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal Usuario**  
Procedencia de la Muestra: **LLACANORA - CAJAMARCA**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato **SC - 527** Cadena de Custodia **CC - 359 - 19**  
Fecha y Hora de Recepción **05.06.19 17:18** Inicio de Ensayo **05.06.19 17:50**  
Reporte *Final de* Resultados **14.06.19 11:00**

  
Ing. Edder Miguel Neyra Jaico  
Responsable de Oficina  
CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Cajamarca, 14 de Junio de 2019.

1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-084



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado

Registro N° LE - 084

---

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0619359**

ENSAYOS			FÍSICOQUÍMICOS					
Código Cliente	Muestra N° 05		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0619359-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	NATURAL		-	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Llacanora - Cajamarca		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	13.4	-	-	-	-	-
° pH a 25°C	pH	NA	7.67	-	-	-	-	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	<LCM	-	-	-	-	-

*Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)*

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	280	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	17	-	-	-	-	-

*Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.*

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrogeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

**NOTAS FINALES**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica  
 (\*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.  
 ✓ Los resultados indicados en este informe conciernen única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.  
 ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.  
 ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.  
 ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.  
 ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019

"Fin del documento"



Cajamarca, 14 de Junio de 2019.

2 de 2

---

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"  
 JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ  
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe FON0: 599000 anexo 1140

## **ANEXO 2.6.**

---

---

# **RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO – MUESTRA N°6**

---

---

“Fecha de muestreo 08/06/2019”



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-084

Registro N° LE - 084

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0519368**

**DATOS DEL CLIENTE/USUARIO**

Razon Social/Usuario **JHERSON LEONIDES ZAMORA CUBAS**  
Dirección -  
Persona de contacto - Correo electrónico **jhersonzamora@gmail.com**

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo **08.06.19** Hora de Muestreo **17:00**  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de Muestras **01 Muestra** N° Frascos x muestra **02**  
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Biológicos**  
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**  
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal Usuario**  
Procedencia de la Muestra: **LLACANORA**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato **SC - 527** Cadena de Custodia **CC - 368 - 19**  
Fecha y Hora de Recepción **09.06.19 09:06** Inicio de Ensayo **08.06.19 09:15**  
Reporte *Final de Resultados* **14.06.19 16:10**

  
Ing. Edder Miguel Neyra Jaico  
Responsable de Oficina  
CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Cajamarca, 14 de Junio de 2019.

1 de 2



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084**



**INFORME DE ENSAYO N° IE 0519368**

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente	Muestra 06		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0519368-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	NATURAL		-	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Llacanora		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	1.13	-	-	-	-	-
° pH a 25°C	pH	NA	7.62	-	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	920	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	4	-	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+. B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica
- (\*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019



Cajamarca, 14 de Junio de 2019.

2 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"  
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ  
e-mail: laboratorio@regioncajamarca.gob.pe FONO: 599000 anexo 1140