



## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL

Eficiencia del tratamiento filtro lento de arena en la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de Flores, Barranco, 2017.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Rogger Alberto Moncada Llanos

ASESOR:

Dr. José Eloy Cuellar Bautista

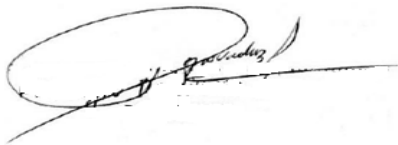
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

Año 2017 - I

**PÁGINA DEL JURADO**



---

**Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales  
PRESIDENTE**



---

**Mg. Luis Gamarra Chavarri  
SECRETARIO**



---

**Dr. Jose Cuellar Bautista  
VOCAL**

*A mi madre Dora Isabel Llanos Palomino  
que aunque ya no estés con nosotros  
sigues viva en nuestros corazones, siendo  
el lucero que desde el cielo ilumina mi  
camino, que con tu demostración de una  
madre ejemplar me enseñaste a no  
desfallecer ni rendirme ante nada y  
siempre preservar a través de tus sabios  
consejos, mis logros tienen nombre y eres  
tu madre.*

*A mi hermana Maria Fernanda, que este  
logro compartido sea el impulso para que  
logres todas tus metas.*

*Agradezco a Dios por protegerme durante  
todo mi camino y darme fuerzas para  
superar obstáculos y dificultades a lo largo  
de toda mi vida.*

*A mi gran familia, que aunque no seamos  
muchos me demostraron con sus palabras  
de aliento y buenos deseos, su cariño  
incondicional, gracias por ayudarme a  
crecer y a ser más fuerte para enfrentar la  
vida.*

*Un agradecimiento, admiración y respeto  
al Dr. José Eloy Cuellar Bautista, quien  
dirigió mi trabajo de investigación, gracias  
por su valiosa guía y asesoramiento.*

*Un agradecimiento especial al Ing. Job  
Ango Condor, por brindarme las  
facilidades para poder lograr este gran  
objetivo.*

*A la universidad Cesar Vallejo por haber  
permitido formarme como profesional en  
especial a todos los docentes de la  
escuela profesional de Ingeniería  
Ambiental por haber compartido  
enseñanzas y por guiarnos en el camino  
hacia nuestra formación como profesional.*



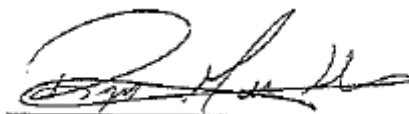
## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Rogger Alberto Moncada Llanos con DNI N° 47869633, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Julio del 2017



---

**Rogger Alberto Moncada Llanos**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“Eficiencia del tratamiento filtro lento de arena en la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de Flores, Barranco, 2017”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniería Ambiental.

El Autor

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	V
PRESENTACIÓN .....	VI
ÍNDICE DE CUADROS .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XIV
RESUMEN .....	XV
ABSTRACT .....	XVI
I.INTRODUCCIÓN .....	17
1.1.Realidad problemática .....	18
1.2.Trabajos previos .....	20
1.3.Teorías relacionadas al tema.....	22
1.4.Formulación del problema .....	28
1.5.Justificación del estudio .....	29
1.6.Hipótesis .....	29
1.7.Objetivos .....	29

II.MÉTODO.....	31
2.1 Diseño de investigación .....	31
2.2 Operacionalización de variables .....	31
2.3 Población y muestra .....	31
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	32
2.5 Métodos de análisis de datos .....	45
III.RESULTADOS.....	46
IV.DISCUSIÓN.....	65
V. CONCLUSIONES .....	67
VI.RECOMENDACIONES .....	68
VII.REFERENCIAS .....	69
ANEXOS .....	71

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N.º 01. Metodología para la eficiencia del tratamiento Filtro Lento de Arena.....	43
--	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N.º 01. Validación de instrumento.....	44
Tabla N.º 02. Resultado de concentración de DBO removido mg/l.....	46
Tabla N.º 03: Representación de la concentración de DBO removido en las 3 réplicas realizadas para cada tratamiento.....	47
Tabla N.º 04: Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua durante el pre y post tratamiento.....	48
Tabla N.º 05: Resultados de los parámetros organolépticos del agua durante el pre y post tratamiento.....	49
Tabla N.º 06: Tratamiento para la remoción de DBO mediante la aplicación del Filtro lento de Arena.....	49
Tabla N.º 07: Resultado de la duración del tiempo en relación con la eficiencia en la remoción de DBO.....	50
Tabla N.º 08: Concentración de DBO removido en función del tamaño de capa y granulometría aplicada.....	50
Tabla N.º 09: Concentraciones iniciales Pre Tratamiento.....	59
Tabla N.º 10: Concentraciones finales Post – Tratamiento.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Mecanismos transporte en la FLA.....	23
Figura N° 02: Flujo de líneas en el Interior del Lecho Filtrante.....	24
Figura N° 03: Tamizaje del material granular.....	33
Figura N° 04: Separación del material granular por tamaño.....	33
Figura N° 05: Perforación del recipiente del filtro.....	34
Figura N° 06: Tubería con forma “espina de pescado” .....	35
Figura N° 07: Detalle de primera sección de tubería.....	35
Figura N° 08: Detalle de tubería en forma “Recta” .....	36
Figura N° 09: Colocación de primera capa del material del filtro.....	37
Figura N° 10: Característica del tratamiento número 1.....	39
Figura N° 11: Característica del tratamiento número 2.....	40
Figura N° 12: Característica del tratamiento número 3.....	41

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Concentración de DBO removido mg/l.....	47
Gráfico N° 02: Representación de la relación entre las réplicas experimentales en la concentración de DBO removido.....	48
Gráfico N° 03: Efecto de la granulometría del tratamiento FLA para la remoción de carga orgánica.....	51
Gráfico N° 04: Efecto del tamaño de la capa del FLA para la remoción de carga orgánica.....	52
Gráfico N° 05: Comportamiento del pH pre y post tratamiento.....	53
Gráfico N° 06: Comportamiento de la conductividad eléctrica pre y post tratamiento.....	53
Gráfico N° 07: Comportamiento de SST pre y post tratamiento.....	54
Gráfico N° 08: Comparación de la concentración final de DBO con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) DECRETO SUPREMO N° 015-2015-MINAM.....	55
Gráfico N° 09: Comparación de la concentración final de DBO con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) DECRETO SUPREMO N° 015-2015-MINAM.....	55
Gráfico N° 10: Comparación de pH final de la muestra con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) DECRETO SUPREMO N° 015-2015-MINAM.....	56
Gráfico N° 11: Comparación de la concentración final de DBO con los valores Máximos Admisibles de las descargas de agua no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario DECRETO SUPREMO N° 021-2009-VIVIENDA.....	57
Gráfico N° 12: Comparación de la concentración final de DBO con los valores Máximos Admisibles de las descargas de agua no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario DECRETO SUPREMO N° 021-2009-VIVIENDA.....	57
Gráfico N° 13: Comparación de la concentración final de DBO con los valores Máximos Admisibles de las descargas de agua no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario DECRETO SUPREMO N° 021-2009-VIVIENDA.....	58
Gráfico N° 14: Gráfico Q – Q Plot sobre el Pre – Tratamiento.....	60
Gráfico N° 15: Gráfico Q – Q Plot sobre el Post – Tratamiento.....	62



## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 01: Toma de muestras de aguas procedentes del mercado flores “El Paraíso”.....	71
Fotografía N° 02: Tamizado y separación de las capas de arena según su granulometría.....	72
Fotografía N° 03: Materiales utilizados para el FLA.....	73
Fotografía N° 04: Construcción de tubería “espina de pescado” .....	73
Fotografía N° 05: Colocación de los materiales filtrantes (Grava, Arena fina y Arena gruesa) a los tratamientos.....	73
Fotografía N° 06: Ejecución de Tratamiento 1, Tratamiento 2 y Tratamiento 3....	76
Fotografía N° 07: Recolección de muestra para determinar la concentración inicial.....	77
Fotografía N° 08: Recolección de las muestras post tratamientos con sus respectivas replicas.....	77
Fotografía N° 09: Las muestras fueron almacenadas en un cooler con hielo para preservarlas.....	79
Fotografía N° 10: Se trasladaron las muestras al laboratorio acreditado el mismo día de la recolección.....	79
Fotografía N° 11: Medición de pH pre y post del tratamiento N° 1.....	80
Fotografía N° 12: Medición de pH pre y post del tratamiento N° 2.....	80
Fotografía N° 13: Análisis de Color en pre y post del tratamiento N° 3.....	81
Fotografía N° 14: Medición de Olor pre y post del tratamiento N° 1.....	81

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 01: Recolección de muestras a tratar.....	71
Anexo N° 02: Preparación del material filtrante.....	72
Anexo N° 03: Adecuación del FLA.....	73
Anexo N° 04: Tratamientos del FLA.....	76
Anexo N° 05: Traslado de las muestras recolectadas.....	79
Anexo N° 06: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y organolépticos en el laboratorio de calidad de la UCV – Sede Lima Este.....	80
Anexo N° 07: Fichas de recolección de datos.....	82
Anexo N° 08: Resultados de análisis de agua.....	84
Anexo N° 09: : Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) DECRETO SUPREMO N° 002-2008-MINAM.....	90
Anexo N° 10: Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario DECRETO SUPREMO N° 021-2009-VIVIENDA.....	92
Anexo N° 11: Operacionalización de variables.....	93
Anexo N° 12: Validación de instrumentos.....	94
Anexo N° 13: Certificado de Calibración de equipos utilizados.....	104
Anexo N° 14: Informe de resultados en laboratorio de calidad ambiental – UCV.....	110

## RESUMEN

En el presente trabajo se investigó la capacidad de remoción de carga orgánica (Demanda Bioquímica de Oxígeno) por el tratamiento filtro lento de arena (FLA), el objetivo principal fue determinar la eficiencia del FLA para la remoción de carga orgánica y el porcentaje de dicha carga. En los tratamientos aplicados se variaron el tamaño de la capa y la granulometría, los mecanismos de filtración se realizaron en recipientes adaptables con un tamaño de 45 cm de alto. Se generaron 3 tratamientos diferentes con 1 l de agua por muestra, cada uno con tres replicas, se le adicionó la primera capa de grava con un tamaño de 10 cm para los 3 tratamientos, seguida por una segunda capa de 20, 10 y 5 cm de arena gruesa; una tercera capa de 5, 15 y 20 cm de arena fina; y con una granulometría de 250 y 23600  $\mu\text{m}$ ; 180 y 1700  $\mu\text{m}$  y por ultimo de 125 y 500  $\mu\text{m}$ . Se esperó que el agua se transporte por todo el material filtrante para ser colocado en frascos de plásticos hasta ser trasladados al laboratorio para su análisis respectivo. De los 3 tratamientos, se encontró que para la remoción de carga orgánica el tratamiento 3 (20 cm de arena fina y con una granulometría de 125  $\mu\text{m}$ , 5 cm de arena gruesa y con una granulometría de 500  $\mu\text{m}$ ) mostro el mejor resultado con una eficiencia de 97,14%.

**Palabras Clave:** Material filtrante, filtro lento de arena, demanda bioquímica de oxígeno, remoción de carga orgánica.

## ABSTRACT

In the present work the capacity of organic load removal (Biochemical Oxygen Demand) by the treatment of slow sand filter (FLA) has been investigated, the main objective was the efficiency of the FLA for the elimination of the organic load and the Percentage of said load. In the applied treatments the layer size and the granulation were varied, the mechanisms of the filtration were realized in adaptable containers with a size of 45 cm of height. Three different treatments were generated with 1 l of water per sample, each with three replicates, the first layer of gravel with a size of 10 cm was added for the 3 treatments, a second layer of 20, 10 and 5 cm of coarse sand; A third layer of 5, 15 and 20 cm of fine sand; And with a granulometry of 250 and 23600  $\mu\text{m}$ ; 180 and 1700  $\mu\text{m}$  and finally 125 and 500  $\mu\text{m}$ . It was expected that the water was transported throughout the filter material to be placed in plastic bottles until it was transferred to the laboratory for their respective analysis. Of the 3 treatments, it was found that for the removal of organic load the treatment 3 (20 cm of fine sand and with a granulometry of 125  $\mu\text{m}$ , 5 cm of coarse sand and with a granulation of 500  $\mu\text{m}$ ) showed the best result with a Efficiency of 97,14%.

**Keywords:** Filter material, Slow sand filter, Biochemical Oxygen Demand, Removal of organic load.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria de la floricultura tiene en su producción como esencia principal el recurso hídrico para obtener altos rendimientos, por lo cual el agua produce la hidratación e hinchamiento de las células y ambos fenómenos influyen directamente en la conservación por un periodo extenso de las flores, en gran parte el agua en las flores se presenta en las vacuolas siendo las responsables de mantener en forma las células y por lo tanto de toda la flor.

El recurso hídrico es el componente principal de los seres vivos. Una flor posee en su constitución un gran porcentaje de agua. El cual lo constituyen las cenizas, las cuales portan los elementos nutritivos. De esta distribución biológica surge el principio de la esencialidad del agua para la conservación de las flores.

Las empresas de flores no ha sido esquiva a la progresiva conciencia mundial del cuidado y la protección del medio ambiente, lo que se manifiesta en el sector mostrando una nueva tendencia que obliga, a los comercializadores, a incrementar su área investigativa con el fin de diseñar e implementar técnicas y mecanismos que se inviertan en una relación más armónica con el medio ambiente.

En el Perú los mercados de flores no han sido ajenos a la demanda mundial del cuidado de los recursos naturales, lo cual es un gran desafío hacia los comercializadores de flores, por los diferentes impactos que se generan y que deben ser mitigados, evaluando tratamientos integrales de aguas residuales de la conservación y posterior disposición final.

Es por eso que por la penuria que tienen los mercados de flores, de realizar una disposición continua y eficiente de agua, es importante recurrir a investigaciones y planificaciones de nuevas opciones del tratamiento de agua, estas deben ser accesibles y económicamente viables, que puedan satisfacer la demanda de agua para su posterior reutilización.

El tratamiento de FLA se puede decir que es una tecnología antigua de tratamientos de aguas que se reconoce. Operando, construyendo, diseñando y

manteniendo adecuadamente, se obtendrá del FLA un efluente de muy alta calidad, es muy importante contar con una herramienta pedagógica para la elaboración de FLA, en especial para los lugares que disponen una gran cantidad de agua residual.

El FLA tiene la característica de ser un tratamiento eficiente y ser un sistema limpio para el tratamiento de agua. La idealización del tratamiento para implementar es por su costo reducido de operación y mantenimiento, se desarrolla en un proceso natural, no se aplica de ninguna sustancia química, sin embargo requiere de un diseño adecuado, así como una sesuda operación y mantenimiento periódico para que no se vea afectada la capa microbiológica del filtro ni reducir la eficiencia de remoción microbiológica y fisicoquímica.

### **1.1. Realidad problemática**

En la actualidad, los recursos naturales son contaminados y sobreexplotados dentro de un entorno alarmante y agravante con el tiempo. La mencionada crisis del agua ha estado presente en todo el mundo, del agua mundial solo está disponible el 0,4%, en 40 países alrededor de 2 billones de personas son afectadas por la escasez de agua, 262 cuencas divididas por dos o más naciones, aumento de la población mundial crean problemas de gobernanza y los conflictos atenúan la capacidad de suministro para los habitantes de una forma segura y continua. (Global Water Partnership 2010, p. 45)

Perú tiene 106 cuencas que drenan dos millones de metros cúbicos (MCM) por año. También cuenta con 12,200 lagos en la serranía y alrededor de 1,007 ríos, con una disponibilidad media de recursos hídricos de 2458 MMC concentrados principalmente en la cuenca amazónica. Sin embargo, su disponibilidad en el país es irregular, ya que cerca del 70% del agua se precipita entre los meses de diciembre y marzo, lo que contrasta con períodos de extrema aridez, generando un problema de estrés hídrico. (Juan Narciso Chávez, 2015, p. 98)

Por otra parte, Lima está ubicada en la vertiente del pacífico, es el mayor suministro de agua para los sectores doméstico y empresarial, pero también es el único de los tres vertientes principales del país con problemas de disponibilidad ya que sólo cuenta con el 1,8% del total de agua disponible en el país, pero aquí

reside alrededor del 60% de la población nacional y esta población sigue creciendo a través de los procesos de crecimiento demográfico y migración.

La industria de la floricultura tiene como uso principal el recurso hídrico y también es donde más se desperdicia, se contamina y la que más efectos tiene de disponibilidad en el futuro, ya que las industrias de flores no dispone con un tratamiento y no existe un control interno correcto de las asociaciones. (Aquafondo 2013, p.21)

Siendo el mercado de flores “El Paraíso” una empresa que se dedica a la floricultura, que se encuentra ubicada en el Jirón Teodocio Parreño N° 115, distrito de barranco, provincia Lima y departamento Lima, los principales tipos de plantas que se comercializan son las ornamentales entre las cuales están las rosas, rododendro, petunia y girasol, las cuales requieren un almacenamiento en baldes llenos con agua lo que genera un excesivo consumo para mantener en buen estado sus flores y luego una vez culminado su propósito estas aguas son emitidas al alcantarillado. En un estudio previo para determinar la caracterización del agua emitida por el mercado de flores “El Paraíso” se analizaron los parámetros siguientes de Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), Aceites y grasas, Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Total de Sólidos Suspendidos Totales (SST) en un laboratorio acreditado, teniendo como resultado una concentración elevado en el parámetro de  $DBO_5$ , generando una contaminación del agua superficial y subterránea, ya que los efluentes son movilizados constantemente por las tuberías. Las industrias al carecer de interés para tratar sus aguas residuales producidas por sus actividades, generan un problema de contaminación ambiental en el ecosistema afectando principalmente al Mar y el Litoral Peruano.

Por consiguiente, se propone investigar acerca de la reutilización de las aguas residuales ya que el uso de agua recuperada puede ayudar a mitigar los efectos negativos de la escasez de agua a nivel local. La viabilidad de la reutilización dependerá de las circunstancias locales que afecten el equilibrio entre costos y beneficios.

## **1.2. Trabajos Previos**

### **1.2.1. Antecedentes Nacionales**

Según Barrientos (2012) tesis titulada *“Purificación de agua por medio de Filtros lentos de Arena (FLA) en la comunidad de Kuychiro”* donde tuvo como principal objetivo evaluar el porcentaje de contaminación del agua mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos de muestras obtenidas del río Kuychiro. La metodología aplicada en este estudio comprendió en realizar mediante previo análisis una comparación del porcentaje de contaminación antes y después de la filtración, comprobando si es eficiente este método de FLA, en la investigación se pudo comprobar que la utilización de este tratamiento para consumo humano es viable, puesto los resultados bajaron considerablemente en un 90,91% de DBO<sub>5</sub> y 67,39% para la remoción en Coliformes totales, y concluye que los resultados obtenidos satisfacen al problema planteado en gran medida para la localidad.

Asimismo, el artículo científico, publicado por el centro nacional de servicios ambientales (2015), titulada *“Filtración lenta con Arena”*. El objetivo principal fue determinar las ventajas que brinda el tratamiento como requerimientos nulos de agregados de energía y químicos que hacen una técnica apropiada para el retiro de materia suspendida orgánica e inorgánica, teniendo un comportamiento de remoción en parámetros de calidad de agua de carga orgánica mayor a 50% y solidos suspendidos de 70%. Se concluyó que este tratamiento no requiere un pre-tratamiento o un control extenso de operados, ya que mitiga las bacterias, la nubosidad y los niveles orgánicos.

### **1.2.2. Antecedentes Internacionales**

En la investigación desarrollada por Aguirre (2012) en su tesis *“Valoración de unidades de filtración lenta en arena como alternativa para la remoción de contaminación bacteriológica en aguas residuales de efluentes secundarios anaerobios”*. Siendo el objetivo principal de dicha investigación calcular la efectividad y establecer variables de unidades de Operación de (FLA) para la remoción de organismos de aguas residuales generadas por efluentes anaerobios secundarios para escala piloto, el experimental El montaje se llevó a cabo en la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Tecnológica de



Pereira. Se evaluó la altura hidráulica (alta y baja) del diámetro de la arena (fina y gruesa), los resultados obtenidos fueron que los sistemas fueron pequeños para la eliminación total de la materia orgánica total y el nitrógeno, con porcentajes de eliminación de carga entre 80% y 98% del peso total del flujo, de la misma forma se obtuvieron mejores resultados en los filtros pertenecientes al tren de tratamiento del humedal de flujo vertical. Y concluye que el tratamiento escogido es el más indicado para aguas contaminadas con carga orgánica.

Se consideró la investigación desarrollada por Ordoñez y Palacios (2010) en su tesis *“Filtros biológicos para la potabilización del agua, posibilidades de uso de FLA con agua superficial de nuestra región”* cuyo objetivo principal fue usar tratamientos para la potabilización del agua con métodos de filtración biológica y FLA, el mejoramiento de la calidad del agua difiere de un lugar a otro porque el proceso depende de diferentes factores experimentales, como la calidad de agua cruda, el tamaño de granos arena, la velocidad de filtración, temperatura y contenido de oxígeno en el agua, la utilización FLA en la desinfección del agua superficial para consumo es viable, puesto que se ha comprobado mediante los análisis realizados en la tesis, que el nivel de carga orgánica disminuyeron considerablemente para los puntos a tratar. Y concluye que realizando un tratamiento eficaz y las condiciones indicadas el agua a tratar esta dentro de las condiciones para ser usada como consumo humano.

Así como también Osorio (2011) en el libro titulado *“Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes”* nos presenta la eficiencia que resulta utilizar los FLA para la remoción de carga orgánica sin necesidad de una coagulación previa, ya que son de bajo costo, confiables y pueden remover algunos microorganismos hasta el 99,9%, los FLA han sido muy usados en Europa, en donde el ahorro debido a la eliminación de la coagulación se considera adecuado para compensar la inversión del capital necesario en filtros mayores, de esta forma se alarga el funcionamiento del filtro y se puede trabajar con caudales mayores para dicho tratamientos.

Rivas y García (2016) en su tesis *“Evaluación de la filtración lenta de arena para la potabilización del agua en el corregimiento de San José de Playón”*. Donde tuvo como objetivo principal evaluar el tratamiento de FLA para la

potabilización del agua usada para el consumo de los habitantes, realizado a escala piloto en la Universidad de Cartagena permitieron mejorar la calidad del agua proveniente del embalse de Arroyo Grande y de los pozos profundos, ya que removieron Coliformes fecales en un 100%, Demanda bioquímica de oxígeno en un 80% y turbidez hasta un 85.51%, en cuanto al color el filtro que operaba con agua del embalse removió hasta 70.25%, no obstante a pesar que mejoro la calidad del agua, se puede concluir por los parámetros estudiados que está aún no es apta para el consumo humano debido a que los parámetros de color y turbidez se encuentran por encima del límite establecido en la normativa de dicho país.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Marco teórico**

#### **Perdida de carga durante la filtración**

Pérez (2005) sostiene:

*Cuando un caudal transita a lo largo de un lecho granular de profundidad, la fricción del flujo sobre los poros produce una pérdida de carga. Al comenzar la filtración, y como está limpio el filtro, la carga pérdida se debe únicamente al porosidad, forma y tamaño de los granos del lecho filtrante y la viscosidad y velocidad del agua. El agua no tuviera partículas en suspensión, esta pérdida de carga seria constante lo largo de la carrera, pero como conteniendo sólidos, éstos se depositan sobre los granos de manera que los canales a través de los cuales se agita el agua, por qué la velocidad aumenta el agua para mantener el mismo flujo, y así aumenta la caída de presión con el tiempo. Dos tipos de caída de presión se deben tener en cuenta:*

*La pérdida de carga inicial: Presente cuando el lecho está completamente limpio.*

*La pérdida de carga por acolmatación: Con el tiempo va aumentando*

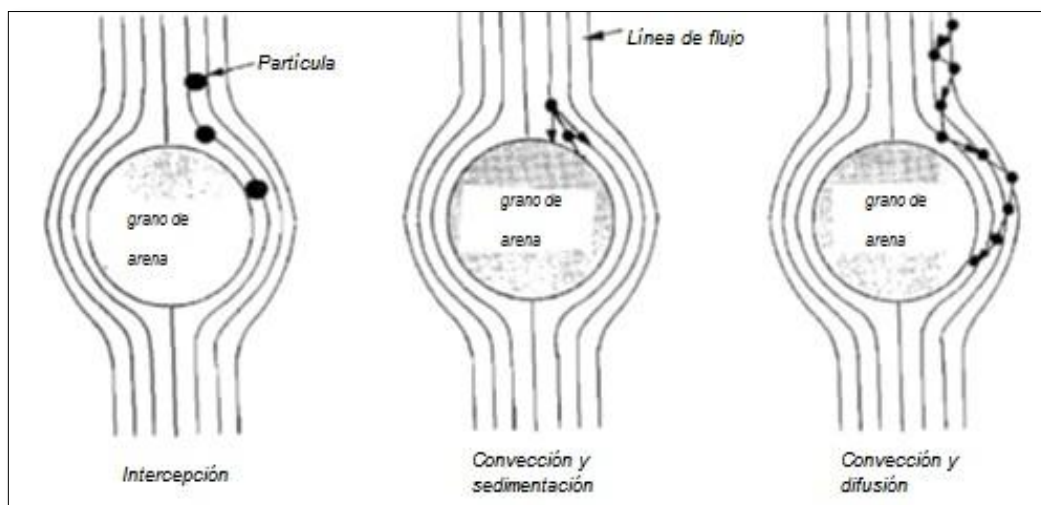
## Carga orgánica en aguas

Roldan (2003) sostiene:

*Por lo general, el agua no contaminada natural tiene bajas concentraciones de materia orgánica (menos de 2 mg / L) en solución. La contaminación de la basura doméstica o industrial puede agotar el oxígeno en el agua, en forma de material orgánico a descomponer necesario. DBO (demanda bioquímica de oxígeno) es una medida de la cantidad de materia orgánica que se encuentra en un cuerpo de agua. El exceso de materia orgánica genera un oxígeno empobrecido en agua; Bajo los términos, el agua tiene la apariencia de un olor característico, turbia de color grisáceo y un olor a huevos podridos (sulfuro de hidrógeno). En consecuencia, se espera una reducción en la amplia diversidad de macro invertebrados, siendo presentes por lo regular en grandes números, esos son adaptados para resistir tales condiciones.*

*Así mismo, en el mecanismo de transporte se dan procesos principalmente hidráulicos, bajo condiciones de flujo laminar y considerando que el grano de arena se comporta como una obstrucción que interrumpe el flujo del agua. En la Figura 1 se muestran los diferentes mecanismos en los cuales ocurre la colisión entre las partículas y los granos de arena.*

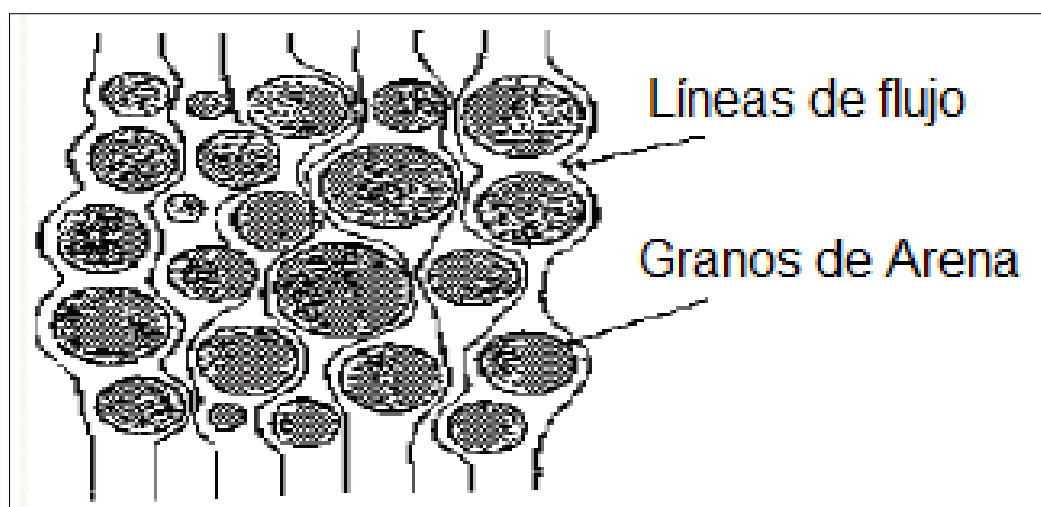
**Figura N. ° 01.** Mecanismos transporte en la FLA



Fuente: Filtración lenta teoría y evaluación, 2000.

Finalmente el Flujo intersticial es una parte de la cama que filtra los granos de arena, las líneas de flujo tienen una configuración tortuosa, como se indica en la Figura 2. Cuanto menor los granos de arena, mayor probabilidad de colisión. La porosidad del medio es mayor, por lo tanto, número mayor de conductores, número mayoritario de separaciones. Además, más información a velocidad intersticial, mayor posibilidad de colisionar.

**Figura N. ° 02.** Flujo de líneas en el Interior del Lecho Filtrante



*Fuente: Canepa, Lidia, Perez, José, Manual I, II y III (2002)*

### 1.3.2. Marco conceptual

#### **Filtración lenta de arena:**

Es un proceso mediante el cual es posible mejorar la calidad del agua, éste reside en filtrar paulatinamente el agua no tratada a lo largo de una cama porosa de arena, el agua ingresa a la superficie del filtro y luego drena por el fondo. Básicamente, consta de un recipiente conteniendo una capa sobrepuesta del agua que a purificar, drenajes, lecho filtrante y un dispositivo de control y regulación. (Huisman & Wood, 2010)

#### **Capa de arena**

Es el medio para que la comunidad de microorganismos se desarrolle sobre él, además es en esta capa donde se desarrolla la mayor parte del proceso físico de

la filtración. Este medio debe estar integrado por granos firmes y duraderos, libres de materia orgánica y arcilla, ha sido demostrado experimentalmente que tanto el material más fino trabajan satisfactoriamente en la práctica. (National Environmental Service Center, 2015).

### **Grava de soporte**

Se le define como una mezcla de diferentes tamaños de arena, cuyas funciones son, soportar el lecho de arena y proporcionar salida del agua más fácilmente desde la base del lecho. Las gravas que conforman esta capa deben ser duras, preferiblemente redondas, y despejada de arena, arcilla, suciedad y de materia orgánica. (National Environmental Service Center, 2015).

### **Sistema de drenaje**

Tiene como función asegurar que el área de filtración recolecte uniformemente el agua. Las capas de grava deben cubrir en su totalidad este sistema de drenaje. (National Environmental Service Center, 2015).

### **Fuerzas de Van der Waals:**

Las partículas del medio filtrante y las partículas suspendidas se forman unas fuerzas siempre atraídas debido al movimiento de los electrones en sus órbitas, que hace que se junten entre sí. (National Environmental Service Center, 2015).

### **Fuerzas Electrostáticas:**

Si los granos del medio filtrante tienen carga contraria a los sólidos suspendidos, se genera entre ellos una fuerza de atracción. (National Environmental Service Center, 2015).

### **Puente Químico:**

Cadenas de polímeros, que se forman en la coagulación floculación, dejan libres sus segmentos extendidos, los cuales se adhieren a los granos. (National Environmental Service Center, 2015).

## **Intercepción**

Consiste en la colisión de una partícula con un grano de arena cuando la primera es conducida mediante una línea de flujo muy cerca al grano de tal manera que la superficie roce con éste. Cuando la partícula es más grande, será más viable que ocurra la intercepción. (National Environmental Service Center, 2015).

## **Sedimentación**

Ocurre gracias a la gravedad que ejerce sobre las partículas cuya masa es suficiente para superar la densidad del agua en el que se encuentran. (National Environmental Service Center, 2015).

## **Difusión**

Se da cuando una partícula es conducida por una línea de flujo y repentinamente la trayectoria cambia moviéndose de una línea de flujo a otra, logrando eventualmente colisionar con un grano de arena. (National Environmental Service Center, 2015).

### **1.3.3. Marco legal**

#### **Constitución Política del Perú**

En el Capítulo II de la Constitución Política del Perú, el artículo 66º de los Recursos Naturales estipula que el Estado promoverá la conservación y uso sostenible de los recursos naturales a través de políticas, estándares, herramientas y desarrollo. Artículo 67º La Política Nacional del Medio Ambiente establece que el Estado determina que la política ambiental nacional promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

#### **La Ley General del Ambiente 28611**

Es el marco legal y normativo estándar legal para la gestión ambiental en Perú. Establece los principios y normas básicos para el ejercicio efectivo del derecho a un medio ambiente sano, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a la gestión eficaz del medio ambiente y la protección

del medio ambiente y sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y el desarrollo sostenible.

### **Artículo 31.- Del Estándar de Calidad Ambiental**

31.1 El Estándar de Calidad Ambiental - ECA establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, el agua o el suelo como receptores. No representa un riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente. Dependiendo del parámetro particular que se relaciona con la concentración o resistencia, puede expresarse como máximo, mínimo o rangos.

31.2 El ECA es necesario en el diseño de leyes y políticas públicas. Es una referencia obligatoria en el diseño e implementación de todas las herramientas de gestión ambiental.

### **Ley de Recursos Hídricos 29338**

Aprobado por el congreso de la república y publicada el 31 de Marzo del 2009, hace mención a los siguientes artículos:

#### ***Artículo 79.- Vertimiento de agua residual***

*La autoridad nacional autoriza la eliminación de aguas residuales tratadas en un entorno natural de aguas interiores o marinas, la opinión favorable de las autoridades medioambientales y sanitarias sobre el cumplimiento de las normas de calidad medioambiental para el agua (ECA-agua) y los límites máximos permisibles (LMP) . Queda prohibida la descarga directa o indirecta de aguas residuales sin dicha autorización.*

*Cuando la eliminación de aguas residuales tratadas pueda afectar a la calidad del organismo receptor, la vida acuática a asociarse con estos bienes, de acuerdo con las normas y la calidad. El atrevimiento de la calidad del agua, que puede incluir tecnologías y quizás permisos superiores para suspender se había concedido este efecto. Si la salud se ve afectado o el estilo de vida de la población local, la Autoridad Nacional para suspender inmediatamente las autorizaciones concedidas*

### ***Artículo 82.- Reutilización de agua residual***

*Autoridad Nacional, por el Consejo autoriza la reutilización de aguas residuales tratadas, de acuerdo con el objetivo para el que se pretende, en coordinación con la autoridad competente del sector y, en su caso, con la autoridad ambiental nacional.*

## **Decreto Supremo 015 – 2015 MINAM Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y estableen disposiciones complementarias para su aplicación**

### ***Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales***

#### ***Subcategoría D1: Vegetales de Tallo Bajo y Alto***

*En el caso de las plantas de agua, que se utilizan a menudo para las plantas de riego, y no son herbáceas y la longitud del tallo (tallo bajo), como el ajo, lechuga, fresa, repollo, repollo, apio, Frutas, entre otros.*

## **1.4. Formulación del Problema**

### **Problema General**

¿Cuál es la eficiencia del tratamiento de filtro lento de arena para la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores “El Paraíso”, Barranco, 2017?

### **Problemas Específicos**

¿En qué medida el diseño del filtro lento de arena afecta la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017?

¿En qué medida la capacidad del filtro lento de arena afecta la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores “El Paraíso”, Barranco, 2017?



## **1.5. Justificación del estudio**

El resultado de la presente tesis de investigación busca resolver problemas en la contaminación de aguas residuales con alta carga orgánica como es el caso de los efluentes generados por el mercado de flores “El Paraíso”, considerando que dicho mercado tiene como principal propósito el cuidado del recurso hídrico se plantea estos tratamientos que serán de gran importancia tanto para el cuidado de las flores como para el del agua.

La tesis brindará datos con relación a la eficiencia en la remoción de la carga orgánica considerando como parámetro fundamental la  $DBO_5$  en los efluentes generados, aplicando tratamientos que serán considerados al momento del diseño de una planta piloto de tratamiento de aguas residuales. Para dicho efluente se pretende utilizar el tratamiento filtro lento de arena para lograr determinar la eficiencia de los métodos para la remoción de la carga orgánica.

## **1.6. Hipótesis**

### **Hipótesis general**

El tratamiento de filtro lento de arena si es eficiente para la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores “El Paraíso”, Barranco, 2017.

### **Hipótesis específicas**

El diseño del filtro lento de arena si afecta en la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017.

La capacidad del filtro lento de arena afecta la remoción de carga orgánica en un 50% en efluentes del mercado de flores “El Paraíso”, Barranco, 2017.

## **1.7. Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar la eficiencia del tratamiento de filtro lento de arena para la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores “El Paraíso”, Barranco, 2017.

### **Objetivo Específicos**

Determinar si el diseño del filtro lento de arena afecta la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017.

Determinar si la capacidad del filtro lento de arena afecta la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Diseño de investigación**

El diseño experimental se describe a actuar y luego observar las consecuencias de esto, la esencia de esta concepción es que esta experiencia implica la manipulación intencional de una acción para analizar los posibles efectos. La definición particular que va en un sentido científico se refiere a un estudio de investigación en el que una o más variables independientes (causas presuntamente) manipuladas deliberadamente para analizar el impacto de esta manipulación en una o más variables dependientes (efectos presumidos) en una situación de Control de la investigador. (Babbie, 2009, p. 156.)

Por lo tanto la presente investigación es considerada experimental debido a que busca demostrar que el tratamiento filtro lento de arena es manipulado por sus indicadores para demostrar la eficiencia en la remoción de carga orgánica.

### **2.2 Operacionalización de variables**

**Variable independiente corresponde a:**

Eficiencia del tratamiento filtro lento de arena.

**Variable dependiente corresponde a:**

Remoción de carga orgánica.

### **2.3 Población y muestra**

#### **Población**

La población es todo el volumen de aguas con alta carga orgánica procedentes de los efluentes del Mercado de flores “El Paraíso”, Barranco, Lima, el cual comprende de 10,000 litros/semanal de agua contaminada.

#### **Muestra**

La muestra total a analizar en esta investigación es de 60 litros de agua contaminada con alta carga orgánica procedentes del mercado de flores “El Paraíso”. Considerando para cada tratamiento 20 litros, de los cuales 1 litro servirá para analizar la concentración inicial de carga orgánica y 19 litros para el tratamiento filtro lento de arena.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1 Descripción del procedimiento**

#### **Etapa 1: Recolección de la muestra del efluente industrial procedente de mercado de flores “El Paraíso”.**

El monitoreo de calidad de agua está destinado a determinar los parámetros fundamentales, como la demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales, conductividad eléctrica, potencial de hidrogeno, color y olor del efluente procedente del mercado de flores “El paraíso” durante el desarrollo de la investigación.

Se seleccionó para la estación de la toma de muestra tres puestos que estaban a punto de disponer sus aguas almacenadas, provenientes de las actividades propias de sus labores. Cada puesto de trabajo almacena alrededor de 15 baldes de un (1) litro de agua en donde depositan sus flores para su conservación, tomando en cuenta que los puestos de trabajo descargan sus efluentes al comenzar sus actividades diarias.

Las muestras fueron de tipo compuesta por lo cual se preparó con muestras tomadas en diferentes puestos del mercado durante el día que proceden a descargar sus efluentes. Se utilizaron baldes de 20 litros de polietileno por ser irrompibles. Se procedió a tomar la muestra de forma manual ya que se cuenta con la accesibilidad para la estación de muestreo y se usó guantes para evitar una alteración o contaminación de las muestras.

Se procedió al rotulado de muestra para la identificación, la cual será mediante una etiqueta que contendrá la siguiente información: Nombre de quien toma la muestra, ubicación del punto de toma de muestra, fecha y hora de recolección, nombre de la fuente de agua y parámetro a analizar.

Para el transporte de los envases hacia su análisis de concentración inicial de Demanda bioquímica de oxígeno y para su tratamiento en el filtro lento de arena se procedió a llevarlo en un cooler térmico con gel pack (hielo) en posición vertical para su mejor conservación.

### **Etapa 2: Preparación del material para el filtro.**

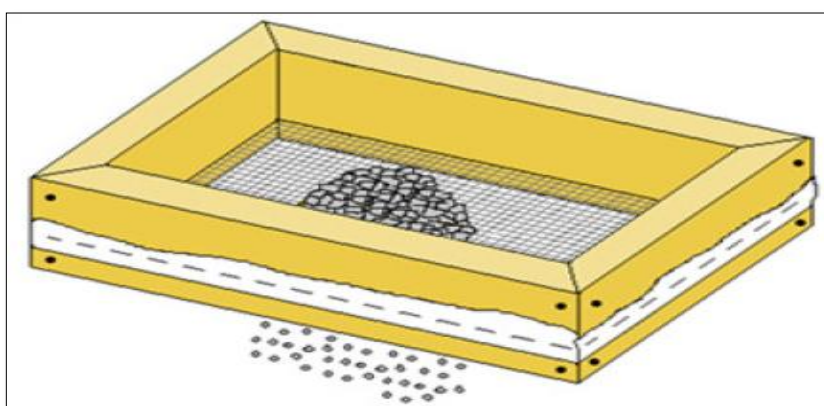
Esta etapa consiste en colocar el material granular sobre los diferentes tamices (3 tipos), y zarandearlo de modo que permita la separación de éste en tamaños diferentes.

Es indispensables que los materiales granulares (arena fina y arena gruesa) estén secos. Al contener humedad la arena fina, fue secada al sol y luego almacenados en bolsas Ziploc.

El procedimiento para la separación del material granular es:

1. Se pasó del material granular por el tamiz de las mallas 250 (arena fina) y 23600  $\mu\text{m}$  (arena gruesa), luego por el de las mallas de 180 (arena fina) y 1700  $\mu\text{m}$  (arena gruesa), y por último por el de 125 (arena fina) y 500  $\mu\text{m}$  (arena gruesa). Figura 3

**Figura N. ° 03.** Tamizaje del material granular

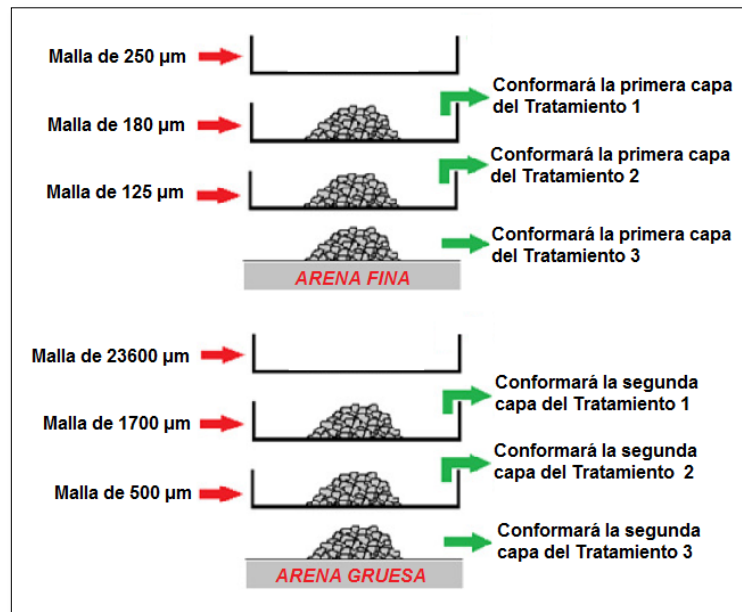


*Fuente: Elaboración propia*

2. Se desechó el material que no paso por el tamiz de las mallas utilizadas.

3. Se guardó el material que paso por los tamices en bolsas ziploc, separadas en arena fina y gruesa.

**Figura N.º 04.** Separación del material granular por tamaño



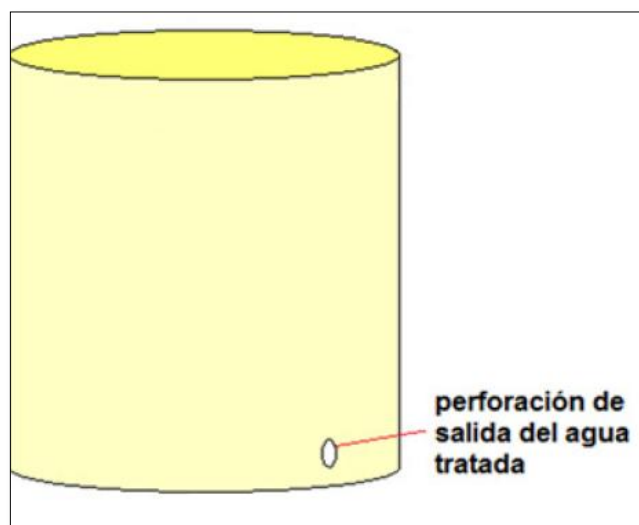
*Fuente: Elaboración propia*

### **Etapa 3: Adecuación del recipiente para el filtro.**

Para la adecuación del recipiente para el filtro, se siguió el procedimiento descrito a continuación:

Salida del agua tratada: Se perforó el recipiente en la parte de abajo, a 5 centímetros del fondo. (Figura 5)

**Figura N.º 05.** Perforación del recipiente del filtro



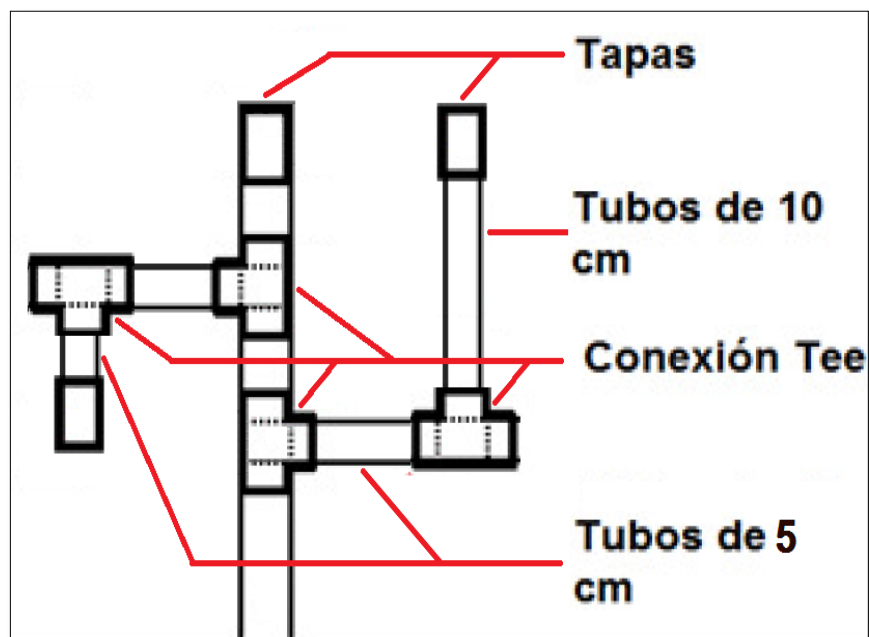
*Fuente: Elaboración propia*

Tubería de agua filtrada: Se ensambla la tubería de agua filtrada con material en PVC, para ello se utilizó para cada tratamiento (3 tratamientos) 5 tubos de 5 centímetros y 1 de 10 centímetros, 4 conexiones (TEE) y 5 tapas, el recipiente tiene aproximadamente 40 centímetros de diámetro en su base.

Se desarrolló la siguiente actividad:

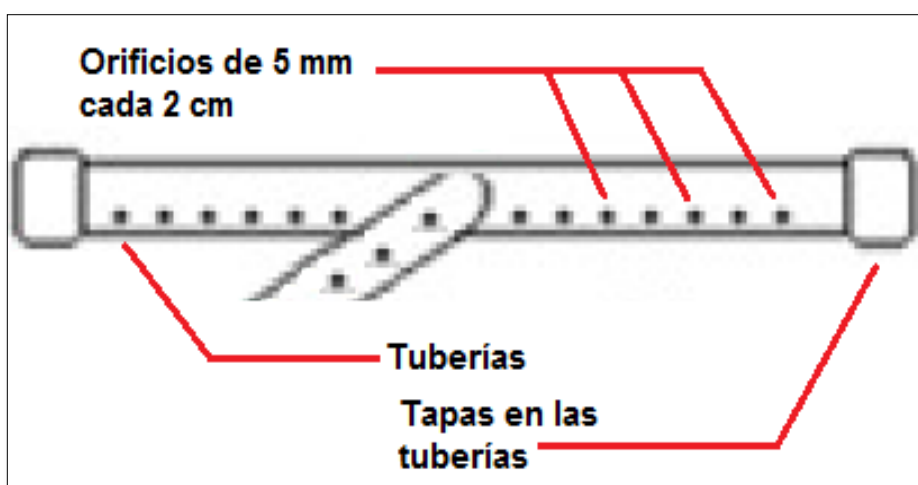
Primero, se elaboró una estructura en forma de espina de pescado como lo muestra las figuras 6 y 7. Se realizó perforaciones de 5 milímetros de diámetro cada 2 centímetros en los 6 tubos y 4 conexiones, los tapones fueron para cada orificio de salida de los tubos TEE, y luego se ensambla la tubería utilizando las conexiones.

**Figura N. ° 06.** Tubería con forma “espina de pescado”



*Fuente: Elaboración propia.*

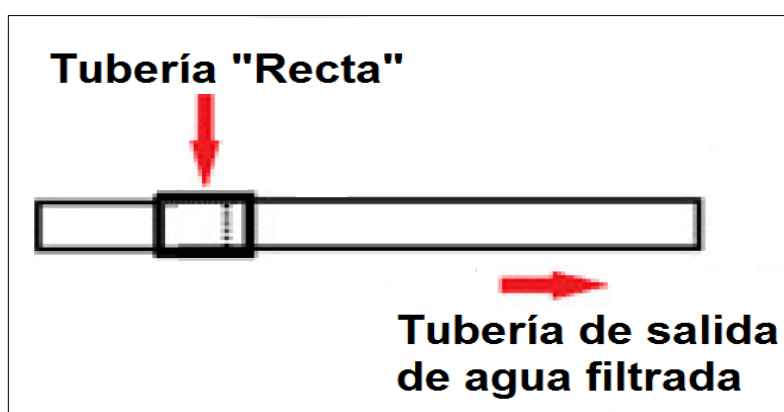
**Figura N° 07.** Detalle de primera sección de tubería



*Fuente: Elaboración propia*

Segundo, se elaboró una estructura recta como se evidencia en la figura 8. Para ello se utilizó un tubo largo de 15 centímetros y 2 uniones universales que sirvieron de soporte entre cada lado del recipiente para que no haya pérdida en el efluente que se distribuye a través del tratamiento.

**Figura N.º 08.** Detalle de tubería en forma "Recta"



*Fuente: Elaboración propia*

Instalación de la tubería al recipiente: Se pondrá la conexión "recta" a través del orificio de salida, luego se colocará la tubería "espina de pescado" en el fondo del tanque cuidando que los orificios queden hacia abajo; se unieron estas dos conexiones con las uniones universales. En la parte del tubo que sale del tanque se instaló la llave de salida de ½ pulgada.



Se empleó el teflón necesario para avalar que las conexiones queden bien selladas y evitar la filtración del efluente.

Se verifico que las tuberías y el interior del filtro estén sin obstrucciones (escombros y residuos), y limpios de polvo.

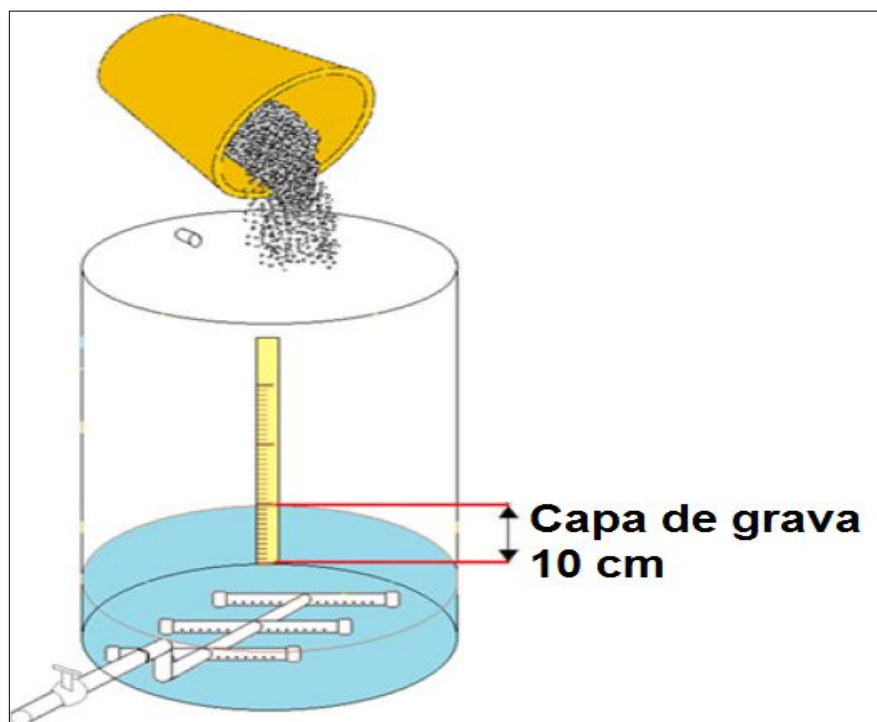
#### **Etapa 4: Colocación del material del filtro.**

La colocación del material filtrante variara por cada tratamiento, se detalla a continuación:

Primera capa – grava: Se colocó una regla dentro del filtro de tal manera que toque el fondo del recipiente, se agregó la grava al recipiente y se distribuyó uniformemente en el fondo. Cuando la grava llegue a los 10 centímetros, se habrá agregado la cantidad necesaria de gravilla, la capa debe ser colocada en el fondo del recipiente envolviendo el tubo de drenaje, se sacó la regla y se niveló el material.

Cabe mencionar que para los 3 tratamientos la cantidad de grava fue la misma.

**Figura N.º 09.** Colocación de primera capa del material del filtro



*Fuente: Elaboración propia*

Segunda capa – Arena gruesa: Se agregará la arena gruesa de forma lenta y homogénea alrededor del recipiente, esta arena estará almacenada en bolsas ziploc segregadas según su granulometría. Las proporciones según el tratamiento son las siguientes:

Tratamiento 1: 20 centímetros.

Tratamiento 2: 15 centímetros.

Tratamiento 3: 5 centímetros.

Tercera capa - Arena fina: Se agregará la arena fina desde bolsas ziploc previamente segregadas por su granulometría, de forma lenta y homogénea. Las proporciones según el tratamiento son las siguientes:

Tratamiento 1: 5 centímetros.

Tratamiento 2: 10 centímetros

Tratamiento 3: 20 centímetros.

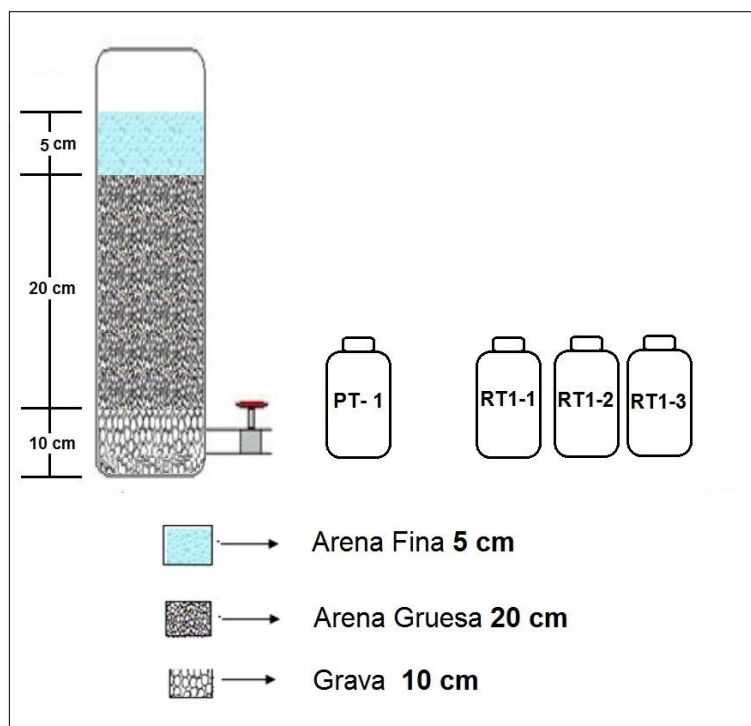
#### **Etapa 5: Ejecución del tratamiento FLA.**

El efluente recolectado en depósitos que almacenaron 20 litros es depositado por la parte alta del tratamiento, en 4 intervalos que varían según su mecanismo de transporte de cada filtro, teniendo en cuenta que el efluente no rebalse del recipiente de los tratamientos.

El efluente discurrirá a través de los tratamientos de la siguiente manera:

**Tratamiento 1:** En este tratamiento se utilizó 20 litros de efluente procedente del mercado de flores “El Paraíso”, de los cuales 1 litro fue utilizado para determinar la concentración inicial de carga orgánica, parámetros fisicoquímicos y organolépticos, 19 litros pasaron por el tratamiento donde al salir se tomó en cuenta un post tratamiento con 3 réplicas respectivamente. Las características del tratamiento se detallan en el grafico número 10.

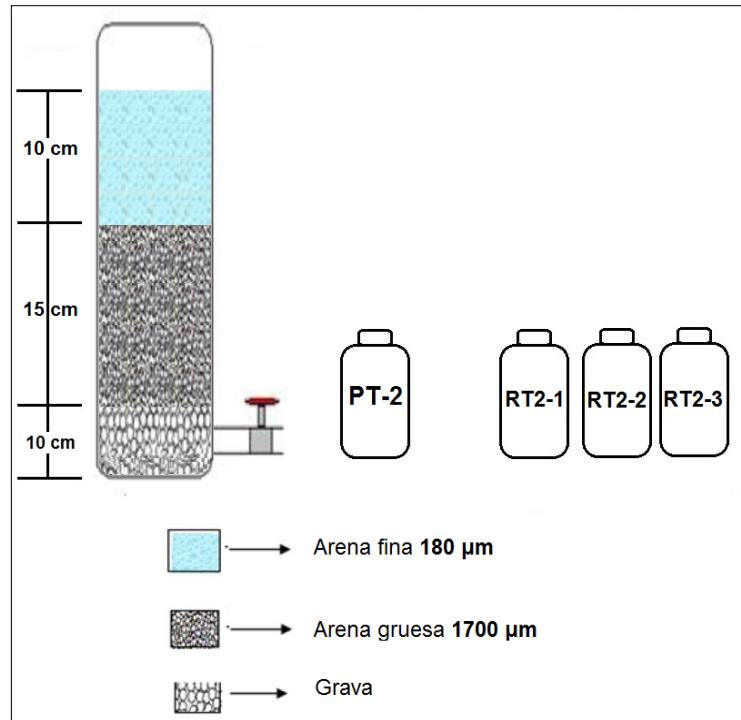
**Figura N. ° 10.** Característica del tratamiento número 1.



*Fuente: Elaboración propia*

**Tratamiento 2:** Para este tratamiento se tomaron 20 litros de muestra procedentes del mercado de flores “El Paraíso”, de los cuales 1 litro fue utilizado para determinar la concentración inicial de carga orgánica, parámetros fisicoquímicos y organolépticos, posteriormente los litros restantes (19) pasaron a través del FLA obteniéndose un agua tratada a la cual se le denominó Post tratamiento, como también 3 réplicas respectivamente. Las características del tratamiento se detallan en el gráfico número 11.

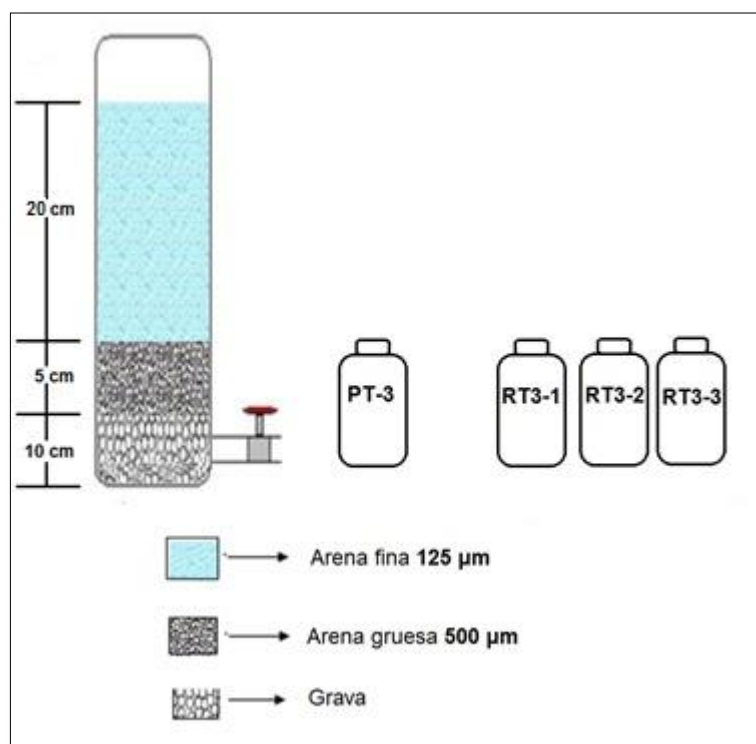
**Figura N.º 11.** Característica del tratamiento número 2.



*Fuente: Elaboración propia*

**Tratamiento 3:** Al igual que los tratamientos anteriores se tomó en cuenta como muestra 20 litros de efluente procedente del mercado de flores “El Paraíso”, de los cuales 1 litro fue utilizado para determinar la carga orgánica, parámetros fisicoquímicos y organolépticos, consecutivamente los 19 litros restantes pasaron a través del tratamiento generándose un agua tratada a la cual se le denominó Post tratamiento, como también 3 réplicas respectivamente. Las características del tratamiento se detallan en el gráfico número 12.

**Figura N. ° 12.** Característica del tratamiento número 3.



*Fuente: Elaboración propia.*

### **Etapas 6: Análisis de parámetros fisicoquímicos y organolépticos.**

#### **Análisis de DBO<sub>5</sub>**

La determinación de DBO<sub>5</sub> pre y post tratamiento se llevó a cabo mediante la metodología estandarizada: *APHA AWWA WEF Part 5210 B, 22nd Edition 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD*. Con el fin de demostrar la eficiencia del tratamiento relacionada con la remoción de carga orgánica.

#### **Análisis de SST**

Se determinó SST pre y post tratamiento mediante la metodología: *AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition*. De esta manera se podrá evidenciar la eficiencia del tratamiento en relación al parámetro en mención.

### **Análisis de color**

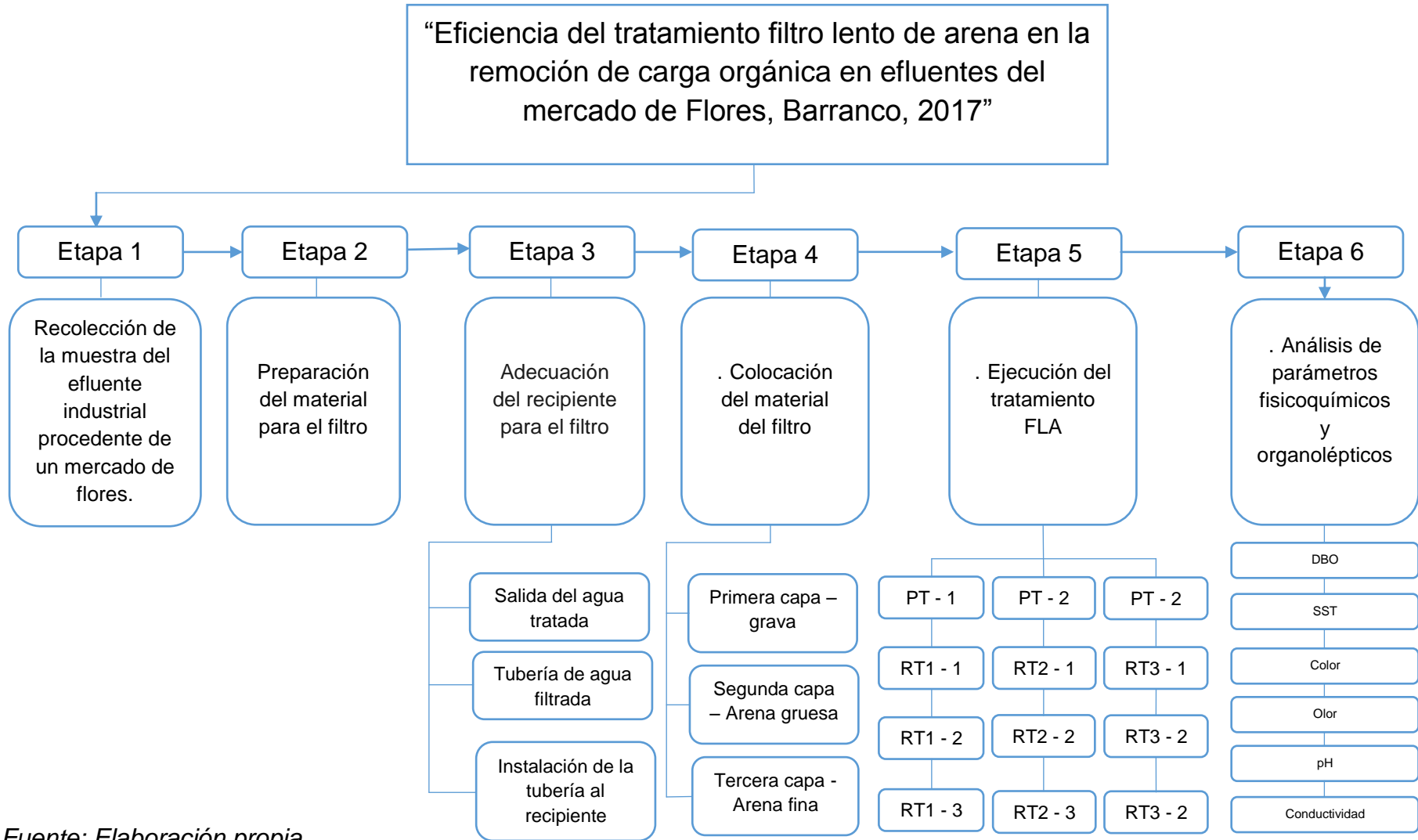
Se usó como referencia la metodología: *APHA-AWWA-WEF (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition*. Analizados en el laboratorio de calidad de la Universidad Cesar Vallejo

### **Análisis de olor**

Se usó como referencia la metodología: *APHA-AWWA-WEF (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition*. Teniendo en cuenta los niveles permisibles del olor, puede clasificarse en:

<b>Grado de olor</b>	<b>Valor</b>
Aceptable	0
Olor a humedad	1
Olor a tierra	2
Olor a fango	3
Olor fétido	4
Olor de acuerdo a materiales	Alcohol, fenol, oxido, etc.

**CUADRO N. ° 1: METODOLOGÍA PARA LA EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO FILTRO LENTO DE ARENA**



Fuente: Elaboración propia.

## 2.4.2 Técnica de recolección de datos

La técnica en la presente investigación fue la observación experimental.

## 2.4.3 Instrumento de recolección de datos

Fichas de Recolección de datos.

Libreta de nota de campo

## 2.4.4 Validez y confiabilidad del instrumento

### Validación del instrumento

Para la validación del instrumento, las fichas de recolección de datos fueron sometidas al juicio de 5 expertos en la materia y validadas con un promedio de validación de 80% que se detalla a continuación:

**Tabla N.º 01.** Validación de instrumento

COMPONENTES DE VALIDACIÓN / EXPERTOS	Deficiente 0 – 20%	Regular 21 – 40%	Bueno 41 – 60%	Muy bueno 61 – 80%	Excelente 81 – 100%
Mg. Wilber Quijano Pacheco				80%	
Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales					90%
Mg. Erasmo Zurita Suarez					90%
Ing. Antonio Delgado Arenas					90%
Metodólogo Percy Carbajal Quispe				80%	
<b>PROMEDIO DE VALIDACION JUICIO DE EXERTOS</b>				<b>TOTAL</b>	<b>86%</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

### Confiabilidad del Instrumento

Para comprobar que el instrumento utilizado en la investigación es confiable, se realizó la prueba de Alfa de Cronbach que promedió la homogeneidad de los indicadores de la ficha de recolección de datos.



### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,798	11

*Fuente: Elaboración propia.*

Como se puede observar, el resultado tiene un valor alfa de 0,798, lo que indica que este instrumento tiene un buen grado de confiabilidad, validando su uso para la recolección de datos.

## 2.5 Métodos de análisis de datos

### 2.5.1 Recojo de Datos

La técnica de recolección de datos de la presente investigación se dividió en diferentes etapas para la ejecución de los tratamientos, en la etapa de monitoreo se realizaron actividades con los materiales adecuados para que los resultados sean objetivos, así mismo se realizó el mismo procedimiento con el tratamiento de las muestras en el laboratorio.

Cada semana se procedió a recoger en promedio 4 litros de cada puesto; Se reunía en total aproximadamente 50 litros. Se procedía a la homogenización y de ella se recogía en promedio 20 litros los cuales era trasladados al laboratorio para los análisis correspondientes.

Obtenidos los resultados del caso, estos fueron registrados en las fichas preparadas para tal fin.

### 2.5.2 Proceso de análisis de datos

Para el análisis de datos en la presente investigación se utilizará la Estadística descriptiva donde los datos se presentarán en gráficos y tablas, usando el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

## PRUEBA ANOVA DE UN FACTOR Y LA PRUEBA DE TUKEY

**MICROSOFT EXCEL – Tablas y Gráficos:** Para guardar datos y verificar de forma visual.

### III. RESULTADOS

#### Resultados de los tratamientos

**Tabla N.º 02.** Resultado de concentración de DBO removido mg/L

Tratamientos	DBO (i)	DBO (f)	REMOCIÓN DE DBO	$E\% = (S_0 - S) / S_0 \times 100\%$
PT - 1	403,8	179,4	224,4	55,57%
PT - 2	403,6	54,2	349,4	86,57%
PT - 3	402,4	11,5	390,9	97,14%

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla N° 1 se identificó el porcentaje de Demanda Bioquímica de Oxígeno removido en cada tratamiento realizado a diferentes características. Se puede observar que todos los tratamientos han logrado remover una cantidad significativa de concentración de DBO inicial en el efluente.

El porcentaje de remoción se halló por medio de la fórmula propuesta por (Parra Rodrihuez 2010).

$$E\% = (S_0 - S) / S_0 \times 100\%$$

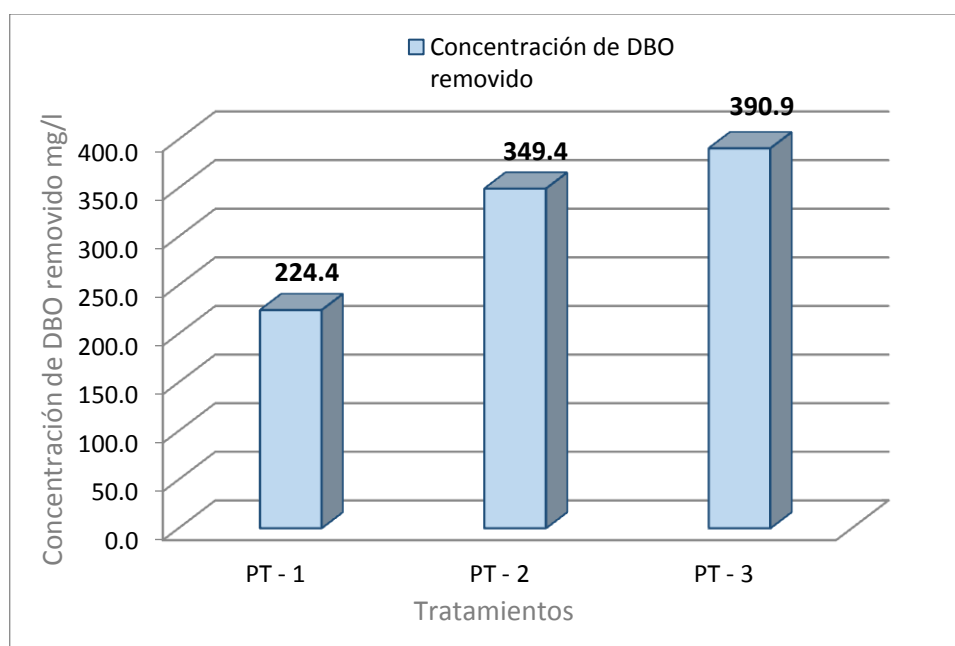
Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema %.

S: Carga contaminante de salida.

S<sub>0</sub>: Carga contaminante de entrada.

**Gráfico N.º 01.** Concentración de DBO removido mg/l.



*Fuente: Elaboración propia.*

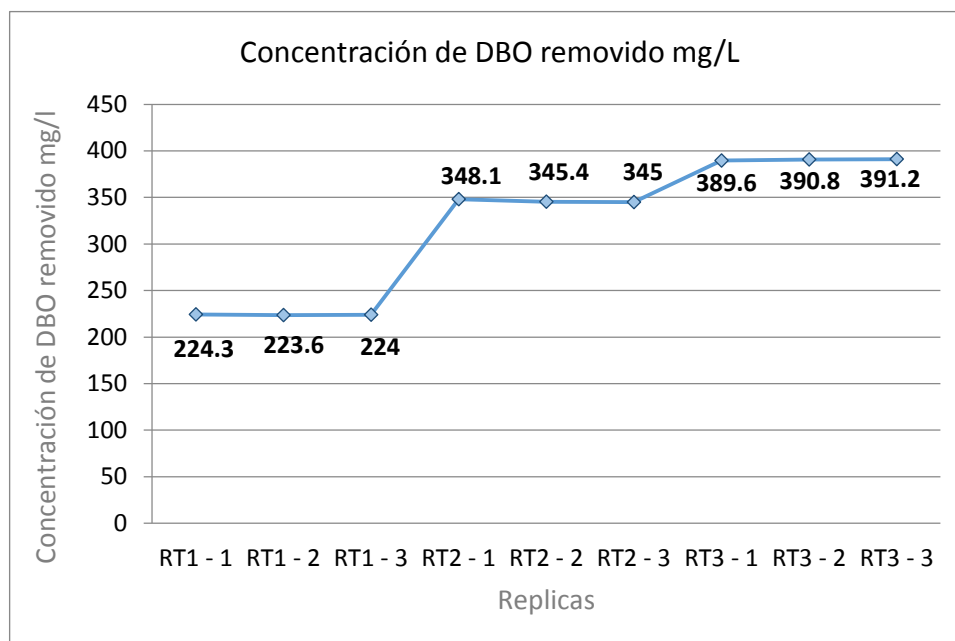
**Tabla N.º 03.** Representación de la concentración de DBO removido en las 3 réplicas realizadas para cada tratamiento.

REPLICAS	DBO (i)	DBO (f)	REMOCIÓN DE DBO
RT1 - 1	403,8	179,5	224,3
RT1 - 2	403,8	180,2	223,6
RT1 - 3	403,8	179,8	224,0
RT2 - 1	403,6	55,5	348,1
RT2 - 2	403,6	58,2	345,4
RT2 - 3	403,6	58,6	345,0
RT2 - 1	402,4	12,8	389,6
RT2 - 2	402,4	11,6	390,8
RT2 - 3	402,4	11,2	391,2

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla N.º 2 se presentan las réplicas realizadas por cada tratamiento y las concentración de DBO removido mg/l.

**Gráfico N.º 02.** Representación de la relación entre las réplicas experimentales en la concentración de DBO removido.



*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla N.º 04.** Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua durante el pre y post tratamiento.

TRATAMIENTOS	Pre - Tratamiento Parámetros Fisicoquímicos			Post - Tratamiento Parámetros Fisicoquímicos		
	pH	Conductividad	SST	pH	Conductividad	SST
Tratamiento 1	7,01	5047	154	7,20	1380	10
Tratamiento 2	7,23	5087	150	7,23	1670	8
Tratamiento 3	6,83	5093	150	7,25	1830	7

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla N.º 05.** Resultados de los parámetros organolépticos del agua durante el pre y post tratamiento.

TRATAMIENTOS	Pre - Tratamiento Parámetros Organolépticos		Post - Tratamiento Parámetros Organolépticos	
	Olor	Color	Olor	Color
Tratamiento 1	4	550	2	301
Tratamiento 2	4	550	2	215
Tratamiento 3	4	550	2	91

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla N.º 06.** Tratamiento para la remoción de DBO mediante la aplicación del Filtro lento de Arena.

TRATAMIENTOS	TIPO DE CAPA	GRANULOMETRÍA (µm)	TAMAÑO DE CAPA (cm)
Tratamiento 1	Arena fina	250	5
	Arena Gruesa	23600	20
Tratamiento 2	Arena fina	180	10
	Arena Gruesa	1700	15
Tratamiento 3	Arena fina	125	20
	Arena Gruesa	500	5

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla N° 5 se observa los tipos de capas utilizados para cada tratamiento, también se puede observar la granulometría (µm) de la capa y de la misma manera el tamaño que va relacionado con dicho material. Se determina que a mayor tamaño de la capa de arena fina y menor tamaño granulométrico aplicado se logra remover mayor cantidad de DBO.

**Tabla N.º 07.** Resultado de la duración del tiempo en relación con la eficiencia en la remoción de DBO.

Tratamientos	DBO (i)	DBO (f)	Tiempo (Min)	REMOCIÓN DE DBO (mg/l)	EFICIENCIA
PT - 1	403,8	179,4	46	224,4	55,57%
PT - 2	403,6	54,2	58	349,4	86,57%
PT - 3	402,4	11,5	72	390,9	97,14%

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla N° 6 se determinó el tiempo en que el efluente discurre por todo el lecho filtrante de cada tratamiento, para lo cual se pudo fijar que el tratamiento que tiene el mayor tamaño de capa de arena fina y menor granulometría fue el que mayor duración tuvo.

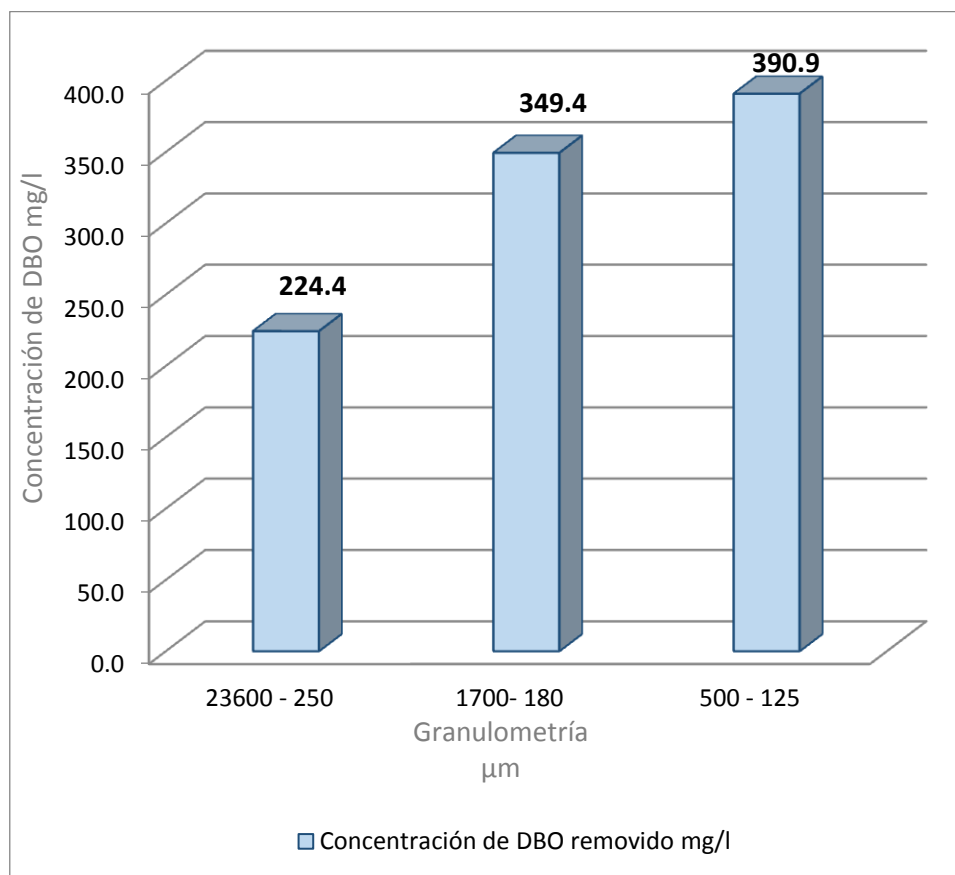
#### **Efectos del tamaño de capa y granulometría en la eficiencia del FLA**

**Tabla N.º 08.** Concentración de DBO removido en función del tamaño de capa y granulometría aplicada.

TRATAMIENTOS	TIPO DE CAPA	TAMAÑO DE CAPA (cm)	GRANULOMETRÍA (µm)	DBO (i)	DBO (f)	CONCENTRACIÓN DE DBO REMOVIDO (mg/l)
TRATAMIENTO 1	Arena fina	5	250	403,8	179,4	224,4
	Arena gruesa	20	23600			
TRATAMIENTO 2	Arena fina	10	180	403,6	54,2	349,4
	Arena gruesa	15	1700			
TRATAMIENTO 3	Arena fina	20	125	402,4	11,5	390,9
	Arena gruesa	5	500			

*Fuente: Elaboración propia*

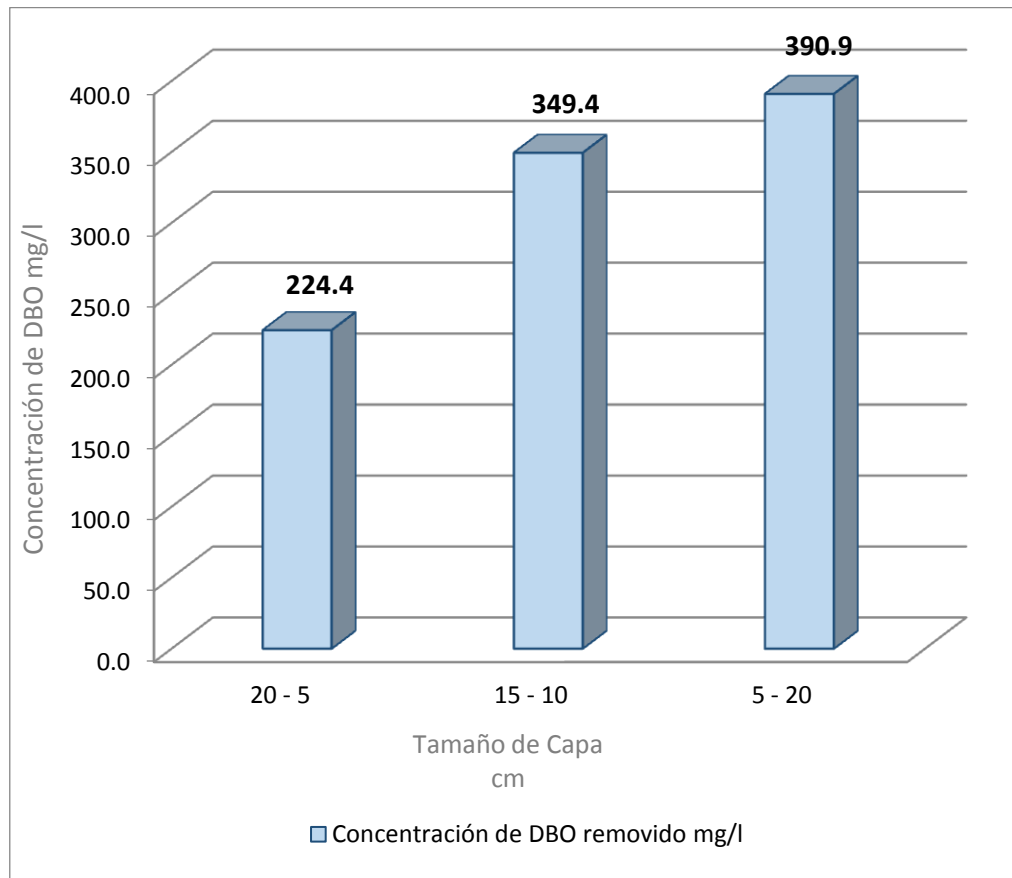
**Gráfico N.º 03.** Efecto de la granulometría del tratamiento FLA para la remoción de carga orgánica.



*Fuente: Elaboración propia*

Para cada tipo de tratamiento se añadió diferentes granulometrías, determinados por el tamaño del tamiz. En el tratamiento 1 se añadieron los gránulos más grandes, seguidos del tratamiento 2 que fueron los gránulos intermedios y por último el tratamiento 3 que se le añadió los gránulos más pequeños. Para lo cual se obtuvo que los gránulos más pequeños de 125 y 500 µm tenían la mayor capacidad de adherencia de carga orgánica que los gránulos cuya porosidad era 23600 y 250 µm.

**Gráfico N.º 04.** Efecto del tamaño de la capa del FLA para la remoción de carga orgánica



*Fuente: Elaboración propia*

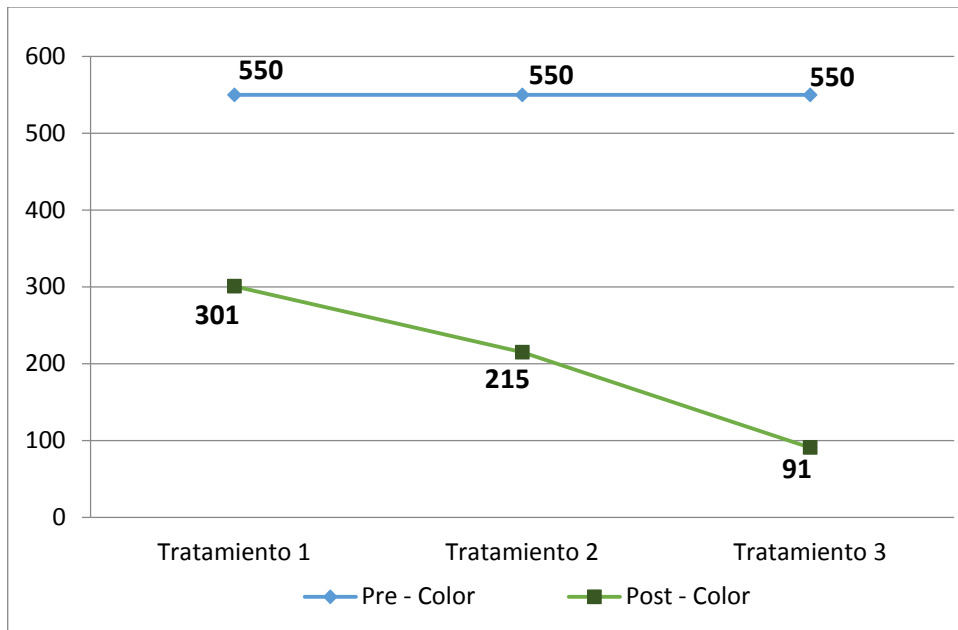
El tamaño de la capa correspondiente a 20 cm arena fina y 5 cm arena gruesa que se aplicó al tratamiento 3 resultó la más óptima para la remoción de carga orgánica ya que logró remover a un 95.03%.

### **Comportamiento del pH y Conductividad eléctrica**

El pH no obtuvo una variación significativa respecto a la remoción de carga orgánica, por lo que se puede decir que el tratamiento no afecta el pH de efluente.



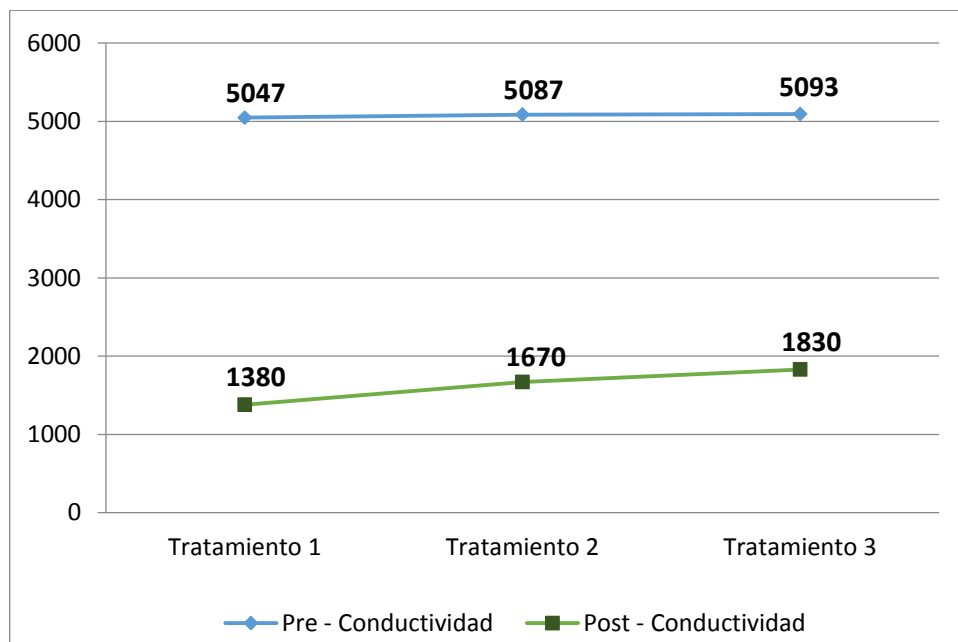
**Gráfico N.º 05.** Comportamiento del pH pre y post tratamiento.



*Fuente: Elaboración propia*

La conductividad eléctrica obtuvo una gran variación en lo que respecta de pre y post tratamiento, por lo que se puede decir que el tratamiento FLA afecta en la conductividad eléctrica del efluente.

**Gráfico N.º 06.** Comportamiento de la conductividad eléctrica pre y post tratamiento

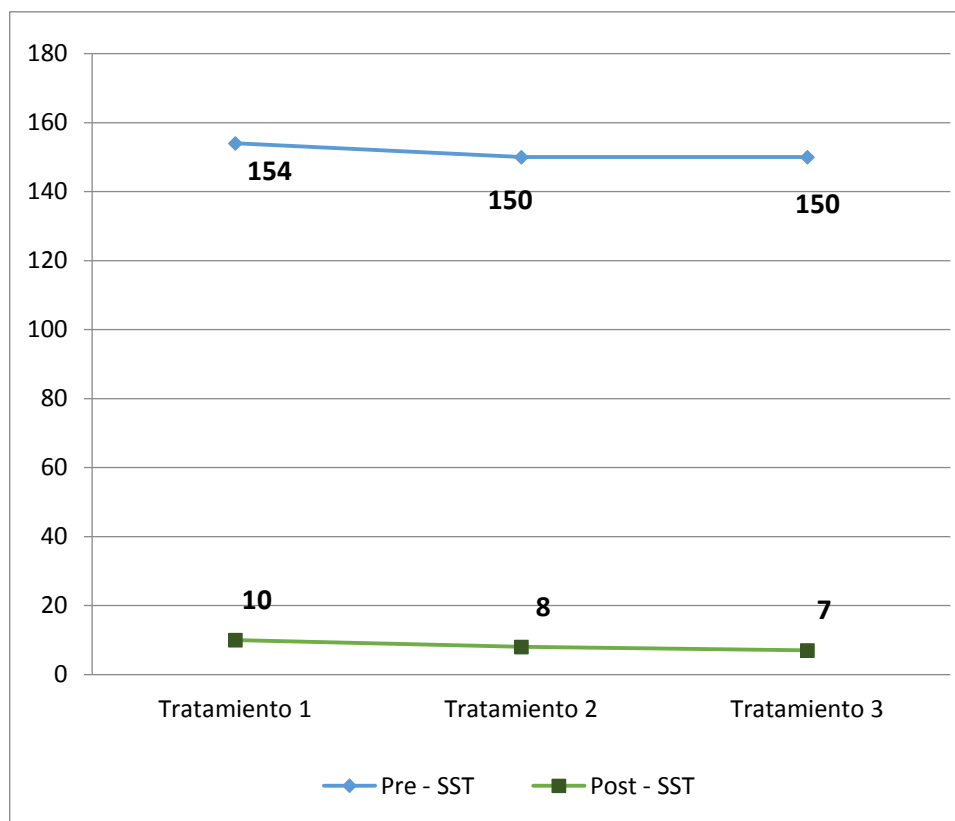


*Fuente: Elaboración Propia.*

## Comportamiento de SST pre y post tratamiento

El parámetro fisicoquímico de sólidos suspendidos totales presento una gran variación en post tratamiento con respecto al pre tratamiento, por lo que se puede decir que el tratamiento FLA afecta en los sólidos suspendidos totales en el efluente.

**Gráfico N.º 07.** Comportamiento de SST pre y post tratamiento

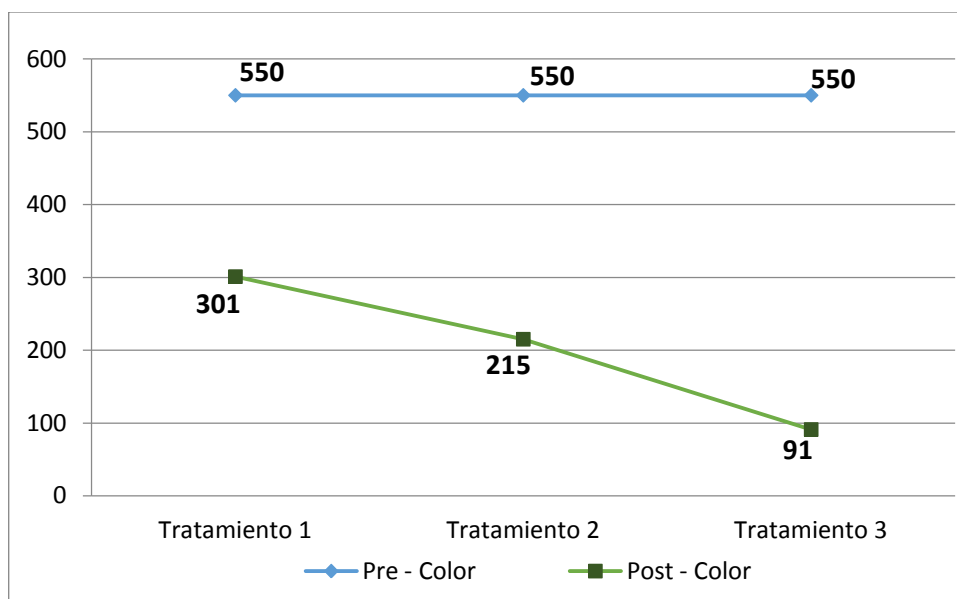


*Fuente: Elaboración propia*

## Comportamiento del color pre y post tratamiento

El parámetro organoléptico de color presento una variación en el post tratamiento con respecto del pre tratamiento, por lo que se puede mencionar que el tratamiento FLA afecta en el color del efluente.

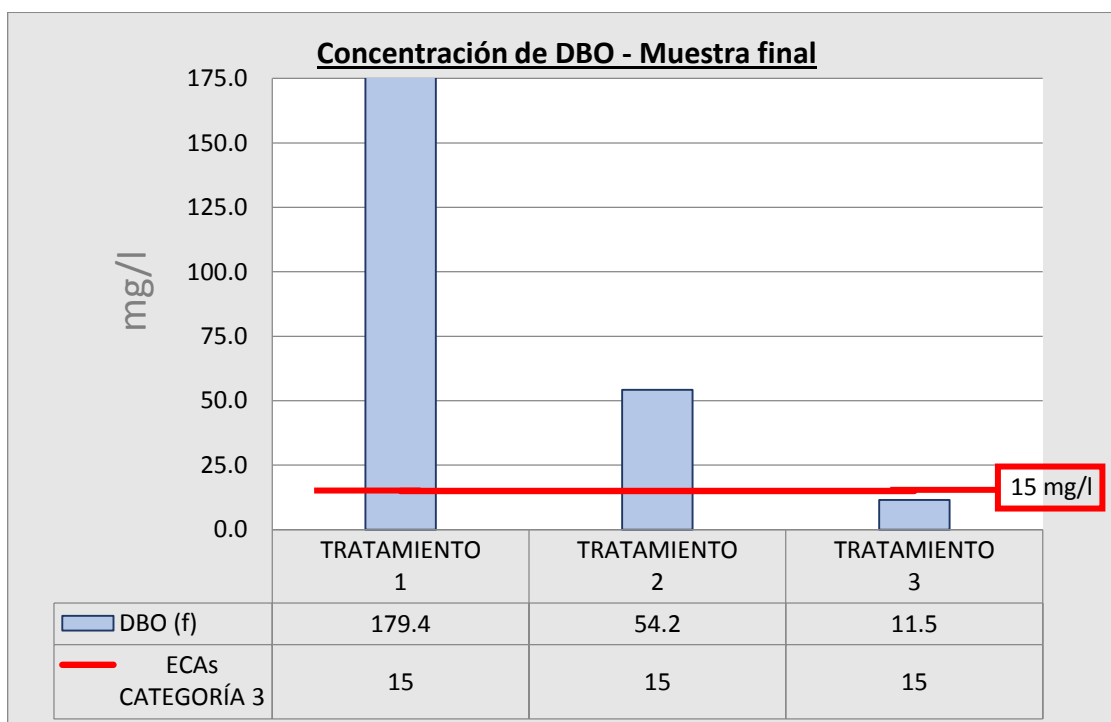
**Gráfico N.º 08.** Comportamiento del color pre y post tratamiento



Fuente: Elaboración propia

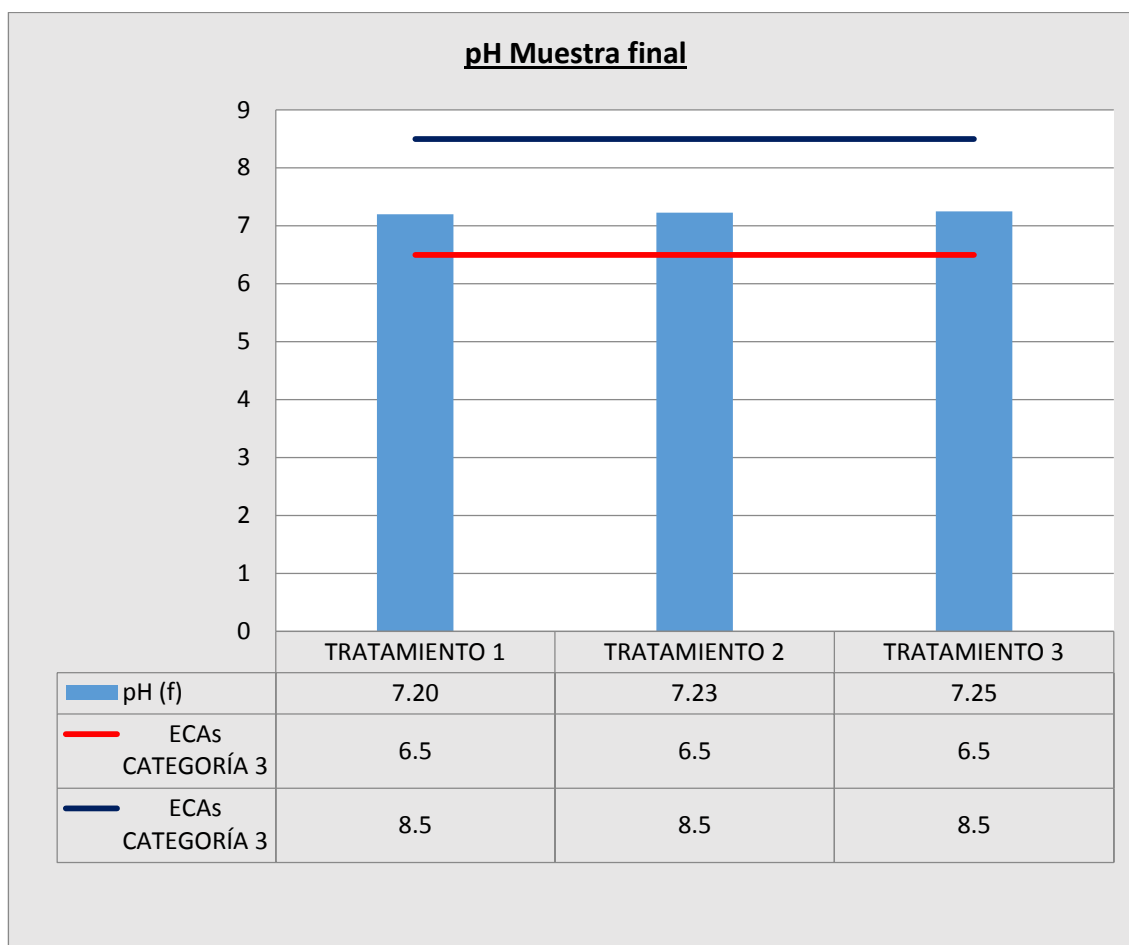
**Resultado final de análisis**

**Gráfico N.º 09.** Comparación de la concentración final de DBO con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) DECRETO SUPREMO N.º 015-2015-MINAM (Anexo N.º 09)



Fuente: Elaboración propia

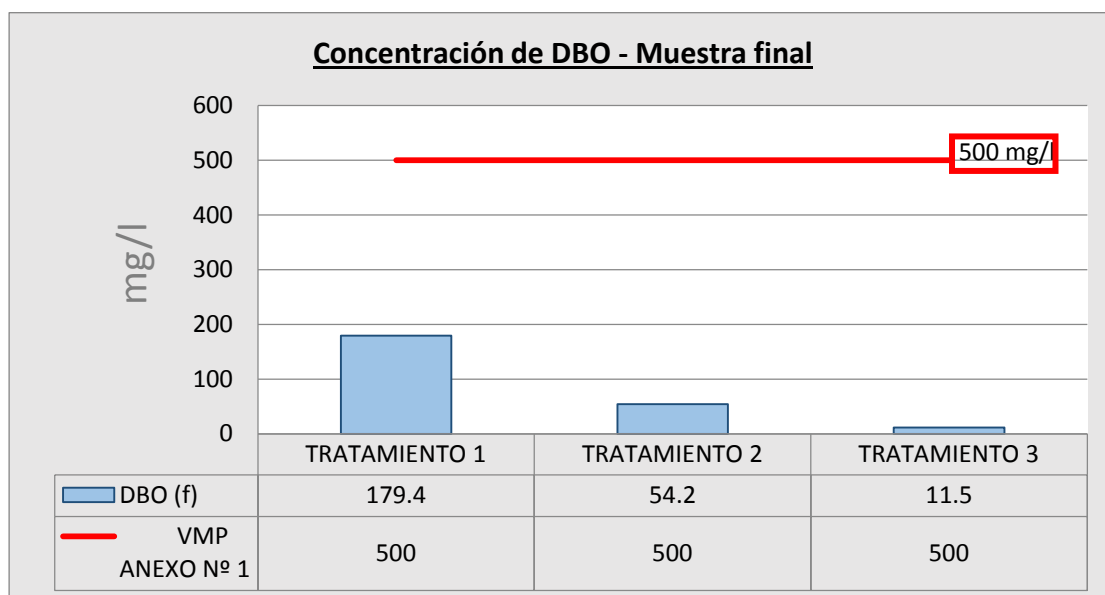
**Gráfico N.º 10.** Comparación de pH final de la muestra con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) DECRETO SUPREMO N.º 015-2015-MINAM (Anexo N.º 09)



*Fuente: Elaboración propia*

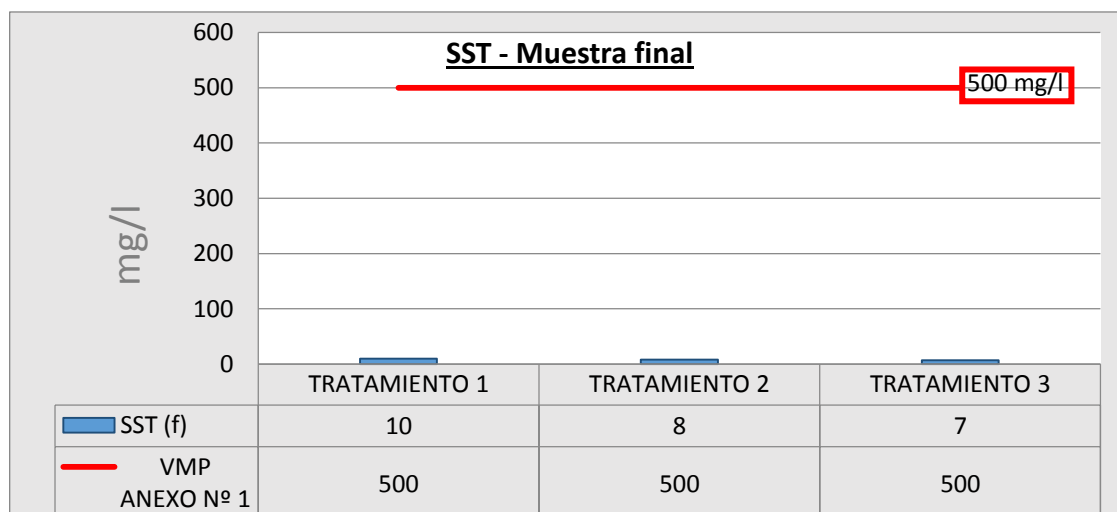
En los gráficos N.º 9 y N.º 10 se identifica que el valor de DBO final para el tratamiento 3 aplicado está por debajo del ECA, en lo que respecta al pH se determinó que los valores finales después de los 3 tratamientos están por debajo del ECA. Entendiéndose así que se puede dar un nuevo uso al agua tratada, ya que se encuentra dentro de la categoría 3, riego de vegetales de tallo alto, como aguas utilizadas para el riego de plantas de porte arbustivo o arbóreo.

**Gráfico N.º 11.** Comparación de la concentración final de DBO con los valores Máximos Admisibles de las descargas de agua no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario DECRETO SUPREMO N° 021-2009-VIVIENDA (Anexo N° 10)



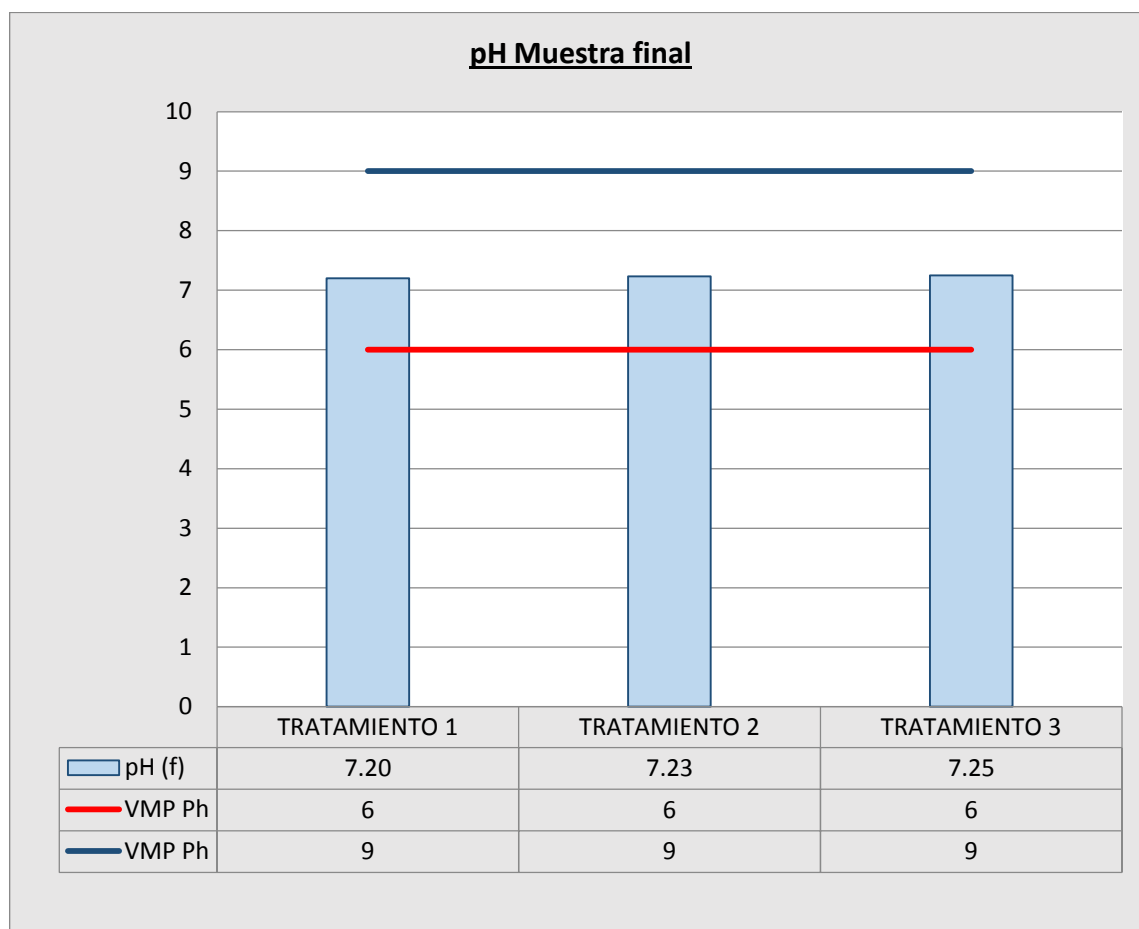
*Fuente: Elaboración propia*

**Gráfico N° 12.** Comparación de SST final de la muestra con los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario DECRETO SUPREMO N° 021-2009-VIVIENDA (Anexo N° 10)



*Fuente: Elaboración propia*

**Gráfico N.º 13.** Comparación del pH final de la muestra con los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario DECRETO SUPREMO N° 021-2009-VIVIENDA (Anexo N°)



*Fuente: Elaboración propia*

En los gráficos N° 11, N° 12 y N° 13 se identifica que los valores de concentración de DBO final, SST y pH después de los 3 tratamientos aplicados están por debajo de los VMA, entendiéndose que el efluente puede ser descargado al alcantarillado sin causar daño alguno y no tienen ninguna influencia negativa en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

## Método Estadístico

### Prueba de Normalidad

Para probar la eficiencia del tratamiento usado para la remoción de carga orgánica en aguas procedentes del mercado de flores “El Paraíso”.

Luego se determinará el estadístico de prueba, mediante la prueba de normalidad, se aplicará la estadística inferencial que puede ser paramétrica o no paramétrica. Este se elegirá mediante la prueba de la normalidad para conocer si las variables tienen una distribución no normal o normal. La ejecución de la Prueba de Normalidad, tuvo como objetivo determinar si las variables presentan una distribución normal, para establecer con ello si se utilizará un método paramétrico en el caso que sigan una distribución normal o un método no paramétrico si tienen una distribución distinta a la normal. Según el tamaño de la muestra o datos con los que son 12 en total, por lo tanto se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, debido a que esta prueba es utilizada cuando se tiene una cantidad de datos menor a 50, a continuación se detalla los resultados de la prueba de normalidad.

### Hipótesis de Normalidad

*Hipótesis Nula  $H_0$* : Los datos corresponden a una distribución normal.

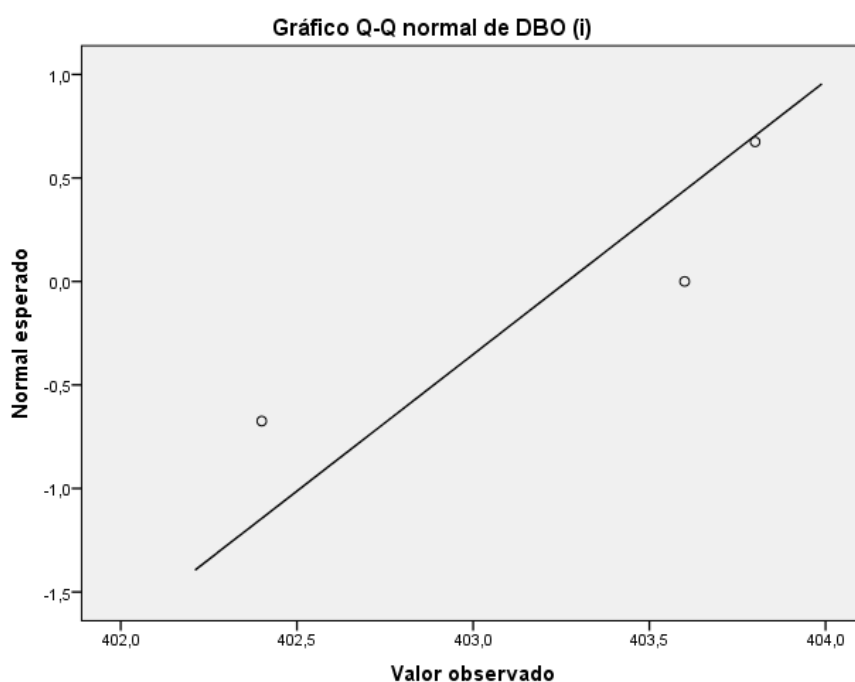
*Hipótesis Alterna  $H_1$* : Los datos no corresponden a una distribución normal.

**Tabla N.º 09.** Concentraciones iniciales Pre Tratamiento

TRATAMIENTOS	PRE - TRATAMIENTO
PT-1	403.8
PT-2	403.6
PT-3	402.4

*Fuente: Elaboración propia.*

**Gráfico N.º 14.** Gráfico Q – Q Plot sobre el Pre – Tratamiento



*Fuente: Elaboración propia.*

**Resumen de procesamiento de casos**

ESTADISTICA	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
NORMALIDAD						
Pre - Tratamiento	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

*Fuente: Elaboración propia.*

**Pruebas de normalidad**

ESTADISTICA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NORMALIDAD						
Pre - Tratamiento	,337	3	.	,855	3	,253

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Fuente: Elaboración propia.*



Se puede observar e interpretar con claridad que el gráfico Q – Q Plot que los 3 datos correspondientes a las concentraciones iniciales de DBO de los Pre Tratamientos se aproxima a la recta teórica de distribución normal ya que el valor es mayor al nivel de significación (Sig. = 0,05) demostramos que los datos provienen de una distribución normal.

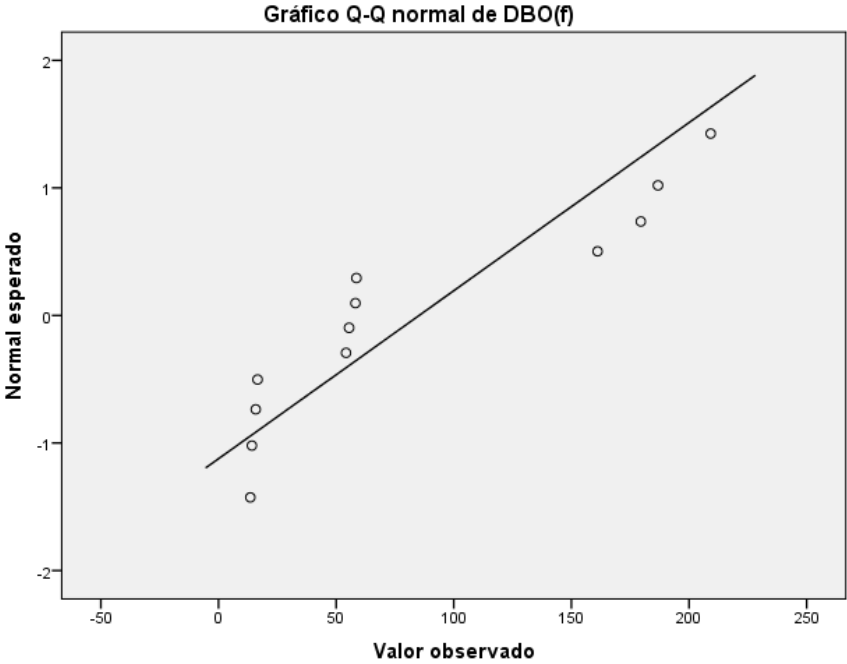
**Tabla N.º 10.** Concentraciones finales Post - Tratamiento

TRATAMIENTOS	POST - TRATAMIENTO
PT-1	179.4
PT-2	54.2
PT-3	11.5
RT1-1	179.5
RT1-2	180.2
RT1-3	179.8
RT2-1	55.5
RT2-2	58.2
RT2-3	58.6
RT3-1	12.8
RT3-2	11.6

RT3-3	11.2
-------	------

Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N.º 15.** Gráfico Q – Q Plot sobre el Post – Tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

**Resumen de procesamiento de casos**

ESTADISTICA	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
NORMALIDAD						
Post - Tratamiento	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

**Pruebas de normalidad**

ESTADISTICA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NORMALIDAD						
Post - Tratamiento	,304	12	,003	,809	12	,012

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar e interpretar con claridad que el gráfico Q – Q Plot, se observa que los 12 datos correspondientes a las concentraciones de los Post – Tratamientos se aproximan a la recta teórica de distribución normal ya que el valor es mayor al nivel de significación (Sig. = 0,05) se demuestra que los datos provienen de una distribución normal.

## **Eficiencia del FLA en la remoción de Carga Orgánica**

### **Hipótesis**

La hipótesis a plantear es la siguiente:

*Hipótesis Nula ( $H_0$ ):* El tratamiento FLA no es eficiente para la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores “El Paraíso”.

*Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ):* El tratamiento FLA es eficiente para la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores “El Paraíso”

### **Nivel de significancia**

El nivel de significancia con el cual se realizará la prueba es el siguiente:

$$\text{Sig.} = 0,05$$

De acuerdo al objetivo del problema, se busca comprobar la eficiencia en la remoción de carga orgánica en aguas procedentes del mercado de flores “El Paraíso”, es decir verificar la Hipótesis alterativa  $H_1$ . En este sentido el nivel de significancia representa la probabilidad de cometer un error si la conclusión de la prueba de hipótesis es aceptar la alternativa  $H_1$ . Se busca concluir que el tratamiento FLA aplicado para la remoción de carga orgánica en aguas de mercado de flores es efectivo.

### **Prueba ANOVA de un factor**

Una vez establecida el análisis con la prueba de normalidad, se procedió a la determinación de la hipótesis con el análisis ANOVA para así poder determinar las varianzas, para ello se estableció la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadro medio contra un estimado de error experimental, para

finalmente para obtener los valores de los parámetros significativos en el proceso remoción de carga orgánica mediante el tratamiento FLA.

#### ANOVA

Eficiencia

PRUEBA ESTADISTICA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3708,885	2	1854,442	17611,039	,000
Dentro de grupos	,948	9	,105		
Total	3709,833	11			

*Fuente: Elaboración propia.*

#### Eficiencia

Tukey B<sup>a</sup>

EFICIENCIA	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
PT1	4	55,4900		
PT2	4		85,9700	
PT3	4			97,0750

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

*Fuente: Elaboración propia.*

La prueba ANOVA permite comprobar o rechazar la hipótesis de la investigación, lo cual cuando su nivel de significancia es menor a (Sig. = 0,05), se procede a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna, la información muestral proporciona evidencia estadística para mencionar que el tratamiento FLA aplicado logra disminuir significativamente el contenido de carga orgánica en agua procedentes del mercado de flores “El Paraíso”

#### IV. DISCUSIÓN

Con respecto al cumplimiento de los objetivos de la investigación, para probar la hipótesis general, se observa que los tres tratamientos tienen un porcentaje de remoción de 55,57%, 85,57% y 97,14%, lo cual puede ser explicado por la tabla N° 2 habiendo logrado remover considerablemente los niveles de carga orgánica expresado en DBO.

El diseño del FLA según los tratamientos aplicados si afecta en la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores “El Paraíso”, ya que para los tratamientos aplicados se evidencia un gran porcentaje de remoción. (Tabla N° 8)

La capacidad del FLA afecta más del 50% de remoción de carga orgánica de efluentes procedentes del mercado de flores “El Paraíso”, dado que en los tratamientos aplicados su porcentaje de remoción supero lo establecido. (Tabla N° 7)

Considerando la investigación de Barrientos (2012), los resultados demostraron que el FLA tiene una alta eficiencia para remover DBO, ya que tiene mecanismos que le permiten adherir un porcentaje de 90,91% sumado a un tiempo de 65 minutos, teniendo como materiales filtrantes una capa de arena gruesa (menor) inversamente proporcional a la capa de arena fina (mayor), en el presente estudio se revela que la capa de arena fina con mayor tamaño logra el mismo porcentaje de eficiencia con un tiempo de duración mayor de 72 minutos.

Por su parte, Ordoñez y Palacios (2010) en su tesis utiliza el tratamiento FLA a escala piloto con diferentes ensayos y a distintas condiciones, mencionando que obtuvo el mejor porcentaje de remoción bajo las siguientes características: Arena fina con granulometría mayor a 125 y para arena gruesa con una granulometría menor a 500 con un tiempo de transporte a lo largo del tratamiento de 120 minutos, sin embargo, los resultados alcanzados en la presente investigación revelan que el mejor porcentaje de remoción corresponden al tratamiento N° 3 que se realizó en un tiempo de 72 minutos aplicando para la segunda capa (arena gruesa) la porosidad correspondiente a 125  $\mu\text{m}$  y para la tercera capa (arena fina) la porosidad es 500  $\mu\text{m}$ .

Como también, Rivas y García (2016) en su investigación propone la utilización del FLA como tratamiento primario ya que a condiciones de igual proporción de las capas filtrantes y una base determinada por grava se obtiene una remoción de carga orgánica de 60% y 75% de SST, por lo contrario, en la presente investigación a iguales condiciones se consiguió remover un porcentaje de 86,57% de carga orgánica y más del 90% de SST, pero con condiciones en donde el tamaño de la tercera capa filtrante (arena fina) es mayor.

Por otra parte, se observa que el pH no varía en los diferentes tipos de tratamientos (Tabla N° 04).

## V. CONCLUSIONES

La utilización de filtros lentos de arena para la remoción de carga orgánica en aguas procedentes de mercado de flores es factible, puesto que se ha comprobado mediante análisis realizados (DBO) que los niveles bajaron en un porcentaje considerable.

El mayor porcentaje de remoción de carga orgánica fue con el tamaño de capa de arena fina de 20 cm con una granulometría de 125 y para la capa de arena gruesa con un tamaño de 5 cm con una granulometría de 500 en un tiempo de 72 minutos correspondiente al tratamiento N° 3. Se alcanzó la mejor capacidad de remoción de 390,9 mg/l de diferencia de DBO entre pre y post tratamiento en el tercer tratamiento.

El diseño de capa determinado por el tamaño y granulometría del material filtrante afecto en la remoción de carga orgánica ya que en los 3 tratamientos ejecutados se evidencio un porcentaje de 55,57% para el primer tratamiento, 86,57% para el tercer tratamiento y 97,14% en el tercer tratamiento.

La arena fina es el material filtrante que más afecta en la remoción de carga orgánica, esto se pudo percatar en la diferencia de remoción que existió entre el tratamiento 1 y tratamiento 3, obteniendo el T1 el porcentaje más bajo de remoción con un tamaño de arena fina menor en comparación con el T3 que obtuvo el mayor porcentaje de remoción con el tamaño de arena mayor. La granulometría con menor porosidad es la más eficiente para remoción de carga orgánica.

El FLA es una alternativa viable para la remoción de carga orgánica en efluentes generados por los mercados de flores, con lo que se plantea la posibilidad de aprovechamiento del agua resultante del tratamiento para su posterior reutilización.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se debe revisar que la tubería y accesorios queden precisos y ubicados de forma correcta, ya que de esto depende que no existan fugas y pérdida de agua.

En cuanto los materiales filtrantes cumplan su vida útil, es importante que estos vayan a una disposición final de manera correcta, los cuales pueden ser utilizados en procesos de jardinería, estabilización de taludes por medio de reforestación o en zonas públicas como parques recreativos.

El agua resultante del tratamiento tiene valores de concentración de DBO y SST inferiores a lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental, categoría 3, entendiéndose así que puede ser utilizado para el riego de sus parcelas en donde los mercados de flores cultivan una diversidad de especies que luego son comercializadas.



## VII. REFERENCIAS

Aguirre Osorio, K.A. *Valoración de unidades de filtración lenta en arena como alternativa para la remoción de contaminación bacteriológica en aguas residuales de efluentes secundarios anaerobios*. Tesis de maestría inédita, Universidad tecnológica Pereira, 2012.

Blacio Ordoñez, D.A., y Palacios Perez, J.L. *Filtros biológicos para la potabilización del agua, posibilidades de uso de FLA (filtros lentos de arena) con agua superficial de nuestra región*. Tesis previa para la obtención del título de ingeniero civil, Universidad de Cuenca, 2011.

Osorio, F., Torres, J.C., y Sánchez, M. *Tratamientos de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes*. Madrid: Diaz de santos, 2010. ISBN:978-84-7978-903-9

Philippe, C. *La tecnología anaerobia u.a.s.b. en el tratamiento de las aguas residuales domesticas: 10 años de desarrollo y maduración en america latina*. Bélgica:2000

Montoya Fuchs, E. *Evaluación de las alternativas para la instalación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales con fines de riego agrícola en el sub sector San Agustín - Callao (Perú)*. Tesis (Ingeniero Agrícola). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Agrícola, 2007.

Torres P. y Villanueva P. "El filtro de arena lento: manual para el armado, instalación y monitoreo" 1ª edición. Colombia: Ediciones departamento de publicaciones y comunicación gráfica de la UPC, 2014. ISBN 9789588537795

Barrientos E., Tello Y. Tito P. y Palomino G. (2011) "Purificación de agua por medio de filtros lentos de arena en la comunidad de Kuychiru – Cusco", Perú.

Umaña B. (2004). "Tratamiento de aguas residuales de la industria de curtiembre mediante un sistema de lodos activados a escala piloto", Chile.

Verde, E. B. (30 de Julio de 2009). El Blog Verde. Recuperado el 10 de Mayo de 2015, de El Blog Verde: <http://elblogverde.com/contaminacin-del->

Juan E. Narciso Chávez. (04 de Marzo del 2015) Perú Limpio. Ministerio del Ambiente: <http://www.minam.gob.pe>.

Aquafondo (2 de abril del 2013), “Las cuencas de Lurín, Rimac y Chillón, fuentes de agua para Lima y Callao”, recuperado de: [http://www.aquafondo.org.pe/pdf/aprendemas/2.\\_Las\\_Cuencas\\_de\\_Lima](http://www.aquafondo.org.pe/pdf/aprendemas/2._Las_Cuencas_de_Lima)

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition. Washington, APHA, AWWA, WWCF, 1992. pp 2-56.

APHA-AWWA-WEF (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition. New York, 2-11 y 2-12, método 2150 A.

Bland, J.M. and Altman, D.G. Multiple significance tests: the Bonferroni method. Br Med J, 1995. 310: p. 170.

Arboleda, Jorge, Villaquiran, H. (2005), “Comparación de Costos entre Plantas de Potabilización de Agua Convencionales y Plantas de Tecnología Latinoamericana”, Colombia.

Galvis, Gerardo. Fernandez, J. (2011), “Manual de Diseño, Operación y Mantenimiento de Filtros Gruesos Dinámicos”, Colombia.

Huisman, L., Wood, W. (2009), “Slow Sand Filtration: World Health Organization, Switzerland”, Geneva.

Lidia V. (2002), “Plantas de tratamiento de filtros lentos de arena”, del blog de asesoría: <http://www.bvsde.ops oms.org>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales en Colombia IDEAM. (2008). “Informe sobre evaluación de los recursos hídricos en Colombia”, Bogotá.

Torres, C. y Correa, J. (septiembre, 2011). “Sistema de tratamiento a partir de la filtración lenta de arena para el mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano. Programa piloto para proyectos de investigación con potencial empresarial”, Bogotá.

## ANEXOS

### Anexo N.º 01: Recolección de muestras a tratar

Fotografía N.º 01: Toma de muestras de aguas procedentes del mercado flores “El Paraíso”



*Fuente: Elaboración propia*



## Anexo N.º 02: Preparación del material filtrante

Fotografía N.º02: Tamizado y separación de las capas de arena según su granulometría.



Fuente: Elaboración propia

### Anexo N.º 03: Adecuación del FLA

Fotografía N.º 03: Materiales utilizados para el FLA



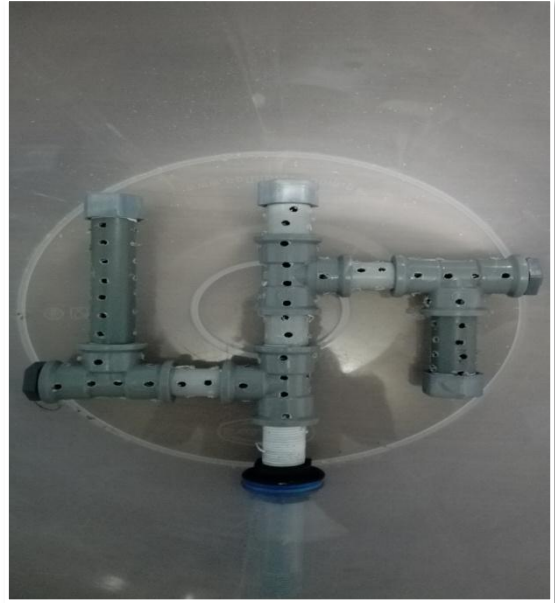
*Fuente: Elaboración propia*

Fotografía N.º 04: Construcción de tubería “espina de pescado”.



*Fuente: Elaboración propia*





*Fuente: Elaboración propia*

Fotografía N.º 05: Colocación de los materiales filtrantes (Grava, Arena fina y Arena gruesa) a los tratamientos.



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*



**Anexo N.º 04: Tratamientos del FLA.**

Fotografía N° 06: Ejecución de Tratamiento 1, Tratamiento 2 y Tratamiento 3.



*Fuente: Elaboración propia*



Fotografía N.º 07: Recolección de muestra para determinar la concentración inicial.



*Fuente: Elaboración propia*

Fotografía N.º 08: Recolección de las muestras post tratamientos con sus respectivas replicas.



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*



## Anexo N.º 05: Traslado de las muestras recolectadas

Fotografía N.º 09: Las muestras fueron almacenadas en un cooler con hielo para preservarlas.



*Fuente: Elaboración propia*

Fotografía N.º 10: Se trasladaron las muestras al laboratorio acreditado el mismo día de la recolección.



*Fuente: Elaboración propia*

**Anexo N.º 06: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y organolépticos en el laboratorio de calidad de la UCV – Sede Lima Este**

Fotografía N.º 11: Medición de pH pre y post del tratamiento N.º 1.



*Fuente: Elaboración propia.*

Fotografía N.º 12: Medición de pH pre y post del tratamiento N.º 2.



*Fuente: Elaboración propia*

Fotografía N.º 13: Análisis de Color en pre y post del tratamiento N.º 3.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N.º 14: Medición de Olor pre y post del tratamiento N.º 1.



Fuente: Elaboración propia



**Anexo N.º 7: Fichas de recolección de datos.**

	TRATAMIENTO DE FILTRO LENTO DE ARENA	AUTOR: FECHA:
	FICHA DE OBSERVACIÓN	PÁGINAS: 1 DE 1

MUESTRA	Diseño del Tratamiento		Capacidad del Filtro Lento de Arena	
	Granulometría ( $\mu\text{m}$ )	Tamaño de capa (cm)	Tiempo (min)	Variación de DBO (mg/l)
TRATAMIENTO 1				
TRATAMIENTO 2				
TRATAMIENTO 3				

*Fuente: Elaboración propia*

	RESULTADOS AL FINALIZAR EL TRATAMIENTO DE FILTRO LENTO DE ARENA			AUTOR: FECHA:	
	FICHA DE OBSERVACIÓN			PÁGINAS: 1 DE 1	
MUESTRA	Parámetros Físicoquímicos			Parámetros Organolépticos	
	TSS (mg/l)	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	pH	Color (UC)	Olor
TRATAMIENTO 1					
TRATAMIENTO 2					
TRATAMIENTO 3					

Fuente: Elaboración propia


	OBTENCIÓN DE LA MUESTRA DEL EFLUENTE DE PROCEDENCIA MERCADO DE FLORES	AUTOR: LUGAR DE MONITOREO:
	<b>FICHA DE DESCRIPTIVA</b>	PÁGINAS: 1 DE 1

ESTACIÓN	FECHA	HORA	EFLUENTE	Cantidad de envases	ANÁLISIS		OBSERVACIONES
				Plástico	DBO	TSS	
EF - 01							
EF - 02							
EF - 03							

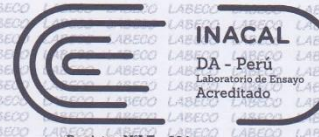
*Fuente: Elaboración propia*



# Anexo N.º 8: Resultado de Análisis de agua.



**LABECO**  
ANALISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado  
Registro N° LE - 034

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034**

## INFORME DE ENSAYO N° 1061-17

**Solicitante** : ROGGER MONCADA LLANOS  
**Dirección del Solicitante** : Calle Las Postas N° 429 - Zarate, San Juan de Lurigancho  
**Atención** : Rogger Moncada Llanos  
**Proyecto** : Desarrollo del Proyecto de Investigación  
**Lugar de Muestreo** : Calle Tedosio Parreño N° 115 - Mercado de Flores, Barranco  
**Tipo de Muestra** : Agua Residual (Industrial)  
**Fecha de Monitoreo** : 09/05/17  
**Fecha de Recepción de Muestra** : 09/05/17  
**Fecha de Inicio de Análisis** : 09/05/17  
**Fecha de Término de Análisis** : 14/05/17

**MEDICIONES IN SITU**

Código de Cliente	Descripción	COORDENADAS UTM	
		Norte	Este
EF-1	Pre - Tratamiento	8669778	0281341
PT-1	Post - Tratamiento	8669778	0281341
RT1-1	Réplica	8669778	0281341
RT1-2	Réplica	8669778	0281341
RT1-3	Réplica	8669778	0281341

**CALIDAD DE AGUA**

Código de Laboratorio	1061-1	1061-2	1061-3	1061-4	1061-5	Límite	Unidad
Código de Cliente	EF-1	PT-1	RT1-1	RT1-2	RT1-3	Detección	
<b>Parámetros Físicoquímicos</b>							
TSS	154	10	10	18	13	4	mg/L
DBO <sub>5</sub>	403,8	179,4	179,5	180,2	179,8	2,0	mg/L

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Agua.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

**Método de Análisis:**  
 TSS: APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Edition 2012 Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.  
 DBO<sub>5</sub>: APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Edition 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.

1 de 2  
Revisión: 09

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
 Surquillo - Lima  
 Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
 web: www.labecoperu.com  
 e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 034**



*[Handwritten signature]*

**Ing. Yelitsa Rojas Villalva**  
CIP N° 185709  
Supervisor de Emisión de Informes de  
Ensayo FQ

**Lima, 17 de Mayo de 2017.**

- Nota 1:** El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.  
**Nota 2:** Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Gestión de la entidad que lo produce".  
**Nota 3:** Las muestra(s) y/o submuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.  
**Nota 4:** El laboratorio declara la validez del presente Informe de Ensayo por el periodo de un año, para las fines que el cliente estime convenientemente.  
**Nota 5:** Toda corrección o emienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con la declaración "Suplemento al Informe de ensayo".  
**Nota 6:** Está prohibida la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.  
**Nota 7:** Se adjunta el LB-F-13, Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.  
**Anexo 1:** Condiciones de recepción.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
Surquillo - Lima  
Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
web: www.labecoperu.com  
e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com

2 de 2  
Revisión: 09

TELÚRO INDUCIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 034**

**INFORME DE ENSAYO N° 1068-17**

**Solicitante** : ROGGER MONCADA LLANOS  
**Dirección del Solicitante** : Calle Las Postas N° 429 - Zarate, San Juan de Lungarcho  
**Atención** : Rogger Moncada Llanos  
**Proyecto** : Desarrollo del Proyecto de Investigación  
**Lugar de Muestreo** : Calle Tadosio Parraño N° 115 - Mercado de Flores, Barranco  
**Tipo de Muestra** : Agua Residual (Industrial)  
**Fecha de Muestreo** : 10/05/17  
**Fecha de Recepción de Muestra** : 10/05/17  
**Fecha de Inicio de Análisis** : 10/05/17  
**Fecha de Término de Análisis** : 15/05/17

**MEDICIONES IN SITU**

Código de Cliente	Descripción	COORDENADAS UTM	
		Norte	Este
EF-2	Pre - Tratamiento	8869778	0281341
PT-2	Post - Tratamiento	8869778	0281341
RT2-1	Réplica	8869778	0281341
RT2-2	Réplica	8869778	0281341
RT2-3	Réplica	8869778	0281341

**CALIDAD DE AGUA**

Código de Laboratorio	1068-1	1068-2	1068-3	1068-4	1068-5	Limite	Unidad
Código de Cliente	EF-2	PT-2	RT1-2	RT2-2	RT2-3	Detección	
<b>Parámetros Fisicoquímicos</b>							
TSS	150	8	9	9	8	4	mg/L
DBO <sub>5</sub>	403,8	54,2	55,5	58,2	58,6	2,0	mg/L

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Agua.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

**Método de Análisis:**

TSS: APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Edition 2012 Series, Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.  
 DBO<sub>5</sub>: APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Edition 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test.

LB-F-38

1 de 2  
Revisión: 09

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Médico  
 Surquillo - Lima  
 Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
 web: www.labecoperu.com  
 e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR UN AUTORISMO COMPETENTE.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 034**



**Ing. Yelitza Rojas Villalva**  
CIP N° 185709  
Supervisor de Emisión de Informes de  
Ensayo F/Q

**Lima, 18 de Mayo de 2017.**

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: El laboratorio declara la validez del presente Informe de Ensayo por el periodo de un año, para los fines que el cliente estime conveniente.
- Nota 5: Toda corrección o enmienda hecha al presente Informe de Ensayo será emitida con la declaración "Suplemento al Informe de Ensayo".
- Nota 6: Está prohibida la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 7: Se adjunta el LB-F-13. Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

**Anexo 1: Condiciones de recepción.**

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
Surgulillo - Lima  
Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
web: [www.labecoperu.com](http://www.labecoperu.com)  
e-mail: [labeco@labecoperu.com](mailto:labeco@labecoperu.com), [labecoperu@gmail.com](mailto:labecoperu@gmail.com)

2 de 2  
Revisión: 09

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 034

**INFORME DE ENSAYO N° 1081-17**

**Solicitante** : ROGGER MONCADA LLANOS  
**Dirección del Solicitante** : Calle Las Postas N° 429 - Zarate, San Juan de Lurigancho  
**Atención** : Rogger Moncada Llanos  
**Proyecto** : Desarrollo del Proyecto de Investigación  
**Lugar de Muestreo** : Calle Tedosio Parreño N° 115 - Mercado de Flores, Barranco  
**Tipo de Muestra** : Agua Residual (Industrial)  
**Fecha de Monitoreo** : 11/05/17  
**Fecha de Recepción de Muestra** : 11/05/17  
**Fecha de Inicio de Análisis** : 11/05/17  
**Fecha de Término de Análisis** : 16/05/17

**MEDICIONES IN SITU**

Código de Cliente	Descripción	COORDENADAS UTM	
		Norte	Este
EF-3	Pre - Tratamiento	8669778	0281341
PT-3	Post - Tratamiento	8669778	0281341
RT3-1	Réplica	8669778	0281341
RT3-2	Réplica	8669778	0281341
RT3-3	Réplica	8669778	0281341

**CALIDAD DE AGUA**

Código de Laboratorio	1081-1	1081-2	1081-3	1081-4	1081-5	Límite	Unidad
Código de Cliente	EF-3	PT-3	RT3-1	RT3-2	RT3-3	Detección	
<b>Parámetros Físicoquímicos</b>							
TSS	150	7	6	11	5	4	mg/L
DBO <sub>5</sub>	402,4	11,5	12,8	11,6	11,2	2,0	mg/L

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Agua.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

**Método de Análisis:**

TSS: APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Edition 2012 Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.  
DBO<sub>5</sub>: APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Edition 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.

LB-F-38

Revisión: 09

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico  
Surquillo - Lima  
Teléfonos: 242-2696 / 444-8987  
web: www.labecoperu.com  
e-mail: labeco@labecoperu.com, labecoperu@gmail.com





**Anexo N.º 09: Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) DECRETO SUPREMO N.º 002-2008-MINAM**

**CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES**

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
<b>Fisicoquímicos</b>		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(uS/cm)	<2 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos - P	mg/L	1
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	10
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	0,06
Oxígeno Disuelto	mg/L	> =4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0,05
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5-6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo (6+)	mg/L	0,1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2
<b>Orgánicos</b>		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
<b>Plaguicidas</b>		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	0,001
Dieldrin (Nº CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrin	ug/L	0,004

Fuente: Categoría 3, DECRETO SUPREMO N° 002-2008-MINAM

**Anexo N.º 10: Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario DECRETO SUPREMO N° 021-2009-VIVIENDA**

<b>ANEXO N° 01</b>			
PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	A y G	100

<b>ANEXO N° 02</b>			
Valores Máximos Admisibles <sup>(1)</sup>			
PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	0.5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0.2
Cianuro	mg/L	CN	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr <sup>+6</sup>	0.5
Cromo total	mg/L	Cr	10
Manganeso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0.02
Níquel	mg/L	Ni	4
Plomo	mg/L	Pb	0.5
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	500
Sulfuros	mg/L	S <sup>-2</sup>	5
Zinc	mg/L	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	NH <sup>+4</sup>	80
pH <sup>(2)</sup>		pH	6-9
Sólidos Sedimentables <sup>(2)</sup>	mL/L/h	S.S.	8.5
Temperatura <sup>(2)</sup>	°C	T	<35

Fuente: Anexo N.º 1 y 2, DECRETO SUPREMO N° 021-2009-VIVIENDA



## Anexo N.º 11: Operacionalización de variables

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente					
¿Cuál es la eficiencia del tratamiento de filtro lento de arena para la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017?	Evaluar la eficiencia del tratamiento de filtro lento de arena para la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017.	El tratamiento de filtro lento de arena si es eficiente para la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017.	EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE FILTRO LENTO DE ARENAS	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
				La eficiencia del tratamiento filtro lento de arena se basa en la remoción de parámetros fisicoquímicos teniendo como principal indicador la demanda bioquímica de oxígeno, dicho desempeño constará en su construcción, diseño y ejecución, una capa porosa de arena a diferentes granulometrías y tamaño capas, considerando el tiempo, asimismo es una tecnología limpia que purifica el agua. (Canepa et al., 1992, P. 26).	Se diseñó 3 filtros a partir de su caracterización del mismo. Para se tuvo en cuenta: la granulometría y tamaño de las capas de filtración, el acondicionamiento será en un balde de plástico (capacidad de 20 litros y con una altura de 45 cm) en la parte inferior se colocará un tubo de drenaje para que pueda circular el agua tratada.	Diseño del Filtro Lento de Arena	Granulometría	µm
							Tamaño de capa	cm
						Capacidad del Filtro Lento de Arena	Variación de DBO	mg/l
Tiempo del Filtro Lento de Arena	Min							
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente					
¿En qué medida el diseño del filtro lento de arena afecta la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017?	Determinar si el diseño del filtro lento de arena afecta la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017.	El diseño del filtro lento de arena si afecta en la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017.	REMOCIÓN DE CARGA ORGÁNICA	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
				La carga orgánica en el agua es susceptible de ser oxidada y transformada en compuesto más simples, para tener la remoción de carga orgánica presente en un líquido tiene como indicador principal el método de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), seguidos por los parámetros fisicoquímicos y organolépticos. (Aguilera, 2003, P.254)	Para determinar la remoción de carga orgánica por el tratamiento filtro lento de arena se tomó en cuenta la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y los parámetros fisicoquímicos como solidos suspendidos totales, conductividad eléctrica y pH del efluentes, en parámetros organolépticos serán el color y olor.	Parámetros Fisicoquímicos	TSS	mg/l
pH	Conductividad	µS/cm						
	Ácido <7							
	Neutro 7							
Alcalino >7								
¿En qué medida la capacidad del filtro lento de arena afecta la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017?	Determinar si la capacidad del filtro lento de arena afecta la remoción de carga orgánica en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017.	La capacidad del filtro lento de arena afecta la remoción de carga orgánica en un 50% en efluentes del mercado de flores "El Paraíso", Barranco, 2017.	REMOCIÓN DE CARGA ORGÁNICA	Parámetros Organolépticos	Color	UC		
					Olor	Inodoro		
Olor Vegetal								

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N.º 12: Validación de instrumentos



### INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: QUIJANO Pacheco, Wilber S.  
 I.2. Cargo e Institución donde labora: DOCENTE - UCV  
 I.3. Especialidad del experto: RECURSOS NATURALES  
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: \_\_\_\_\_  
 I.5. Autor del instrumento: ROBERT ALBERTO MONCADA LLANOS

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				80	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica				80	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación				80	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de.....				80	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				80	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				80	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación				80	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.				80	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento				80	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				80	

#### Primera Variable

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
GRANULOMETRÍA	/		
TAMAÑO DE CAPA	/		
VARIACIÓN DE DBO	/		
DBO INICIAL	/		
DBO FINAL	/		
TIEMPO DE FILTRACIÓN	/		



Segunda Variable

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
TSS	/		
CONDUCTIVIDAD	/		
pH	/		
COLOR	/		
OLOR	/		
	/		
	/		

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. Usar como está.
2. \_\_\_\_\_

**IV. PROMEDIO DEVALORACION:**

80

San Juan de Lurigancho, 09 de 07 del 2017

Firma de experto informante  
DNI: 06082600

**INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: Leyva Ucedeviza Gonzalo  
 I.2. Cargo e Institución donde labora: DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERIA AMBIENTAL  
 I.3. Especialidad del experto: INGENIERO METALURGICO  
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: \_\_\_\_\_  
 I.5. Autor del instrumento: ROGER ALBERTO MONCADA LLANDS

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:**

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					90
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica					90
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación					90
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de.....					90
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					90
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					90
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación					90
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.					90
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento					90
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					90

**Primera Variable**

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
GRANULOMETRÍA	—		
TAMAÑO DE CAPA	—		
VARIACIÓN DE DBO	—		
DBO INICIAL	—		
DBO FINAL	—		
TIEMPO DE FILTRACIÓN	—		





**UCV**  
UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO

Segunda Variable

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
TSS	✓		
CONDUCTIVIDAD	✓		
pH	✓		
COLOR	✓		
OLOR	✓		
	✓		
	✓		

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**


¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**IV. PROMEDIO DEVALORACION:**

90.

San Juan de Lurigancho, 10 de julio del 2017

  
Firma de experto informante  
DNI: 4037063

## INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: Zurita Suarez Erasmo Paul
- I.2. Cargo e Institución donde labora: ETOHEDIOS SAC
- I.3. Especialidad del experto: ING. QUIMICO / Mg. ING AMBIENTAL
- I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: \_\_\_\_\_
- I.5. Autor del instrumento: ROGER ALBERTO MONCADA MANOS

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					90
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica					90
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación					90
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de.....					90
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					90
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					90
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación					90
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.					90
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento					90
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					90

#### Primera Variable

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
GRANULOMETRÍA	✓		
TAMAÑO DE CAPA	✓		
VARIACIÓN DE DBO	✓		
DBO INICIAL	✓		
DBO FINAL	✓		
TIEMPO DE FILTRACIÓN	✓		



**UCV**  
UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO

Segunda Variable

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
TSS	✓		
CONDUCTIVIDAD	✓		
pH	✓		
COLOR	✓		
OLOR	✓		

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**IV. PROMEDIO DEVALORACION:**

San Juan de Lurigancho, 11 de 160 del 2017

90

  
ERASMO RAÚL ZURITA SUAREZ  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP. 96594  
Firma de experto informante  
DNI: 06159844

**INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Dr./Mg.): Degado Arenas, Antonio Leonardo  
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Cord. de Investigación  
 1.3. Especialidad del experto: Inq. Químico  
 1.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: \_\_\_\_\_  
 1.5. Autor del instrumento: ROGER MONCADA LLANOS

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:**

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					90%
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica					90%
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación					90%
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de.....					90%
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					90%
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					90%
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación					90%
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.					90%
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento					90%
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					90%

**PRIMERA VARIABLE :**

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
GRANULOMETRÍA	✓		
TAMAÑO DE CAPA	✓		
VARIACIÓN DE DBO	✓		
DBO INICIAL	✓		
DBO FINAL	✓		
TIEMPO DE FILTRACIÓN	✓		



**SEGUNDA VARIABLE:**

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
TSS	✓		
CONDUCTIVIDAD	✓		
pH	✓		
COLOR	✓		
OLOR	✓		
	✓		

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. Ninguno
2. \_\_\_\_\_

**IV. PROMEDIO DEVALORACION:**

San Juan de Lurigancho, 11 de 07 del 2016

90

  
Firma de experto informante  
DNI: 82671642

**INFORME DE OPINIÓN EN RELACIÓN A LA VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: CARBAJAL QUISPE PERCY
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: DOCENTE OFICINA INVESTIGACIÓN
- 1.3. Especialidad del experto: METODÓLOGO
- 1.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: F. DE OBS.
- 1.5. Autor del instrumento: MONCADA LLANOS ROGGER

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:**

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				✓	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica				✓	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación				✓	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de .....				✓	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				✓	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				✓	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación				✓	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.				✓	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento				✓	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				✓	

**ITEMS DE LA PRIMERA VARIABLE**

N°	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				



16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**IV. PROMEDIO DEVALORACION:**

80%

San Juan de Lurigancho, 24 de NOV. del 2016

  
 .....  
 Firma de experto informante  
 DNI: 28604760



# Anexo N.º 13. Certificado de Calibración de equipos utilizados.



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL – DA CON REGISTRO Nº LC - 001**



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

Registro Nº LC - 001

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº TC-0436-2016

Fecha de Emisión : 2016-05-13

EXP.: 56369  
Pág. 1 de 9

**1. Solicitante** : LABECO ANALISIS AMBIENTALES S.R.L.

**2. Dirección** : Calle Víctor Alzamora Nº 348 - Urb. Barrio Medico - Surquillo - Lima.

**3. Equipo calibrado** : ESTUFA

- Marca / Fabricante : MEMMERT
- Identificación : TE71SI1T
- Modelo : UN 5S
- Serie : B213.2051
- Procedencia : Alemania
- Ventilación : Natural
- Ubicación : Sala de instrumentación Nº 1

**4. Temperatura de trabajo** : (100 °C y 104 °C) ± 1 °C y (180 °C ± 2 °C)

**5. Lugar de calibración** : Instalaciones de LABECO ANALISIS AMBIENTALES S.R.L.

**6. Fecha de calibración** : 2016-05-09

**7. Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa según el PC-018: 2º Ed. , "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático " del INDECOPI-SNM.

**8. Trazabilidad**  
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INDECOPI - SNM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del equipo y del instrumento de medición.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IT-442	Termómetro digital con 10 termopares tipo K (K442-25 al K442-34) con incertidumbre ( U ) desde 0,08 °C hasta 0,10	T-0590-2016 METROIL S.A.C.

**9. Condiciones de calibración**

Temperatura ambiental : Inic.: 23,6 °C ; Fin.: 23,7 °C

Humedad relativa : Inic.: 68 % H.R. ; Fin.: 69 % H.R.

Volumen Interior : 20 % de carga ( \* )

**10. Instrumentos de medición del equipo**

Nombre	Alcance de Indicación	División Mínima	Tipo
Termómetro	No indica	0,1 °C	Digital
(**) Controlador	20 °C a 300 °C	0,1 °C y 0,5 °C	Digital

Ing. MARCO A. MONTALVO CABREJOS  
Gerente Técnico  
C.I.P.: 118920



**METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.**  
Av. Venezuela Nº 2040 Lima 01 – Lima – Perú Central Telef.: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 072 424  
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / RPM #958 436 704 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe





**LABORATORIO DE CALIBRACION ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION  
INACAL – DA CON REGISTRO N° LC - 001**

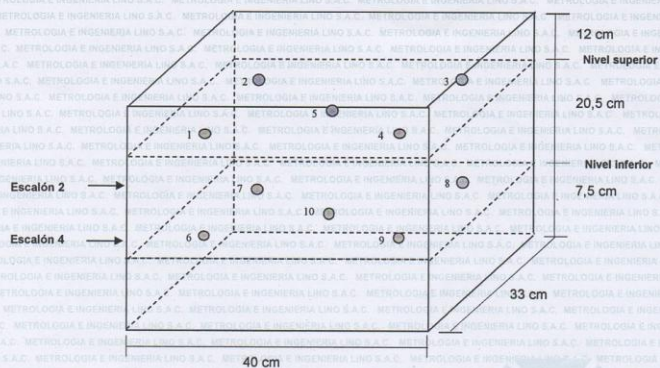


Registro N°LC - 001

Certificado de Calibración N° TC-0436-2016

Pág. 8 de 9

**12. Distribución de termopares en el equipo**



- Los termopares 5 y 10 se ubicaron sobre el centro de sus respectivos niveles.
- Los demás termopares se ubicaron a 7 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y
- Los termopares del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura más alta que emplea el usuario.
- Los termopares del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja que emplea el usuario.
- Los escalones indican la posición de las parrillas.

**13. Observaciones**

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La calibración se efectuó 2 horas después que se cerró la puerta y se encendió el equipo.
- Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido realizada, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados para la temperatura de 104 °C, y NO CUMPLE para las temperaturas de 100 °C y 180 °C.
- El controlador del equipo se programó en 101,5 °C; 109,5 °C y 180,0 °C para las temperaturas de trabajo indicadas en el Item 4.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$ , que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- (\*) La carga estaba constituida por 4 capsulas de porcelana.
- (\*) La resolución del termómetro controlador es de 0,1 °C para las temperaturas de 20 °C a 100 °C; y de 0,5 °C para las temperaturas de 100 °C a 300 °C.



**METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.**

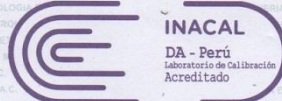
Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 – Lima – Perú Central Telef.: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 072 424

Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / RPM #958 436 704 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe





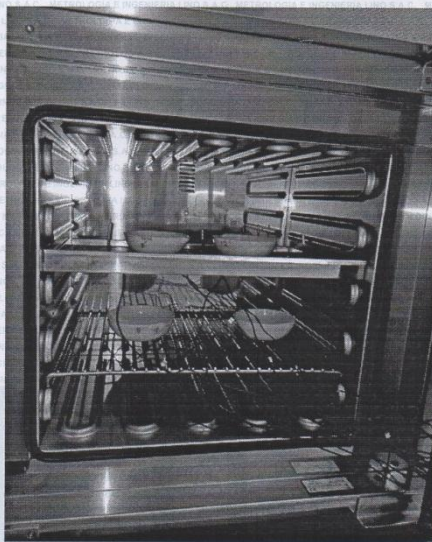
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL – DA CON REGISTRO N° LC - 001**



Registro N°LC - 001

Certificado de Calibración N° TC-0436-2016  
Pág. 9 de 9

**Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura y de las cargas en el medio isotermo**



(FIN DEL DOCUMENTO)



**METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.**

Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 – Lima – Perú Central Telef.: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 072 424

Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / RPM #958 436 704 E-mail: [ventas@metroil.com.pe](mailto:ventas@metroil.com.pe) / Web: [www.metroil.com.pe](http://www.metroil.com.pe)





**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL – DA con REGISTRO N° LC - 001**



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

Registro N° LC - 001

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° TC-0435-2016**

Fecha de Emisión : 2016-05-13

EXP.: 56369

Pág. 1 de 5

1. **Solicitante** : LABECO ANALISIS AMBIENTALES S.R.L.

2. **Dirección** : Calle Victor Alzamora N° 348 - Urb. Barrio Medico - Surquillo - Lima

3. **Equipo calibrado** : INCUBADORA

• **Marca / Fabricante** : PRECISION

• **Identificación** : TE70S11T

• **Modelo** : INCUBATOR 815

• **Serie** : 602081862

• **Procedencia** : Canadá

• **Ventilación** : Forzada

• **Ubicación** : Sala de instrumentación 1

4. **Temperatura de trabajo** : 20 °C ± 1 °C

Instalaciones de LABECO ANALISIS

5. **Lugar de calibración** : AMBIENTALES S.R.L.

6. **Fecha de calibración** : 2016-05-09

7. **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación directa según el PC-018: 2° Ed. ,  
"Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático " del INDECOPI-SNM.

8. **Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INDECOPI - SNM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IT-418	Termómetro digital con 12 termopares tipo K (K418-16 al K418-27) con incertidumbre (U) desde 0,08 °C hasta 0,10 °C	T-0910-2016 METROIL S.A.C.

9. **Condiciones de calibración**

Temperatura ambiental : Inic.: 24,7 °C ; Fin.: 24,8 °C

Humedad relativa : Inic.: 66 % H.R. ; Fin.: 65 % H.R.

Volumen Interior : 5 % de carga (\*)

10. **Instrumentos de medición del equipo**

Nombre	Alcance de Indicación	División Mínima	Tipo
Termómetro Controlador	-10 °C a 50 °C	0,1 °C	Digital

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del equipo y del instrumento de medición.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

  
Ing. MARCO A. MONTALVO  
Gerente Técnico  
C.I.P.: 118920



**METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.**

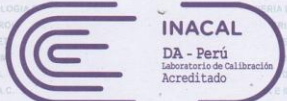
Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 – Lima – Perú Central Telef.: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 072 424

Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / RPM #958 436 704 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe





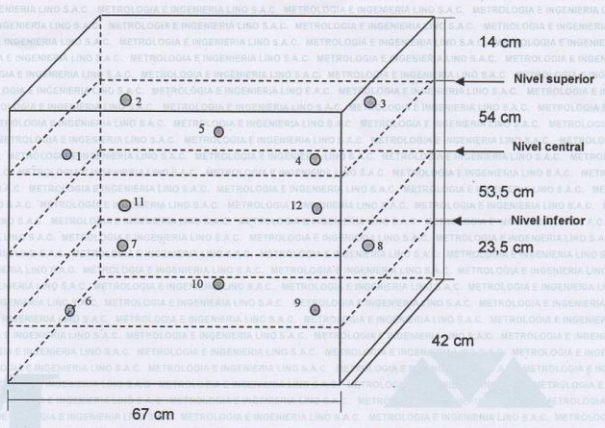
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL – DA CON REGISTRO N° LC - 001**



Registro N° LC - 001

Certificado de Calibración N° TC-0435-2016  
Pág. 5 de 5

**12. Distribución de termopares en el equipo**



- Los termopares 5 y 10 se ubicaron sobre el centro de sus respectivos niveles.
- Los termopares 11 y 12 se ubicaron a 10 cm de las paredes laterales y a 21 cm del fondo y frente del equipo.
- Los demás termopares se ubicaron a 10 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo.
- Los termopares del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura más alta que emplea el usuario.
- Los termopares del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja que emplea el usuario.

**13. Observaciones**

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La calibración se efectuó 2 horas después que se cerró la puerta y se encendió el equipo.
- Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de las temperaturas.
- El controlador del equipo se programó en 20,0 °C para la temperatura de trabajo indicada en el ítem 4.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- (\*) La carga estaba constituida por recipientes con contenido líquido.



**METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.**

Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 – Lima – Perú Central Telef.: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 072 424

Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / RPM #958 436 704 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe





**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL – DA CON REGISTRO N° LC - 001**



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

Registro N° LC - 001

Certificado de Calibración N°TC-0435-201f  
Pág. 6 de 6

**Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura y de las cargas en el medio isoterma**



(FIN DEL DOCUMENTO)



**METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.**

Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 – Lima – Perú Central Telef.: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 072 424

Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / RPM #958 436 704 E-mail: [ventas@metroil.com.pe](mailto:ventas@metroil.com.pe) / Web: [www.metroil.com.pe](http://www.metroil.com.pe)

