



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Contreras Gomez, Victor Kevin (ORCID: 0000-0002-0509-1648)

Manrique Chavez, Yuri Violeta (ORCID: 0000-0002-4539-0351)

**ASESOR(A):**

Ms.C. Aliaga Martinez Maria Paulina (ORCID: 0000-0003-2767-4825)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA — PERÚ

2021

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a DIOS, a mi FAMILIA y a mis AMIGOS por su apoyo incondicional que en todo momento y en toda circunstancia fueron quienes me motivaron a diario a seguir adelante.

Victor Kevin, Contreras Gómez

Doy gracias a DIOS por guiarme en todo paso que doy, a mis PADRES por su apoyo incondicional y motivación que me brindan, y a mi asesora, por impulsarme y ser mi guía para la publicación del trabajo de investigación que desarrollé.

Yuri Violeta, Manrique Chavez

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo quien me brindó una excelente asesora Ms.C. María Aliaga Martínez, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas. Gracias por la confianza ofrecida desde que llegué a este taller. Y por último a Dios: Quien fue el ser que guio mis pasos en cada momento para poder afrontar este reto profesional en mi vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	13
II. MARCO TEÓRICO .....	17
III. METODOLOGÍA .....	41
3.1. Tipo y diseño de Investigación .....	41
3.2. Variables y operacionalización .....	42
3.3. Población muestra y muestreo .....	44
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.4.1 Materiales .....	45
3.4.2 Procedimiento.....	46
3.4.3 Técnicas para las pruebas experimentales.....	54
3.5. Método de análisis de datos.....	55
3.6. Aspectos éticos .....	56
IV. RESULTADOS.....	57
4.1. Resultados descriptivos relacionados a los objetivos de investigación	57
4.1.1. Resultados relacionados al objetivo específico 1: Determinar la caracterización de la materia orgánica.....	57

4.1.2.	Resultados relacionados al objetivo específico 2: evaluar los parámetros de operación del filtro percolador de piedra pómez .....	61
4.1.3.	Resultados relacionados al objetivo específico 3: determinar la eficiencia en remoción de DBO5, SST y aceites y grasas .....	67
4.1.4.	Resultados relacionados al objetivo específico 4: determinar la biomasa microbiana adherida al filtro percolador de piedra pómez.....	84
4.2.	Contrastación de las hipótesis .....	86
4.2.1.	Hipótesis General.....	86
4.2.2.	Hipótesis específicas 1 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3.	Hipótesis específicas 2 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4.	Hipótesis específicas 3.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.5.	Hipótesis específicas 4 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.	DISCUSIÓN .....	90
VI.	CONCLUSIONES .....	95
VII.	RECOMENDACIONES .....	97
VIII.	REFERENCIAS .....	98
IX.	ANEXOS .....	105
Anexo 1.	Matriz de consistencia Título: “Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021”.....	105
Anexo 2.	Operacionalización de Variables.....	106
Anexo 3.	Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales .....	107
Anexo 4.	Resultados del primer análisis. ....	108
Anexo 5.	Resultados del segundo análisis.....	110
Anexo 6.	Resultados del tercer análisis. ....	111
Anexo 7.	Resultados del cuarto análisis. ....	114
Anexo 8.	Resultados del quinto análisis.....	116

Anexo 9. Representación gráfica del filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021 .....	118
Anexo 10. Turnitin .....	119
Anexo 11. Validación de instrumentos .....	120
Anexo 12. Análisis de muestra de aguas residuales en la planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica.....	151
Anexo 13. Análisis de muestra de aguas residuales en la planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica.....	151
Anexo 14. Instalación de la bomba que impulsará el agua residual a la planta a escala piloto. 152	
Anexo 15. Conexión de accesorios y filtro percolador, utilizados para el tratamiento del agua residual del camal de Huancavelica. ....	152
Anexo 16. Realizando la prueba hidráulica en el tanque de almacenamiento, regulador de caudal y filtro percolador de piedra pómez.....	153
Anexo 17. Arranque del sistema a escala piloto para el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica.....	153
Anexo 18. Resultados de la entrada (punto A) y salida (punto B) del agua residual, para un Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) de 27 segundos. Laboratorio microbiológico de análisis de agua de la Red de Salud Huancavelica. ....	154
Anexo 19. Resultados de muestreo del Punto A y Punto B. Laboratorio microbiológico de análisis de agua de la Red de Salud Huancavelica. ....	154

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables .....	43
Tabla 2. Instrumento Recolección De Datos .....	44
Tabla 3. Validación por jueces expertos.....	45
Tabla 4. Materiales.....	46
Tabla 5. Resultado de monitoreo del agua sin tratamiento .....	57
Tabla 6. Monitoreo del mes de marzo y abril, 2021.....	59
Tabla 7. Monitoreo de PH del mes de marzo y abril.....	61
Tabla 8. Temperatura del agua residual en el punto de muestreo .....	63
Tabla 9. Eficiencia de remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub> para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos - Monitoreo de demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ).....	68
Tabla 10. Eficiencia de remoción de la DBO <sub>5</sub> para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos. ....	70
Tabla 11. Monitoreo de DBO <sub>5</sub> para un tiempo de retención hidráulico de 27 y 15 segundos.....	73
Tabla 12. Monitoreo de la DBO <sub>5</sub> para un tiempo de retención hidráulica de 15 segundos.....	74
Tabla 13. Monitoreo de DBO <sub>5</sub> para un tiempo de retención hidráulico de 27 segundos.....	76
Tabla 14. Eficiencia de remoción de SST para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos .....	77
Tabla 15. Eficiencia de remoción de SST para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos .....	78
Tabla 16. Eficiencia de remoción de Aceites y Grasas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos.....	81
Tabla 17. Eficiencia de remoción de Aceites y Grasas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos.....	82
Tabla 18. Resultados de parámetros microbiológicos.....	84
Tabla 19. Cálculo de tiempo de retención hidráulica (TRH) .....	85
Tabla 20. Estadística descriptiva realizado en el software SPSS.....	87
Tabla 21. Prueba de normalidad .....	87

Tabla 22. Eficiencia de remoción de la DBO5 respecto al TRH – Monitoreo de aguas residuales .....	93
---------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa satelital de la ubicación de la zona de recolección de muestra de agua – Camal Municipal de Huancavelica (Zona de Estudio) .....	47
Figura 2. Conexiones y armado de tuberías con la bomba de agua para la impulsión al tanque de almacenamiento. ....	48
Figura 3. Conexión eléctrica para el funcionamiento de la bomba .....	48
Figura 4. Conexión de tuberías de media pulgada hacia el tanque de almacenamiento. ....	49
Figura 5. Conexión hacia el regulador de caudal. ....	49
Figura 6. Instalación del regulador de caudal mediante válvulas de compuerta para la regulación de caudal.....	50
Figura 7. Instalación de un soporte para la piedra pómez.....	51
Figura 8. Vaciado de la piedra pómez. ....	51
. Figura 9. Preparación de equipos de protección personal para el muestreo de agua .....	52
Figura 10. Preparación de equipos para el muestreo de agua en el efluente de la prueba piloto.....	53
Figura 11. Preparación de equipos para el muestreo en el efluente de la prueba piloto.....	53
Figura 12. Puntos de monitoreo del filtro percolador de piedra pómez .....	54
Figura 13. Determinación en los puntos de muestreo de entrada y salida .....	54
Figura 14. Esquema general de la investigación .....	55
Figura 15. Parámetros de Límites Máximos Permisibles D.S 003 -2010 MINAM. 58	
Figura 16. norma OS.090 plantas de tratamiento de aguas residuales – Remoción (%).....	60
Figura 17. Potencial de hidrogeno promedio (pH) vs tiempo acumulado en días 61	
Figura 18. Comparación del pH con los límites máximos Permisibles (LMP).....	62
Figura 19. Temperatura Ambiental .....	63
Figura 20. Temperatura de ingreso de agua residual (°C) vs Tiempo de acumulación (días) .....	64
Figura 21. Temperatura de salida de agua residual (°C) vs Tiempo de acumulación (días) .....	65

Figura 22. Comparación de la temperatura en el punto A con el límite máximo permisible (LMP) .....	66
Figura 23. Comparación de la temperatura en el punto B con el límite máximo permisible (LMP) .....	67
Figura 24. Eficiencias de remoción de DBO5 obtenidas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos.....	69
Figura 25. Eficiencias obtenidas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos.....	71
Figura 26. Comparación de DBO5 con los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR del camal municipal de Huancavelica.....	72
Figura 27. Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L) en Punto A y Punto B .....	75
Figura 28. Demanda Bioquímica de oxígeno (mg/L) en Punto A y Punto B.....	77
Figura 29. Eficiencia de remoción de SST para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos .....	78
Figura 30. Eficiencia de remoción de SST (%) para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos.....	79
Figura 31. Comparación de Solidos Suspendidos Totales (SST) con los límites máximos permisibles (LMP) - D.S 003 -2010 MINAM .....	79
Figura 32. Análisis de Eficiencia de Remoción Sólidos Suspendidos Totales SST .....	80
Figura 33. Eficiencias obtenidas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos.....	81
Figura 34. Eficiencias obtenidas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos.....	82
Figura 35. Comparación de Aceites y Grasas con los Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.....	83
Figura 36. Concentración de aceites y grasas. ....	84
Figura 37. Histograma de frecuencias de la normalidad de datos, procesada en el software SPSS .....	88
Figura 38. Prueba Wilcoxon para una muestra procesada en el software SPSS .	89

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general en analizar la eficiencia de un filtro percolador de piedra pómez en la remoción de materia orgánica en el tratamiento del agua residual municipal en Huancavelica. La metodología que se empleó fue la capacidad de remoción del filtro percolador de piedra pómez como tratamiento secundario de la planta de tratamiento de las aguas residuales del camal municipal de Huancavelica. Se desarrolló una planta piloto compuesta por una bomba para la impulsión del agua residual, tuberías para la circulación del caudal, válvula de compuerta para la regulación del caudal, tanque de almacenamiento y filtro percolador; con un caudal de 0.01 l/s (600 ml/min). Para la eficiencia de la remoción se consideró la temperatura ambiental que nos da un mínimo es de 11°C y la máxima es de 17°C, Siendo la temperatura media de 14.61°C. Se obtuvieron resultados en la eficiencia de remoción en Sólidos Suspendido Totales (SST) de un 40.01% promedio, DBO<sub>5</sub> un promedio de 34.98% de remoción y Aceites y grasas un promedio de 17.85% en un tiempo de retención hidráulica de 15 segundos; y en un tiempo de retención hidráulico de 27 segundos nos resultó lo siguiente; SST 41.86%, DBO<sub>5</sub> un 56.97 % y Aceites y grasas 23.40% de eficiencia de remoción de materia orgánica. Se concluye que el tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos fue más eficiente que en un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos.

Palabras clave: DBO<sub>5</sub>, Tiempo Retención Hidráulica, Materia Orgánica, Filtro Percolador.

## ABSTRACT

The present work had as general objective is to analyze the efficiency of a percolation filter of pumice stone in the removal of organic matter in the treatment of municipal wastewater in Huancavelica. The methodology used was the removal capacity of the pumice percolator filter as a secondary treatment of the wastewater treatment plant of the Huancavelica municipal slaughterhouse. A pilot plant was developed consisting of a pump to drive the residual water, pipes to circulate the flow, a gate valve to regulate the flow, a storage tank and a trickling filter; with a flow rate of 0.01 l/s (600 ml/min). For the efficiency of the removal, the environmental temperature was considered, which gives us a minimum of 11°C and the maximum is 17 °C, the average temperature being 14.61°C. Results were obtained in the removal efficiency in Total Suspended Solids (SST) of an average 40.01 %, DBO<sub>5</sub> an average of 34.98% removal and Oils and fats an average of 17.85% in a hydraulic retention time of 15 seconds; and in a hydraulic retention time of 27 seconds we found the following; SST 41.86%, DBO<sub>5</sub> 56.97% and Oils and fats 23.40% of organic matter removal efficiency. It is concluded that the hydraulic retention time (HRT) of 27 seconds was more efficient than in a 15 second HRT.

Keywords: DBO<sub>5</sub>, Hydraulic Retention Time, Organic Matter, trickling filter.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde el enfoque a nivel internacional, el tratamiento de aguas domésticas, municipales e industriales son problemas que aún no tienen una solución sostenible debido a los costos de implementación y operación del sistema. Ya que ocasionan un gran daño, porque estos efluentes afectan directamente a los recursos hídricos, causando un gran impacto debido a las elevadas concentraciones de carga orgánica.

De acuerdo a la UNESCO (2017), refiere que, ante la necesidad global de los recursos hídricos, los derramamientos de aguas residuales producidas por las pequeñas, medianas y grandes industrias y los niveles de contaminación que existen, los cuales representan un crecimiento permanente en el mundo.

En Colombia, los camales municipales generan impactos en el medio ambiente representan el 99% provenientes de camales los mismos que “no cuentan con un sistema de tratamiento de aguas residuales” (Guerrero E., y otros, 2004), en tanto el 93% de estos vierten directamente a cuerpos de agua, por otro lado “el 33% no hace en los absolutos ningún uso de la sangre resultante de los procesos de sacrificio” (Guerrero E., y otros, 2004) y el “84% vierte el contenido del rumen y/o órganos directamente a cuerpos de agua o áreas abiertas” (Guerrero E., y otros, 2004) y respecto al 57% se sabe que no cuentan con presupuesto para realizar su tratamiento de estas aguas (Guerrero E., y otros, 2004).

A nivel nacional “la mayor parte de las aguas residuales provenientes no son tratadas ni recolectadas correctamente” (Guerrero E., y otros, 2004), ya que no está constituido con tecnología que permita un adecuado proceso de tratamiento a los ríos, mares, lagos entre otros.

El camal municipal de Huancavelica desde que empezó a funcionar en el año 2011, no se realizó un adecuado y constante mantenimiento preventivo de aguas residuales, de esta manera Castro (2018) observo que, “el efluente del sistema tiene un color gris oscuro, el color turbio del efluente indicó que el sistema es ineficiente”, para tratar estas aguas residuales que produce el camal municipal de Huancavelica. (Castro Olarte, 2018, pág. 3). En la ciudad de Huancavelica, los efluentes provenientes del camal municipal han venido incrementando la producción debido al factor de incremento de población, el

camal municipal cuenta prácticas y procesos los cuales reducen el nivel de contaminación del agua tratada, pero no en un nivel óptimo puesto que no se encuentra a corte con los niveles de calidad ambiental, para lo cual esto ha ido degradando la calidad de este líquido elemento, contaminando así el río ichu, el cual representa el recurso hídrico de mayor valor en la ciudad, la cual se encuentra en la zona adyacente del centro poblado de Chuñuranra y aguas abajo que se encuentra la ciudad urbana de Huancavelica.

Por lo expuesto, se determinará la eficiencia del filtro percolador de piedra pómez en la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica para disminuir la contaminación de los ecosistemas acuáticos.

Por lo expuesto, se formuló el problema general junto a los problemas específicos, siendo como sigue: El problema general de la investigación fue: ¿Cuál es la eficiencia del filtro percolador de piedra pómez en la remoción de materia orgánica en el tratamiento del agua residual de camal municipal de Huancavelica - 2021?, por lo tanto, el problema específico 1: ¿Cuál es la caracterización de la materia orgánica (DBO<sub>5</sub>, SST y aceites y grasas), pH y temperatura en el agua residual del camal municipal de Huancavelica?, problema específico 2: ¿cuáles son los parámetros de operación del filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica?, problema específico 3: ¿Cuál es la eficiencia de remoción de DBO<sub>5</sub>, SST y aceites y grasas en el filtro percolador en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica? y problema específico 4: ¿Qué biomasa microbiana adherida se encuentran en el filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica?

#### La Justificación

La investigación presentada, contribuirá en el aporte de soluciones al tratamiento de las aguas residuales utilizando la piedra pómez como filtro percolador, utilizando como tratamiento secundario. Este estudio fue necesario puesto que permitirá conocer parámetros de diseño para implementar una tecnología de tratamiento de este tipo, e igual manera los resultados que se

encontrará nos servirán para identificar cuáles son los niveles de eficiencia de la “remoción de materia orgánica” la misma que se mide por filtro percolador de la piedra pómez. Este resultado obtenido será utilizado como punto de partida para la implementación de dicha tecnología o para otros estudios de investigación.

El camal de la municipalidad de Huancavelica carece del tratamiento idóneo sobre sus aguas residuales, los mismos que en su mayoría provienen del camal, un adecuado tratamiento permitiría garantizar que el efluente tratado contenga cuerpos con mínimas concentraciones de materia orgánica en el agua, de esta manera se ayudaría el medio ambiente y a la conservación del agua.

La justificación en el contexto académico, este trabajo contribuirá en la dotación de información útil vinculada a los niveles de eficiencia de remoción de materia orgánica considerando el uso del filtro percolador que servirá para próximas investigaciones, de igual manera en el contexto social este trabajo será útil en dejar un antecedente en la posibilidad de implementar este sistema de tratamiento, contribuyendo a futuro en la reducción de la contaminación de ríos asimismo evitará conflictos con los pobladores aledaños del camal municipal de Huancavelica.

A base a ello, nace el objetivo general de la investigación el cual es: analizar la eficiencia del filtro de percolación de piedra pómez en la remoción de materia orgánica en el tratamiento del agua residual del camal municipal en Huancavelica - 2021; el objetivo específico 1: Determinar la caracterización de la materia orgánica ( $DBO_5$ , SST y aceites y grasas), pH y temperatura en el agua residual del camal municipal de Huancavelica, objetivo específico 2: Evaluar los parámetros de operación del filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica, objetivo específico 3: Determinar la eficiencia en remoción de  $DBO_5$ , SST y aceites y grasas en el en el filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica y objetivo específico 4: Identificar la biomasa microbiana adherida al filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica.

Como hipótesis general tenemos: La eficiencia con filtro percolador de piedra pómez, en la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual municipal en Huancavelica - 2021 será mayor a 40%.

Hipótesis específicas tenemos hipótesis específicos 1: La identificación y cuantificación del punto A y Punto B de la materia orgánica (DBO5, SST y aceites y grasas), pH y temperatura en el agua residuales del camal municipal de Huancavelica, hipótesis específicos 2: Los parámetros de operación serán óptimos en el filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica, hipótesis específicos 3: La eficiencia de remoción de DBO5, SST, aceites y grasas en el filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica - 2021 será mayor a 40% e hipótesis específico 4: Los microorganismos adheridos al filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica son Escherichia coli, Salmonella y Pseudomonas.

## II. MARCO TEÓRICO

Peter W. Harris; Bernadette K. McCabe (2015), desarrollaron la investigación titulada *Review of pre-treatments used in anaerobic digestion and their potential application in high-fat cattle slaughterhouse wastewater*, la cual tuvo como objetivo, la exploración de pretratamiento para la digestión anaeróbica (DA) de aguas residuales de camal de ganado con alto contenido de grasa. Tuvo como enfoque central “las aguas residuales de los camales” de ganado que se deriva de la naturaleza del alto contenido de aceites y grasas presente en las aguas residuales del procesamiento de carne roja de Australia. Donde observaron, como los que operan en Australia, suelen producir aguas residuales que transportan altas cargas de alto contenido de aceites y grasas de 100 mg/L. Sin embargo, debido a la naturaleza hidrófoba e inhibidora de la grasa, el aceite y la grasa, es difícil acceder a este potencial de metano. Como resultado en el campo del pretratamiento de aguas residuales y posterior digestión anaeróbica con el objetivo de incrementar el rendimiento de biogás, con énfasis en la digestión de desechos con alto contenido de grasas, aceites y grasas. Llegaron a la conclusión que las consideraciones más importantes para seleccionar una tecnología de pretratamiento son el balance energético y los costos.

Esta revisión que hicieron los autores cubre los pretratamientos mecánicos, incluida la homogeneización a alta presión, el ultrasonido de baja frecuencia y la desintegración electrocinética, y otras formas de pretratamiento; estos experimentos también proporcionarán una evaluación adicional de las opciones adecuadas de pretratamiento para aguas residuales de camales con alto contenido graso.

Wiboonluk Pungrasmi; Phenphitchaya; Phinitthanaphak y Sorawit Powtongsook (2016), en su investigación titulada “Nitrogen removal from a recirculating aquaculture system using a pumice bottom substrate nitrification-denitrification tank (Eliminación de nitrógeno de un sistema de recirculación de acuicultura utilizando un tanque de nitrificación-desnitrificación de sustrato con fondo de piedra pómez)”, la cual tuvieron como objetivo aplicar un tanque de biofiltro de piedra pómez para la eliminación de nitrógeno para lo cual

desarrollaron el siguiente procedimiento. Un tanque de nitrificación-desnitrificación del sustrato de fondo de piedra pómez era un tanque de vidrio lleno de una piedra pómez de 5 cm de profundidad en el fondo. El resultado fue que, el tratamiento de nitrificación realizado por el tanque de piedra pómez podía controlar las concentraciones de amoníaco y nitrito requerido durante el período de cultivo de 121 días. Se concluye que con el tratamiento de nitrificación-desnitrificación, las concentraciones de amoníaco y nitrito estuvieron por debajo de 1 mg N/L y el nitrato se mantuvo por debajo de 50 mg N/L mientras que el nitrato en el tanque de control llegó a  $352,47 \pm 9,67$  mg N/L.

El aporte de conocimiento que nos brinda el estudio, es, que cuando el nitrato se acumuló a aproximadamente 50 mg de nitrato en agua, se pausó la recirculación de agua, después de lo cual se realizó un tratamiento de desnitrificación por lotes agregando metanol a DQO: Nitrato de 5 : 1 en el tanque de piedra pómez; y sobre todo el tanque de sustrato con fondo de piedra pómez con suplemento de metanol no tuvo ningún efecto negativo en el desarrollo general de los peces crecidos en el sistema de recirculación.

Fatma; Erdem y Mübecel; Ergun (2020), en la investigación titulada “Application of Response Surface Methodology for Removal of Remazol Yellow (RR) by Immobilised *S. cerevisiae* on Pumice Stone (Aplicación de la metodología de superficie de respuesta para la eliminación de amarillo de Remazol (RR) por *S. cerevisiae* inmovilizado en piedra pómez)”, la cual tuvieron como objetivo la disminución del amarillo de Remazol (RR) mediante *Saccharomyces cerevisiae* inmovilizado en piedra pómez, para lo cual se desarrolló una nueva técnica donde añadieron piedra pómez pre-tratada con HCl y matriz de inmovilización al medio de crecimiento del microorganismo. El efecto del pH, en la investigación es importante recalcar que los estudios de caracterización se realizaron mediante espectroscopía de microscopio electrónico de barrido (SEM) y transformador de Fourier por infrarrojos (FT-IR). En condiciones óptimas de pH 3, Cb 2.5 g/L, CO, tuvieron como resultado que el uso de piedra pómez tratada con HCl y *Saccharomyces cerevisiae* en experimentos de biosorción, se obtuvo directamente 44%, 69%, 75% de

eliminación de tinte, respectivamente. Se eligieron entre la solución de hidróxido sódico volumétrico NaOH 0,5 M; (pH 13,69) y agua (pH 8) como agente de desorción para el biosorbente inmovilizado. Concluyendo en la investigación se encontró una eficiencia de desorción del 21% con NaOH 0,5 M y del 1,5% con agua (pH 8). Finalmente podemos decir que el biosorbente inmovilizado es una opción prometedora en la búsqueda de la biosorción de Remazol Yellow (RR) a partir de soluciones acuosas.

Tomoko Yasuda, Yasuyuki Fukumoto, Miyoko Waki, Toshimi Matsumoto y Hirohide Uenishi (2019), desarrollaron la investigación titulada “Effects of thiosulfate addition on ammonia and nitrogen removal in biofilters packed with Oyaishi (pumice tuff)” traducido como “Efectos de la adición de tiosulfato sobre la eliminación de amoníaco y nitrógeno en biofiltros empaquetados con Oyaishi - toba pómez”, la cual tuvieron como objetivo desarrollar un biofiltro que contenía toba pómez para la eliminación de amoníaco y nitrógeno en un experimento a escala de laboratorio. Los experimentos por lotes revelaron que la actividad de desnitrificación disminuyó exponencialmente junto con aumentos en el oxígeno disuelto; sin embargo, aproximadamente el 30% de la actividad de desnitrificación se mantuvo “a una concentración de oxígeno disuelto de 3,3 mg/L”. Se concluye que Thiobacillus tuvo una abundancia relativa del 0,002% al 0,016% del total de bacterias en el material de empaque del biofiltro. Los resultados presentados fueron una disminución en la abundancia relativa de la familia Nitrosomonadaceae.

Su abundancia relativa aumentó con el control del pH hasta casi neutral, lo que indica que la actividad oxidante del amoníaco podría mantenerse ajustando el pH. La adición de tiosulfato podría estimular la eliminación de nitrógeno mediante la desnitrificación dependiente del azufre en los sistemas de biofiltración.

Pasternak, Grzegorz; Greenman, John y Leropoulos, Ioannis (2017); en su investigación titulada “Self-powered, autonomous Biological Oxygen Demand biosensor for online water quality monitoring” traducido como Biosensor de demanda biológica de oxígeno autónomo y autoalimentado para el control de

la calidad del agua en línea”, la cual tuvieron como objetivo analizar la cantidad de  $DBO_5$  mediante un biosensor para verificar la calidad del agua. Cuando la concentración de orina excedió el umbral inferior, “correspondiente a una concentración de DQO de 57,7 mg /l”, el biosensor activó la alarma. El tiempo de actuación más corto observado, necesario para encender la alarma fue de 61 min, cuando la concentración de orina fue de  $149,7 \pm 1,7 O_2$  mg/L. Una vez que se encendió el sensor, se emitió la señal hasta que la carga orgánica de la orina disminuyó a  $15,3 \pm 1,9 O_2$  mg/L. Cuando está encendido, el sensor de pila de combustible microbiano produce una potencia máxima de 4,3m W. Cuando se apaga, el biosensor produce 25,4 $\mu$  W. Se concluye que enfoque permitió correlacionar y detectar cuantitativamente la presencia de contaminación del agua por la señal de frecuencia, se tiene que el sensor estuvo funcionando de forma autónoma durante 5 meses.

Según, Muhammad Al Kholif y Muhamad Abdul Jumali (2017), en la investigación titulada “The Effect of Pumice Stone Media in Reducing Pollutant Load in Grey Water by Using Anaerobic Biofilter” traducido como “El efecto de los medios de piedra pómez en la reducción de la carga contaminante en agua gris mediante el uso de biofiltro anaeróbico”, el principal cometido de este trabajo fue analizar el efecto del volumen del reactor del biofiltro anaeróbico para reducir la carga contaminante de las aguas grises. Para tratar estas aguas se aplicó la tecnología conocida como biofiltro anaerobio, en el que el medio utilizado como medio para el cultivo y reproducción de microorganismos de desecho fue el medio pómez. Al evaluar el nivel de eficiencia de la propuesta tecnológica se tuvo los siguientes resultados: 1) el resultado de  $DBO_5$  análisis de parámetros en laboratorios después de la condición de estado estable mostraron remoción significativa para el procesamiento de los 3 reactores. La eficiencia de la  $DBO_5$  y la eliminación de la carga contaminante en las aguas grises muestra que ha habido un aumento de eficiencia de remoción. Desde el primer día de observación hasta el décimo día. La  $DBO_5$  y la eficiencia de remoción varía del 78 al 98% dependiendo de las fuentes de aguas grises. Con los resultados se concluye que mostraron que el biofiltro anaeróbico la tecnología fue capaz de eliminar la  $DBO_5$  y cargas

contaminantes DQO en aguas grises de acuerdo con estándares de calidad especificados.

Es preciso indicar que las aguas servidas de materia orgánica pueden ser tratadas con este método para tener mejores posibilidades de reutilización de este líquido elemento y permita el mejor desarrollo de la vida humana.

Según, Makita, Y., et. al. (2019), en su investigación titulada “Preparation and phosphate adsorptive properties of metal oxide-loaded granular activated carbon and pumice Stone” traducido como: “Preparación y propiedades de adsorción de fosfato de carbón activado granular cargado de óxido metálico y piedra pómez”, la cual tuvieron como objetivo, observar la propiedad absorbente entre Carbón activado y la piedra pómez para aplicarla como tecnología de adsorción de fosfato. Entre los resultados obtuvieron que la adsorción de fosfato fue relativamente lenta en comparación con la adsorción en adsorbente en polvo, y el proceso de adsorción continuó durante más de 380 h. La difusividad de la superficie intrapartícula de los iones fosfato se obtuvo para los gránulos cargados con óxido de lantano a partir de la curva de disminución de la concentración, utilizando la ecuación de difusión con la isoterma de adsorción de tipo Langmuir. Las difusividades fueron aproximadamente  $1 \times 10^{-11}$  m<sup>2</sup>/h independientemente de los tipos de soporte o tamaño de partícula, lo que indica que las tasas de adsorción de fosfato estaban fuertemente influenciadas por el área de la superficie externa del gránulo.

De acuerdo a los resultados presentados, el estudio aportó conocimientos que sugieren que las partículas cargadas con óxido de lantano y óxido de cerio son materiales prometedores para erradicar columnas de fosfato en aguas contaminadas municipales.

Según, Pitas, V., et. al. (2020), en su investigación titulada “Reduction of chemical oxygen demand in a conventional activated sludge system treating coke oven wastewater” que en español es “Reducción de la demanda de oxígeno químico en un sistema convencional de lodos activados que tratan aguas residuales de hornos de coque”, la cual tuvo como objetivo, disminuir

el nivel de DQO de “aguas residuales provenientes de hornos de coque” utilizando un sistema convencional de lodos activados, para lo cual determinaron la producción de hierro y acero establece un valor límite estricto para el efluente tratado de las plantas de tratamiento de aguas residuales de hornos de coque con respecto a la Demanda Química de Oxígeno (DQO). Seguidamente utilizaron un diseño de la membrana de lodos activados, los resultados dieron que las filtraciones por membranas mostraron que la DQO restante solo se puede reducir entre un 6 y un 27%, lo que indica que la mayoría de los compuestos están disueltos, no suspendidos. Las mediciones de DQO inerte del efluente mostraron que el 82 al 96% de la DQO residual no es biodegradable. En conclusión, demostraron que la etapa de tratamiento de lodos activados está operando a su máxima eficiencia alcanzable, por lo que se tuvieron que investigar más etapas de pulido para lograr la DQO requerida. Un postratamiento físico-químico combinado del efluente tratado biológicamente mostró resultados sobresalientes y logró disminuir la DQO por debajo de 220 mg/L en todas las muestras analizadas.

Esta solución podría usarse universalmente en toda planta que trate aguas contaminadas de hornos de coque que están experimentando problemas con niveles de DQO residual en su descarga.

Según, Aluoch, E. (2015) en su tesis titulada “Use of enzymes in anaerobic sequencing batch reactor (ASBR) treatment of slaughterhouse wastewater” traducido como “Uso de enzimas en el tratamiento con reactor discontinuo de secuenciación anaeróbica (ASBR) de aguas residuales de camal”, tuvo como objetivo, “evaluar la viabilidad del uso de enzimas en ASBR para la mejora del tratamiento de aguas residuales de camal, el presente trabajo de desarrolló utilizando tres reactores a escala de banco con cultivo bacteriano Ecotreat aplicado a 0 (control), 0,5 y 1,0% de efluente de camal y una relación de intercambio de volumen (VER) del 40%. Como resultado obtuvieron que el tratamiento ASBR asistido enzimáticamente logró hasta un 91 y 50% de reducción de DQO y TSS, respectivamente, en un tiempo de reacción de 8 horas. La aplicación del cultivo bacteriano Ecotreat al 1% de concentración mejoró la reducción de ASBR de DQO en un 14%. Concluye que el

tratamiento cumplió con los requisitos de EMCR (2006) para la descarga en alcantarillado público de menos de 1,000 mg/L DQO después de 16 días de operación y por lo tanto permitiría la descarga sin recirculación. “Los efluentes de ASBR tenían una relación  $DBO_5/DQO$  de 0,52 a 0,59, lo que indica que eran fácilmente biodegradables”, esto hizo que fuera susceptible al tratamiento propuesto a nivel biológico, considérese que las aguas tratadas son de residuos municipales.

Naceureddine Bekkari , Aziez Zeddouri (2019), en su investigación titulada “Using artificial neural network for predicting and controlling the effluent chemical oxygen demand in wastewater treatment plant” traducido como “Uso de una red neuronal artificial para predecir y controlar la demanda de oxígeno químico del efluente en la planta de tratamiento de aguas residuales”, la cual tuvieron como objetivo, aplicar un enfoque de red neuronal artificial (ANN) con una retropropagación de retroalimentación para predecir el rendimiento de diez meses de la PTAR Touggourt, los cuales son terminología usada para señalar la demanda química de oxígeno. En cuanto a la determinación de la arquitectura de “los modelos de redes neuronales”, se llevaron a cabo varios pasos de entrenamiento, a saber, la validación y prueba de los modelos variando el número de neuronas y “funciones de activación en la capa oculta la función de activación en la capa de salida, junto a los algoritmos de aprendizaje”. Como resultado obtuvieron que el modelo ANN podría predecir los resultados experimentales con alto coeficiente de correlación 0,89, 0,96 y 0,87 durante las fases de aprendizaje, validación y prueba, respectivamente. Se concluye que el enfoque de modelado ANN puede proporcionar una herramienta eficaz para simular, controlar y predecir el rendimiento de la PTAR.

Se implementa un modelo artificial para el control y modelado de aguas residuales que proporcionan en base a una pre-experimentación datos para los parámetros elegidos y una respuesta de parámetros predecibles.

Según, Wolfgang P. Tritt y Ho Kang (2017), en su investigación titulada “Slaughterhouse wastewater treatment in a bamboo ring anaerobic fixed-bed reactor” el cual es traducido como; “Tratamiento de aguas residuales de camal

en un reactor anaeróbico de lecho fijo con anillo de bambú”, la cual pusieron como objetivo, desarrollar un “reactor anaeróbico de lecho fijo” a escala piloto altamente eficiente utilizando anillos de bambú. Entre los resultados observaron que las eficiencias de eliminación de DQO se comparan entre reactores de lecho fijo de flujo ascendente y descendente. Quedó claro que la eficiencia de eliminación de DQO del modo de flujo ascendente mostró un poco más alta que la del modo de flujo descendente. En conclusión, las eficiencias de remoción de DQO disminuyeron gradualmente a medida que aumentaron las tasas de carga orgánica. Por el contrario, las eficiencias de eliminación de DQO aumentaron de manera constante con una TRH más prolongada.

Entre los tratamientos anaeróbicos, este sistema de filtro anaeróbico es una alternativa para un agua residual tan diluida, ya que puede mantener una mayor concentración de biomasa activa en los medios de soporte para lograr los mejores niveles de eficiencia al momento de erradicar materia orgánica en un tiempo de retención hidráulica relativamente corto.

Según, Mahomet, Njoya; Moses, Basitere y Seteno, Ntwampe (2019) en su investigación titulada “Treatment of poultry slaughterhouse wastewater using a Granular Bed Reactor”, la cual propusieron como objetivo, abordar a través del desarrollo del Flujo reactor de lecho granular expandido (DEGBR) para la mejora de líquido elemento contaminado de camales de aves, para lo cual se desarrollaron sistemas que consistía en una tecnología basada en gránulos operada en una Down-flow Expanded, con la ayuda de piedras pómez de tamaño mediano utilizadas como material de empaque para la retención de los gránulos anaeróbicos. Como resultados obtuvieron que la eficiencia del Flujo reactor de lecho granular expandido (DEGBR) en el procedimiento de eliminación de residuos de aguas provenientes de camales de aves (PSW) fue notorio la disminución de la concentración de contaminante. Los parámetros utilizados para cuantificar estos contaminantes incluyen la turbidez, SST, DQO y DBO<sub>5</sub>. Como conclusión el DEGBR a escala de banco mostró un buen desempeño en términos de eliminación de contaminantes y producción de biogás. Estos desafíos incluyeron la dificultad en el cultivo

asociado a la operación del separador trifásico, el lavado de la biomasa, pérdidas de carga, atrapamiento de biogás, limitación en la distribución de la materia orgánica a la biomasa y mala dispersión de sustancias tóxicas.

Los beneficios y aportes del estudio presentado fueron la eliminación de patógenos contaminantes y la adquisición de gas combustible a través de sustancias tóxicas por atrapamiento del biogás.

Según, Yohannis, F. y Taffere A. (2020), en su investigación titulada “Eliminación por adsorción de fosfato de aguas residuales utilizando piedra pómez del Rift de Etiopía: experimento por lotes”, la cual tuvo como objetivo, disminuir la concentración de fosfato de aguas residuales utilizando piedra pómez del Rift de Etiopía, para lo cual se desarrollaron el punto de carga cero de la piedra pómez usando una solución de cloruro de sodio volumétrico (NaCl 0.01 M) como electrolito y titulado con soluciones 0.1 M de NaOH o HCl. Se obtuvo como resultado un alcance en el equilibrio después de 60 minutos de tiempo de contacto y logró una eficiencia de eliminación de 94,4% para una dosis de adsorbente de 10 g/L en 3 mg/L de solución de fosfato. La mayor eliminación de fosfato se registró a pH 7. Los datos experimentales se ajustaron mejor a la isoterma de Redlich-Peterson. Como conclusión dio, la piedra pómez podría ser un adsorbente reutilizable de bajo costo técnicamente viable para la eliminación de fosfato en el líquido elemento contaminado como tratamiento terciario para frenar la eutrofización de las aguas superficiales. Sin embargo, se recomienda realizar más estudios de adsorción en columna para un sistema de flujo continuo con el fin de optimizar las variables de diseño del proceso y escalar para aplicaciones de campo.

El aporte de la piedra pómez como bio adsorbente para la neutralización en la eutrofización de fuentes de agua, aguas estancadas podrían actuar como biorremediador por la capacidad de oxidación a través de sus propiedades físicas porosas.

Siping Niu; X., Jianghua Y., y Youngchul K., desarrollaron la investigación titulada “Pollution reduction by recirculated fill-and-drain mesocosm wetlands packed with woodchip/pumice treating impervious road stormwater”

(Reducción de la contaminación mediante humedales de mesocosmos de relleno y drenaje recirculados llenos de astillas de madera / piedra pómez que tratan las aguas pluviales de carreteras impermeables), en la cual tuvieron como objetivo principal; disminuir los contaminantes provenientes de aguas pluviales de carreteras impermeables mediante humedales de mesocosmos de relleno y drenaje recirculados llenos de astillas de madera y piedra pómez, para lo cual desarrollaron un sistema de tratamiento a escala piloto, construido para tratar la primera descarga de la carretera impermeable. De abajo hacia arriba, los sustratos principales de las aguas fueron seleccionados como la viruta de madera de 0 cm + piedra pómez de 60 cm, viruta de madera de 15 cm + piedra pómez de 45 cm, viruta de madera de 30 cm + piedra pómez de 30 cm, 45 cm astilla + piedra pómez de 15 cm y astilla de madera de 60 cm más piedra pómez de 0 cm. Los resultados mostraron que la eficiencia de los humedales, que se observó en la reducción de contaminantes nitrogenados, el nitrógeno, disminuyó a medida que aumentaba la cantidad de astillas de madera.

La madera y sus propiedades físicas para la remoción de aguas residuales en un profundo estudio podrían ser un biorremediador natural orgánico con propiedades de descomposición en biocenosis con otros microorganismos anaerobios y aerobios.

Según, Vásconez, V. (2017) en su tesis titulada “Análisis de la piedra pómez como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del centro de faenamiento Ocaña del Cantón Quero”, se planteó el objetivo: “evaluar la eficiencia de la piedra pómez para el tratamiento de aguas residuales provenientes del Centro de Faenamiento Ocaña”, en este caso el material filtrante fue colocado dentro de un recipiente plástico de dimensiones 570 x 420 x 340 mts. El material biológico usado como filtro fue provisto a través de una tanqueta de plástico (PVC) la cual tuvo un almacenaje de 55 gl, este fue colocado en el camal y fue monitoreado alrededor de 3 meses; las muestras que se tomaron fueron nueve así también se tomó muestra de normal para que todas ellas sean evaluadas. Los resultados fueron los siguientes: el trabajo mostro que el nivel de eficiencia fue de 60.68% a las 4 semanas, en la

semana 10 la eficiencia fue del 59.21%; en cuando a la evaluación de sólidos totales este fue que en la 4ta semana la eficiencia era de 44.30%. La principal conclusión de la investigación radicaría en: El sistema de biofiltración tiene niveles de eficiencia en un lapso de 7 días en la eliminación de materia orgánica; además se considera que el suplemento de la grava es un proceso más alargado y una adecuación de las piedras.

Según Sánchez (2016) en su tesis titulada “Utilización de la liparita o vulcanita para la reducción de parámetros o indicadores físicos, químicos de aguas residuales domésticas” planteó el objetivo de usar la piedra conocida como liparita el cual sirvió como filtrante, con la finalidad de reducir los niveles de contaminación física y química de las aguas servidas domésticas. Para este trabajo, se desarrolló la caracterización de la materia orgánica en general, teniendo como resultado que al salir el agua luego del tratamiento hubo una disminución del 85% y 95% de materia contaminante, con este hecho se concluye que la piedra pómez también conocida como vulcanita o liparita es eficiente al momento de eliminar la contaminación en ciertos parámetros, así también se observó que los sólidos suspendidos se redujeron en un 98%, la reducción del nitrógeno fue del 30% y del 40% , la disminución del fósforo fue del 80%. De estos resultados el tesista concluyo que la diferencia granulométrica de la piedra puede ser usada en cualquier tipo de filtro ya sean estos del tipo torta, de turba, o intermitentes con o sin recirculación, e incluso pueden ser usado en sistemas de bombeo o de gravedad.

La piedra liparita familia de la piedra pómez, de tipo Ígnea Volcánica; el presente estudio no solo demuestra de la piedra pómez es utilizada por su capacidad de adsorción, sino, que las piedras Ígneas volcánicas tienen esa capacidad de ser un biofiltro.

A nivel Nacional. Según, Nata (2018) en su tesis titulada “Análisis de piedra pómez como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de una lavadora y lubricadora de autos City Was, ubicada en la ciudad Ambato, provincia de Tungurahua”, cuyo objetivo fue tener un análisis completo sobre la utilización de la piedra pómez en aguas servidas de un centro de lavado de autos, se tuvo que en un lapso de 40 días se tomaron 10 muestras de agua

cruda y de agua filtrada, teniendo como resultado luego del análisis respectivo que la contaminación de las aguas se redujeron en un promedio de 34.42% en DBO, un 38.87% en DBO y un 38.87% en aceites y grasas. Como parte de la conclusión se tiene que esta piedra ha permitido ser un material filtrante idóneo para tratar aguas provenientes de centros de lavado.

La piedra pómez en la remoción de parámetros de aguas grises también tiene un efecto positivo al grado de no ser muy eficiente, pero, es un importante proceso para un pretratamiento de aguas grises al punto de remover ciertos porcentajes en parámetros como Aceites y Grasas, DBO<sub>5</sub> y DQO,

Según, Borja et. al. (2019) en su investigación titulada “Cuantificación de efluentes de aguas residuales del Camal Frigorífico Riobamba”, el cual tuvo como objetivo medir el flujo de aguas servidas producto del faenamiento de ganado porcino, bovino y ovino, el cual se ejecuta en un camal frigorífico, para este trabajo se realizaron diversas pruebas y análisis con la finalidad de caracterizar estas aguas residuales teniendo que los parámetros demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y tenso-activos se encuentra fuera del límite permisible, llegando a la conclusión que el departamento municipal maneja gran cantidad del recurso hídrico por lo que la generación de agua residual se atribuye a los requerimientos propios del proceso y al desperdicio ocasionado por el mal uso y manejo de las instalaciones, además la presencia de sangre, estiércol y grasas afectan la calidad de las mismas.

Las aguas residuales municipales no solo afectan los cuerpos de agua receptores en contacto al efluente de los camales, sino que, estos llevan concentraciones físicas y químicas por toda la línea de corriente fluviales

Según, Zurita (2015) en su tesis titulada “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Pedro Vicente Maldonado”, la cual tuvo como objetivo, diseñar “una planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal”, así también como parte metodológica en este trabajo se tuvo una muestra de 30 cabezas de ganado, se usó el método de la observación, medición y la investigación bibliográfica. El hallazgo más

relevante fue: la eficiencia en el uso de la piscina de oxidación es deficiente, vertiendo las aguas al alcantarillado público, luego del análisis en laboratorio se tuvo que el caudal de las aguas servidas era de 38,00 L/seg, por lo cual se definió que el prototipo del diseño debe contar con las siguientes fases: sistema de rejillas, tanque desarenador, tanque de aireación y una piscina de maduración. En tanto, también se concluyó que los procesos del manejo, diseño y tratamiento de una PTAR es Directamente proporcional a los valores de los parámetros en los vertimientos del efluente de un camal, siendo así que, la cantidad de volumen en un tiempo determinado y en condiciones de remoción negativa de parámetros influyen en el manejo adecuado del tratamiento de aguas contaminadas.

Según, Vargas (2019) en su tesis titulada “Aplicación de piedra pómez como filtro en el proceso de tratamiento de aguas residuales verdes de un centro de beneficio animal Puno”, se propuso el objetivo, “determinar la aplicación de piedra pómez ( $\text{kg/cm}^3$ ) en diferentes concentraciones como filtro en el proceso de tratamiento de aguas residuales verdes” de un centro de beneficio animal en la eficiencia de remoción de sólidos totales, DQO,  $\text{DBO}_5$  en relación a los diferentes caudales y tiempos de retención en los filtros. Los resultados que obtuvieron fue una disminución en sólidos suspendidos totales en 4672 mg/L hasta 2458 mg/L, lo que se traduce en una disminución de 47,4%. La disminución de la  $\text{DBO}_5$  fue también significativa, de 700 mg/L, lo que significa en porcentajes 73,3%  $\text{DBO}_5$  de disminución. La principal conclusión fue que se evidenció una mejora de la calidad de las aguas servidas que fueron tratadas con piedra pómez como un sistema de filtro, por tal, a piedra pómez demuestra que es una opción facultativa y significativa para la remoción de aguas de tratamiento residual.

Según Cornejo (2015), en su tesis titulada “Determinación de la eficiencia de remoción de la DBO de agua residual doméstica mediante la utilización de un biofiltro de piedra pómez”, cuyo objetivo fue, “evaluar la reducción de la  $\text{DBO}_5$  de agua residual doméstica en un biofiltro de piedras pómez”, para este trabajo se tuvo que construir sistema de biofiltración a escala de laboratorio en el cual empleó hongos del tipo levadura de la especie *Saccharomyces*

cerevisiae, adheridas a un soporte de piedra pómez, como también el uso de agua contaminada con desperdicios de un hogar común, utilizando el método Winkler, pH, sólidos totales y en periodo de 4 días obtuvieron remociones de oxígeno disuelto=17.41%, pH=8.97%, Sólidos Totales=38.49% para verificar la eficiencia del Biofiltro, el agua residual doméstica sin coliformes fecales, ensayaron por cinco días seguidos por mes, la cual tuvo una duración de tres meses, los resultados mostraron que evidentemente hubo una disminución en la remoción de DBO<sub>5</sub>, pH y sólidos totales las cuales fueron en el 73.79%, 34.55% y 85.65% respectivamente las cuales mejoraron bioquímicamente el agua, como principal conclusión se determinó que el sistema de biofiltro demostró ser útil en la eliminación de cuerpos orgánicos, así también en la optimización del pH y la reducción de sólidos totales. En este trabajo se puede apreciar que las especies de tipo levadura acompañadas o complementadas a la piedra pómez y especialmente la especie *Saccharomyces cerevisiae* vista ya en otros estudios, son muy eficaces como complemento para la interacción de una remoción biofiltrante, siendo así que, mientras más tiempo pasen adaptándose, mejores rendimientos de remoción adquirirán.

Según, Chacón y otros (2019), en la investigación titulada “Análisis de la eficiencia de un biofiltro a base de levadura *Saccharomyces Cerevisiae* y piedras pómez para la remoción de DBO<sub>5</sub> en agua residuales domésticas en los asentamientos humanos - Primavera en Carabayllo”, se planteó el objetivo general “determinar si el biofiltro a base de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y piedra pómez reduce la concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno en aguas residuales domésticas en los asentamientos humanos”; para este trabajo se usó el agua de los hogares comunes, evaluando el sistema de biofiltro propuesto, los resultados en 7 días fue que la eficiencia del biofiltro tuvo valores de remoción promedio DBO<sub>5</sub> = 14.7%, pH = 13.4%, ST = 23.31% y OD = 10,84%, mejorando las condiciones químicas y físicas del agua tratada con la piedra pómez con el tiempo. En este trabajo se observa que las especies *Saccharomyces cerevisiae* acompañadas y complementadas de la piedra pómez son efectivas en aguas residuales domiciliaria, dando un alcance de nuevos biofiltros al alcance del costo mínimo vital de las personas.

Según Izquierdo (2016) en su tesis titulada “Efecto de un biofiltro de piedra pómez en la remoción del material orgánico del efluente agroindustrial Casa grande”, el cual tuvo como objetivo, “determinar el efecto de un biofiltro de piedra pómez en la remoción del material orgánico de la empresa agroindustrial casa grande”; en este trabajo se tuvo una muestra representada por 27 litros del efluente agroindustrial, donde para el proceso del oxígeno disuelto, analizó los distintos tratamientos que se obtuvieron al utilizar tres pesos distintos de piedra pómez (250 gr, 500 gr y 750 gr) y tres cantidades diferentes de levadura (150 gr, 200 gr y 250 gr). El hallazgo principal fue que el biofiltro de piedra pómez y levadura dentro de un proceso adecuado son importantes en la mejora de la calidad del agua, siendo el promedio de remoción de 3437 mgO<sub>2</sub>/L, con la utilización de 250 gr de levadura y 750 gr de piedra pómez, por lo que se concluye que el biofiltro influye significativamente en la remoción del material orgánico. Finalmente se añade que la capacidad de remoción filtrante en relación y de acuerdo a los diferentes tamaños son beneficiosos para la remoción de carga industrial de agentes químicos biológicos.

Según Espinoza (2017) en su tesis titulada “Disminución de la DBO<sub>5</sub>, DQO y STD del agua residual doméstica de Santiago de Chuco empleando un biofiltro de piedra pómez”, el cual tuvo por objetivo, “determinar la disminución de la DBO<sub>5</sub>, DQO Y STD del agua residual doméstica” usando un biofiltro de piedra pómez. Para lo cual tuvo en consideración una muestra de 10 litros de agua residual doméstica que tuvieron unas concentraciones de DBO<sub>5</sub>, DQO y STD establecidas por el nivel de contaminación, donde trabajó a diferentes tiempos de permanencia del agua residual en el biofiltro (3, 5 y 7 días); con concentraciones de (10, 15 y 25 mililitros) de microorganismos eficientes por cada litro de agua residual. Por lo cual utilizó el método Winkler para la determinación de la DBO<sub>5</sub> y DQO, para la determinación de sólidos disueltos totales antes y después del tratamiento. Los resultados que adquirieron fue efectivamente una disminución en las concentraciones de los parámetros (DBO<sub>5</sub>, DQO y STD). Como conclusión final se tiene que las aguas mejoraron su calidad en un 53.75% gracias a la utilización del bio filtro, esta cifra representa un indicio para continuar con trabajos similares que aporten a la

mejorar el medio ambiente. Por otro lado, el trabajo demuestra que, el tiempo de permanencia del filtro biológico en contacto con las aguas residuales afecta la remoción de los parámetros mencionados.

Según Curasma y otros (2019) en su tesis titulada “Evaluación de la eficiencia de un sistema integrado de biopelícula y fitorremediación con nasturtium officinale (berro) para el tratamiento de agua residual municipal en Huancavelica”, cuyo objetivo fue, “evaluar la eficiencia de remoción de contaminantes orgánicos del sistema integrado de biopelícula y fitorremediación con nasturtium officinale (berro) para el tratamiento de agua residual municipal”, para este trabajo se instaló una planta de tipo piloto empleando el berro como un fitomediador, el tiempo de retención fue de 5.5 horas con un caudal de 0.011 l/s. Los resultados obtenidos son: remoción del 66.67% de DQO, remoción de 94.59% de coliformes fecales, y remoción del 72.12% de escherichia coli, por tanto, estas cifras se encuentran dentro de los rangos permitidos para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas municipales, del trabajo podemos observar que la capacidad de bioabsorción de la planta berros siendo el mecanismo de absorción por donde adquiere y consume las propiedades de la  $DBO_5$  y DQO con una capacidad de remoción eficaz llegando a cumplir los Límites Máximos Permisibles (LMP), no obstante, es necesario precisar que no cumplen con una remoción de acuerdo a los LMP para los parámetros de coliformes.

Según Castro (2018) en su tesis titulada “Evaluación de la remoción de materia orgánica en un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente (UASB) para el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica”, cuyo objetivo fue: “Evaluar la eficiencia de remoción de materia orgánica en un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente (UASB) para el tratamiento de aguas residuales del camal”, en este trabajo se analizó la remoción de organismos en un reactor UASB en un tiempo de 14 horas, con un caudal de 35ml/min, siendo los resultados: una remoción del 33.66% de DQO dentro de un parámetro de entre 10°C y 19°C, para el mismo tiempo, el número de SST se redujo de 524.34mg/L a 365.04mg/L, por lo que existe un nivel de eficiencia de erradicación de SST

del 30.28%. Las conclusiones del trabajo fueron que esta planta es una opción para eliminar la contaminación de las aguas servidas provenientes del camal municipal, considérese también que el tiempo de retención Hidráulica se considera un factor importante que influye proporcionalmente en la remoción de la materia orgánica o lodos orgánicos; el presente estudio consideró periodos largos por considerarse un sistema anaerobio y de flujo ascendente determinándose principalmente la Demanda Química de Oxígeno.

## **Marco conceptual**

Las definiciones conceptuales en marco de la presente investigación se presentan:

### **Los Filtros Percoladores**

Los filtros percoladores son un tipo único de tratamiento biológico de película fija; es esta forma de biofiltro la materia usada se une al agua servida al microorganismo propuesto, tal es así que la idea de limpieza o purificación del agua radica en el uso de la acción bacteriana mas no en un esfuerzo mecánico. (Jaime Raúl, 2010); manifiesta también que las aguas servidas están en interacción con el limo biológico que crece naturalmente sobre la superficie del material.

### **Piedra Pómez**

Conforme lo señala el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2011) es piedra es considerada una “roca ígnea volcánica vítrea, con baja densidad en el cual las burbujas de gas han dilatado el magma, dando así origen a un material muy vesiculoso”; la característica a la observación es que su peso es relativamente liviano y tienen mucha porosidad, por lo que precisamente estas características permitirían un filtro del agua que entraría en contacto con materia orgánica.

### **Características físico químicas de la piedra pómez**

Estas piedras tienen la particularidad de ser ligeras y duras a la vez, el poco peso es debido a que esta existe escape de gas de la lava fundida; respecto a su textura diremos que mantiene uniformidad. En la antigüedad era utilizado como agregado liviano (Bhavana y Rambabu, 2017), químicamente está compuesta por dióxido de silicio al 71.91% y oxido de aluminio al 12.66%, siendo éstos sus principales componentes químicos.

### **Materia orgánica**

“La materia orgánica soluble se elimina al entrar en contacto con la biopelícula anaeróbica; las bajas concentraciones de sólidos suspendidos también pueden eliminarse reteniéndose dentro del medio y posteriormente

biodegradando” (Chernicharo, 2007). Para ambos casos las condiciones anaerobias prevalecen en el líquido y la biopelícula puesto que no hay ingreso de oxígeno, sin embargo, es necesario hacer limpieza permanente o cambiar de material filtrante para cuidar que no exista acumulación de residuos dentro del filtro.

#### Remoción de la materia orgánica

El agua está conformada por una serie de cuerpos que pueden perjudicar su composición si éstos se encuentran en demasía, por lo que sanitariamente siempre se vela por mantener ciertos estándares de calidad en cuanto a las plantas de tratamiento. “La materia orgánica puede ser encontrada en forma de sólidos sedimentables, como sólidos en suspensión o como compuestos disueltos. La materia orgánica en el agua residual está presente en forma de coloides” (Flor Milagros, 2016).

#### Filtro en la remoción de materia orgánica

Las características de la piedra pómez son:

- Color claro
- Porosas
- Su formación proviene de erupciones volcánicas
- Por su porosidad suele flotar en el agua
- Tiene un alto porcentaje de absorción de agua
- Alta eficacia como filtro percolador

“El medio ideal deberá tener las siguientes propiedades: área de superficie específica alta, espacio vacío alto, peso ligero, inercia biológica, resistencia química, durabilidad mecánica y bajo costo”. (Freddy Steven, 2019).

#### Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

“La DBO<sub>5</sub> es la cantidad de oxígeno que necesitan las bacterias mientras se estabiliza la materia orgánica putrescible bajo condiciones aeróbicas. (Romero, 1999)

Los ensayos que son imprescindibles son aquellos que deben realizarse cada cinco días con la finalidad de medir la cantidad de materia orgánica que se

pueda encontrar en las aguas residuales, para estos ensayos se necesitan cuidados particulares para obtener cifras y datos confiables, por otro lado, “es necesario cuidar de los nutrientes para un adecuado desarrollo bacteriano tal como el nitrógeno y fósforo y eliminar cualquier sustancia tóxica en la muestra” (Romero, 1999).

#### Demanda química de oxígeno

Esta prueba permite conocer la cantidad de materia orgánica oxidable en el cuerpo del agua, esto se mide a través de un compuesto químico oxidante, por lo general se usa el dicromato de potasio, recomendado para hacer pruebas en aguas residuales urbanas e industriales. (Raffo y otros, 2014).

#### Filtro percolador para tratamiento de aguas residuales

En las plantas municipales de tratamiento de aguas residuales (PTAR), el tratamiento secundario consta de unidades biológicas y la separación de los lodos producidos, mediante sedimentación. Un filtro percolador o biofiltro es una unidad de tratamiento biológico (Gutiérrez y otros, 2005).

Este filtro es un tanque de forma cilíndrica o rectangular, el cual contendrá relleno conocido como lecho compuesto de material grueso, que por lo general son piedras de variados tamaños cuidando que tengan relación entre área y el volumen, a través de distribuidores que pueden ser fijos o móviles se vierte al agua. (Gutiérrez y otros, 2005).

#### Niveles de tratamiento de aguas residuales

El nivel de tratamiento de las aguas servidas depende principalmente de conocer cuáles son los límites de vertido para el efluente” (Ramalho 2003). Existe un tratamiento inicial el cual es usado para erradicar sólidos en suspensión y materiales flotantes, el tratamiento secundario trata de pasar por una neutralización y homogenización, “el tratamiento terciario busca quitar elementos contaminantes que no se logran eliminar con tratamientos biológicos convencionales. (Ramalho 2003).

#### Oxígeno disuelto (OD)

El conocer el OD es fundamental puesto que esta prueba permite conocer cuáles son las condiciones aeróbicas o anaeróbicas en un determinado medio, además sirve para conocer:

- La cantidad de DBO
- La aerobicidad del proceso del tratamiento
- Las tasas de aireación
- Y los grados de polución de los ríos

“El contenido del OD depende de la concentración y estabilidad material orgánico” (García, 2002), también depende de la temperatura, se sabe que las aguas calientes disuelven menores cantidades de oxígeno, por otro lado la solubilidad de oxígeno estará directamente relacionado con la presión atmosférica predominante en el lugar de la muestra, así mismo también la solubilidad del oxígeno en el agua se encuentra vinculado de forma inversa a la temperatura y a la concentración de sales disueltas (Sawyer 1978).

Veamos algunas definiciones de términos según la OS.090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

#### Adsorción

“Fenómeno fisicoquímico que consiste en la fijación de sustancias gaseosas, líquidas o moléculas libres disueltas en la superficie de un sólido” (OS.090).

#### Afluente

“Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento” (OS.090).

#### Agua residual

“Agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020).

#### Bacterias

“Grupo de organismos microscópicos unicelulares, con cromosoma bacteriano único, división binaria y que interviene en los procesos de

estabilización de la materia orgánica” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020).

#### Biodegradación

“Transformación de la materia orgánica en compuestos menos complejos, por acción de microorganismos” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020).

#### Biopelícula

“Película biológica adherida a un medio sólido y que lleva a cabo la degradación de la materia orgánica” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020).

#### Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

“Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicas (generalmente 5 días y a 20°C)” (Romero, 1999).

#### Demanda química de oxígeno (DQO):

“Medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio” (Raffo y otros, 2014).

#### Descarga controlada

“Regulación de la descarga del agua residual cruda para eliminar las variaciones extremas de caudal y calidad”.

#### Digestión anaerobia

“Descomposición biológica de la materia orgánica del lodo, en ausencia de oxígeno”.

#### Eficiencia del tratamiento

“Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje”.

Efluente:

“Líquido que sale de un proceso de tratamiento”.

Fuente puntual

“Cualquier fuente definida que descarga o puede descargar contaminantes”.

Filtro percolador

“Sistema en el que se aplica el agua residual sedimentada sobre un medio filtrante de piedra gruesa o material sintético. La película de microorganismos que se desarrolla sobre el medio filtrante estabiliza la materia orgánica del agua residual” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020).

Materia orgánica

“La materia orgánica en aguas residuales se constituye principalmente de proteínas (40 - 60%), carbohidratos (25 - 50%) y grasas y aceites (8 - 12%)” (Arocutipa Lorenzo, 2013)

“La materia orgánica presente en las aguas residuales se mide por las pruebas de Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y/o Carbono Orgánico Total (COT)” (Raffo Lecca, y otros, 2014).

Muestra puntual

Muestra tomada al azar a una hora determinada, su uso es obligatorio para el examen de un parámetro que normalmente no puede preservarse.

Muestreo

Toma de muestras de volumen predeterminado y con la técnica de preservación correspondiente para el parámetro que se va a analizar (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020).

Pretratamiento

Procesos que acondicionan las aguas residuales para su tratamiento posterior.

Proceso biológico

Asimilación por bacterias y otros microorganismos de la materia orgánica del desecho, para su estabilización.

Tasa de filtración

Velocidad de aplicación del agua residual a un filtro.

Tratamiento biológico

Procesos de tratamiento que intensifican la acción de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente.

Tratamiento secundario

Nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de Investigación

Conforme a Hernández y otros (2014) las investigaciones de tipo aplicada nos indican que los aportes de este tipo de investigación están dirigidos a iluminar la comprensión y/o resolución de problemas de algún suceso o aspecto de una disciplina científica; por lo tanto, las investigaciones aplicadas tienen utilidad directa en la sociedad (Ruiz J. 2006).

El **diseño de investigación** es del tipo experimental, porque administra estímulos o tratamientos; según Hernández Sampieri y otros (2014), la investigación del tipo experimental, se divide en preexperimentos, cuasiexperimentos y experimentos puros, el presente trabajo de investigación se encuentra en preexperimentos que se caracterizan por tener niveles bajo de control y consecuentemente baja validez interna y externa. Por lo tanto, su utilidad radica en que es provechoso como primer acercamiento a la problemática. Por lo tanto, la investigación como será pre experimental, se deberá clasificar con un pre prueba y post prueba, porque se deberá caracterizar el agua residual antes de utilizar el sistema de tratamiento propuesto por el filtro percolador y en la posprueba se deberá de caracterizar el agua residual, donde se obtendrá los resultados de los niveles de erradicación de contaminación de tipo orgánica, esto se aplicará según el modelo siguiente:

**C      T1      X      T2**

La **C** representa la muestra del efluente de las aguas servidas del camal municipal de Huancavelica; **T1**, es la estimación del indicador que nos ayudará a determinar la variable dependiente, que sería antes del sistema de tratamiento que será el filtro percolador **X**, y para el post prueba **T2** el nivel que alcanzó el agua residual luego del tratamiento del filtro percolador (Hernández Sampieri, y otros, 2014).

### 3.2. Variables y operacionalización

#### **Variables:**

**Independiente:** Filtro percolador de piedra pómez.

El filtro percolador moderno es un “lecho formado por un medio sumamente permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual percola el agua residual, fenómeno del que recibe el nombre de proceso” (Metcalf, y otros, 1995). Los materiales filtrantes suelen ser piedras, materiales de plástico u otros.

**Dependiente:** Remoción de materia orgánica.

“La materia orgánica en aguas servidas está compuesto por proteínas, carbohidratos, grasas y aceites” (Arocutipa Lorenzo, 2013), aquellos se miden con “las pruebas de demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno, y/o el carbono orgánico total”. (Raffo Lecca, y otros, 2014).

#### **Operacionalización de Variables:**

A continuamos se presenta:

Tabla 1. Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Instrumento
<b>(Variable independiente e VI)</b> Filtro percolador de piedra pómez	"Es conocido como filtro biológico, que está compuesto por una cama de grava o en otros casos se utiliza plástico, sobre el cual se rocían las aguas residuales pre tratadas" (Díaz, 2003).	Filtro de piedra pómez para la operación de adsorción del agua residual del camal de Huancavelica Se va definir con las siguientes dimensiones; parámetros de operación, características de la piedra pómez y biomasa microbiana.	Parámetros de operación	Tiempo de retención hidráulica Volumen de agua Masa filtro piedra pómez Densidad filtro piedra pómez Porosidad	Segundos (s) Litros (L) Kilogramos (Kg) Densidad (Kg/m <sup>3</sup> ) Porosidad (u.p.)	Probeta, Cronómetro, Balanza
			Biomasa microbiana	Recuento de: *Escherichia coli *Salmonella *Pseudomonas *Shigella *Nocardia	Unidad formadora de Colonias (UFC)	Pruebas Bioquímicas
<b>(Variable dependiente VD)</b> Remoción de la materia orgánica	"La materia orgánica en aguas residuales se constituye principalmente de proteínas (40 - 60%), carbohidratos (25 - 50%) y grasas y aceites (8 - 12%)" (Arocutipa Lorenzo, 2013). "La materia orgánica presente en las aguas residuales se mide por las pruebas de Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y/o Carbono Orgánico Total (COT)" (Raffo Lecca, y otros, 2014).	La remoción de la materia orgánica se determinará con los parámetros de control de la materia orgánica estas son DBO, sólidos suspendidos, aceite y grasas,	Caracterización de la materia orgánica (DBO5, SST y aceites y grasas)	"Demanda Bioquímica de Oxígeno"	ppm	"Digestor DBR 200, Colorímetro portátil DR 900"
				"Sólidos suspendidos totales"	ppm	Erlenmeyer
				"Aceites y grasas"	ppm	"Extractor Soxhlet"
				pH	pH	pH metro digital HI 8424
			Temperatura ambiental	°C	Termómetro digital	
Eficiencia de remoción (DBO5, SST y aceites y grasas)	"Demanda Bioquímica de Oxígeno" "Sólidos suspendidos totales" "Aceites y grasas"	%	$(Co - Cf) / Cf * 100$			

### 3.3. Población muestra y muestreo

#### Población

Es el agua residual del camal municipal de la provincia de Huancavelica, que presenta un caudal de 19500 L/día.

#### Muestra

Caudal de ingreso de 0.01 l/s (600 ml/min) hacía el sistema de tratamiento.

#### Muestro

El muestreo fue por conveniencia y fue no probabilístico.

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

Se utilizó la técnica de la observación, porque el método de investigación será experimental donde se requiere la rugosidad y se observará cómo opera el filtro percolador que será un reactor piloto; por lo tanto, se caracterizará la concentración de los componentes físicos químicos del efluente del “agua residual del camal municipal de Huancavelica”, de acuerdo al protocolo de monitoreo de calidad del agua, en los parámetros seleccionados de la variable dependiente.

#### Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron los instrumentos que se encuentran en la tabla 2.

Tabla 2. Instrumento Recolección De Datos

N°	Instrumentos
1	Ficha de tiempo de retención hidráulica (TRH)
2	Ficha de análisis de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) en el filtro percolador de piedra pómez
3	Ficha de análisis de sólidos suspendidos totales (SST) en el filtro percolador de piedra pómez
4	Ficha de análisis de aceites y grasas en el filtro percolador de piedra pómez
5	Ficha de análisis de potencial de hidrogeno (pH) en el filtro percolador de piedra pómez

- 6 Ficha de análisis de temperatura del agua residual del camal municipal de Huancavelica
- 7 Ficha de análisis microbiológicos de agua residuales del filtro percolador de piedra pómez del camal municipal de Huancavelica

---

*Fuente:* Elaboración propia.

### **Validez y Confiabilidad**

Para validar el instrumento se consultó a 3 expertos, por tanto, la validez se realizó a través del juicio de expertos (Gómez, 2013, p. 133)., estos profesionales tuvieron la característica particular de contar como mínimo con 5 años de experiencia en la problemática desarrollada, como valor final se tuvo que el instrumento fue aprobado con un 91.79%

Tabla 3. Validación por jueces expertos

N°	Experto	Especialidad	Porcentaje (%)
1	Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio	Ingeniero Ambiental	80
2	Ing. Holguin Aranda Luis	Ingeniero Ambiental	85
3	Ing. Espinoza Paytan Jhon Romel	Ingeniero Ambiental	90
	Promedio		85 %

---

*Fuente:* Elaboración propia.

El nivel de confiabilidad de instrumento esta dado por el “recojo de datos de un instrumento se refiere al grado de medición el cual arroja los mismos resultados al emplear una o varias veces los mismos datos en diferentes tiempos” (Carrasco, 2008, p. 339).

#### **3.4.1 Materiales**

Los materiales fueron considerados de acuerdo a la necesidad del trabajo de investigación para la organización, realización y ejecución se detallan a en la siguiente tabla.

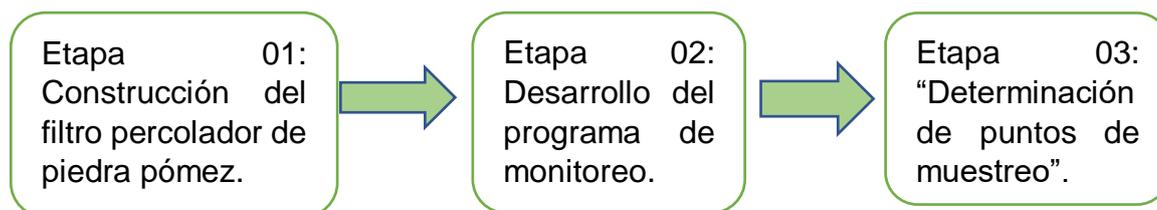
Tabla 4. Materiales

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad
<b>Materiales</b>		
Hojas Bond	Und	50
Marcadores indelebles	Und	3
Tanque de Agua	Und	1
Tubería PVC SAP C-5; Ø 1/2"	Und	1
CODO PVC SP $\Phi$ 90° x 1/2"	Und	8
Válvula de compuerta, Ø 1/2"	Und	5
Balde	Und	1
Teflón	Und	8
Porongo	Und	1
Válvula antirretorno, 1/2"	Und	1
Material filtrante de piedra pómez, 5cm	Und	50
Manguera Fléxicos metálicos, 80 cm	Und	2
Manguera de silicona transparente, Ø 6 cm	Und	1
<b>Equipos de protección</b>		
Lentes de protección	Und	2
Traje de seguridad	Und	2
Mascarilla	Und	30
Guantes	Und	20

*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.4.2 Procedimiento

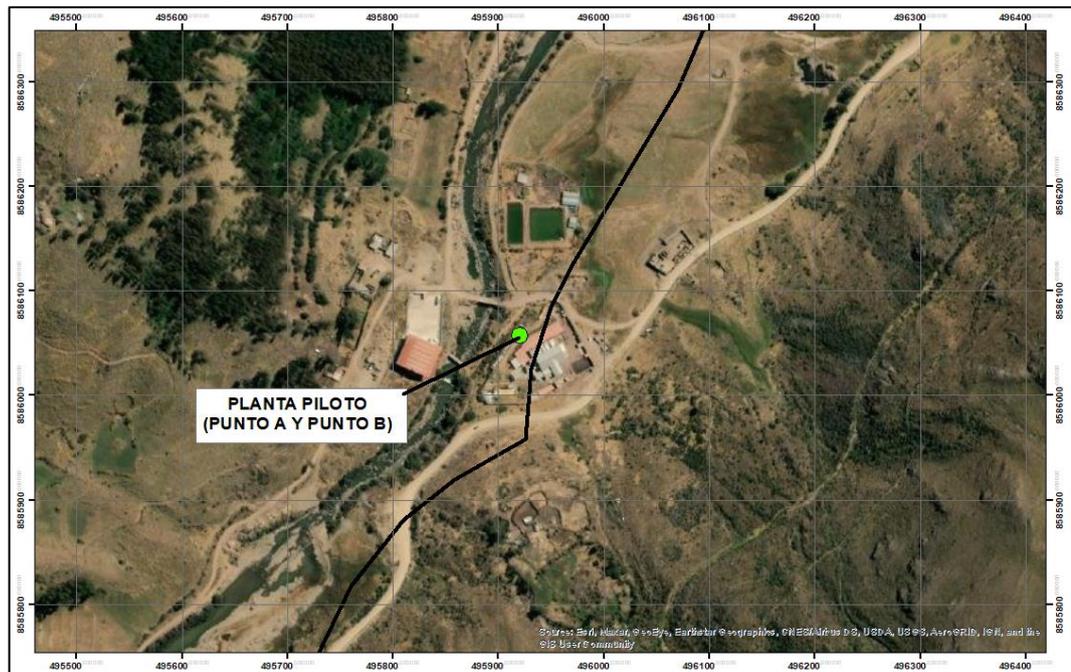
Para la obtención de datos se tomará criterios definidos para el monitoreo, equipos y procedimientos de la toma de muestras. Tendrá 3 pasos.



## Ubicación de la zona de estudio

El estudio se realizó geográficamente en el distrito, provincia y región de Huancavelica, específicamente en el centro poblado conocido como Chuñuranra, teniendo las siguientes coordenadas: Norte, 8586053.53 m, este, 495938.88 m y la altitud de 3710.00 m.s.n.m

Figura 1. Mapa satelital de la ubicación de la zona de recolección de muestra de agua – Camal Municipal de Huancavelica (Zona de Estudio)



Fuente: Google maps.

## Etapa 01: Construcción del filtro percolador de piedra pómez

**Bomba de Agua:** La bomba de agua se utiliza para dar impulso al agua residual con 0.01 l/s, puesta en el proceso unitario después de la poza con agua cálcica.

Figura 2. Conexiones y armado de tuberías con la bomba de agua para la impulsión al tanque de almacenamiento.



*Fuente:* Elaboración propia.

Figura 3. Conexión eléctrica para el funcionamiento de la bomba



*Fuente:* Elaboración propia.

### **Tanque de almacenamiento**

Este recipiente era de materias de polietileno, aproximadamente de 60 L, que por medio de la bomba peristáltica se impulsará el agua residual que pasó por un pre tratamiento.

Figura 4. Conexión de tuberías de media pulgada hacia el tanque de almacenamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Conexión hacia el regulador de caudal.



Fuente: Elaboración propia.

### **Regulador de caudal**

Se utilizará un pequeño regulador de caudal de material de polietileno para que se pueda mantener un constante ingreso del agua residual hacia el filtro percolador.

Figura 6. Instalación del regulador de caudal mediante válvulas de compuerta para la regulación de caudal.



*Fuente:* Elaboración propia.

### **Filtro percolador**

En el diseño del filtro percolador de piedra pómez se tomará en cuenta el tiempo de retención hidráulica, para que la biopelícula del filtro de baja tasa se encargue de estabilizar la materia orgánica. Se utilizará un sifón invertido y una válvula anti retorno de diámetro de  $\frac{1}{2}$ " para que impida que retorne el agua, dando al sistema filtrante de piedra pómez que es de diámetro aproximado de 4 a 5 cm, se utilizará un balde, y para la distribución del agua se utilizó una tubería con agujeros para el riego por goteo, que distribuirá el caudal.

Figura 7. Instalación de un soporte para la piedra pómez



*Fuente:* Elaboración propia.

Figura 8. Vaciado de la piedra pómez.



*Fuente:* Elaboración propia.

## **Etapa 02: Desarrollo del programa de monitoreo**

Esta etapa se hizo las respectivas pruebas de pH y de temperatura, para lo cual se hizo a lo largo del día en 3 oportunidades, siendo estos los parámetros importantes para el trabajo de la biomasa adherida al medio filtrante, y se asocian a la eficiencia de remover la materia orgánica biodegradable. Considerando la disponibilidad de los reactivos, equipos y la disponibilidad del laboratorio, los análisis físico-químicas y biológicas (SST) se hicieron cuatro veces por semana

. Figura 9. Preparación de equipos de protección personal para el muestreo de agua



*Fuente:* Elaboración propia.

Figura 10. Preparación de equipos para el muestreo de agua en el efluente de la prueba piloto



Fuente: Elaboración propia.

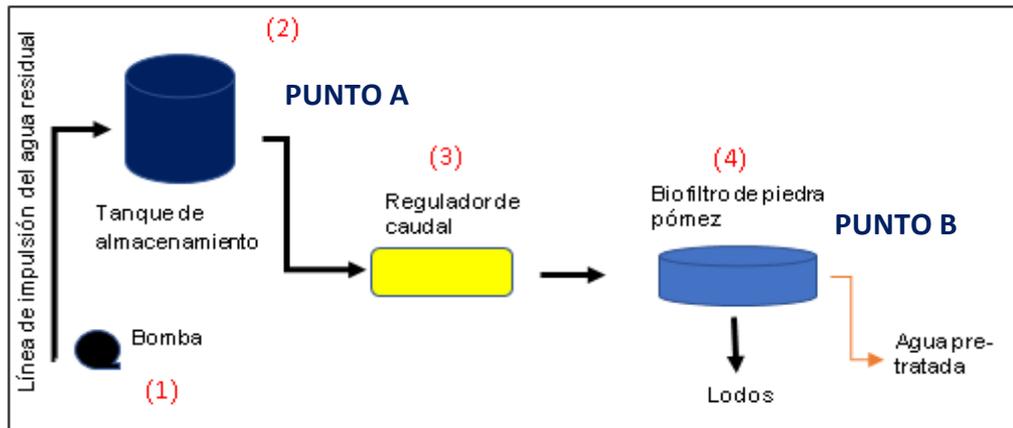
Figura 11. Preparación de equipos para el muestreo en el efluente de la prueba piloto



Fuente: Elaboración propia.

### Etapa 3: Determinación de puntos de monitoreo del agua residual

Figura 12. Puntos de monitoreo del filtro percolador de piedra pómez

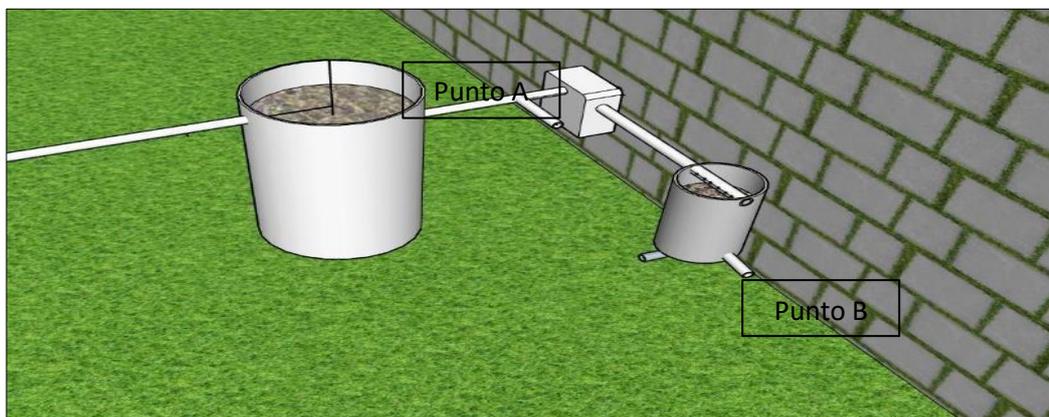


Fuente: Elaboración Propia

Donde:

- ❖ Punto A: Punto de ingreso al filtro percolador de piedra pómez.
- ❖ Punto B: Punto de salida del filtro percolador de piedra pómez.

Figura 13. Determinación en los puntos de muestreo de entrada y salida

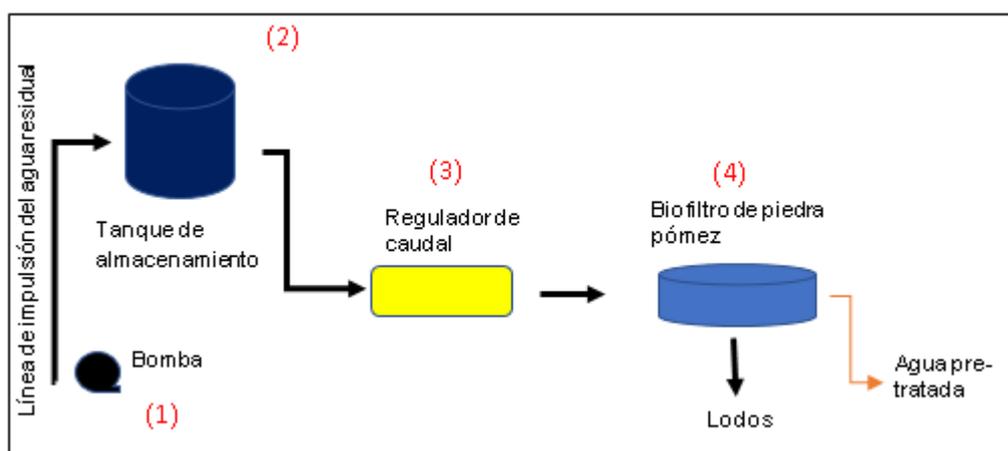


Fuente: Elaboración Propia

#### 3.4.3 Técnicas para las pruebas experimentales

Para contrastar la hipótesis general, se realizará las pruebas experimentales que será imprescindible para que se demuestre si removerá mayor al 40% de los residuos orgánicos provenientes del camal municipal de Huancavelica.

Figura 14. Esquema general de la investigación



Fuente: Elaboración Propia

El agua residual del camal municipal cuenta con un pretratamiento que es la cámara de rejillas donde se retienen los sólidos gruesos flotantes y un desarenador para la remoción de residuos sólidos de arena, se impulsará el agua residual mediante una bomba hacia el tanque de almacenamiento.

Para lo anterior se utilizó el regulador de caudal, para el tiempo de retención hidráulica del filtro percolador de piedra pómez y mantener la circulación en el tratamiento.

Todos los accesorios y válvulas estarán diseñadas para un diámetro de  $\frac{1}{2}$ ".

### 3.5. Método de análisis de datos

Conforme se han recogido los datos éstos pasaron por un procesamiento para calificarlas y evaluarlas en función a la operacionalización de variables ya establecidas, para aceptar o rechazar las hipótesis planteadas; el modelo de análisis de información será un modelo estadístico aplicativo para poder evaluar la efectividad de la variable independiente y un modelo estadístico descriptivo para caracterizar la composición SST, DBO<sub>5</sub> y Aceites y Grasas; utilizándose los programas, IBM SPSS Statistics v23 y el programa Microsoft office Excel 2019. El programa SPSS Statistics v23, se utilizará para la prueba de hipótesis y así poder cumplir con los objetivos.

Los datos fueron presentados para una mejor visualización en tablas de contingencia y figuras de barras usando de esta manera la estadística descriptiva.

Para contrastar la hipótesis de investigación planteada que es: **La eficiencia del filtro percolador de piedra pómez, en la remoción de materia orgánica, del tratamiento del agua residual municipal en Huancavelica - 2021 será mayor a 40%**, se utilizó el ritual de la prueba de hipótesis con un nivel de confianza de (95%), para lo cual se siguió los siguientes pasos:

- Planteamiento de la hipótesis nula y alterna
- Selección del nivel de confianza
- Identificación de la prueba estadística
- Formulación de la regla de decisión
- Tomo de decisión

### **3.6. Aspectos éticos**

De acuerdo a la normativa que regula los lineamientos éticos para el desarrollo de la investigación, este trabajo se acoge a la Declaración de Helsinki y al marco normativo de la Asociación Médica Mundial; asimismo, el trabajo de adhiere a las políticas éticas de la Universidad Cesar Vallejo, la cual se encuentra aprobada bajo acto Resolutivo de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV, en cuyo Art. 3, se menciona que se debe tener respeto por la persona en su integridad y autonomía, considerando mantener el bienestar de la persona por sobre los intereses de la ciencia y el Art. 9 donde los investigadores deberán asegurar los requisitos éticos, legales y de seguridad.

## IV. RESULTADOS

Para la obtención de los resultados se procedió a realizar los exámenes y análisis en un laboratorio, para lo cual primero se tomaron las muestras correspondientes conforme a los instrumentos previamente validados. De esta manera se tienen los datos por cada objetivo específico establecido en el presente trabajo de investigación; del mismo modo para la obtención de la hipótesis general se utilizó la prueba estadística de Wilcoxon, en cambio para las hipótesis específicas se usaron los datos del laboratorio realizando un análisis descriptivo al respecto de cada uno de ellos.

### 4.1. Resultados descriptivos relacionados a los objetivos de investigación

#### 4.1.1. Resultados relacionados al objetivo específico 1: Determinar la caracterización de la materia orgánica

Caracterización del agua residual del camal Municipal de Huancavelica antes y después del filtro percolador de piedra pómez.

Tabla 5. Resultado de monitoreo del agua sin tratamiento

Fecha de Monitoreo	Punto de Muestreo	Temperatura Ambiental	Temperatura en el Punto de muestro D.S 003-2010 LMP- MINAM (<35)	pH D.S 003-2010 LMP- MINAM (6.5-8.5)	Sólidos Suspendidos Totales D.S 003-2010 LMP- MINAM (150)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) D.S 003-2010 LMP- MINAM (100)	Aceites y grasas D.S 003-2010 LMP- MINAM (20)	Resultados
		°C	°C		mg/l	mg/l	mg/l	
19/03/2021	Punto A	15	15.0	7.88	894.24	429.2	29.35	No cumple
22/03/2021	Punto A	16	17.0	7.3	-	-	-	
25/03/2021	Punto A	17	18.3	6.68	-	-	-	
28/03/2021	Punto A	18	17.5	7.15	878.81	436.54	36.57	No cumple

01/04/2021	Punto A	17	16.4	6.87	-	-	-	
04/04/2021	Punto A	19	17.8	6.51	-	-	-	
07/04/2021	Punto A	14	15.0	7.21	908.12	443.87	28.35	No cumple
11/04/2021	Punto A	16	13.5	6.85	-	-	-	
14/04/2021	Punto A	13	11.5	7.65	-	-	-	
17/04/2021	Punto A	18	16.4	7.28	874.52	587	27.21	No cumple
20/04/2021	Punto A	19	18.2	6.54	-	-	-	
23/04/2021	Punto A	15	14.2	7.28	-	-	-	
27/04/2021	Punto A	13	12.0	6.52	885.52	486.25	32.14	No cumple

Punto A: Toma de muestra de agua sin tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Parámetros de Límites Máximos Permisibles D.S 003 -2010 MINAM

PARÁMETRO			UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas			mg/L	20
Coliformes Termotolerantes			NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno		de	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno		de	mg/L	200
pH			unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales Suspensión			en mL/L	150
Temperatura			°C	<35

Tabla 6. Monitoreo del mes de marzo y abril, 2021

Tiempo de retención hidráulica (TRH)	Fecha de Monitoreo	Punto de Muestreo	Temperatura Ambiental	Temperatura en el Punto de muestro	pH	Sólidos Suspendedos Totales	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	Aceites y grasas	Eficiencia de remoción de SST (Según Norma técnica OS.090)	Eficiencia de remoción de DBO <sub>5</sub> (Según Norma técnica OS.090)	Eficiencia de remoción de aceites y grasas (Según Norma técnica OS.090)
Seg			°C	°C		mg/l	mg/l	mg/l	%	%	%
T <sub>0</sub> Seg	19/03/2021	Punto A	15	15.0	7.88	894.24	429.2	29.35	31.20	35.59	12.57
T <sub>15</sub> Seg		Punto B		14.2	7.88	615.15	276.45	25.66			
T <sub>0</sub> seg	22/03/2021	Punto A	16	17.0	7.3	-	-	-			
T <sub>15</sub> seg		Punto B		18.4	7.34	-	-	-			
T <sub>0</sub> seg	25/03/2021	Punto A	17	18.3	6.68	-	-	-			
T <sub>15</sub> seg		Punto B		18.7	7.14	-	-	-			
T <sub>0</sub> seg	28/03/2021	Punto A	18	17.5	7.15	878.81	436.54	36.57	48.82	34.36	21.85
T <sub>15</sub> seg		Punto B		17.2	7.54	449.8	286.54	28.58			
T <sub>0</sub> seg	01/04/2021	Punto A	17	16.4	6.87	-	-	-			
T <sub>15</sub> seg		Punto B		15.7	7.12	-	-	-			
T <sub>0</sub> seg	04/04/2021	Punto A	19	17.8	6.51	-	-	-			
T <sub>15</sub> seg		Punto B		18.0	6.98	-	-	-			
T <sub>0</sub> seg	07/04/2021	Punto A	14	15.0	7.21	908.12	443.87	28.35	50.43	54.14	18.94
T <sub>27</sub> seg		Punto B		14.5	7.45	450.11	203.56	22.98			
T <sub>0</sub> seg	11/04/2021	Punto A	16	13.5	6.85	-	-	-			
T <sub>27</sub> seg		Punto B		14.5	7.1	-	-	-			
T <sub>0</sub> seg	14/04/2021	Punto A	13	11.5	7.65	-	-	-			
T <sub>27</sub> seg		Punto B		12.4	7.54	-	-	-			
T <sub>0</sub> seg	17/04/2021	Punto A	18	16.4	7.28	874.52	587	27.21	48.94	62.57	23.23

T <sub>27 seg</sub>		Punto B		17.0	7.34	446.52	219.73	20.89			
T <sub>0 seg</sub>	20/04/2021	Punto A	19	18.2	6.54	-	-	-			
T <sub>27 seg</sub>		Punto B		18.9	6.99	-	-	-			
T <sub>0 seg</sub>	23/04/2021	Punto A	15	14.2	7.28	-	-	-			
T <sub>27 seg</sub>		Punto B		14.9	7.35	-	-	-			
T <sub>0 seg</sub>	27/04/2021	Punto A	13	12.0	6.52	885.52	486.25	32.14	26.20	54.21	28.03
T <sub>27 seg</sub>		Punto B		12.4	6.85	653.15	222.65	23.13			

*Punto A: Toma de muestra de agua sin tratamiento*

*Punto B: Toma de muestra de agua con tratamiento*

*Fuente: Elaboración propia*

Figura 16. norma OS.090 plantas de tratamiento de aguas residuales – Remoción (%)

PROCESO DE TRATAMIENTO	REMOCIÓN (%)		REMOCIÓN ciclos log <sub>10</sub>	
	DBO	Sólidos en suspensión	Bacterias	Helmintos
Sedimentación primaria	25-30	40-70	0-1	0-1
Lodos activados (a)	70-95	70-95	0-2	0-1
Filtros percoladores (a)	50-90	70-90	0-2	0-1
Lagunas aeradas (b)	80-90	(c)	1-2	0-1
Zanjas de oxidación (d)	70-95	80-95	1-2	0-1
Lagunas de estabilización (e)	70-85	(c)	1-6	1-4

#### 4.1.2. Resultados relacionados al objetivo específico 2: evaluar los parámetros de operación del filtro percolador de piedra pómez

Evaluar los parámetros de pH y temperatura.

**pH en el punto de muestra A y B:**

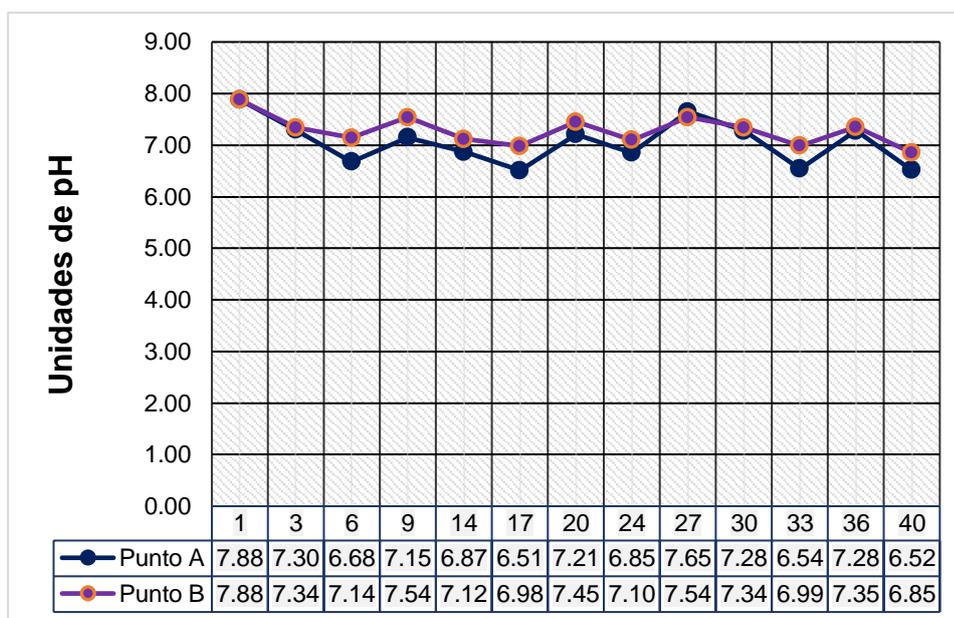
Se tienen 02 puntos de muestreo:

**Punto A:** punto de ingreso al filtro percolador de piedra pómez.

**Punto B:** punto de salida del filtro percolador de piedra pómez.

Para el punto A (inicio) el valor mínimo de pH fue de 6.51, y el máximo fue 7.88, y en promedio 7.06, para el punto B (final) el valor de pH mínimo fue 6.85, el valor máximo 7.88 y el valor promedio 7.28.

Figura 17. Potencial de hidrogeno promedio (pH) vs tiempo acumulado en días



Fuente: Elaboración propia

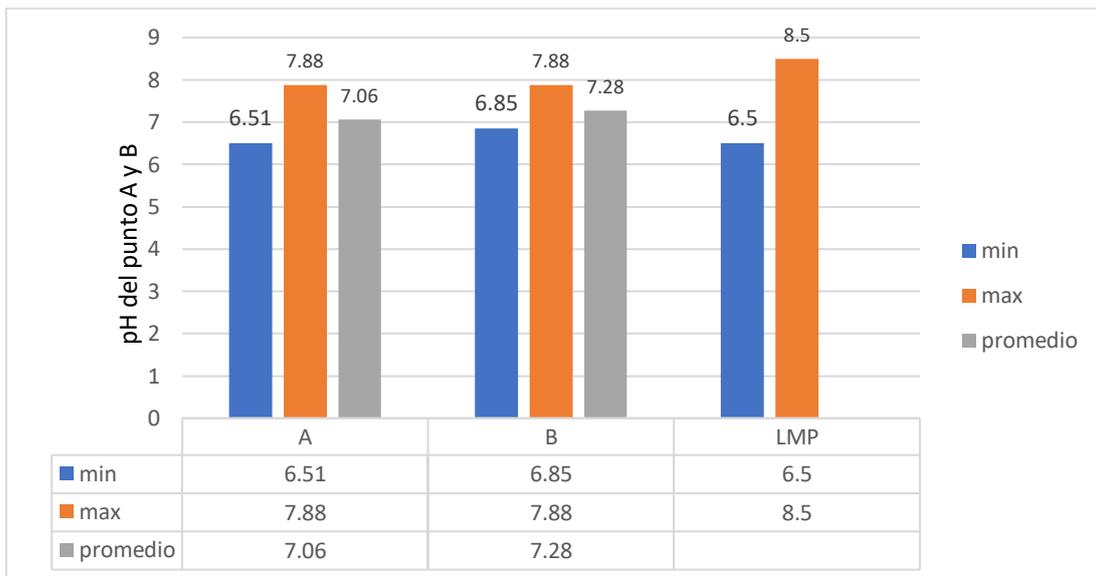
Tabla 7. Monitoreo de PH del mes de marzo y abril

PH	Punto A (inicio)	Punto B (final)	Límite Máximo Permisible-pH (D.S 003 -2010 MINAM)
Mínimo	6.51	6.85	
Máximo	7.88	7.88	6.5 a 8.5
Promedio	7.06	7.28	

Fuente: Elaboración propia

La evaluación se realizó en ambos puntos (A y B), para los cuales se observa que en el punto A se tienen los rangos máximos permitidos en cuanto al pH, en tanto en el punto B, con una mínima 6.51 y una máxima de 7.88 en el Punto A; en el Punto B una mínima de 6.85 y una máxima de 7.88.

Figura 18. Comparación del pH con los Límites máximos Permisibles (LMP)

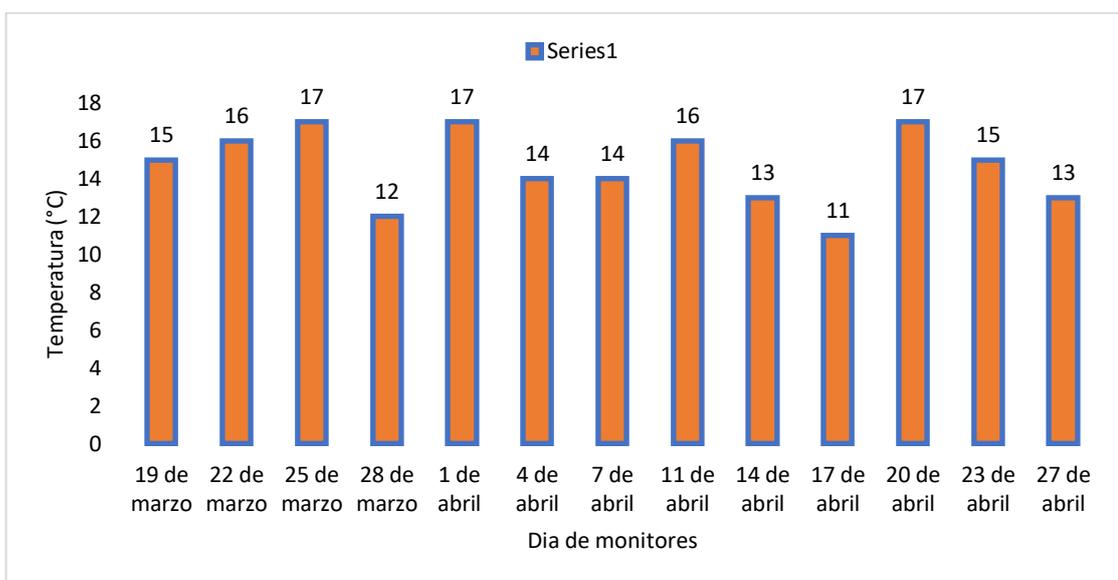


Fuente: Elaboración propia

### Temperatura ambiental

El instrumento empleado fue el termómetro ambiental de pared con bulbo seco de mercurio, con este instrumento se logró medir la temperatura mínima y máxima siendo de 11 °C y de 17 °C respectivamente, siendo la temperatura promedio 14.61 °C, la toma de temperatura se realizó durante 40 días.

Figura 19. Temperatura Ambiental



Fuente: Elaboración propia

### Temperatura del agua residual en el punto de muestreo A y B.

Se tiene 02 puntos de muestreo:

Tabla 8. Temperatura del agua residual en el punto de muestreo

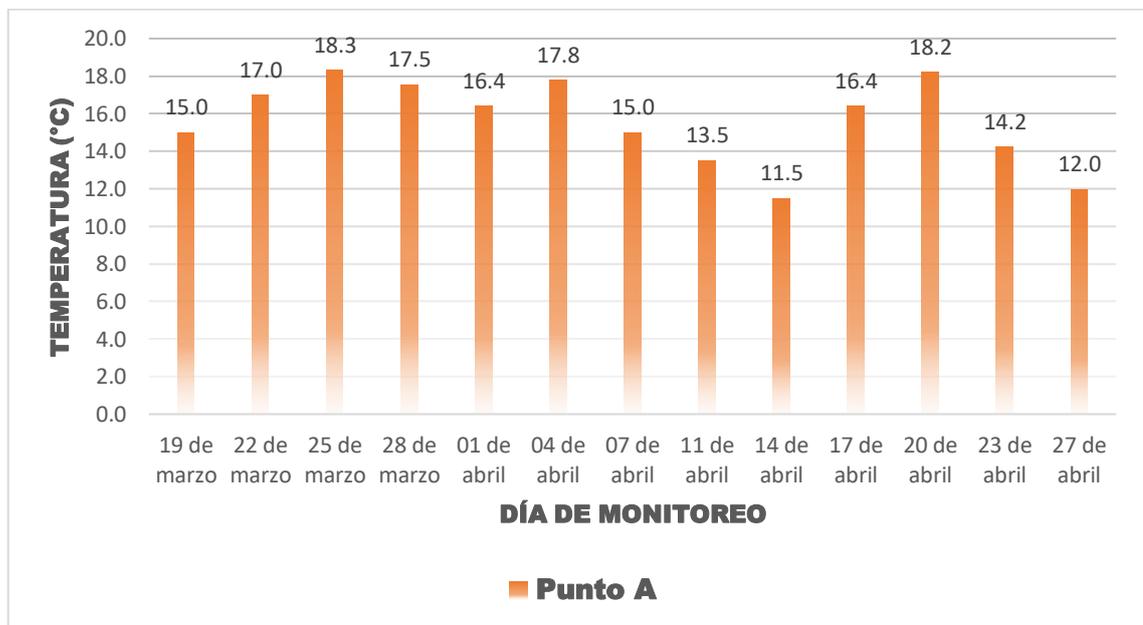
Monitoreo	Fecha de Monitoreo	Punto de Muestreo	Temperatura en el Punto de muestro	Límites Máximos Permisibles – Temperatura del agua residual D.S 003 -2010 MINAM
			°C	°C
1	19/03/2021	Punto A (Inicio)	15.0	< 35
		Punto B (Final)	14.2	< 35
2	22/03/2021	Punto A (Inicio)	17.0	< 35
		Punto B (Final)	18.4	< 35
3	25/03/2021	Punto A (Inicio)	18.3	< 35
		Punto B (Final)	18.7	< 35
4	28/03/2021	Punto A (Inicio)	17.5	< 35
		Punto B (Final)	17.2	< 35
5	01/04/2021	Punto A (Inicio)	16.4	< 35
		Punto B (Final)	15.7	< 35
6	04/04/2021	Punto A (Inicio)	17.8	< 35

		Punto B (Final)	18.0	< 35
		Punto A (Inicio)	15.0	< 35
7	07/04/2021	Punto B (Final)	14.5	< 35
		Punto A (Inicio)	13.5	< 35
8	11/04/2021	Punto B (Final)	14.5	< 35
		Punto A (Inicio)	11.5	< 35
9	14/04/2021	Punto B (Final)	12.4	< 35
		Punto A (Inicio)	16.4	< 35
10	17/04/2021	Punto B (Final)	17.0	< 35
		Punto A (Inicio)	18.2	< 35
11	20/04/2021	Punto B (Final)	18.9	< 35
		Punto A (Inicio)	14.2	< 35
12	23/04/2021	Punto B (Final)	14.9	< 35
		Punto A (Inicio)	12.0	< 35
13	27/04/2021	Punto B (Final)	12.4	< 35

Punto A: Inicio

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Temperatura de ingreso de agua residual (°C) vs Tiempo de acumulación (días)

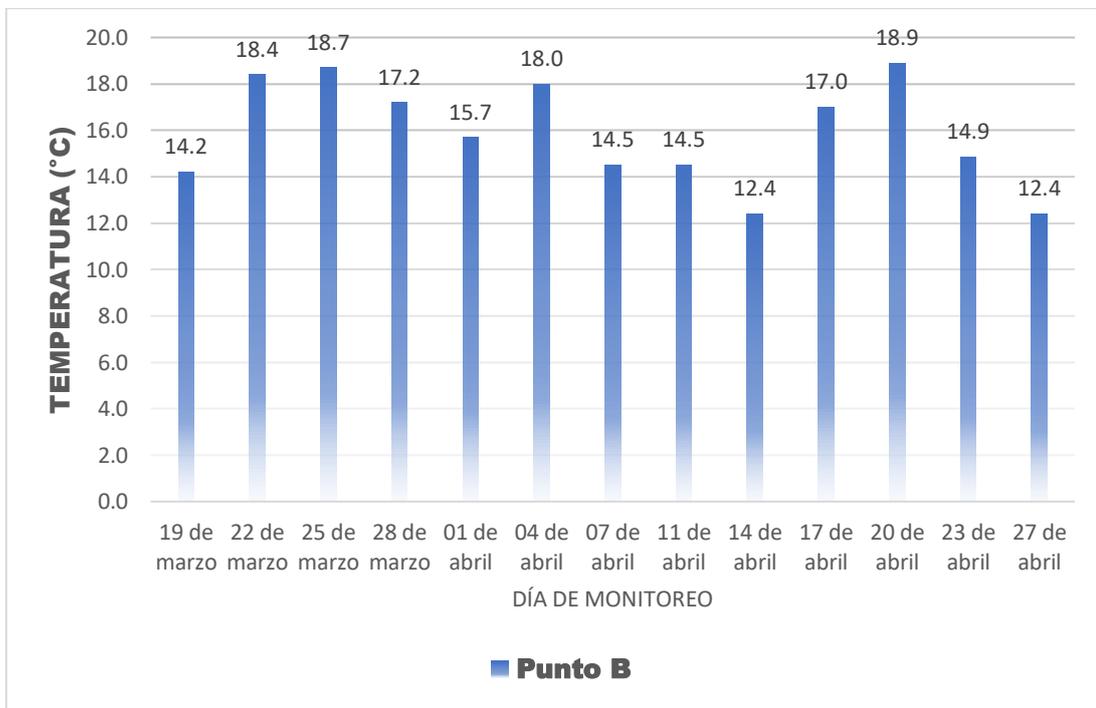


Fuente: Elaboración propia

### Punto B: Final

El punto “B”, punto de medición de la muestra (salida de agua residual del filtro percolador). Los resultados de la medición (Ver el *Figura 17*) se obtuvieron los siguientes resultados de temperatura medidos con el multiparámetro en el agua residual del camal municipal de Huancavelica con una temperatura máxima de 18.9°C, mínima de 12.4°C y promedio de 15.9°C siendo las temperaturas durante los 40 días.

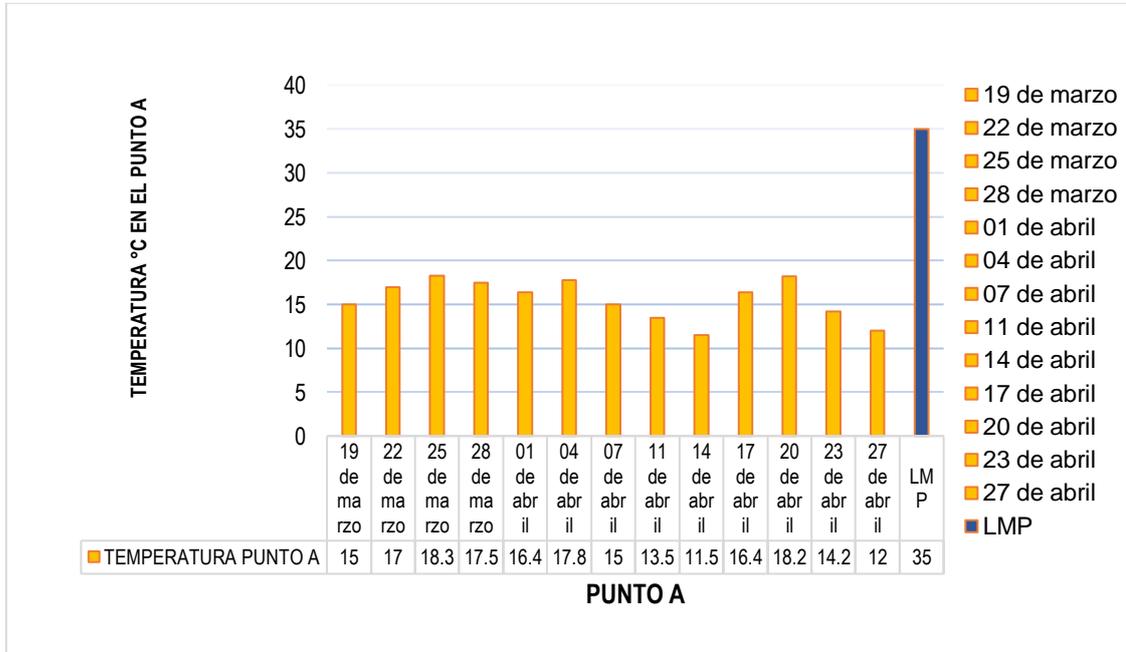
Figura 21. Temperatura de salida de agua residual (°C) vs Tiempo de acumulación (días)



Fuente: Elaboración propia

## Comparación con de temperatura en el punto de inicio (Punto A) con los límites máximos permisibles (LMP)

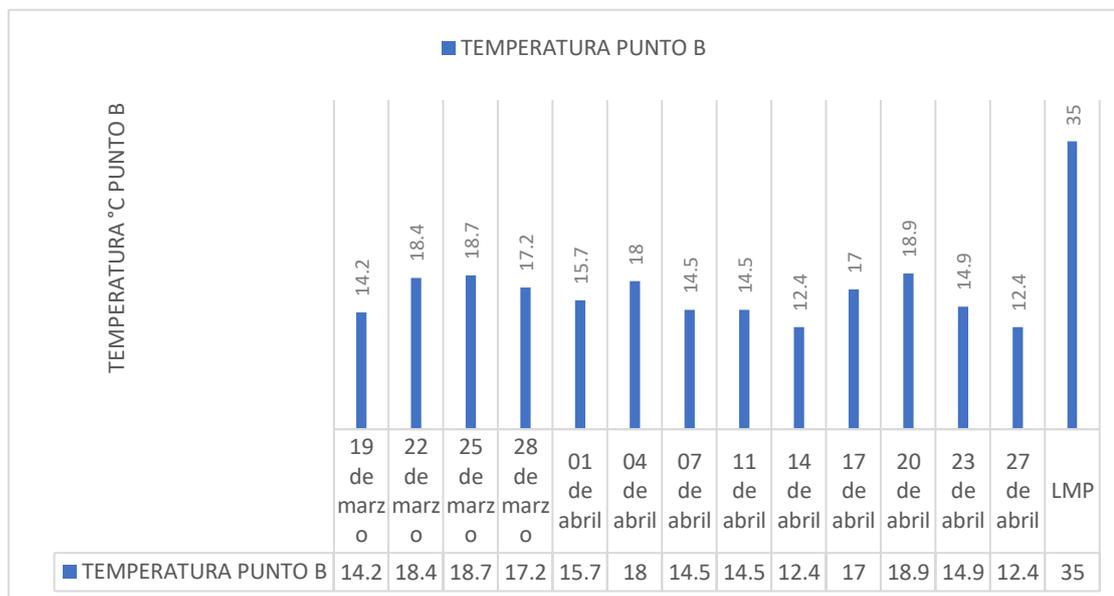
Figura 22. Comparación de la temperatura en el punto A con el límite máximo permisible (LMP)



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos para el parámetro de temperatura, las muestras de agua cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) encontrándose dentro del rango menor <35 °C.

Figura 23. Comparación de la temperatura en el punto B con el límite máximo permisible (LMP)



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3. Resultados relacionados al objetivo específico 3: determinar la eficiencia en remoción de DBO<sub>5</sub>, SST y aceites y grasas

##### Eficiencia en remoción de DBO<sub>5</sub>, SST y aceites y grasas

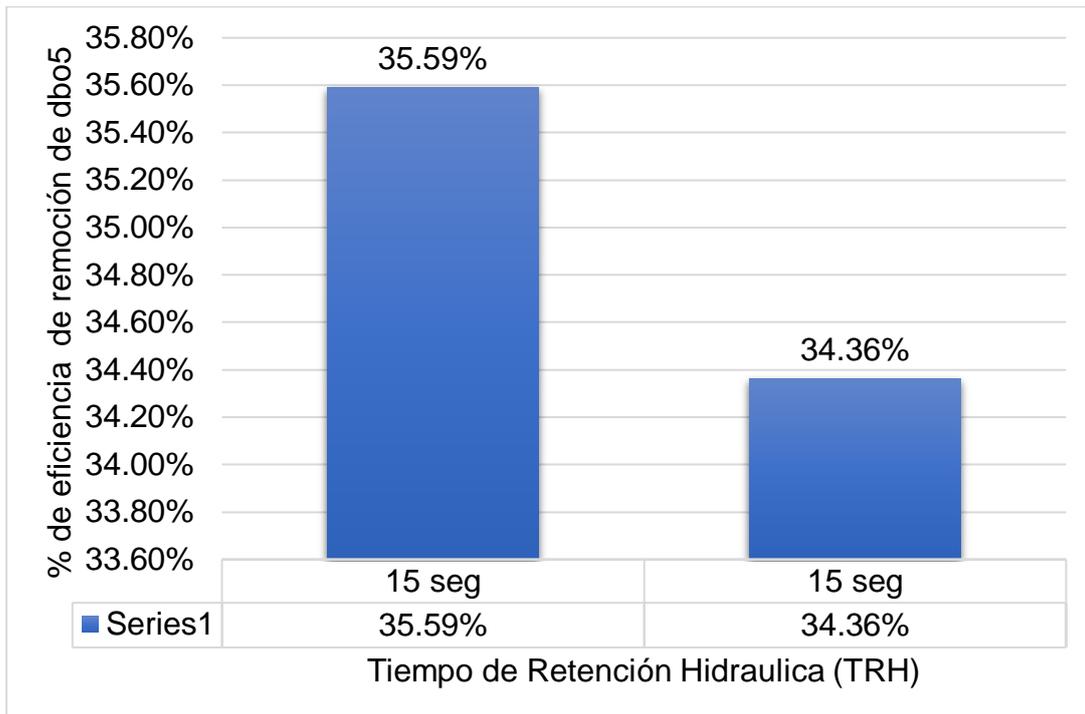
Las eficiencias de los parámetros fueron calculadas en base a los resultados, en los puntos A (Toma de muestra de agua sin tratamiento del camal municipal de Huancavelica) y B (Toma de muestra de agua con tratamiento del camal municipal de Huancavelica). Se monitoreó parámetros rutinarios de mediciones de DBO<sub>5</sub>, SST, aceites y grasas. Se evaluó para un tiempo de retención hidráulico de 27 segundos y 15 segundos.

Tabla 9. Eficiencia de remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub> para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos - Monitoreo de demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

Monitoreo	Número de muestra de la (DBO <sub>5</sub> )	Fecha de monitoreo	Tiempo Retención Hidráulica – TRH (Seg)	Punto de Muestreo	Temperatura Ambiental	Temperatura en el Punto de muestro	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	Eficiencia de remoción de la DBO <sub>5</sub>
					°C	°C	mg/l	%
1	1	19/03/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	15	15.0	429.2	35.59%
			T <sub>15Seg</sub>	Punto B (Final)		14.2	276.45	
2		22/03/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	16	17.0		
			T <sub>15Seg</sub>	Punto B (Final)		18.4		
3		25/03/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	17	18.3		
			T <sub>15Seg</sub>	Punto B (Final)		18.7		
4	2	28/03/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	18	17.5	436.54	34.36%
			T <sub>15Seg</sub>	Punto B (Final)		17.2	286.54	
				Promedio			34.98%	
				Máximo			35.59%	
				Mínimo			34.36%	

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Eficiencias de remoción de DBO5 obtenidas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos



Fuente: Elaboración propia

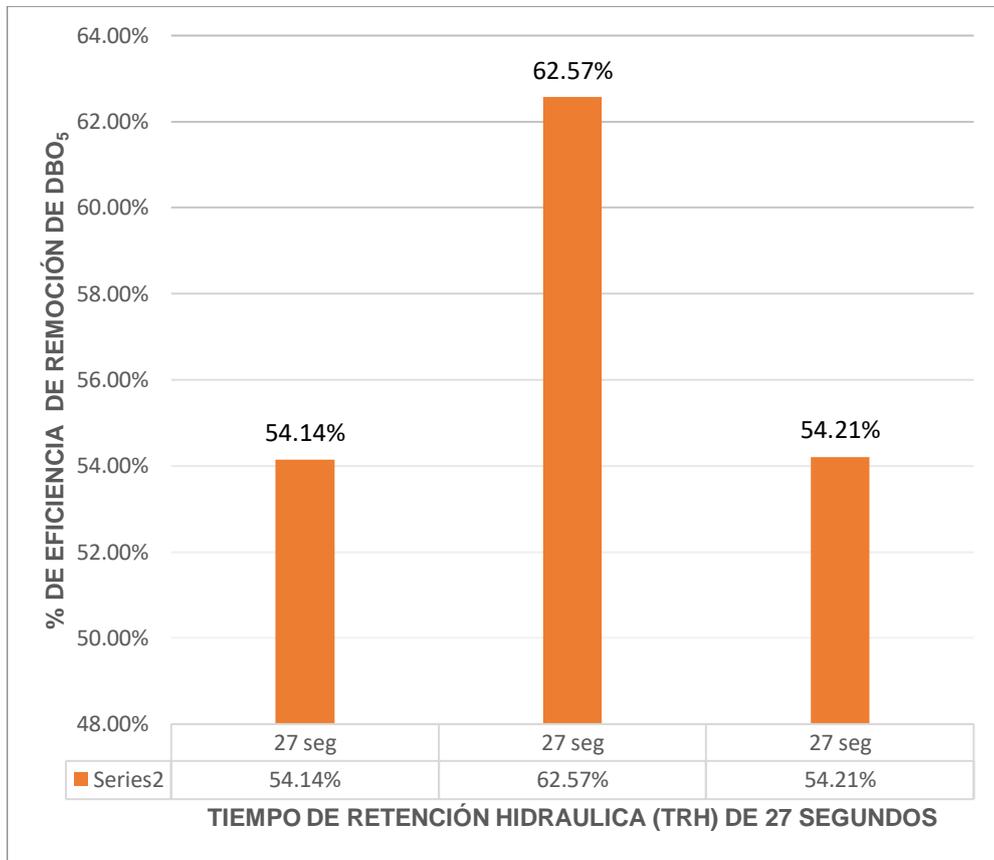
Los resultados de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) para un tiempo de retención hidráulico de 15 segundos, se obtuvo un valor mínimo de 34.36%, máxima de 35.59% y el promedio fue 34.98%.

Tabla 10. Eficiencia de remoción de la DBO5 para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos.

Monitoreo	Numero de muestra del (DBO <sub>5</sub> )	Fecha de monitoreo	TRH (Segundos)	Punto de Muestreo	Temperatura Ambiental	Temperatura en el Punto de muestreo	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	Eficiencia de remoción de la DBO <sub>5</sub>
					°C	°C		
5		01/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	17	16.4		
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B (Final)		15.7		
6		04/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	19	17.8		
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B (Final)		18.0		
7	3	07/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	14	15.0	443.87	54.14%
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B (Final)		14.5		
8		11/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	16	13.5		
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B (Final)		14.5		
9		14/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	13	11.5		
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B (Final)		12.4		
10	4	17/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	18	16.4	587	62.57%
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B (Final)		17.0		
11		20/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	19	18.2		
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B (Final)		18.9		
12		23/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	15	14.2		
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B (Final)		14.9		
13	5	27/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	13	12.0	486.25	54.21%
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B (Final)		12.4		
Promedio								56.97%
Máximo								62.57%
Mínimo								54.14%

Fuente: Elaboración propia

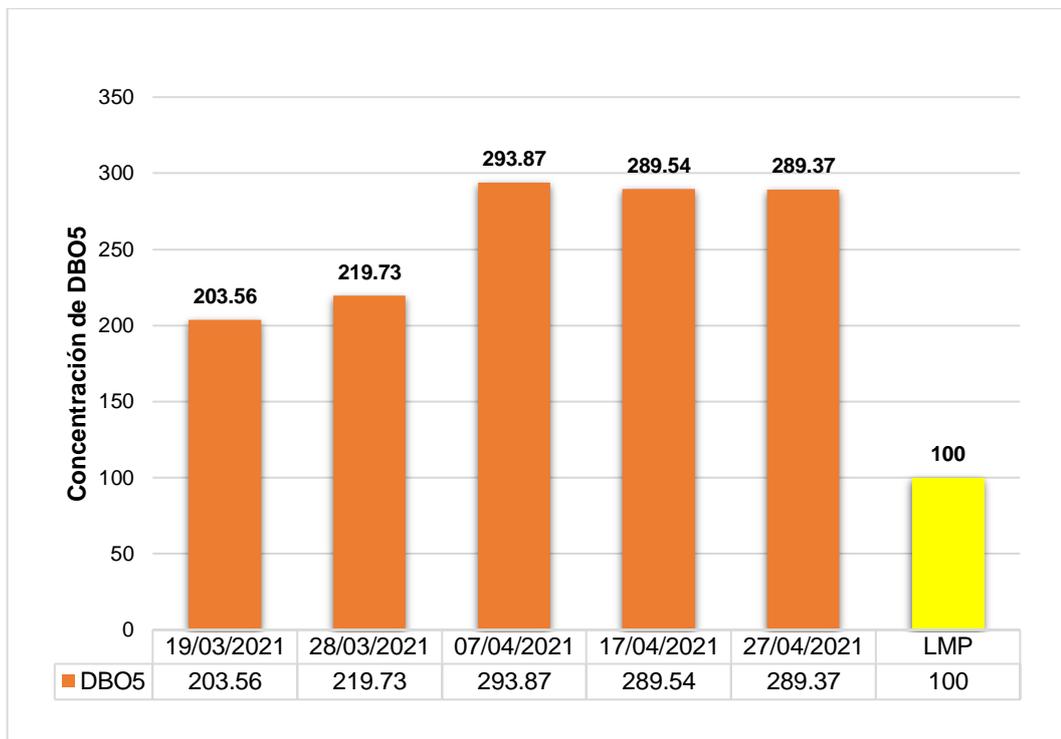
Figura 25. Eficiencias obtenidas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos



Fuente: Elaboración propia

La eficiencia de remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) para un tiempo de retención hidráulico de 27 segundos, se obtuvo una mínima de 54.14%, máxima de 62.57% y el promedio fue 54.21%.

Figura 26. Comparación de DBO5 con los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR del camal municipal de Huancavelica



Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos tenemos que los límites máximos permitidos se encuentran mayores a 100 mg/l, por tanto, no se cumple el parámetro.

### Comparación del punto de entrada (punto A) con el punto de salida punto (B)

Se evaluaron con dos tiempos de Retención Hidráulica para observar la “eficiencia en la remoción de la materia orgánica”, se evaluó para el tiempo de retención hidráulica de (TRH = 15 Seg) con un caudal de circulación de 600 ml/min; tenemos en el punto **A** un promedio de 432.9 mg/L. Para el punto **B** una DBO<sub>5</sub> un promedio de 281.5 mg/L; evaluándose para un tiempo de retención hidráulica de (TRH = 27 Seg), con un caudal de circulación de 600 ml/min; se tiene en el punto **A** una DBO<sub>5</sub> promedio de 505.7 mg/L. Para el punto “B” un promedio de 215.3 mg/L.

Tabla 11. Monitoreo de DBO5 para un tiempo de retención hidráulico de 27 y 15 segundos

Fecha de monitor	Punto A (mg/L)	Punto B (mg/L)	Tiempo de retención hidráulico (TRH)
19/03/2021	429.2	276.45	15 Seg
28/03/2021	436.54	286.54	15 Seg
<b>Promedio DBO5</b>	<b>432.9</b>	<b>281.5</b>	<b>15 Seg</b>
7/04/2021	443.87	203.56	27 Seg
17/04/2021	587	219.73	27 Seg
27/04/2021	486.25	222.65	27 Seg
<b>Promedio DBO5</b>	<b>505.7</b>	<b>215.3</b>	<b>27 Seg</b>

Fuente: Elaboración propia

### Con un tiempo de retención de 15 segundos

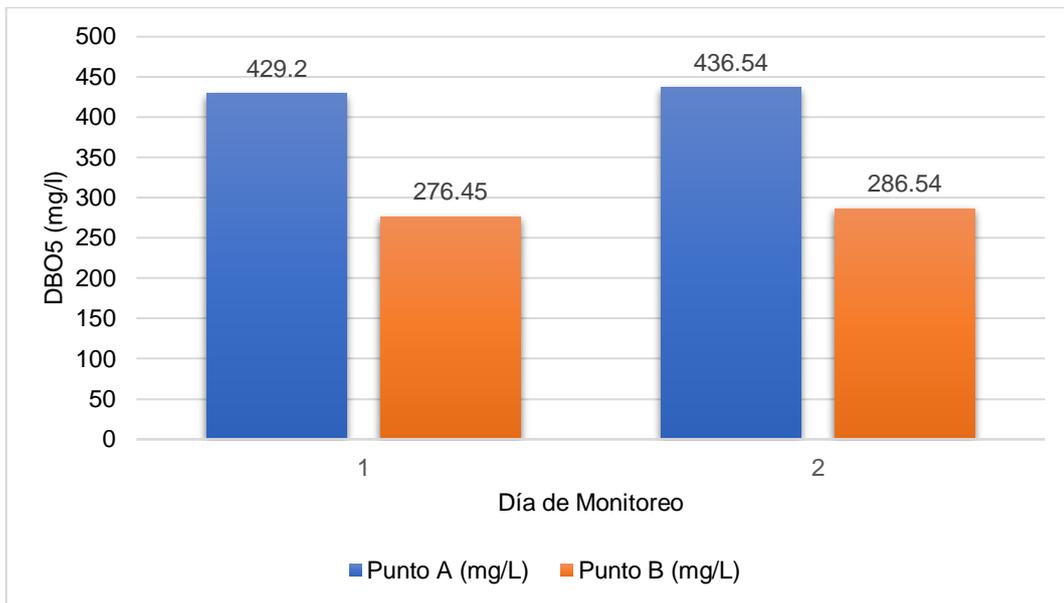
La evaluación fue con TRH=15 seg), con un caudal de circulación de 600 ml/min; tenemos en el punto **A** una mínima de 429.2 mg/L, máxima de 436.54 mg/L y en promedio 432.9 mg/L. Para el punto **B** una DBO<sub>5</sub> mínima de 276.45mg/L, máxima de 286.54 mg/L y en promedio 281.5 mg/L.

Tabla 12. Monitoreo de la DBO5 para un tiempo de retención hidráulica de 15 segundos

Monitoreo	Número de muestra de la (DBO5)	Fecha de monitoreo	TRH (Segundos)	Punto de Muestreo	Temperatura Ambiental	Temperatura en el Punto de muestro	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5
					°C	C°	mg/l
1	1	19/03/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	15	15.0	429.2
			T <sub>15Seg</sub>	Punto B.(Final)		14.2	276.45
2		22/03/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	16	17.0	
			T <sub>15Seg</sub>	Punto B (Final)		18.4	
3		25/03/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	17	18.3	
			T <sub>15Seg</sub>	Punto B (Final)		18.7	
4	2	28/03/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A (Inicio)	18	17.5	436.54
			T <sub>15Seg</sub>	Punto B (Final)		17.2	286.54

Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L) en Punto A y Punto B



Fuente: Elaboración propia

### **Con un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos**

Visto que los niveles de eficiencia de remoción de materia orgánica disminuye en un TRH de 15 segundos, se retomó al tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos para mejorar los niveles de eficiencias en la remoción de la DBO<sub>5</sub>, esto se realizó hasta finalizar la investigación; la evaluación retomada para el Tiempo de retención hidráulico (TRH=27 segundos) con un caudal de circulación de 600 ml/min; tenemos en el punto A (punto de salida del tanque de almacenamiento) con una DBO<sub>5</sub> mínima de 443.87 mg/L, máxima de 587 mg/L y en promedio 505.7 mg/L. Para el punto B (Punto de salida del filtro percolador de piedra pómez) una DBO<sub>5</sub> mínima de 203.56 mg/L, máxima de 222.65 mg/L y en promedio 215.3 mg/L.

Tabla 13. Monitoreo de DBO5 para un tiempo de retención hidráulico de 27 segundos

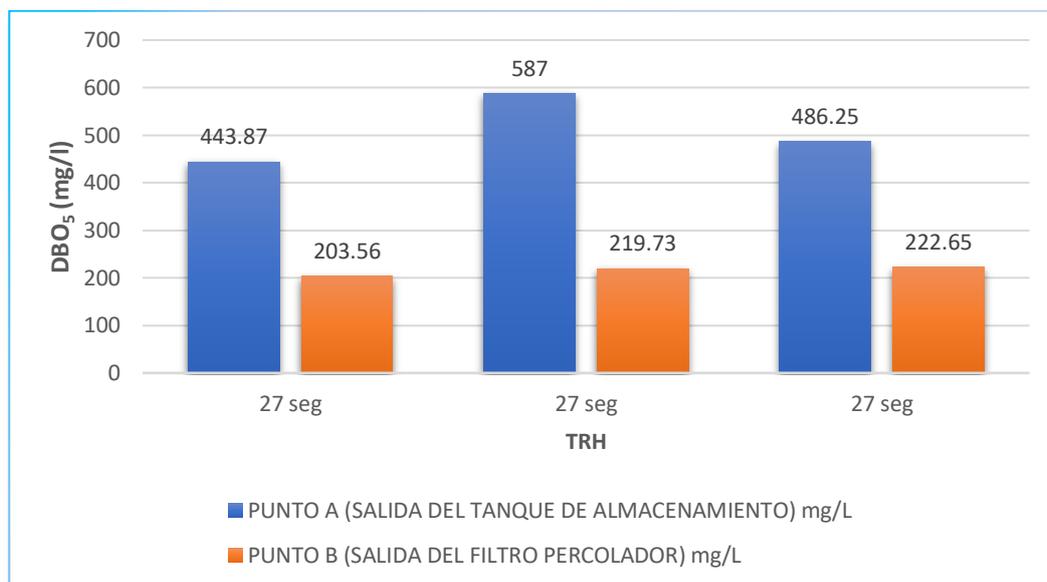
Monitoreo	Número de muestra de la (DBO5)	Fecha de monitoreo	TRH (Segundos)	Punto de Muestreo	Temperatura Ambiental	Temperatura en el Punto de muestro	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5
					°C	°C	mg/l
5		01/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A	17	16.4	
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B		15.7	
6		04/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A	19	17.8	
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B		18.0	
7	3	07/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A	14	15.0	443.87
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B		14.5	
8		11/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A	16	13.5	
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B		14.5	
9		14/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A	13	11.5	
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B		12.4	
10	4	17/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A	18	16.4	587
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B		17.0	
11		20/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A	19	18.2	
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B		18.9	
12		23/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A	15	14.2	
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B		14.9	
13	5	27/04/2021	T <sub>0Seg</sub>	Punto A	13	12.0	486.25
			T <sub>27Seg</sub>	Punto B		12.4	

Punto A: Inicio

Punto B: Final

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Demanda Bioquímica de oxígeno (mg/L) en Punto A y Punto B



Fuente: Elaboración propia

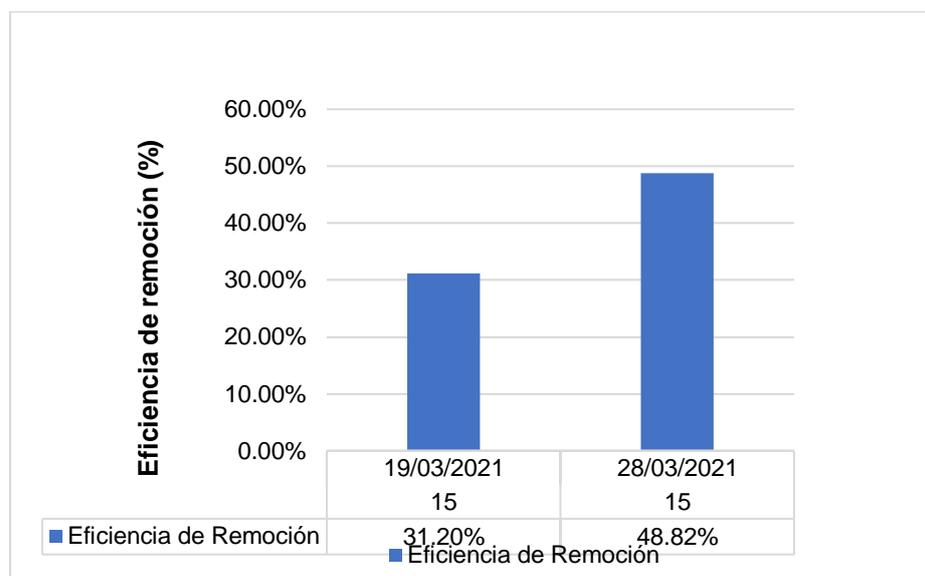
### Eficiencia de remoción de Sólidos Suspendedos Totales

Tabla 14. Eficiencia de remoción de SST para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos

Fecha de Monitoreo	Tiempo Retención Hidráulica (TRH)	Caudal (ml/min) ingreso al filtro percolador	Punto A (inicio) mg/L	Punto B (final) mg/L	Eficiencia de remoción SST (%)
19/03/2021	15 seg	600	894.24	891.45	31.20%
28/03/2021	15 seg	600	878.81	874.52	48.82%
Promedio de eficiencia con tiempo de retención hidráulica (TRH)					40.01%

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Eficiencia de remoción de SST para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos



Fuente: Elaboración propia

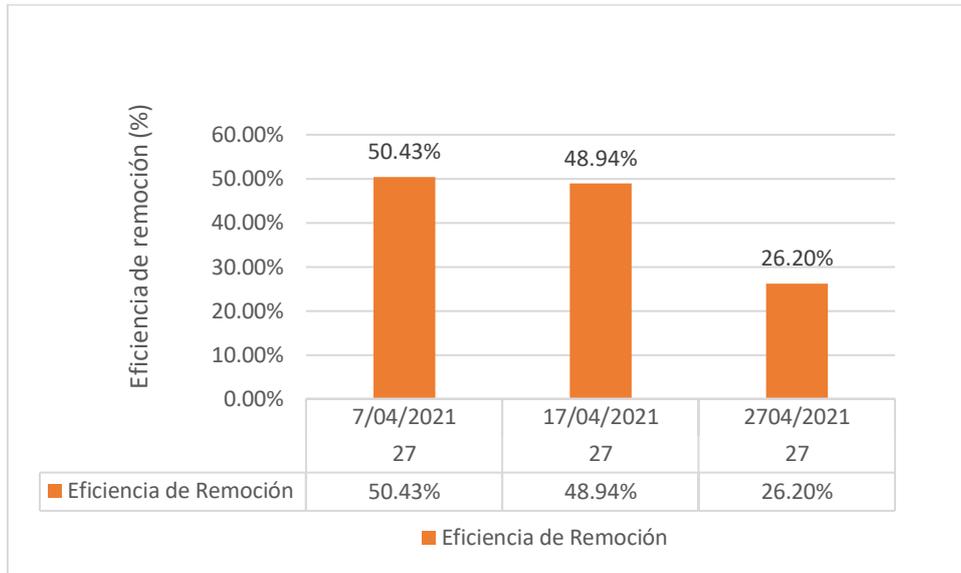
El valor de la remoción en los SST para un tiempo de retención hidráulica de 15 segundos, se obtuvo una mínima de 31.20%, máxima es de 48.82% y el promedio es de 40.01% de remoción.

Tabla 15. Eficiencia de remoción de SST para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos

Fecha de monitoreo	Tiempo Retención Hidráulica (TRH)	Caudal ml/min) ingreso al filtro percolador	Punto A (inicio) mg/L	Punto B (final) mg/L	Eficiencia de remoción SST (%)
07/04/2021	27 seg	600	908.12	903.54	50.43%
17/04/2021	27 seg	600	874.52	870.24	48.94%
27/04/2021	27 seg	600	885.52	883.2	26.20%
Promedio					41.86%

Fuente: Elaboración propia

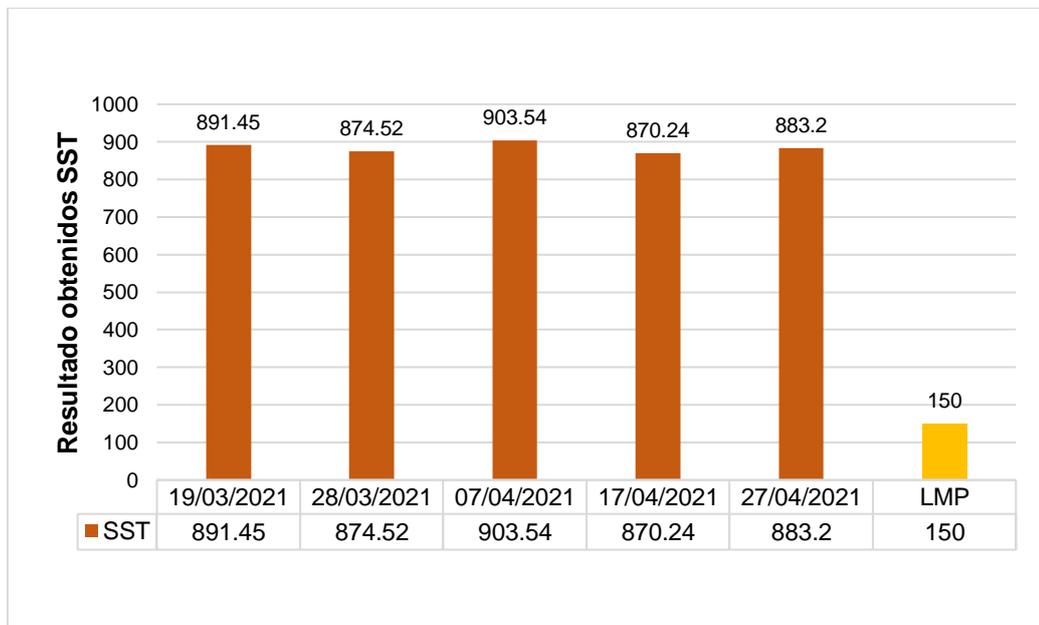
Figura 30. Eficiencia de remoción de SST (%) para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos



Fuente: Elaboración propia

Los niveles de remoción de Sólidos Suspendidos Totales (SST) en un tiempo de retención hidráulica de 27 segundos, se obtuvo una mínima de 26.20%, máxima es de 50.43% y el promedio es de 48.94% de remoción.

Figura 31. Comparación de Sólidos Suspendidos Totales (SST) con los límites máximos permisibles (LMP) - D.S 003 -2010 MINAM



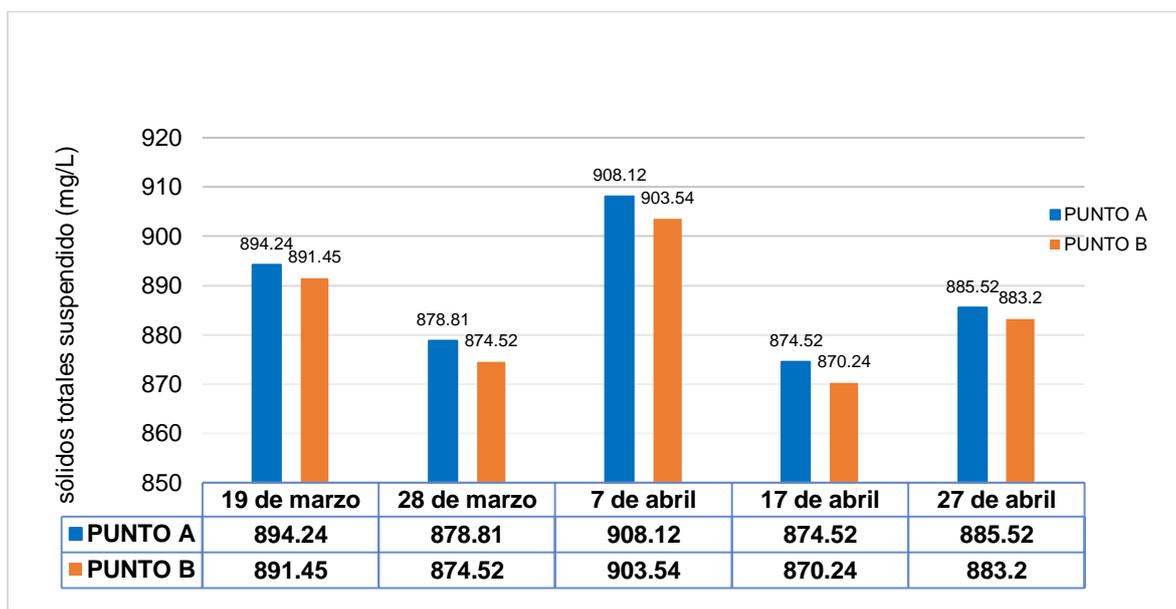
Fuente: Elaboración propia

El rango hallado fue mayor > 150 ml/Lm, el cual no se encuentra dentro los límites máximos permitidos respecto de la evaluación de SST.

### Comparación del punto de entrada (Punto A) con el punto de salida (Punto B)

Se mandó analizar en el Laboratorio Microbiológico de Análisis del Agua de la Red de salud Huancavelica, la cual se evaluó 5 muestra del punto A y 5 en el Punto B, la cual tenemos en el Punto A una mínima concentración de 874.52 mg/L que es el día 17 de abril, la máxima de 908.12 mg/L es el día 7 de abril y en promedio 888.24 mg/L. Para el punto B una mínima de 870.87 mg/L, la máxima es de 899.54 mg/L y el promedio del punto B es de 884.39 mg/L.

Figura 32. Análisis de Eficiencia de Remoción Sólidos Suspendidos Totales SST



Fuente: Elaboración propia

### Eficiencia de remoción de Aceites y Grasas.

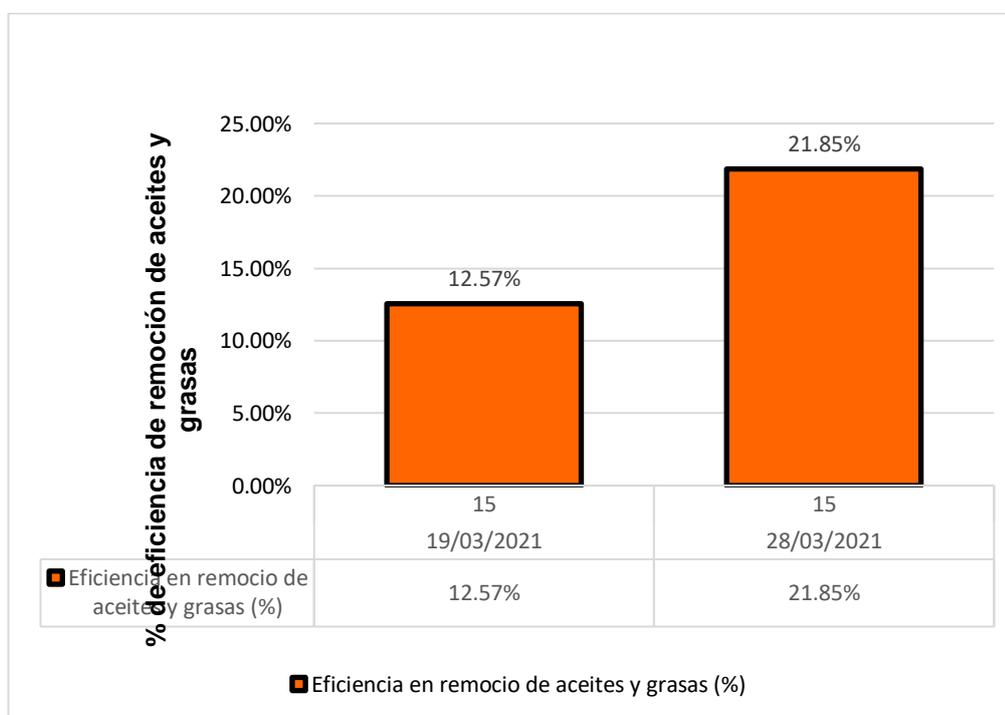
Se monitoreó los parámetros de DBO, SST, aceites y grasas, para un tiempo de retención hidráulica de 15 y 27 segundos, y estos fueron medidos en funciona a un punto de ingreso y a un punto de salida.

Tabla 16. Eficiencia de remoción de Aceites y Grasas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos

Días	Tiempo Retención Hidráulica (TRH)	Caudal (ml/min) ingreso al filtro percolador	Punto A (inicio) mg/l	Punto B (final) mg/l	Eficiencia de remoción en aceites y grasas (%)
19/03/2021	15 seg	600	29.35	25.66	12.57%
28/03/2021	15 seg	600	36.57	28.58	21.85%
		Promedio			17.21%
		Máximo			21.85%
		Mínimo			12.57%

Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Eficiencias obtenidas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 segundos



Fuente: Elaboración propia

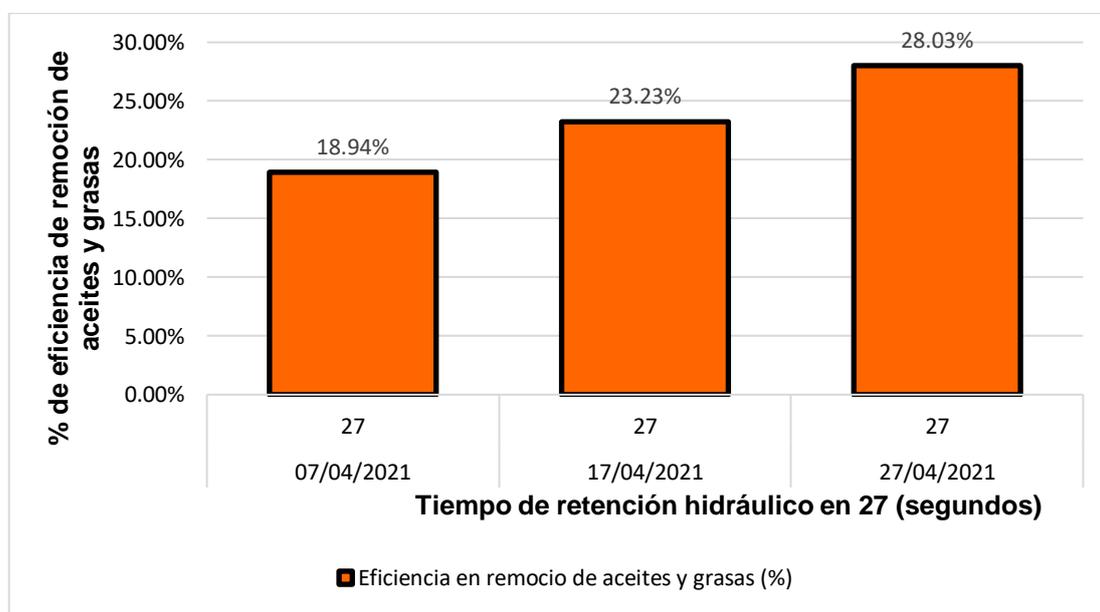
Los valores obtenidos fueron de 12.57% en mínimo y 21.85% como máximo siendo el promedio de 17.21%, en cuando a la remoción de la DBO<sub>5</sub>

Tabla 17. Eficiencia de remoción de Aceites y Grasas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos.

Días	Tiempo Retención Hidráulica (TRH)	Caudal (ml/min) ingreso al filtro percolador	Punto A (inicio)	Punto B (final)	Eficiencia de remoción en aceites y grasas (%)
07/04/2021	27 seg	600	28.35	22.98	18.94%
17/04/2021	27 seg	600	27.21	20.89	23.23%
27/04/2021	27 seg	600	32.14	23.13	28.03%
		Promedio			23.40 %
		Máximo			28.03%
		Mínimo			18.94%

Fuente: Elaboración propia

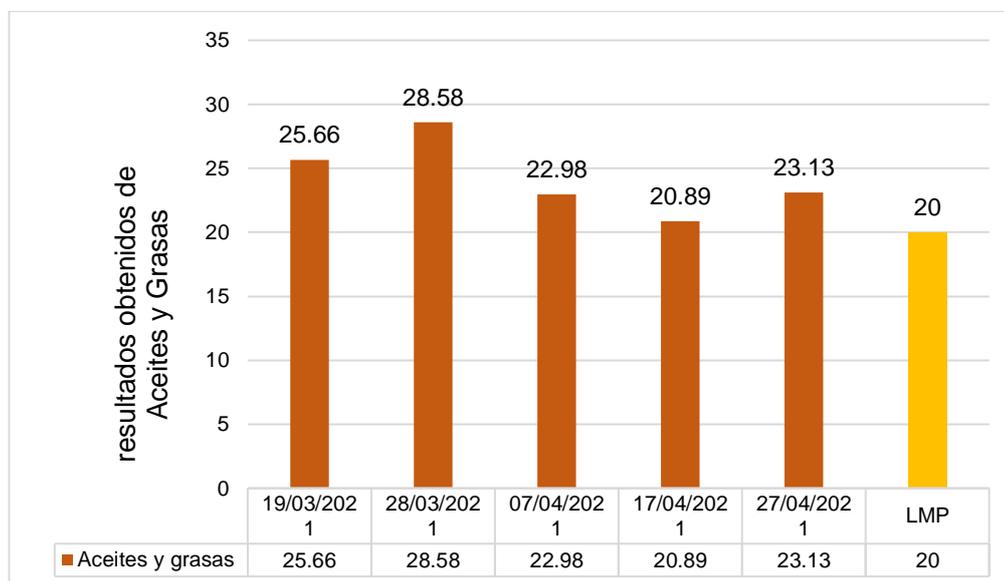
Figura 34. Eficiencias obtenidas para un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 27 segundos



Fuente: Elaboración propia

Los valores fueron los siguientes: mínimo de 18.94% y máxima de 28.03% y el promedio fue 38.02%. Todo ello con un tiempo de 27 segundos.

Figura 35. Comparación de Aceites y Grasas con los Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR



Fuente: Elaboración propia

### Comparación del punto de entrada (punto A) con el punto de salida (punto B)

✓ Punto A: punto de ingreso al filtro percolador de piedra pómez.

✓ Punto B: punto de salida del filtro percolador de piedra pómez.

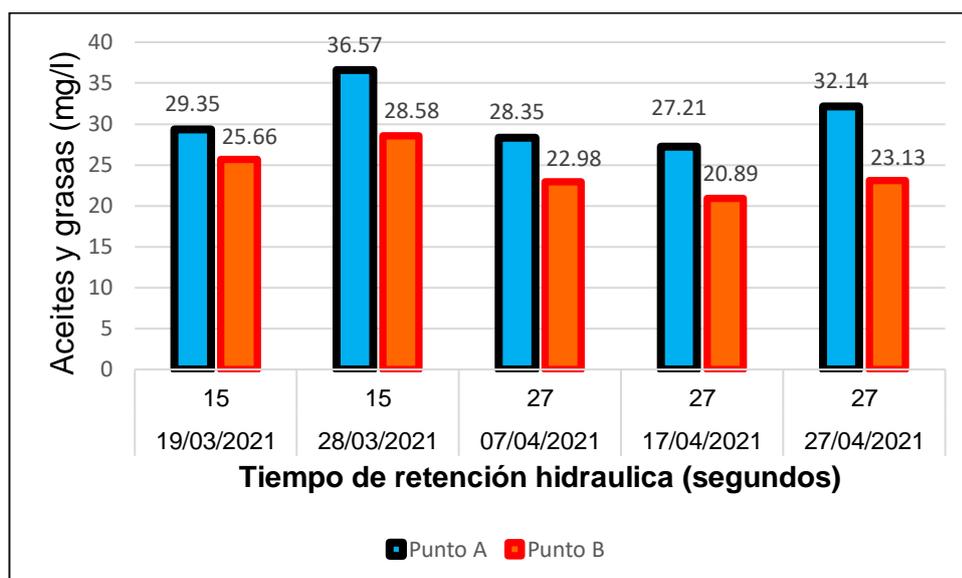
Se mandó analizar al laboratorio de la red de salud de Huancavelica.

La evaluación de concentración de aceites y grasas se realizó para un TRH de 15 y 27 segundos, con un caudal de 600 ml/min.

En tiempo de 15 segundos tenemos en el punto A un valor mínimo de 29.35 mg/l, máxima de 36.57 mg/l y en promedio 32.96 mg/l. Para el punto B una mínima de 25.66 mg/l, máxima 28.58 mg/l y en promedio 27.12 mg/l.

Para un tiempo de retención hidráulica de 27 segundos en el punto A se tiene un valor mínimo de 27.21 mg/l, máxima 32.14 mg/l y en promedio 27.34 mg/l. Para el punto B una mínima de 20.89 mg/l, máxima de 23.13, y en promedio 22.33 mg/l.

Figura 36. Concentración de aceites y grasas.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4. Resultados relacionados al objetivo específico 4: determinar la biomasa microbiana adherida al filtro percolador de piedra pómez

De acuerdo a los resultados procesados en el laboratorio microbiológico de análisis de agua de la Red de Salud Huancavelica, donde se identificó los microorganismos *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Shigella*, *Nocardia*. Para el parámetro Microbiológicos en el D.S. N° 003-2010-MINAM: No existe el Límite Máximo Permisible (LMP) para realizar la comparación e interpretación, por lo tanto, el parámetro no aplica esta categoría.

Tabla 18. Resultados de parámetros microbiológicos

Bacterias	Unidad
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml
<i>Salmonella</i>	NMP/100ml
<i>Pseudomonas</i>	NMP/100ml
<i>Shigella</i>	NMP/100ml
<i>Nocardia</i>	NMP/100ml

**Fuente:** Laboratorio microbiológico de análisis de agua de la Red de Salud Huancavelica.

#### 4.1.5. Resultados relacionados al objetivo general: Analizar la eficiencia de un filtro percolador

##### “Análisis de la eficiencia de la piedra pómez como medio filtrante para la remoción de carga orgánica en aguas residuales”

La eliminación de carga orgánica de las aguas residuales del camal municipal se calculó bajo la siguiente fórmula:

$$Ef = \frac{CO_i - CO_f}{CO_i} * 100$$

Donde:

$E_f$  = Remoción de carga orgánica (%)

$CO_i$  = Carga orgánica inicial (mg/L)

$CO_f$  = Carga orgánica final (mg/L)

#### A) Tiempo de retención hidráulica

Para el proyecto de investigación se tuvo dos tiempos de retención hidráulica.

Tabla 19. Cálculo de tiempo de retención hidráulica (TRH)

TRH	Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) 15 segundos	Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) 27 segundos
Muestreo	Inicio (Punto A) - Final (Punto B)	Inicio (Punto A) - Final (Punto B)
Parámetro		
DBO <sub>5</sub>	**	*
SST	**	*
Aceites y Grasas	**	*

Eficiente: \*

Deficiente: \*\*

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de retención hidráulica reales estudiadas en campo fue de 15 segundos y 27 segundos. La eficiencia de remoción de materia orgánica disminuía en un tiempo de retención hidráulica de 15 segundos, por tal motivo

se retomó el valor de 27 segundos del 07 de abril para encontrar mejores eficiencias de remoción de  $\text{DBO}_5$ , SST y aceites y grasas, por lo cual el tiempo de retención hidráulica se obtuvo de acuerdo a revisiones bibliográficas.

## **4.2. Contrastación de las hipótesis**

### **4.2.1. Hipótesis General**

#### **Prueba de hipótesis estadística**

La prueba de la hipótesis se utilizó el estadístico de prueba de la media “Prueba de Wilcoxon”, con un nivel de significación al 0.05 (5%). Asimismo, se usó el estadístico Shapiro Wilk para los datos de eficiencia de remoción de  $\text{DBO}_5$ .

Para la prueba de normalidad del objetivo general que es “Analizar la eficiencia del filtro percolador de piedra pómez en la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual municipal en Huancavelica -2021”, se realizó mediante la prueba Shapiro Wilk que se puede utilizar hasta 50 datos, por lo que en esta tesis se trabajó con el estadístico mencionada ya que la cantidad de datos fueron 5 muestras.

Hipótesis nula ( $H_0$ ): La variable eficiencia de remoción de  $\text{DBO}_5$  tiene una distribución normal.

Hipótesis alterna ( $H_a$ ): La variable eficiencia de remoción de  $\text{DBO}_5$  no tiene una distribución normal.

Entonces se tiene se plantea:

Si:  $P(\text{sig}) > NS(\alpha)$ , entonces se acepta el  $H_0$ .

Si:  $P(\text{sig}) < NS(\alpha)$ , entonces se rechaza el  $H_0$ .

Tabla 20. Estadística descriptiva realizado en el software SPSS

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error
DBO5	Media		,5700	,03000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,4409	
		Límite superior	,6991	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		,5400	
	Varianza		,003	
	Desv. Desviación		,05196	
	Mínimo		,54	
	Máximo		,63	
	Rango		,09	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,732	1,225
	Curtosis		.	.

Fuente: Elaboración propia

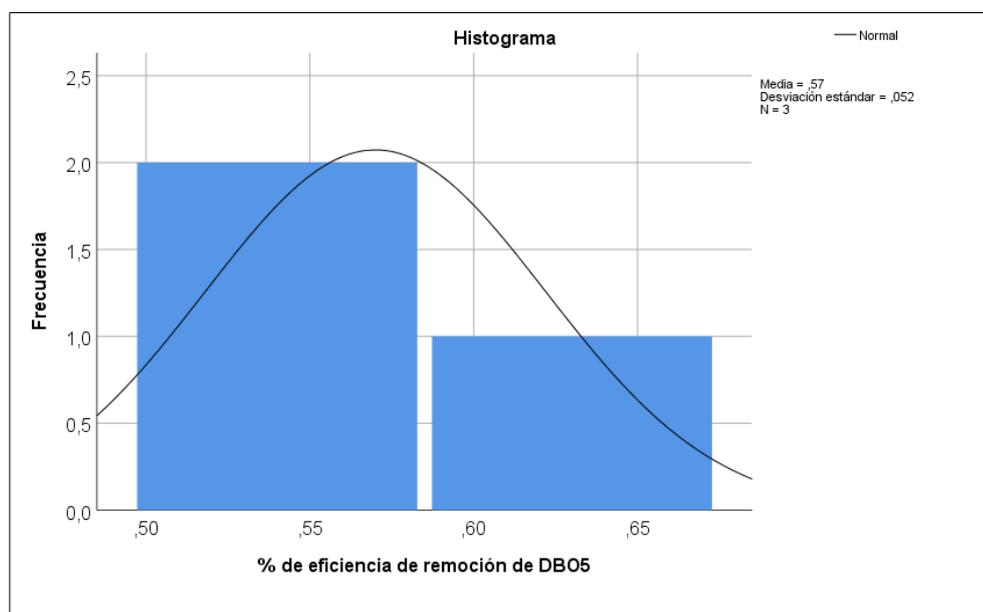
Tabla 21. Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO5	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Histograma de frecuencias de la normalidad de datos, procesada en el software SPSS



Fuente: Elaboración propia

Se observa en la figura, no cumple una distribución normal, el valor Sig. es menor a 0.05, por lo que se indica que no existe una distribución normal, entonces se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$ , esto quiere decir que la variable de la eficiencia de remoción de  $DBO_5$  no tiene una distribución normal.

### Prueba de hipótesis no paramétrica: Prueba Wilcoxon para una muestra

Según lo planteado la hipótesis de investigación es la siguiente:

Hipótesis nula ( $H_0$ ): La eficiencia con filtro percolador de piedra pómez, en la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual municipal en Huancavelica - 2021 será mayor a 40%.

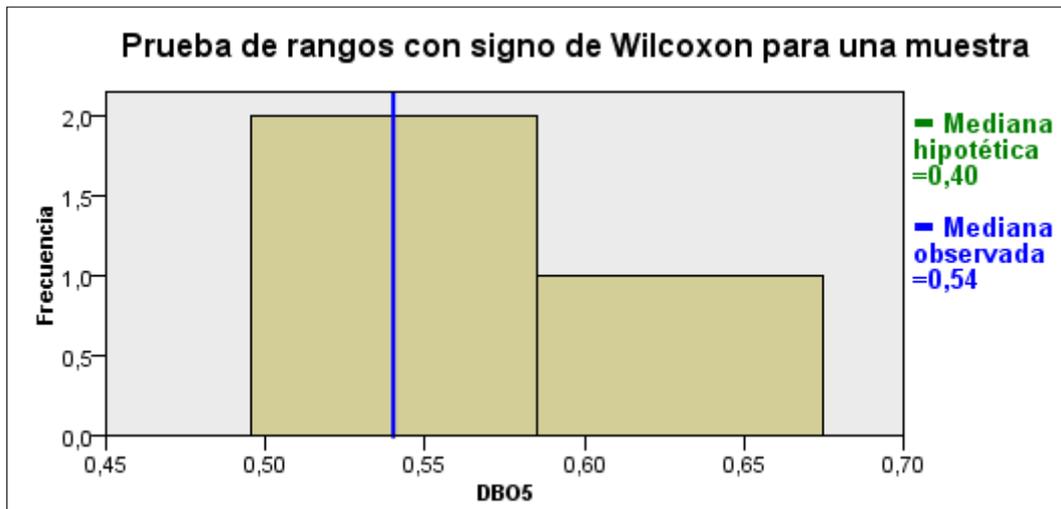
Hipótesis alterna ( $H_a$ ): La eficiencia con filtro percolador de piedra pómez, en la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual municipal en Huancavelica - 2021 no será mayor a 40%.

Se determinó con un grado de significancia de  $\alpha = 0.05$  (5%), por lo tanto, el nivel de confianza con el que se trabajó fue del 95%

El estadístico que se utilizó en esta investigación fue una prueba no paramétrica mediante la prueba Wilcoxon para una muestra. Se tiene el p valor "Sig asintótica"

que es igual a 0.102, por lo cual se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Figura 38. Prueba Wilcoxon para una muestra procesada en el software SPSS



Fuente: Elaboración propia

**Entonces:** El nivel de eficiencia de erradicación de los desperdicios orgánicos en un biofiltro percolador de piedra pómez es mayor a 40% en el tratamiento de aguas servidas del camal municipal de Huancavelica, en un tiempo de retención hidráulica de 27 segundos.

## V. DISCUSIÓN

La discusión de resultados se realizó con la finalidad de contrastar los resultados de la investigación con otras de similar desarrollo.

### **Temperatura ambiental**

En el trabajo que realizara Castro (2018), la temperatura en el reactor no cambió drásticamente, es así que se hizo una comparación de temperaturas dentro y fuera observando los grados se encontraban en rangos de 10.4 °C a 19.5 °C, esto dentro del reactor, en tanto fuera del reactor las temperaturas fueron de 9°C a 21 °C, el cual muestra que el reactor UASB mantiene temperaturas adecuadas.

En el trabajo que se realizó la temperatura ambiental influye, ya que, a mayor temperatura ambiental, mayor temperatura de las aguas residuales. Es por ello que afecta en el filtro percolador por las reacciones aeróbicas de las biomasas microbianas de la piedra pómez

### **pH**

Con respecto al objetivo específico el cual fue evaluar el pH en el filtro percolador de piedra pómez, en “el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica”. Donde como resultado se obtuvo el valor que oscilan en el punto A entre 6.51 a 7.88, y el promedio de los datos fue 7.06, en el punto B entre 6.85 a 7.88, y el promedio fue 7.28; de la misma forma en la investigación de Curasma et al (2019), en su investigación “Evaluación de la eficiencia de un sistema integrado de biopelícula y fitorremediación con nasturtium officinale – Berro, para el tratamiento de agua residual municipal en Huancavelica”, en este trabajo se indica que los niveles de pH deben encontrarse en 6.5 a 8.5 los mismos que son rangos para aguas servidas de plantas de tratamiento, el cual tiene un marco normativo (D.S.003-2010-MINAM), este rango ha sido dispuesto en el afán de asegurar un eficiente trabajo en todo el proceso de tratamiento; así los valores que Curasma (2008) obtuvo fue de pH de 7.48 y a la salida 7.57, para un tiempo de retención hidráulica de 20 segundos, esto indica un correcto funcionamiento del sistema, el investigador nos precisa que si se tuviera niveles superiores éste sería un

indicador del mal funcionamiento del sistema; por otro lado casto (2018) manifiesta que en su investigación los resultados del pH fueron de: ingreso al reactor UASB pH = 6.57 a 8.01 y salida pH = 6.99 a 8.32, que son valores favorables para la digestión anaerobia, lo mencionado se aplicó para un tiempo de contacto de 14 horas.

### **Aceites y grasas**

Con respecto al objetivo específico el cual es evaluar la eficiencia en remoción de aceites y grasas en el filtro percolador de piedra pómez, en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica. Donde como resultado se obtuvo que la eficiencia de remoción de aceites y grasas del filtro percolador elaborado con piedra pómez fue de 12.57% a 21.85% alcanzando el promedio de 17.21%, influenciado por el tiempo de retención hidráulica de 15 segundos y granulometría de piedra pómez; para un tiempo de retención hidráulica de 27 segundo resultó 18.94% a 28.03%, y el promedio de los datos fue 23.40%. Tuse (2019) en su trabajo logro remover aceites y grasas en un 91.84% siendo su promedio 99.9%, su biofiltro fue de escamas de pescado con carbón activado, los niveles estuvieron en relación al tamaño de las escamas de pescado y del carbón activado, así como del tiempo de retención hidráulica; así por ejemplo en un tiempo de 3 horas las grasas y los aceites se redujeron en un mínimo de 0,02 mg/l y para un tiempo de 6 horas la remoción fue de 0,01 mg/L. Por otro lado, Castro (2018) obtuvo los siguientes valores de reducción de aceites y grasas: 28.33mg/L y una máxima de 38.02mg/L, en la salida del reactor UASB se obtuvo una mínima de 27.09mg/L y máxima de 28.66 mg/L, en un tiempo de 14 horas.

### **Sólidos suspendidos totales**

En el trabajo de Castro (2018) la eliminación de sólidos suspendidos totales fue de 1.56% en un tiempo de 14 horas, y el máximo logrado fue de 30.38%, los datos fueron: una mínima de 522.42mg/L, máxima de 901.01mg/L. Para el punto B (salida del reactor UASBC) una mínima de 365.04mg/L, máxima de 895.05mg/L, como se ve existe una disminución de sólidos suspendidos a lo largo de todo el proceso.

También tenemos a Espinoza (2017), quien encontró en una muestra de 10 litros de agua residual, trabajado en diferentes tiempos de permanencia de agua residual en el biofiltro, una remoción de SST es de 57.53%, por otro lado, para un tiempo de 15 segundos los resultados fueron: una mínima de 31.20% y la máxima es de 48.82%, siendo el promedio 40.01% de remoción. En tanto para un tiempo de 27 segundos, se obtuvo una mínima de 26.20%, máxima es de 50.43% y el promedio es de 41.86% de eliminación de SST.

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Respecto a la demanda bioquímica de oxígeno Vasconez (2017) logro evidencias que en un tiempo de 7 días se logró erradicar los contaminantes en un 60.68% en la 4ta semana.

Como se ha podido evidenciar, la piedra vulcanita es una gran candidata a ser utilizada como lecho filtrante en la búsqueda de disminución de residuos físicos y químicos de las aguas servidas domésticas, para llegar a esta conclusión se ha usado 4 muestras en el afluente y 4 muestras en el efluente donde se determinó en laboratorio, la disminución de entre una 85% y 95% de elementos contaminantes (Sánchez, 2016).

Los bajos niveles de eficiencia son producto del TRH con el que se opera la planta del camal municipal de Huancavelica, ya que éstos debieran ser mayores para que exista un contacto adecuado de la materia orgánica y los microorganismos que la consumen. Así mismo, es necesario extender el tiempo de retención hidráulica en el filtro percolador o se debería de realizar una conducción de recirculación para mayores resultados de eficiencia, considérese que para este trabajo el arranque tuvo un período de 40 días.

Tabla 22. Eficiencia de remoción de la DBO5 respecto al TRH – Monitoreo de aguas residuales

Monitoreo	Numero de muestra de la (DBO5)	Fecha de monitoreo	TRH (Seg)	Punto de Muestreo	Temperatur a Ambiental	Temperatura en el Punto de muestro	Demanda Bioquímica de Oxigeno DBO <sub>5</sub>	Eficiencia de remoción de la DBO <sub>5</sub>
					°C	C°	mg/l	%
1	1	19/03/2021	T <sub>0</sub> Seg	Punto A	15	15.0	429.2	<b>35.59%</b>
			T <sub>15</sub> Seg	Punto B		14.2	276.45	
2		22/03/2021	T <sub>0</sub> Seg	Punto A	16	17.0		
			T <sub>15</sub> Seg	Punto B		18.4		
3		25/03/2021	T <sub>0</sub> Seg	Punto A	17	18.3		
			T <sub>15</sub> Seg	Punto B		18.7		
4	2	28/03/2021	T <sub>0</sub> Seg	Punto A	18	17.5	436.54	<b>34.36%</b>
			T <sub>15</sub> Seg	Punto B		17.2	286.54	
Promedio								34.98%
Máximo								35.59%
Mínimo								34.36%
5		01/04/2021	T <sub>0</sub> Seg	Punto A	17	16.4		
			T <sub>27</sub> Seg	Punto B		15.7		
6		04/04/2021	T <sub>0</sub> Seg	Punto A	19	17.8		
			T <sub>27</sub> Seg	Punto B		18.0		
7	3	07/04/2021	T <sub>0</sub> Seg	Punto A	14	15.0	443.87	<b>54.14%</b>

8		11/04/2021	T <sub>27 Seg</sub>	Punto B		14.5	203.56	
			T <sub>0 Seg</sub>	Punto A		13.5		
9		14/04/2021	T <sub>27 Seg</sub>	Punto B	16	14.5		
			T <sub>0 Seg</sub>	Punto A		11.5		
10	4	17/04/2021	T <sub>27 Seg</sub>	Punto B	13	12.4		
			T <sub>0 Seg</sub>	Punto A		16.4	587	
11		20/04/2021	T <sub>27 Seg</sub>	Punto B	18	17.0	219.73	<b>62.57%</b>
			T <sub>0 Seg</sub>	Punto A	19	18.2		
12		23/04/2021	T <sub>27 Seg</sub>	Punto B	15	14.2		
			T <sub>0 Seg</sub>	Punto A		14.9		
13	5	27/04/2021	T <sub>27 Seg</sub>	Punto B	13	12.0	486.25	<b>54.21%</b>
			T <sub>0 Seg</sub>	Punto A		12.4	222.65	
			Promedio					56.97%
			Máximo					62.57%
			Mínimo					54.14%

Punto A (Inicio)  
Punto B (Final)  
Fuente: Elaboración propia

Se observa la eficiencia mínima y máxima con los tiempos de retención hidráulica con mayor eficiencia y menor eficiencia en relación al incremento del tiempo de retención hidráulica.

## VI. CONCLUSIONES

- Respecto a la eliminación o remoción de materia orgánica, se tiene que en 27 segundos el nivel de eficiencia fue de 62.57%, los cuales fueron medidos en  $DBO_{5u}$ . Los resultados en 15 segundos fueron que se tuvo una eficiencia de 35.59%; de estos resultados concluimos que el filtro percolador de piedra pómez elimina materia orgánica en las aguas provenientes del camal municipal.
- El tendiente creciente de la eficiencia de remoción de  $DBO_5$ , SST y Aceites y Grasas en el filtro percolador es directamente proporcional al incremento en el tiempo de la retención hidráulica; en el trabajo esto se corroboró por que en 27 segundos el nivel de remoción fue de 56.97%, 41.86% y 23.40% operando 40 días con tiempo de retención hidráulica.
- La cantidad de grasas identificado en el camal municipal tiene su origen en la utilización de detergentes, pues al no hacer una limpieza de natas existe una trampa de grasas, así se tuvo que en 27 segundos la entrada del filtro percolador fueron de 27.21 mg/L y 36.57 mg/L (valores mínimos y máximos respectivamente) con un caudal de circulación de 600 ml/min, y en cuanto a la salida los datos fueron de: 20.89mg/L y 28.58 mg/L (valores mínimos y máximos respectivamente), en ambos casos en un caudal de circulación de 600 ml/min.
- Los niveles de pH hallados en la investigación como parte de la evaluación del sistema propuestos fueron favorables en el desarrollo de hidrolítico acidogénico y metanogénico, ya que éstos tuvieron el rango de 6.57 y 8.33 los cuales se encuentran en los parámetros de 6.5 a 8 óptimos para la digestión anaerobia
- El filtro percolador mantuvo una temperatura promedio 15.9 °C siempre por encima de la temperatura ambiental que tuvo una temperatura promedio de 14.61°C. Para una temperatura del agua residual de 11.5 a 18.3°C y manteniendo un tiempo de retención hidráulico de 27 segundos en el filtro percolador, se han logrado valores máximos de remoción de 62.57% en la  $DBO_5$ .

- El uso de la piedra pómez en la eliminación de residuos orgánicos provenientes del camal municipal, ha demostrado niveles de eficiencia aceptables, estos resultados son alentadores para la corrección de un problema social y ambiental.
- En la biomasa microbiana se encontraron adheridas por la capacidad de adsorción de la piedra pómez en el proceso de circulación del filtro percolador se hallaron las siguientes bacterias; Escherichia Coli, Salmonella, Pseudomonas Shigella, Nocardia, para un TRH de 27 segundos con un caudal de circulación de 600 ml/min. Se concluye que en la biomasa microbiana se encuentran estos microorganismos debido a una corta circulación y tiempo de retención Hidráulica.

## VII. RECOMENDACIONES

- El análisis de eficiencia en remoción de materia orgánica por parte del filtro percolador de piedra pómez fueron los óptimos y deseables, de tal manera que se recomienda proseguir y alentar a la realización de investigaciones similares para tener mayores certezas sobre su implementación permanente usando incluso otros medios de soporte como piedras, piezas plásticas o materiales inertes.
- El filtro percolador que se utilizó para la investigación se mejoraría agregando el proceso de recirculación, para que se pueda mejorar la eficiencia del proceso.
- Se recomienda una limpieza disciplinada diaria, pues al contener grasas y aceites éstos deben ser quitados para sostener una eficiencia en el proceso del filtro percolador, por lo tanto, para evitar que el sistema colapse, se debe implementar un pre tratamiento que separe los aceites y grasas del fluido.
- Para la remoción de SST se debe aplicar otro tipo de tratamiento ya que el nuestro no fue tan eficaz.
- Tener en consideración el tamaño del medio de soporte y profundidad del lecho para un filtro percolador que es esencial como medio de contacto de las aguas servidas municipales y la biomasa adherida.
- Tener en consideración los tiempos en los cuales se realiza la retención y la carga hidráulica; así como la carga orgánica, para el diseño y operación en filtros percoladores.
- Realizar más pruebas de retención hidráulica para observar los niveles de eficiencia en la eliminación de residuos orgánicos en el piloto instalado como planta de tratamiento.
- Identificar los microorganismos adheridos en el filtro percolador con piedra pómez con más pruebas bioquímicas.

## VIII. REFERENCIAS

- **ABRIL, MARÍA. 2018.** Nivel de conocimiento y práctica del manejo de residuos Sólidos Hospitalarios por el personal de enfermería y limpieza policlínico de la policía nacional del Perú Trujillo 2017 [Tesis Maestría, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote]. Repositorio Institucional, s.l.: 2018.
- **ALUOCH, EVANCE OCHIENG, 2015,** en su tesis titulada “Use of enzymes in anaerobic sequencing batch reactor (ASBR) treatment of slaughterhouse wastewater (Uso de enzimas en el tratamiento con reactor discontinuo de secuenciación anaeróbica (ASBR) de aguas residuales de camal), 2015.
- **BERNADETTE K. MCCABE, 2015.** Desarrollaron la investigación titulada “Review of pre-treatments used in anaerobic digestion and their potential application in high-fat cattle slaughterhouse wastewater,2015.
- **CASTRO, JERSON. 2018.** Evaluación de la remoción de materia orgánica en un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente (UASB) para el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.
- **CEPIS. 2004.** Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud. Lima: s.n., 2004.
- **CHACÓN, EDWIN, Y OTROS. 2019.** Análisis de la eficiencia de un biofiltro a base de levadura *Saccharomyces Cerevisiae* y piedras pómez para la remoción de DBO5 en agua residuales domésticas en el AA.HH. Primavera en Carabaylo. Lima: Universidad César Vallejo, 2019.
- Conocimientos y prácticas de los trabajadores de un hospital sobre el manejo de residuos hospitalarios, Chocó, Colombia, 2012. **Quinto, Yulenny, Jaramillo, Luz y Cardona, Jaiberth. 2013.** 1, 2013, Médicas uis, Vol. 26, págs. 9-20.
- **CHENG, QINGKE YUAN Y YOUNGCHUL KIM (2018),** “Long-term operational studies of lab-scale pumice-woodchip packed stormwater biofilters (Estudios operativos a largo plazo de biofiltros de aguas pluviales empaquetados con virutas de madera pómez a escala de laboratorio),2018.

- **CONTRERAS, INÉS Y ESCOBAR, LUISA. 2017.** Conocimiento y Práctica del Manejo de Residuos del Personal de Salud del Hospital Goyeneche, Arequipa 2017. Repositorio Institucional, s.l.: 2017.
- **CORNEJO, DANIELA. 2015.** Determinación de la eficiencia de remoción de la DBO de agua residual doméstica mediante la utilización de un filtro de piedra pómez. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2015.
- **CRISTIAN, YANCE. 2015.** Plan de manejo de Residuos Sólidos en el Hospital Departamental de Huancavelica [Tesis Título, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional, s.l: 2015.
- Cuantificación de efluentes de aguas residuales del Camal Frigorífico Riobamba. **Borja, Danielita, Salzar, Karina y Brito, Hannibal. 2019.** 2, Riobamba: Revista Ciencia Digital, 2019, Vol. III, págs. 789-794. ISSN.
- **CURASMA, MARCO Y SANDOVAL, ESTEFANI. 2019.** Evaluación de la eficiencia de un sistema integrado de biopelícula y fitorremediación con nasturtium officinale (berro) para el tratamiento de agua residual municipal en Huancavelica. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2019.
- **DÍAZ MARRERO, MIGUEL A. 2003.** Filtros biológicos sumergidos y aerados. Habana: Instituto Superior Politécnico José A. Echevarría, 2003. pág. 6.
- **DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL E INOCUIDAD ALIMENTARIA. 2009.** Parámetros Organolépticos. Lima: DIGESA, 2009.
- **ESPINOZA, ANDRÉS. 2017.** Disminución de la DBO, DQO y STD del agua residual doméstica de Santiago de Chuco empleando un biofiltro de piedra pómez. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- **GONZALES, JOSÉ. 2012.** Metodología de Investigación. Barquisimeto, Lara, Venezuela: s.n., 2012.
- **GUTIÉRREZ, CARLOS MENÉNDEZ, PÉREZ OLMO, JESÚS Y GARCÍA ZUMALACÁRREGUI, JORGE. 2005.** Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales mediante filtros percoladores. Valencia: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 2005.
- **HERNÁNDEZ SAMPIERI, ROBERTO, FERNÁNDEZ COLLADO, CARLOS Y BAPTISTA LUCIO, MARÍA DEL PILAR. 2014.** Metodología de la

Investigación. Sexta. Ciudad de México: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. pág. 634.

- **HUAMÁN, VANESA. 2018.** Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios para reducir el Riesgo Laboral en el Pabellón B1 del Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Agustino 2018 [Tesis Título, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional, s.l: 2018.
- Impacto de un programa de educación ambiental en el manejo de. **VERA, DANEYSIS, Y OTROS. 2020.** 2, 2020, Killkana Salud y Bienestar, Vol. 4, págs. 17-24.
- **INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. 2011.** Estudio Geológico Económico de las Rocas y Minerales Industriales en las Regiones de Moquegua y Tacna. Lima: INGEMMET, 2011. Boletín N° 26 Serie B.
- **IZQUIERDO, ISABEL. 2016.** Efecto de un biofiltro de piedra pómez en la remoción del material orgánico del efluente agroindustrial Casa grande. Trujillo: Universidad César Vallejo, 2016.
- **IZLEN, DENIZ Y SÜREYYA, MERIC 2015.** “A review on pumice for water and wastewater treatment”, 2015.
- **FATMA; ERDEM Y MÜBECCEL; ERGUN 2020.** “Application of Response Surface Methodology for Removal of Remazol Yellow (RR) by Immobilised *S. cerevisiae* on Pumice Stone (Aplicación de la metodología de superficie de respuesta para la eliminación de amarillo de Remazol (RR) por *S. cerevisiae* inmovilizado en piedra pómez), 2020.
- **GRZEGORZ; GREENMAN, JOHN Y LEROPOULOS, LOANNIS 2017;** “Self-powered, autonomous Biological Oxygen Demand biosensor for online water quality monitoring (Biosensor de demanda biológica de oxígeno autónomo y autoalimentado para el control de la calidad del agua en línea), 2017.
- **MAHOMET, NJOYA; MOSES, BASITERE Y SETENO, NTWAMPE 2019,** “Treatment of poultry slaughterhouse wastewater using a Granular Bed Reactor”, 2019.
- **MAKITA, YOJI; SONODA, AKINARI; SUGIURA, YUKI; OGATA, ATSUSHICHANGWON, SUH Y JONG HOON, LEE 2019.** “Preparation and phosphate adsorptive properties of metal oxide-loaded granular activated

carbon and pumice Stone (Preparación y propiedades de adsorción de fosfato de carbón activado granular cargado de óxido metálico y piedra pómez)”, 2019.

- **MAMANI, SANDRA. 2016.** Conocimiento sobre residuos sólidos hospitalarios por el personal de salud del hospital santa rosa puerto Maldonado - 2016 [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Amazónica Madre de Dios]. Repositorio Institucional, s.l: 2016.
- **MAMANI, SOLEDAD. 2017.** Nivel de conocimiento en relación con la práctica de eliminación de Residuos Sólidos Hospitalarios en el personal de salud del hospital San Juan de Dios Ayaviri - Puno 2017[Tesis de Licenciatura, Universidad Andina del Cusco]. Repositorio Institucional, s.l.: 2017.
- Manejo ambiental de residuos en camales de pequeños municipios. **GUERRERO, JHONIERS Y RAMIRES, IGNACIO. 2004.** 26, Pereira: Scientia Et Technica, 2004, Vol. X. ISBN/ 0122-1701.
- Manejo de residuos sólidos en América Latina. **SÁEZ, ALEJANDRINA Y URDANETA, JOHENI. 2014.** 3, 2014, Omnia, Vol. 20, págs. 121-135.
- Manejo de residuos sólidos y el riesgo laboral en el hospital Víctor Ramos Guardia - Huaraz, 2013. **Norabuena, Rafael, y otros. 2017.** 2, 2017, Aporte Santiaguino, Vol. 10, págs. 327-338.
- **MUHAMMAD AL KHOLIF Y MUHAMAD ABDUL JUMALI, 2017.** “The Effect of Pumice Stone Media in Reducing Pollutant Load in Grey Water by Using Anaerobic Biofilter (El efecto de los medios de piedra pómez en la reducción de la carga contaminante en Agua gris mediante el uso de biofiltro anaeróbico)”, 2017.
- **NACEUREDDINE BEKKARI, AZIE ZEDDOURI, 2019.** “Using artificial neural network for predicting and controlling the effluent chemical oxygen demand in wastewater treatment plant (Uso de una red neuronal artificial para predecir y controlar la demanda de oxígeno químico del efluente en la planta de tratamiento de aguas residuales)”, 2019.
- **NATA, JOSÉ. 2018.** Análisis de piedra pómez como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de una lavadora y lubricadora de autos

"City Wash" ubicada en la ciudad Ambato, Provincia de Tungurahua. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2018.

- **NIU; XUAN WANG; JIANGHUA YU Y YOUNGCHUL KIM.** "Pollution reduction by recirculated fill-and-drain mesocosm wetlands packed with woodchip/pumice treating impervious road stormwater".
- **PÁRAMO VARGAS, JAVIER; GUTIÉRREZ GRANADOS, SILVIA, MALDONADO RUBIO Y PERALTA HERNÁNDEZ JUAN. 2016,** en la investigación titulada "Reducción de hasta un 95% de la demanda química de oxígeno de los efluentes del camal mediante la oxidación de Fenton y foto-Fenton", 2016.
- **PATELLA STRACUZZI, SANTA. 2010.** Metodología de la Investigación cualitativa. Caracas: 2a. ed, 2010.
- **PITAS, VIKTORIA; VIOLA, SOMOGYI; ARPAD, KARPATI; PETER, THURY; TAMAS, FRATER 2020,** "Reduction of chemical oxygen demand in a conventional activated sludge system treating coke oven wastewater", 2020.
- **RAFFO LECCA, EDUARDO Y RUIZ LIZAMA, EDGAR. 2014.** Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. Lima, Industrial Data. Lima: Universidad Nacional San Marcos, 2014. pág. 11, Tesis.
- **REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. 2020.** Norma OS.090 Plantas de Tratamiento DE Aguas Residuales. 2020. pág. 3.
- **RESOLUCIÓN MINISTERIAL N°1295-2018/MINSA. 2018, 11 de diciembre.** Gestión integral y manejo de residuos sólidos en establecimientos de salud, servicios médicos de apoyo y centros de investigación. s.l: Diario Oficial El Peruano, 2018, 11 de diciembre.
- **SÁNCHEZ, STIVEN. 2016.** Utilización de la liparita o vulcanita para la reducción de parámetros o indicadores físicos, químicos de aguas residuales domésticas. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2016.
- **TAPIA, DISIELA Y SANDOVAL, EMILIO. 2018.** Conocimiento Sobre el Manejo de Residuos Sólidos en el Personal de Enfermería del Servicio de Emergencia del hospital de Apoyo Barranca - Cajatambo-2018 [Tesis de

Segunda Especialidad, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional, s.l.: 2018.

- **TOMOKO YASUDA, YASUYUKI FUKUMOTO, MIYOKO WAKI, TOSHIMI MATSUMOTO Y HIROHIDE UENISHI 2019.** Desarrollarn la investigación titulada “Effects of thiosulfate addition on ammonia and nitrogen removal in biofilters packed with Oyaishi (pumice tuff) (Efectos de la adición de tiosulfato sobre la eliminación de amoníaco y nitrógeno en biofiltros empaquetados con Oyaishi (toba pómez))”,
- **VARGAS, ARQUÍMEDES. 2019.** Aplicación de piedra pómez como filtro en el proceso de tratamiento de aguas residuales verdes de un centro de beneficio animal-Puno. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2019.
- **VASCONEZ, VICTOR. 2017.** Análisis de la piedra pómez como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del centro de faenamiento Ocaña del Cantón Quero. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- **VILCA, AUREA. 2014.** Influencia de un Programa de capacitación en la gestión y manejo de los de Residuos Sólidos en el instituto Regional de enfermedades Neoplásicas del norte 2013-2014[Tesis Doctorado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional, s.l.: 2014.
- **WIBOONLUK PUNGRASMI; PHENPHITCHAYA; PHINITTHANAPHAK Y SORAWIT POWTONGSOOK. 2016,** “Nitrogen removal from a recirculating aquaculture system using a pumice bottom substrate nitrification-denitrification tank (Eliminación de nitrógeno de un sistema de recirculación de acuicultura utilizando un tanque de nitrificación-desnitrificación de sustrato con fondo de piedra pómez), 2018.
- **WOLFGANG P. TRITT Y HO KANG 2017,** en su investigación titulada “Slaughterhouse wastewater treatment in a bamboo ring anaerobic fixed-bed reactor (Tratamiento de aguas residuales de camal en un reactor anaeróbico de lecho fijo con anillo de bambú)”, 2017.
- **YOHANNIS, FETENE Y TAFFERE ADDIS, 2020.** “Eliminación por adsorción de fosfato de aguas residuales utilizando piedra pómez del Rift de Etiopía: experimento por lotes”,2020.

- **ZURITA, EMMA. 2015.** Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Pedro Vicente Maldonado. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2015.

## IX. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia Título: “Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología
<p><b>Problema General:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la eficiencia del filtro percolador de piedra pómez en la remoción de materia orgánica en el tratamiento del agua residual de camal municipal de Huancavelica - 2021?</li> </ul> <p><b>Problema Específico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la caracterización de la materia orgánica (DBO<sub>5</sub>, SST y aceites y grasas), pH y temperatura en el agua residual del camal municipal de Huancavelica?</li> <li>• ¿Cuáles son los parámetros de operación del filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica?</li> <li>• ¿Cuál es la eficiencia en remoción de DBO<sub>5</sub>, SST y aceites y grasas en el filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica?</li> <li>• ¿Qué biomasas microbianas adheridas se encuentran en el filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar la eficiencia de un filtro percolador de piedra pómez en la remoción de materia orgánica en el tratamiento del agua residual municipal en Huancavelica - 2021.</li> </ul> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la caracterización de la materia orgánica (DBO<sub>5</sub>, SST y aceites y grasas), pH y temperatura en el agua residual del camal municipal de Huancavelica.</li> <li>• Evaluar los parámetros de operación del filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica.</li> <li>• Determinar la eficiencia en remoción de DBO<sub>5</sub>, SST y aceites y grasas en el filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica.</li> <li>• Determinar la biomasa microbiana adherida al filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La eficiencia del filtro percolador de piedra pómez, en la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual municipal en Huancavelica - 2021 será mayor a 40%.</li> </ul> <p><b>Hipótesis Específica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La identificación y cuantificación del punto A y Punto B de la materia orgánica (DBO<sub>5</sub>, SST y aceites y grasas), pH y temperatura en el agua residuales del camal municipal de Huancavelica.</li> <li>• Los parámetros de operación serán óptimos en el filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica.</li> <li>• La eficiencia de remoción de DBO<sub>5</sub>, SST, aceites y grasas en el filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica - 2021 será mayor a 40%.</li> <li>• Los microorganismos adheridos al filtro percolador de piedra pómez en el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica son Escherichia coli, Salmonella y Pseudomonas.</li> </ul>	<p><b>Independiente:</b> Filtro percolador de piedra pómez.</p> <p><b>Dependiente:</b> Remoción de materia orgánica.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Pre experimental</p> <p><b>POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO</b></p> <p><b>Población</b> La población es el agua residual del camal municipal de la provincia de Huancavelica, que presenta un caudal de 19500 L/día.</p> <p><b>Muestra</b> Caudal de ingreso de 0.01 l/s (600 ml/min) hacia el sistema de tratamiento.</p> <p><b>Muestro</b> El muestreo del trabajo de investigación es no probabilístico por conveniencia.</p>

## Anexo 2. Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Instrumento
<b>(Variable independiente VI)</b> Filtro percolador de piedra pómez	"Es conocido como filtro biológico, que está compuesto por una cama de grava o en otros casos se utiliza plástico, sobre el cual se rocían las aguas residuales pre tratadas" (Díaz, 2003).	Filtro de piedra pómez para la operación de adsorción del agua residual del camal de Huancavelica Se va definir con las siguientes dimensiones; parámetros de operación, características de la piedra pómez y biomasa microbiana.	Parámetros de operación	Tiempo de retención hidráulica Volumen de agua Masa filtro piedra pómez Densidad filtro piedra pómez Porosidad	Segundos (s) Litros (L) Kilogramos (Kg) Densidad (Kg/m <sup>3</sup> ) Porosidad (u.p.)	Probeta, Cronómetro, Balanza
			Biomasa microbiana	Recuento de: *Escherichia coli *Salmonella *Pseudomonas *Shigella *Nocardia	Unidad formadora de Colonias (UFC)	Pruebas Bioquímicas
<b>(Variable dependiente VD)</b> Remoción de la materia orgánica	"La materia orgánica en aguas residuales se constituye principalmente de proteínas (40 - 60%), carbohidratos (25 - 50%) y grasas y aceites (8 - 12%)" (Arocutipá Lorenzo, 2013). "La materia orgánica presente en las aguas residuales se mide por las pruebas de Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y/o Carbono Orgánico Total (COT)" (Raffo Lecca, y otros, 2014).	La remoción de la materia orgánica se determinará con los parámetros de control de la materia orgánica estas son DBO, sólidos suspendidos, aceite y grasas,	Caracterización de la materia orgánica (DBO5, SST y aceites y grasas)	"Demanda Bioquímica de Oxígeno"	ppm	"Digestor DBR 200, Colorímetro portátil DR 900"
				"Sólidos suspendidos totales"	ppm	Erlenmeyer
				"Aceites y grasas"	ppm	"Extractor Soxhlet"
				pH	pH	pH metro digital HI 8424
			Temperatura ambiental	°C	Termómetro digital	
Eficiencia de remoción (DBO5, SST y aceites y grasas)	"Demanda Bioquímica de Oxígeno" "Sólidos suspendidos totales" "Aceites y grasas"	%	$(C_o - C_f) / C_f * 100$			

Anexo 3. Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES  
PARA LOS EFLUENTES DE PTAR**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS</b>
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

**Fuente:** DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM

## Anexo 4. Resultados del primer análisis.



PERÚ Ministerio de Salud



RED DE SALUD HUANCAVELICA

### REPORTE DE ANÁLISIS

**Análisis solicitado por** : CONTRERAS GOMEZ, VICTOR KEVIN  
MANRIQUE CHAVEZ, YURI VIOLETA

**Tipo de muestra** : Muestras de Aguas (Medio Ambiente)

**Fecha de recepción** : 19/03/2021

**Fecha de inicio** : 20/03/2021

**Fecha de finalización** : 26/03/2021

**Tipo de ensayo** : Instrumentación

#### Parámetros físicos químicos

ID. MUESTRAS LABORATORIO	ID. MUESTRAS CLIENTE	PARAMETROS		
Parámetros		SST	A Y G	DBO5
Unidad		Mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Cuantificación		30	0.5	0.5
MA-21/00095	1.ANTES DEL FILTRO	894.24	29.35	429.2
MA-21/00096	1.DESPUES DEL FILTRO	891.45	27.66	276.45

#### Parámetros bacteriológicos

BACTERIAS	UNIDAD
Escherichia coli	NMP/100ml
Salmonella	NMP/100ml
Pseudomonas	NMP/100ml
Shigella	NMP/100ml
Nocardia	NMP/100ml

#### PARAMETROS DE ACUERDO A NORMAS

PARAMETROS	METODOS DE ENSAYO
STS	M.E de S.T.S en agua ME-31-2007
ACEITES Y GRASAS	APHA-AWWA-WEF.21 ED NY2005
DBO5	EPA 410.2.1999
BACTERIOLÓGICOS	PRUEBAS BIOQUIMICAS

Según el etiquetado de custodia de cada recipiente que llegó al laboratorio; la cantidad de sólidos totales suspendidos antes y después del filtro como menciona la diferencia es mínima por lo cual se puede deducir que la muestra después del filtro sigue manteniendo sólidos suspendidos, el cual para profundizar el origen del contenido de la muestra se sugiere analizar la cantidad de STD (sólidos totales disueltos)



La cantidad de aceites y grasas es variable entre todas muestras antes y después del reactor, la cantidad de aceites y grasas son mínimas, el cual hace referencia a la existencia que pueda existe materia orgánica

El DBO5 analizado en las muestras antes del filtro es mayor a los resultados después del filtro por lo que se puede interpretar, que antes del filtro posiblemente exista gran cantidad de materia orgánica.

**OBSERVACIONES:**

La interpretación, comentarios y/o sugerencias que se menciona fueron solicitados por la persona quine solicito mencionados análisis en el laboratorio.

La mención de antes del filtro y después del filtro fue del mismo etiquetado de custodia de los envases en que llega al laboratorio.

Se sugiere realizar los parámetros de acuerdo al tipo de filtro que hacen uso y el tipo de uso de agua

  
  
Lidia Antonia Huamán Paliza  
BIOLOGA MICROBIÓLOGA  
CEP 14656

## Anexo 5. Resultados del segundo analisis.



PERÚ Ministerio de Salud



RED DE SALUD HUANCAVELICA

### REPORTE DE ANÁLISIS

**Análisis solicitado por** : CONTRERAS GOMEZ, VICTOR KEVIN  
MANRIQUE CHAVEZ, YURI VIOLETA

**Tipo de muestra** : Muestras de Aguas (Medio Ambiente)

**Fecha de recepción** : 28/03/2021

**Fecha de inicio** : 29/03/2021

**Fecha de finalización** : 05/04/2021

**Tipo de ensayo** : Instrumentación

#### Parámetros físicos químicos

ID. MUESTRAS LABORATORIO	ID. MUESTRAS CLIENTE	PARAMETROS		
Parámetros		SST	A Y G	DBO5
Unidad		Mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Cuantificación		30	0.5	0.5
MA-21/00097	1.ANTES DEL FILTRO	878.81	36.57	436.54
MA-21/00098	1.DESPUES DEL FILTRO	874.52	28.58	286.54

#### Parámetros bacteriológicos

BACTERIAS	UNIDAD
Escherichia coli	NMP/100ml
Salmonella	NMP/100ml
Pseudomonas	NMP/100ml
Shigella	NMP/100ml
Nocardia	NMP/100ml

#### PARAMETROS DE ACUERDO A NORMAS

PARAMETROS	METODOS DE ENSAYO
STS	M.E de S.T.S en agua ME-31-2007
ACEITES Y GRASAS	APHA-AWWA-WEF.21 ED NY2005
DBO5	EPA 410.2.1999
BACTERIOLÓGICOS	PRUEBAS BIOQUIMICAS

Según el etiquetado de custodia de cada recipiente que llegó al laboratorio; la cantidad de sólidos totales suspendidos antes y después del filtro como menciona la diferencia es mínima por lo cual se puede deducir que la muestra después del filtro sigue manteniendo sólidos suspendidos, el cual para profundizar el origen del contenido de la muestra se sugiere analizar la cantidad de STD (sólidos totales disueltos)



La cantidad de aceites y grasas es variable entre todas muestras antes y después del reactor, la cantidad de aceites y grasas son mínimas, el cual hace referencia a la existencia que pueda existe materia orgánica

El DBO5 analizado en las muestras antes del filtro es mayor a los resultados después del filtro por lo que se puede interpretar, que antes del filtro posiblemente exista gran cantidad de materia orgánica.

**OBSERVACIONES:**

La interpretación, comentarios y/o sugerencias que se menciona fueron solicitados por la persona quine solicito mencionados análisis en el laboratorio.

La mención de antes del filtro y después del filtro fue del mismo etiquetado de custodia de los envases en que llega al laboratorio.

Se sugiere realizar los parámetros de acuerdo al tipo de filtro que hacen uso y el tipo de uso de agua

  
  
Leticia Patricia Huancavelica  
BIOLOGA MICROBIOLOGA  
CEP 14656



PERÚ

Ministerio  
de SaludRED DE SALUD  
HUANCAVELICA

Salud integral en todos los niveles

## REPORTE DE ANÁLISIS

**Análisis solicitado por** : CONTRERAS GOMEZ, VICTOR KEVIN  
MANRIQUE CHAVEZ, YURI VIOLETA

**Tipo de muestra** : Muestras de Aguas (Medio Ambiente)

**Fecha de recepción** : 07/04/2021

**Fecha de inicio** : 08/04/2021

**Fecha de finalización** : 15/04/2021

**Tipo de ensayo** : Instrumentación

## Parámetros físicos químicos

ID. MUESTRAS LABORATORIO	ID. MUESTRAS CLIENTE	PARAMETROS		
Parámetros		SST	A Y G	DBO5
Unidad		Mg/L	mg/L	mg/L
Límite de Cuantificación		30	0.5	0.5
MA-21/00099	1.ANTES DEL FILTRO	908.12	28.35	443.87
MA-21/00100	1.DESPUES DEL FILTRO	903.54	22.98	203.56

## Parámetros bacteriológicos

BACTERIAS	UNIDAD
Escherichia coli	NMP/100ml
Salmonella	NMP/100ml
Pseudomonas	NMP/100ml
Shigella	NMP/100ml
Nocardia	NMP/100ml

## PARAMETROS DE ACUERDO A NORMAS

PARAMETROS	METODOS DE ENSAYO
STS	M.E de S.T.S en agua ME-31-2007
ACEITES Y GRASAS	APHA-AWWA-WEF.21 ED NY2005
DBO5	EPA 410.2.1999
BACTERIOLÓGICOS	PRUEBAS BIOQUIMICAS

Según el etiquetado de custodia de cada recipiente que llegó al laboratorio; la cantidad de sólidos totales suspendidos antes y después del filtro como menciona la diferencia es mínima por lo cual se puede deducir que la muestra después del filtro sigue manteniendo sólidos suspendidos, el cual para profundizar el origen del contenido de la muestra se sugiere analizar la cantidad de STD (sólidos totales disueltos)



La cantidad de aceites y grasas es variable entre todas muestras antes y después del reactor, la cantidad de aceites y grasas son mínimas, el cual hace referencia a la existencia que pueda existe materia orgánica

El DBO5 analizado en las muestras antes del filtro es mayor a los resultados después del filtro por lo que se puede interpretar, que antes del filtro posiblemente exista gran cantidad de materia orgánica.

**OBSERVACIONES:**

La interpretación, comentarios y/o sugerencias que se menciona fueron solicitados por la persona quine solicito mencionados análisis en el laboratorio.

La mención de antes del filtro y después del filtro fue del mismo etiquetado de custodia de los envases en que llega al laboratorio.

Se sugiere realizar los parámetros de acuerdo al tipo de filtro que hacen uso y el tipo de uso de agua

  
  
Leticia Patricia Arroyave Quijano  
BIOLOGA MICROBIOLOGA  
CEP 14656

## Anexo 7. Resultados del cuarto análisis.



PERÚ Ministerio de Salud



RED DE SALUD HUANCAVELICA  
Salud integral en todos los niveles

### REPORTE DE ANÁLISIS

**Análisis solicitado por** : CONTRERAS GOMEZ, VICTOR KEVIN  
MANRIQUE CHAVEZ, YURI VIOLETA

**Tipo de muestra** : Muestras de Aguas (Medio Ambiente)

**Fecha de recepción** : 17/04/2021

**Fecha de inicio** : 18/04/2021

**Fecha de finalización** : 25/04/2021

**Tipo de ensayo** : Instrumentación

#### Parámetros físicos químicos

ID. MUESTRAS LABORATORIO	ID. MUESTRAS CLIENTE	PARAMETROS		
Parámetros		SST	A Y G	DBO5
Unidad		Mg/L	mg/L	mg/L
Límite de Cuantificación		30	0.5	0.5
MA-21/00101	1.ANTES DEL FILTRO	874.52	27.21	587
MA-21/00102	1.DESPUES DEL FILTRO	870.24	20.89	219.73

#### Parámetros bacteriológicos

BACTERIAS	UNIDAD
Escherichia coli	NMP/100ml
Salmonella	NMP/100ml
Pseudomonas	NMP/100ml
Shigella	NMP/100ml
Nocardia	NMP/100ml

#### PARAMETROS DE ACUERDO A NORMAS

PARAMETROS	METODOS DE ENSAYO
STS	M.E de S.T.S en agua ME-31-2007
ACEITES Y GRASAS	APHA-AWWA-WEF.21 ED NY2005
DBO5	EPA 410.2.1999
BACTERIOLÓGICOS	PRUEBAS BIOQUIMICAS

Según el etiquetado de custodia de cada recipiente que llegó al laboratorio; la cantidad de sólidos totales suspendidos antes y después del filtro como menciona la diferencia es mínima por lo cual se puede deducir que la muestra después del filtro sigue manteniendo sólidos suspendidos, el cual para profundizar el origen del contenido de la muestra se sugiere analizar la cantidad de STD (sólidos totales disueltos)



La cantidad de aceites y grasas es variable entre todas muestras antes y después del reactor, la cantidad de aceites y grasas son mínimas, el cual hace referencia a la existencia que pueda existe materia orgánica

El DBO5 analizado en las muestras antes del filtro es mayor a los resultados después del filtro por lo que se puede interpretar, que antes del filtro posiblemente exista gran cantidad de materia orgánica.

**OBSERVACIONES:**

La interpretación, comentarios y/o sugerencias que se menciona fueron solicitados por la persona quine solicito mencionados análisis en el laboratorio.

La mención de antes del filtro y después del filtro fue del mismo etiquetado de custodia de los envases en que llega al laboratorio.

Se sugiere realizar los parámetros de acuerdo al tipo de filtro que hacen uso y el tipo de uso de agua

  
  
Leticia Patricia Arroyave Quijano  
BIOLOGA MICROBIOLOGA  
CEP 14656

## Anexo 8. Resultados del quinto análisis.



PERÚ Ministerio de Salud



RED DE SALUD HUANCAVELICA

### REPORTE DE ANÁLISIS

**Análisis solicitado por** : CONTRERAS GOMEZ, VICTOR KEVIN  
MANRIQUE CHAVEZ, YURI VIOLETA

**Tipo de muestra** : Muestras de Aguas (Medio Ambiente)

**Fecha de recepción** : 27/04/2021

**Fecha de inicio** : 28/04/2021

**Fecha de finalización** : 04/04/2021

**Tipo de ensayo** : Instrumentación

#### Parámetros físicos químicos

ID. MUESTRAS LABORATORIO	ID. MUESTRAS CLIENTE	PARAMETROS		
Parámetros		SST	A Y G	DBO5
Unidad		Mg/L	mg/L	mg/L
Limite de Cuantificación		30	0,5	0,5
MA-21/00103	1.ANTES DEL FILTRO	885.52	32.14	486.25
MA-21/00104	1.DESPUES DEL FILTRO	883.26	23.13	222.65

#### Parámetros bacteriológicos

BACTERIAS	UNIDAD
Escherichia coli	NMP/100ml
Salmonella	NMP/100ml
Pseudomonas	NMP/100ml
Shigella	NMP/100ml
Nocardia	NMP/100ml

#### PARAMETROS DE ACUERDO A NORMAS

PARAMETROS	METODOS DE ENSAYO
STS	M.E de S.T.S en agua ME-31-2007
ACEITES Y GRASAS	APHA-AWWA-WEF.21 ED NY2005
DBO5	EPA 410.2.1999
BACTERIOLÓGICOS	PRUEBAS BIOQUIMICAS

Según el etiquetado de custodia de cada recipiente que llegó al laboratorio; la cantidad de sólidos totales suspendidos antes y después del filtro como menciona la diferencia es mínima por lo cual se puede deducir que la muestra después del filtro sigue manteniendo sólidos suspendidos, el cual para profundizar el origen del contenido de la muestra se sugiere analizar la cantidad de STD (sólidos totales disueltos)



La cantidad de aceites y grasas es variable entre todas muestras antes y después del reactor, la cantidad de aceites y grasas son mínimas, el cual hace referencia a la existencia que pueda existe materia orgánica

El DBO5 analizado en las muestras antes del filtro es mayor a los resultados después del filtro por lo que se puede interpretar, que antes del filtro posiblemente exista gran cantidad de materia orgánica.

**OBSERVACIONES:**

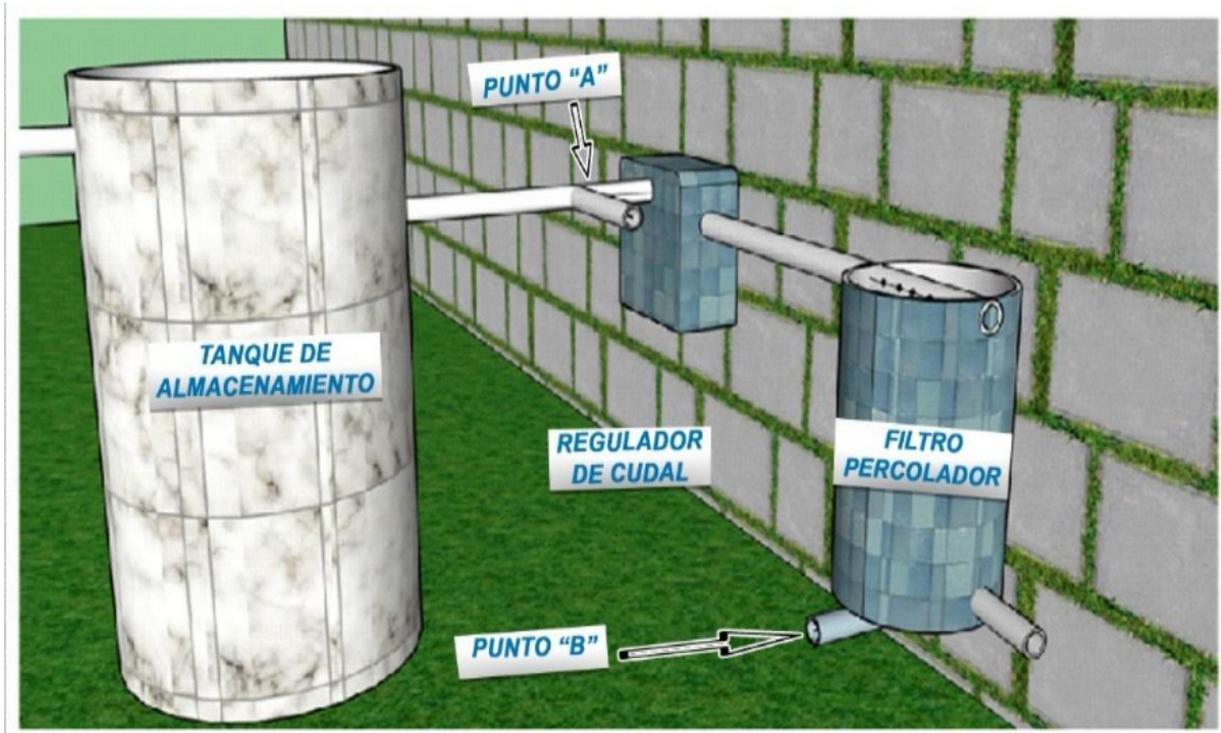
La interpretación, comentarios y/o sugerencias que se menciona fueron solicitados por la persona quine solicito mencionados análisis en el laboratorio.

La mención de antes del filtro y después del filtro fue del mismo etiquetado de custodia de los envases en que llega al laboratorio.

Se sugiere realizar los parámetros de acuerdo al tipo de filtro que hacen uso y el tipo de uso de agua

  
  
Leticia Patricia Brumbya Castillo  
BIOLOGA MICROBIÓLOGA  
CEP 14656

Anexo 9. Representación gráfica del filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021



Anexo 10. Turnitin

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Título de la Tesis**

"Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

**AUTORES:**

CONTRERAS GOMEZ, VICTOR KEVIN (ORCID: 0000-0002-0909-1648)  
MANRIQUE CHAVEZ YURI VIOLETA (ORCID: 0000-0002-1538-0301)

**ASESOR(A):**

M.Sc. ALIAGA MARTINEZ MARIA PAULINA (ORCID: 0000-0009-2767-1825)

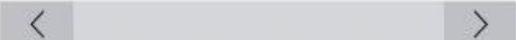
**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS  
LIMA – PERÚ  
2021



Resumen de coincidencias

25 %



Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

- |   |                                                     |     |   |
|---|-----------------------------------------------------|-----|---|
| 1 | repositorio.unh.edu.pe<br>Fuente de Internet        | 6 % | > |
| 2 | Entregado a Universida...<br>Trabajo del estudiante | 2 % | > |
| 3 | repositorio.ucv.edu.pe<br>Fuente de Internet        | 2 % | > |
| 4 | www.scielo.org.pe<br>Fuente de Internet             | 1 % | > |
| 5 | repositorio.espam.edu....<br>Fuente de Internet     | 1 % | > |

## Anexo 11. Validación de instrumentos



**SOLICITUD:** Validación de instrumentos de recojo de información

**Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTENIO HORACIO**

Yo, Contreras Gomez, Victor Kevin y Manrique Chávez, Yuri Violeta identificados con DNI N° 70921359 / 44009005; Tesistas del Curso Taller de Elaboración de Tesis de Febrero de la Escuela de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: "Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021", solicito a Ud. se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento, fichas de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables
- Formato de evaluación

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 26 de Abril del 2021

Contreras Gomez, Victor Kevin  
70921359

Manrique Chávez, Yuri violeta  
44009005

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1: Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.								x					
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.								x					
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.								x					
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.								x					
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.								x					
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.								x					
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.								x					
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.								x					
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.								x					
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.								x					

### OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----
80%

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 26 de abril del 2021

  
**Dr. HORACIO ACOSTA S.**  
**CIP N° 25450**

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 2: Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en el filtro percolador de piedra pómez**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									x				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									x				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									x				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									x				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									x				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									x				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									x				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									x				

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80 %
------

Lima, 26 de abril del 2021

  
**Dr. HORACIO ACOSTA S.**  
 CIP N° 25450

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUA SNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 3: Análisis de Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el filtro percolador de piedra pómez**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.								X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.								X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.								X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.								X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.								X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.								X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.								X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.								X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.								X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.								X				

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80 %
------

Lima, 26 de abril del 2021

  
**Dr. HORACIO ACOSTA S.**  
**CIP N° 25450**

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 4: Ficha de Análisis de Aceites y Grasas en el Filtro Percolador de Piedra Pómez**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.								X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.								X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.								X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.								X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.								X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.								X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.								X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.								X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.								X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.								X				

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80 %
------

Lima, 26 de abril del 2021

  
**Dr. HORACIO ACOSTA S.**  
 CIP N° 25450

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 5: Ficha de Análisis de Potencial de Hidrogeno (pH) en el Filtro Percolador de Piedra Pómez**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80 %

Lima, 26 de abril del 2021

  
**Dr. HORACIO ACOSTA S.**  
**CIP N° 25450**

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 6: Ficha de análisis de temperatura del agua residual del camal municipal de Huancavelica**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									x				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									x				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									x				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									x				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									x				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									x				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									x				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									x				

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80 %
------

Lima, 26 de abril del 2021

  
 Dr. HORACIO ACOSTA S.  
 CIP N° 25450

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 7: Ficha de análisis microbiológicos de agua residuales del filtro percolador de piedra pómez del camal municipal de Huancavelica**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.								X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.								X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.								X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.								X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.								X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.								X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.								X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.								X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.								X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.								X				

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80 %
------

Lima, 26 de abril del 2021

  
**Dr. HORACIO ACOSTA S.**  
 C.I.P N° 25450

**SOLICITUD:** Validación de instrumentos de recojo de información

**Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**

Yo, Contreras Gomez, Victor Kevin y Manrique Chávez, Yuri Violeta identificados con DNI N° 70921359 / 44009005; Tesistas del Curso Taller de Elaboración de Tesis de Febrero de la Escuela de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: "Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021", solicito a Ud. se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento, fichas de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables
- Formato de evaluación

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 26 de Abril del 2021



---

**Contreras Gomez, Victor Kevin**  
70921359



---

**Manrique Chávez, Yuri violeta**  
44009005

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1: Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)**
- 1.5. Autora de Instrumento: Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
-----



**LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111111

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 2: Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en el filtro percolador de piedra pómez**
- 1.5. Autora de Instrumento: Contreras Gomez, Víctor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta

### I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X



**LUIS FERMÍN  
HOLGUIN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111111**

### III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 3: Análisis de Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el filtro percolador de piedra pómez**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Contreras Gomez, Víctor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta**

### I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
-----



**LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111111**

### III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 16 de julio del 2021

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**  
 1.1. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN  
 1.2. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 4: Ficha de Análisis de Aceites y Grasas en el Filtro Percolador de Piedra Pómez**  
 1.4. Autora de Instrumento: Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta

### I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
-----



**LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 1111711**

### III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 16 de julio del 2021

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 5: Ficha de Análisis de Potencial de Hidrogeno (pH) en el Filtro Percolador de Piedra Pómez**
- 1.5. Autora de Instrumento: Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta

### I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
-----



**LUIS FERMI**  
**HOLGUIN ARANDA**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
 Reg. CIP. N° 111111

### III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 16 de julio del 2021

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 6: Ficha de análisis de temperatura del agua residual del camal municipal de Huancavelica**
- 1.5. Autora de Instrumento: Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta

### I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X



**LUIS FERMÍN  
HOLGUIN ARANDA**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 1111711

### III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 16 de julio del 2021

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 7: Ficha de análisis microbiológicos de agua residuales del filtro percolador de piedra pómez del camal municipal de Huancavelica**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta**

### I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
-----



**LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111011**

### III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>85%</b>
------------

**SOLICITUD:** Validación de instrumentos de recojo de información

**ING. ESPINOZA PAYTAN JHON ROMEL**

Yo, **Contreras Gomez, Victor Kevin y Manrique Chávez, Yuri Violeta** identificados con **DNI N° 70921359 / 44009005**; Tesis de la Escuela de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: "**Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021**", solicito a Ud. se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento, fichas de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables
- Formato de evaluación

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 26 de Abril del 2021



---

**Contreras Gomez, Victor Kevin**  
**70921359**



---

**Manrique Chávez, Yuri violeta**  
**44009005**

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. ESPINOZA PAYTAN JHON ROMEL**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1: Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %
------

Lima, 26 de abril del 2021

**ESPINOZA PAYTAN Jhon Romel**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 192784

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. **ESPINOZA PAYTAN JHON ROMEL**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 2: Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en el filtro percolador de piedra pómez**
- 1.5. Autora de Instrumento: Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	INDICADOR	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %
------

Lima, 26 de abril del 2021

**ESPINOZA PAYTAN, Jhon Romel**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 192794

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. ESPINOZA PAYTAN JHON ROMEL**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 3: Análisis de Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el filtro percolador de piedra pómez**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
------------------------------------------------------

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<input type="text"/>
----------------------

Lima, 28 de abril del 2021


**ESPINOZA PAYTAN Jhon Romel**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
**CIP N° 192794**

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. **ESPINOZA PAYTAN JHON ROMEL**
- 1.1. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN
- 1.2. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 4: Ficha de Análisis de Aceites y Grasas en el Filtro Percolador de Piedra Pómez**
- 1.4. Autora de Instrumento: Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %
------

Lima, 26 de abril del 2021

**ESPINOZA PAYTAN Jhon Romel**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 192794

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. **ESPINOZA PAYTAN JHON ROMEL**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 5: Ficha de Análisis de Potencial de Hidrogeno (pH) en el Filtro Percolador de Piedra Pómez**
- 1.5. Autora de Instrumento: Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO S	INDICADORE S	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 26 de abril del 2021

**ESPINOZA PAYTAN Jhon Romel**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 192784

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. **ESPINOZA PAYTAN JHON ROMEL**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 6: Ficha de análisis de temperatura del agua residual del camal municipal de Huancavelica**
- 1.5. Autora de Instrumento: Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	INDICADOR	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %
------

Lima, 26 de abril del 2021

**ESPINOZA PAYTAN Jhon Romel**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 192764

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. **ESPINOZA PAYTAN JHON ROMEL**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 7: Ficha de análisis microbiológicos de agua residuales del filtro percolador de piedra pómez del camal municipal de Huancavelica**
- 1.5. Autora de Instrumento: Contreras Gomez, Victor Kevin – Manrique Chavez, Yuri Violeta

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO S	INDICADORE S	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	



#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %
------

Lima, 26 de abril del 2021


**ESPINOZA PAYTAN Jhon Romel**  
INGENIERO AMBIENTAL  
CIP N° 192794

## FICHA DE INSTRUMENTOS



1. FICHA DE ANÁLISIS DE TEMPERATURA AMBIENTAL Y FUENTES DE AGUA	
TÍTULO	"Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021"
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y Gestión De Residuos
FACULTAD	Ingeniería
REALIZADO POR	Contreras Gomez, Victor Kevin Manrique Chavez, Yuri Violeta
ASESOR	Aliaga Martinez, Maria Paulina

VALORES CALCULADOS DE LOS PARÁMETROS HIDRAULICOS EXPERIMENTALES								
	Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) Segundos	Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) Segundos						
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>MUESTREO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PARÁMETRO</td> <td>INICIO (PUNTO A) - FINAL (PUNTO B)</td> <td>INICIO (PUNTO A) - FINAL (PUNTO B)</td> </tr> </table>		MUESTREO		PARÁMETRO	INICIO (PUNTO A) - FINAL (PUNTO B)	INICIO (PUNTO A) - FINAL (PUNTO B)		
	MUESTREO							
PARÁMETRO	INICIO (PUNTO A) - FINAL (PUNTO B)	INICIO (PUNTO A) - FINAL (PUNTO B)						
DBO5								
SST								
Aceites y Grasas								

Eficiente: \*

Deficiente: \*\*

  
Dr. HORACIO ARISTA S.  
CIP N° 25450

  
LUIS FAJANA  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111711

  
 ESPERANZA PÉREZ, Jean Romel  
INGENIERO AMBIENTAL  
CIP N° 192794



2. FICHA DE ANÁLISIS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO <sub>5</sub> ) EN EL FILTRO PERCOLADOR DE PIEDRA PÓMEZ	
TÍTULO	"Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica - 2021"
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y Gestión De Residuos
FACULTAD	Ingeniería
REALIZADO POR	Contreras Gomez, Victor Kevin Manrique Chavez, Yuri violeta
ASESOR	Aliaga Martinez, Maria Paulina

MONITOREO	NUMERO DE MUESTRA DE LA (DBO <sub>5</sub> )	DÍA	Tiempo de Retención Hidráulica - TRH (Segundos)	Punto de Muestreo	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	Eficiencia de remoción de la DBO <sub>5</sub>
					mg/l	%
1	1	19/03/2021		Punto A		
				Punto B		
2		22/03/2021		Punto A		
				Punto B		
3		25/03/2021		Punto A		
				Punto B		
4	2	28/03/2021		Punto A		
				Punto B		
5		1/04/2021		Punto A		
				Punto B		
6		4/04/2021		Punto A		
				Punto B		
7	3	7/04/2021		Punto A		
				Punto B		
8		11/04/2021		Punto A		
				Punto B		
9		14/04/2021		Punto A		
				Punto B		
10	4	17/04/2021		Punto A		
				Punto B		
11		20/04/2021		Punto A		
				Punto B		
12		23/04/2021		Punto A		
				Punto B		
13	5	27/04/2021		Punto A		
				Punto B		
TRH (15 Segundos)	PROMEDIO					
	MAXIMO					
	MINIMO					
TRH (27 Segundos)	PROMEDIO					
	MAXIMO					
	MINIMO					

  
 DR. HORACIO ARISTAS.  
 CIP N° 25450

  
 LUIS FERMIR  
 HOLGUIN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111611

 ESPINOZA PAREDES, Jhon Romel  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 192704

3. FICHA DE LOS ANALISIS DE SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN EL FILTRO PERCOLADOR DE PIEDRA POMEZ	
TÍTULO	"Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021"
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y Gestión De Residuos
FACULTAD	Ingeniería
REALIZADO POR	Contreras Gomez, Victor Kevin Manrique Chavez, Yuri violeta
ASESOR	Aliaga Martinez, Maria Paulina

EFICIENCIA DE REMECIÓN DE SST EN EL FILTRO PERCOLADOR DE PIEDRA POMEZ					
Fechas	Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)	Caudal ml/min ingreso al filtro percolador	Punto A (Entrada al Filtro Percolador) mg/L	Punto B (Salida del filtro Percolador) mg/L	Eficiencia de remoción SST (%)
19/03/2021	15 Seg	600 ml/min			
28/03/2021	15 Seg	600 ml/min			
Promedio de eficiencia con TRH					
EFICIENCIA DE REMECIÓN DE SST EN EL FILTRO PERCOLADOR DE PIEDRA POMEZ					
Fechas	Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)	Caudal ml/min ingreso al filtro percolador	Punto A (Entrada al Filtro Percolador) mg/L	Punto B (Salida del filtro Percolador) mg/L	Eficiencia de remoción SST (%)
7/04/2021	27 Seg	600 ml/min			
17/04/2021	27 Seg	600 ml/min			
27/04/2021	27 Seg	600 ml/min			
Promedio de eficiencia con TRH					

  
Dr. HORACIO ARISTA S.  
CIP N° 25450

  
LUIS FERMIR  
HOLGUIN ARANA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111711

  
  
CESAR PINEDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
CIP N° 182794

4. FICHA DE ANALISIS DE ACEITES Y GRASAS EN EL FILTRO PERCOLADOR DE PIEDRA POMEZ	
TÍTULO	"Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021"
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y Gestión De Residuos
FACULTAD	Ingeniería
REALIZADO POR	Contreras Gomez, Victor Kevin Manrique Chavez, Yuri violeta
ASESOR	Aliaga Martinez, Maria Paulina

EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS EN EL FILTRO PERCOLADOR DE PIEDRA POMEZ					
Fechas	Tiempo de Retención Hidráulica – TRH (Seg)	Caudal (ml/min) ingreso al filtro percolador	Punto A (ENTRADA AL FILTRO PERCOLADOR) mg/l	Punto B (SALIDA DEL FILTRO PERCOLADOR) mg/l	Eficiencia de remoción en aceites y grasas (%)
19/03/2021	15 Seg	600 ml/min			
28/03/2021	15 Seg	600 ml/min			
PROMEDIO					
MÁXIMO					
MÍNIMO					



EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS EN EL FILTRO PERCOLADOR DE PIEDRA POMEZ					
Fechas	Tiempo de Retención Hidráulica – TRH (Seg)	Caudal (ml/min) ingreso al filtro percolador	Punto A (ENTRADA AL FILTRO PERCOLADOR) mg/l	Punto B (SALIDA DEL FILTRO PERCOLADOR) mg/l	Eficiencia de remoción en aceites y grasas (%)
07/04/2021	27 Seg	600 ml/min			
17/04/2021	27 Seg	600 ml/min			
27/04/2021	27 Seg	600 ml/min			
PROMEDIO					
MÁXIMO					
MÍNIMO					

  
 Dr. HORACIO ACOSTA S.  
 CIP N° 25450

  
 LUIS FERMIN  
 HOLGUIN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111111

 JUAN ROSALES  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 192784

5. FICHA DE ANALISIS DE POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) EN EL FILTRO PERCOLADOR DE PIEDRA PÓMEZ	
TÍTULO	"Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021"
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y Gestión De Residuos
FACULTAD	Ingeniería
REALIZADO POR	Contreras Gomez, Víctor Kevin Manrique Chavez, Yuri violeta
ASESOR	Aliaga Martinez, María Paulina

MONITOREO	NUMERO DE MUESTRA DE LA (DBO <sub>5</sub> )	FECHA	Tiempo de Retención Hidráulica - TRH (Segundos)	Punto de Muestreo	pH
1	1	19/03/2021		Punto A	
				Punto B	
2		22/03/2021		Punto A	
				Punto B	
3		25/03/2021		Punto A	
				Punto B	
4	2	28/03/2021		Punto A	
				Punto B	
5		01/04/2021		Punto A	
				Punto B	
6		04/04/2021		Punto A	
				Punto B	
7	3	07/04/2021		Punto A	
				Punto B	
8		11/04/2021		Punto A	
				Punto B	
9		14/04/2021		Punto A	
				Punto B	
10	4	17/04/2021		Punto A	
				Punto B	
11		20/04/2021		Punto A	
				Punto B	
12		23/04/2021		Punto A	
				Punto B	
13	5	27/04/2021		Punto A	
				Punto B	

  
 Dr. HORACIO ACOSTA S.  
 CIP N° 25450

  
 LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANZA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111711

 ESPERANZA PÁEZ, Ines Romel  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 192784

6. FICHA DE ANÁLISIS DE TEMPERATURA DEL AGUA RESIDUAL DEL CAMAL MUNICIPAL DE HUANCVELICA	
TÍTULO	"Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021"
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y Gestión De Residuos
FACULTAD	Ingeniería
REALIZADO POR	Contreras Gomez, Victor Kevin Manrique Chavez, Yuri violeta
ASESOR	Aliaga Martinez, Maria Paulina

MONITOREO	DÍA	Tiempo de Retención Hidráulica (Segundos)	Punto de Muestreo	Temperatura en el Punto de muestro
				C°
1	19/03/2021		Punto A	
			Punto B	
2	22/03/2021		Punto A	
			Punto B	
3	25/03/2021		Punto A	
			Punto B	
4	28/03/2021		Punto A	
			Punto B	
5	01/04/2021		Punto A	
			Punto B	
6	04/04/2021		Punto A	
			Punto B	
7	07/04/2021		Punto A	
			Punto B	
8	11/04/2021		Punto A	
			Punto B	
9	14/04/2021		Punto A	
			Punto B	
10	17/04/2021		Punto A	
			Punto B	
11	20/04/2021		Punto A	
			Punto B	
12	23/04/2021		Punto A	
			Punto B	
13	27/04/2021		Punto A	
			Punto B	



Dr. HORACIO ACOSTA S.  
CIP N° 25450



LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111711




ESPINOSA PAREDES, Jhon Romel  
INGENIERO AMBIENTAL  
CIP N° 192784

FICHA 7: FICHA DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE AGUA RESIDUALES DEL FILTRO PERCOLADOR DE PIEDRA PÓMEZ DEL CAMAL MUNICIPAL DE HUANCVELICA	
TÍTULO	"Filtro percolador de piedra pómez para la remoción de materia orgánica, en el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica – 2021"
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y Gestión De Residuos
FACULTAD	Ingeniería
REALIZADO POR	Contreras Gomez, Victor Kevin Mannique Chavez, Yuri violeta
ASESOR	Aliaga Martinez, Maria Paulina

BACTERIAS (MICROORGANISMOS)	UNIDAD
Escherichia coli Salmonella Pseudomonas Shigella Nocardia	

  
 Dr. HORACIO AROSTEGUI  
 CIP N° 25450

  
 LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111111

  
  
 JOHN ROMEL  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 192784

Anexo 12. Análisis de muestra de aguas residuales en la planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica.



Anexo 13. Análisis de muestra de aguas residuales en la planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica.



Anexo 14. Instalación de la bomba que impulsará el agua residual a la planta a escala piloto.



Anexo 15. Conexión de accesorios y filtro percolador, utilizados para el tratamiento del agua residual del camal de Huancavelica.



Anexo 16. Realizando la prueba hidráulica en el tanque de almacenamiento, regulador de caudal y filtro percolador de piedra pómez.



Anexo 17. Arranque del sistema a escala piloto para el tratamiento del agua residual del camal municipal de Huancavelica.



Anexo 18. Resultados de la entrada (punto A) y salida (punto B) del agua residual, para un Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) de 27 segundos. Laboratorio microbiológico de análisis de agua de la Red de Salud Huancavelica.



Anexo 19. Resultados de muestreo del Punto A y Punto B. Laboratorio microbiológico de análisis de agua de la Red de Salud Huancavelica.

