



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**ANÁLISIS DE LA PIEDRA PÓMEZ COMO FILTRO EN EL
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL
CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA DEL CANTÓN QUERO.**

AUTOR: Victor Hugo Vásquez Velástegui

TUTOR: Ing. Lenin Maldonado, Mg.

AMBATO-ECUADOR.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.

Yo, Ing. Mg. Lenin Maldonado, certifico que el presente proyecto experimental realizado por Victor Hugo Vásquez Velástegui, egresado de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, ha sido desarrollado bajo mi tutoría; es un proyecto personal que reúne todos los requisitos para ser evaluado por el jurado designado por el H. Consejo Directivo con el tema **“ANÁLISIS DE LA PIEDRA PÓMEZ COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA DEL CANTÓN QUERO”**.

El presente trabajo experimental, bajo mi tutoría fue concluido en sus 5 capítulos, de acuerdo con los reglamentos, normas y tiempos establecidos.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,

Ing. Lenin Maldonado. Mg

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO.

Yo, Victor Hugo Vásquez Velástegui con CI: 1804434312; por medio del presente, certifico que el siguiente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DE LA PIEDRA PÓMEZ COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA DEL CANTÓN QUERO”**, es de mi autoría, a excepción de las citas bibliográficas.

Atentamente,

.....
VICTOR HUGO VÁSQUEZ VELÁSTEGUI
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi documento con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, 13 de diciembre del 2017

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.

Los profesores calificadores una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “ANÁLISIS DE LA PIEDRA PÓMEZ COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA DEL CANTÓN QUERO”, del egresado Victor Hugo Vásquez Velástegui de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que cumple con a las disposiciones reglamentarias emitidas por el centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad técnica de Ambato.

Para constancia firman,

Ing. Mg. Dilon Moya
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Geovanny Paredes
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres, por el apoyo incondicional que me brindan.

A mis hermanos por sus consejos y la confianza depositada en mí.

A todos mis amigos y compañeros con los que he compartido esta extraordinaria
experiencia de la ingeniería civil.

A todos quienes forman parte de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Al Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda. por permitirme realizar el proyecto en sus
instalaciones.

ÍNDICE

PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO.	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	IX

CAPÍTULO I 1

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6

CAPÍTULO II..... 7

FUNDAMENTACIÓN.....	7
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1.1 Aguas residuales.....	7
2.1.2 Tratamientos biológicos para aguas residuales.....	9
2.1.3 Biofiltración.....	10
2.1.4 Filtros percoladores.....	10
2.1.5 Biopelícula.....	10
2.1.6 Piedra pómez.....	11
2.1.7 Límite de descarga al sistema de alcantarillado público.....	11
2.1.8 Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	12
2.1.9 Demanda Química de oxígeno. (DQO).....	12
2.1.10 Sólidos totales.....	13
2.1.11 pH.....	13

2.2	HIPÓTESIS.....	13
	Hipótesis Nula.....	13
	Hipótesis Alterna.....	13
2.3	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	14
	2.3.1 Variable independiente.....	14
	2.3.2 Variable dependiente:.....	14
CAPÍTULO III	15
	METODOLOGÍA.....	15
3.1	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	15
	3.1.1 Investigación exploratoria.....	15
	3.1.2 Investigación descriptiva.....	15
	3.1.3 Investigación de laboratorio.....	15
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	16
	3.2.1 Población.....	16
	3.2.2 Muestra.....	16
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	18
	3.3.1 Variable independiente.....	18
	3.3.2 Variable dependiente.....	19
3.4	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	20
3.5	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	21
	3.5.1 Plan de procesamiento de información.....	21
	3.5.2 Plan de análisis e Interpretación de resultados.....	23
3.6	DISEÑO DEL FILTRO.....	23
3.7	INFORMACIÓN INDUSTRIAL DEL CAMAL.....	25
	3.7.1 Ubicación del lugar.....	25
	3.7.2 Caracterización del lugar.....	26
	3.7.3 Diagrama de flujo del proceso productivo del Centro de Faenamiento Ocaña.	28
CAPÍTULO IV	29
	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	29
4.1	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	29
	4.1.1 Comportamiento de los caudales utilizados en el centro de faenamiento Ocaña.....	29
	4.1.2 Número de muestras.....	31
	4.1.3 Número de animales faenados durante los meses de duración del proyecto.	32

4.1.4 Resultados de los análisis físico-químicos.....	32
4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	33
4.2.1 Análisis del parámetro DQO.....	33
4.2.2 Análisis del parámetro DBO ₅	35
4.2.3 Análisis del parámetro sólidos totales.....	36
4.2.4 Análisis de la eficiencia probable con el parámetro DQO.....	37
4.2.5 Análisis de la eficiencia probable con el parámetro DBO ₅	38
4.2.6 Análisis de la eficiencia probable con el parámetro sólidos totales.....	39
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	41
CAPÍTULO V.....	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
5.1 CONCLUSIONES.....	42
5.2 RECOMENDACIONES.....	43
MATERIAL DE REFERENCIA.....	44
1. BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS.....	48
ANEXO 1: Referencias para el modelo del filtro.....	48
ANEXO 2: Fotografías de la investigación.....	53
ANEXO 3: Plano Hidrosanitario del Centro de Faenamiento Ocaña.....	55

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

FIGURAS.

Fig. 1. Diagrama de flujo de un camal.....	8
Fig. 2. Biofiltro de piedra pómez.....	23
Fig. 3. Biofiltro instalado en el camal.....	24
Fig. 4. Preparación de la piedra pómez.....	25
Fig. 5. Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.....	25
Fig. 6. Productos finales del faenamiento.....	26
Fig. 7. Tanque de retención de sólidos gruesos.....	27
Fig. 8. Diagrama de flujo del proceso productivo del Centro de Faenamiento Ocaña.....	28
Fig. 9. Medición de caudal de salida del camal.....	30
Fig. 10. Resultados de las muestras analizadas vs número de muestras.....	33
Fig. 11. Resultados de las muestras analizadas DBO ₅ vs número de muestras.....	35

Fig. 12. Resultados de las muestras analizadas Sólidos Totales vs número de muestras.	36
Fig. 13. Eficiencia en remoción de la DQO vs muestras.	37
Fig. 14. Eficiencia en remoción de la DBO5 vs muestras.....	39
Fig. 15. Eficiencia en remoción de Sólidos Totales vs muestras	40
Figura 16. Medidas del medio filtrante.	51
Figura 17. Especificaciones del recipiente plástico.....	52

TABLAS

Tabla I. Contaminantes característicos contenidos en agua residual de camales.....	3
Tabla II. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.....	12
Tabla III. Cantidad de agua residual colocada en el tanque del biofiltro por semana ..	16
Tabla IV. Cantidad de agua residual que ingresa al biofiltro por mes y número de días de funcionamiento del filtro.	17
Tabla V. Operacionalización de la Variable Independiente	18
Tabla VI. Operacionalización de la Variable dependiente.....	19
Tabla VII. Plan de recolección de información.....	20
Tabla VIII. Granulometría de la piedra pómez.....	25
Tabla IX. Volumen de desechos líquidos generados en el proceso de faenamiento	27
Tabla X. Volumen de agua que ingresa al Centro de Faenamiento.....	29
Tabla XI. Aforamiento de caudales del agua residual generados en el Centro de Faenamiento Ocaña.	30
Tabla XII. Distribución de los análisis físico-químicos del agua residual dentro de los 3 meses.	31
Tabla XIII. Animales faenados durante el día de recolección de muestras	32
Tabla XIV. Animales faenados durante el tiempo de duración del proyecto.....	32
Tabla XV. Animales faenados en el día de recolección de muestras.	33
Tabla XVI. Eficiencia probable en remoción de la DQO	37
Tabla XVII. EFICIENCIA PROBABLE EN REMOCIÓN DE LA DBO5	38
Tabla XVIII. Eficiencia probable en remoción de Sólidos Totales	40

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ANÁLISIS DE LA PIEDRA PÓMEZ COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA DEL CANTÓN QUERO”

Autor: Victor Hugo Vásquez Velástegui

Tutor: Ing. Mg. Lenin Maldonado

El presente proyecto experimental tiene como finalidad, evaluar la eficiencia de la piedra pómez para el tratamiento de aguas residuales provenientes del Centro de Faenamiento Ocaña.

En el diseño del filtro se utilizó 35 lt de piedra pómez como elemento filtrante, la cual se tamizó, obteniendo un tamaño de partículas entre 9.5-12.7mm. El material filtrante se colocó dentro de un recipiente plástico de dimensiones 570x420x340mm.

El Biofiltro es abastecido por un tanque de PVC con capacidad para 55gal, el mismo que descansa sobre una estructura metálica. A una altura de 15cm desde la base del tanque, sale una tubería de PVC de diámetro ½”, la cual recorre en sentido horizontal 0.60m y en sentido vertical 1m, unido al extremo de la tubería descansa un aparato que permite distribuir el agua residual por todo el filtro, con un caudal de salida de 0.105lt/min.

El biofiltro se instaló en el camal y estuvo en funcionamiento durante tres meses, en los cuales, se tomó nueve muestras de agua residual filtrada, y una muestra de agua cruda para ser estudiadas.

Se realizó análisis de los siguientes parámetros: Demanda química de oxígeno (DQO), Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y Sólidos Totales, ya que son los indicadores más representativos para conocer la calidad de este tipo de aguas residuales. El estudio físico-químico de las muestras se lo efectuó en el Laboratorio de Control de Calidad de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato EP-EMAPA.

Los resultados obtenidos se los compararon con los límites de descarga al sistema de alcantarillado público, establecidos en la Tabla 9, del Acuerdo Ministerial No 28 del Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Luego de monitorearse las características de biodegradabilidad del agua residual, se determinó que el filtro permite disminuir los contaminantes presentes en el agua. La mejor eficiencia de la DBO5 es de 60.68% observada en la semana 4, la DQO es de 59.21% en la semana 10, la de Sólidos totales de 44.30% en la semana 4.

EXECUTIVE SUMMARY

THEME: ANALYSIS OF THE PUMICE STONE IN THE WASTEWATER TREATMENT OF THE OCAÑA SLAUGHTERHOUSE, LOCATED IN QUERO.

Author: Victor Hugo Vásquez Velástegui

Tutor: Ing. Mg. Lenin Maldonado

The purpose of this experimental project is to evaluate the efficiency of pumice stone for the treatment of wastewater from the Ocaña Treatment Center.

In the design of the filter, 35 lt of pumice stone was used as filtering element, which was sieved, obtaining a particle size between 9.5-12.7mm. The filtering material was placed inside a plastic container of dimensions 570x420x340mm.

The Biofilter is supplied by a PVC tank with capacity for 55gal, the same one that rests on a metallic structure. At a height of 15 cm from the base of the tank, a PVC pipe with a diameter of ½ ", which runs horizontally 0.60 m and vertically 1 m, attached to the end of the pipe rests an apparatus that allows the distribution of waste water through all the filter, with an output flow rate of 0.105lt / min.

The biofilter was installed in the slaughterhouse and was in operation for three months, in which nine samples of filtered residual water and a sample of raw water were taken to be studied.

The following parameters were analyzed: Chemical oxygen demand (COD), Biochemical oxygen demand (BOD5) and Total solids, since they are the most representative indicators to know the quality of this type of wastewater. The physical-chemical study of the samples was carried out in the Quality Control Laboratory of the Municipal Drinking Water and Sewage Company of Ambato EP-EMAPA.

The results obtained were compared with the limits of discharge to the public sewage system, established in Table 9, of Ministerial Agreement No. 28 of the Ministry of the Environment of Ecuador.

After monitoring the biodegradability characteristics of the wastewater, it was determined that the filter allows to reduce the contaminants present in the water. The best efficiency of BOD5 is 60.68% observed in week 4, the COD is 59.21% in week 10, that of total solids of 44.30% in week 4.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

“Análisis de la piedra pómez como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del centro de faenamiento Ocaña del cantón Quero.”

1.2 ANTECEDENTES

Las aguas residuales pueden contener todo tipo de sustancias contaminantes, causantes de efectos desastrosos en la vida vegetal y animal, dependiendo de las sustancias contaminantes en las aguas residuales, se las puede clasificar en tres grupos:

- 1.) Aguas residuales con residuos tóxicos, estas aguas contienen como de plaguicidas utilizados en la agricultura, así como materiales radiactivos, estos contaminantes provocan que el agua receptora destruya la vida vegetal de la corriente.
- 2.) Aguas residuales con residuos que demandan oxígeno, en su mayor parte son la materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua.
- 3.) Aguas residuales con residuos no tóxicos, estas aguas contienen sólidos suspendidos inertes, sales disueltas.

El grado de contaminación de un efluente depende de la cantidad de materia orgánica que afecta el oxígeno disuelto(DO) del agua receptora, que es mejor estimado por el parámetro DBO₅ y la concentración de sólidos totales. [1]

La calidad de las aguas residuales generadas en cualquier proceso industrial está generalmente indicada por índices de rendimiento, así como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO). La DBO y la DQO son parámetros representativos para la calidad del agua de alcantarillado [2].

Los biofiltros son una alternativa para tratamiento de aguas residuales que permiten eliminar con gran eficacia materias orgánicas, estudios demuestran que el biofiltro tiene la capacidad de eliminar la mayoría de las materias orgánicas presentes en el agua residual, además resulta ser un sistema de tratamiento económico, que utiliza menor esfuerzo de operación, mantenimiento y es un método seguro para el ambiente.

El funcionamiento de los biofiltros se basa en la actividad de la comunidad de microorganismos que se desarrollan como una biopelícula fija en el material filtrante o como una biomasa en suspensión, el crecimiento de estos organismos determinan el rendimiento de la filtración biológica, los microbios oxidan la materia orgánica presente en el efluente para producir energía, estos microbios tienen la capacidad de eliminar materia orgánica disuelta, suspendida y coloidal [3]

Los biofiltros que utilizan material filtrante poroso o granular para la eliminación de materia orgánica se les conoce como filtros biológicos percoladores.[1]

La infiltración de percolación es un método rústico capaz de oxidar y descontaminar las aguas residuales.[4] Se ha demostrado en experimentos realizados que la eliminación de microorganismos aumenta con la profundidad del medio filtrante, la alta temperatura del agua y la filtración intermitente, siempre y cuando el biofiltro este correctamente diseñado y operado. Al filtrar a través del biofiltro, el agua es tratada por el proceso biológico aerobio dando por resultado la mineralización de la materia orgánica y la oxidación de compuestos del nitrógeno. La eficiencia en la eliminación de coliformes fecales depende en gran medida de los tiempos de retención del agua en el medio filtrante y la eficacia en la oxidación, la cual mejora si se tiene una alta temperatura del agua.[5]

En estudios realizados se han comparado materiales como piedra pómez y grava-arena, como lecho filtrante para la eliminación de sólidos en suspensión de agua de riego. Cuando se utiliza piedra pómez como material de lecho filtrante se puede distinguir dos niveles de porosidad, una correspondiente a la piedra pómez y otra correspondiente al lecho, es decir que mientras las partículas más pequeñas quedan retenidas en los poros de la piedra pómez la partícula más grande se retienen en el lecho, por lo tanto, en un lecho de piedra pómez existe mayor retención de sólidos que en un lecho de arena. Como resultado del estudio se obtuvo que el lecho filtrante de piedra pómez, debido mayores volúmenes totales de flujo de salida, se pueden utilizar para la filtración de aguas con una alta concentración de sólidos suspendidos.[6]

Se ha realizado una investigación en la cual se experimentó la utilización de un biofiltro con piedra pómez para determinar la eficiencia en la remoción del DBO del agua residual doméstica, para lo cual se construyó un sistema de biofiltración a escala laboratorio en donde se emplearon hongos del tipo levadura de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, adheridas a las piedras pómez que tienen un tamaño promedio de 6cm. Para comprobar

la eficiencia del biofiltro se ensayó por 5 días continuos durante un trimestre en donde se verificó el oxígeno disuelto, sólidos totales, pH.

Al final de la investigación se concluye que el sistema de biofiltración empleado demostró tener altas eficiencias en remoción de materia orgánica, reducción de DBO₅, además se logró mantener dentro del rango óptimo el pH la muestra y se obtuvo una importante reducción de sólidos totales. [7]

Según varios autores el agua residual de camales contiene elementos patógenos, además de altas concentraciones de compuestos orgánicos como son grasas y proteínas, y generalmente detergentes y desinfectantes. Los parámetros principales que se emplean para el diseño de los sistemas de tratamiento son DQO, DBO₅, sólidos totales, aceites y grasas, entre otros. De acuerdo a estudios realizados se han verificado valores medios diarios de los vertidos generados en mataderos como se observa en la tabla 1. [8]

Tabla I. Contaminantes característicos contenidos en agua residual de camales.

PARÁMETROS	VALOR (mg/L)
DQO	3000-6000
DBO ₅	500-3000
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	1000-2500
pH	6.8-8.0
ACEITES Y GRASAS	500-1500

Fuente: J. A. ANDRADES, "Los vertidos de los mataderos e industrias cárnicas," 2008

1.3 JUSTIFICACIÓN

En el mundo, la mayor parte de las aguas residuales no son tratadas ni recolectadas. Se estima que en el mundo más del 80 por ciento de las aguas residuales se vierte al medio ambiente sin tratamiento alguno. Un estudio reciente mostró que, de 181 países, únicamente 55 contaban con información en materia de generación, tratamiento y utilización de aguas residuales; los países restantes no contaban con información o solo tenían datos parciales.

En promedio, los países de ingresos altos tratan cerca del 70% de las aguas residuales municipales e industriales que generan. Este promedio cae a un 38% en los países de ingresos medios-altos y a un 28% en los países de ingresos medios-bajos. En los países de ingresos bajos solo el 8% recibe algún tratamiento.

La contaminación del agua en la mayoría de los ríos de África, Asia y América Latina es cada vez peor. En 2012, se registraron más de 800.000 muertes en el mundo a causa del consumo de agua potable contaminada. [9]

Los flujos de aguas residuales contienen elementos aprovechables, como nutrientes, metales y materia orgánica, tal como el agua en sí misma, que pueden ser extraídos y utilizados para otros fines productivos. Las aguas residuales son, por lo tanto, un recurso valioso y si se logra su gestión sostenible se convertirán en un pilar fundamental de la economía circular. Los países están utilizando cada vez más las aguas residuales para regar: en los países en desarrollo, esto representa el 7% de las tierras de regadío. [10][9]

De acuerdo a estudios realizados se estima que entre el 80% y el 95 % del agua que se utiliza en camales se desecha, esta agua presenta concentraciones muy altas de contaminantes, ya que se la utiliza para la limpieza de las heces, orina, sangre, de los animales sacrificados, el agua residual se compone de proteínas, grasas, aceites, sólidos suspendidos, por lo que su tratamiento previo es fundamental antes de descargarla al alcantarillado. El agua contaminada puede transmitir enfermedades gastrointestinales. Se calcula que a nivel mundial la contaminación del agua provoca más de 502000 muertes por diarrea al año. [10][11]

Un material importante para el tratamiento de aguas residuales es la piedra pómez ya que tiene la capacidad de retener la materia suspendida y dejar pasar el agua posee características como la porosidad, alta rugosidad, composición química favorable para el crecimiento de la biopelícula (consorcio de bacterias depuradoras de la materia orgánica), aspectos ideales para su uso en tareas de purificación de aguas. [6]

En Latinoamérica, muchas corrientes son receptoras de descargas directas de residuos industriales, según investigaciones realizadas en 2013 por el Banco Mundial el 70% de las aguas residuales vuelven a los ríos y otras fuentes hídricas sin ser tratadas, creando un serio problema de salud pública y de medio ambiente. Latinoamérica es una de las regiones más biodiversas del mundo y es dueña nada menos que de un tercio de las fuentes de agua del planeta. La contaminación del agua atenta contra ese orden. [12]

El tratamiento de aguas residuales es necesario para la prevención de la contaminación ambiental y del agua, al igual que para la protección de la salud pública. El manejo efectivo de aguas residuales debe dar como resultado un efluente ya sea reciclado o reusable, o uno que pueda ser descargado de manera segura en el medio ambiente. La meta del tratamiento de aguas residuales es reducir el nivel de microorganismos dañinos a niveles más seguros de exposición, donde el agua es comúnmente reciclada para el riego o usos industriales. [13]

En el Ecuador no existe una cultura definida sobre el proceso de los residuos sólidos producidos en camales por lo que la industria cárnica se ha convertido en uno de los principales contaminantes del ambiente. Los residuos y desechos provenientes de los centros de faenamiento en el Ecuador no se han desarrollado tecnológicamente a gran escala, por lo general este desecho es retirado de los mataderos para darle un uso agrícola o en su defecto es vertido a las fuentes de agua sin ningún proceso. [14]

De acuerdo al Ministerio del Ambiente *“Las descargas en cuerpos hídricos pueden realizarse siempre que hayan pasado por un tratamiento previo, de tal manera que los agentes nocivos presentes en las aguas residuales hayan sido removidos”*. Una de las técnicas usadas es el tratamiento físico-químico, el cual busca reducir la materia suspendida por medio de precipitación, sedimentación o tratamiento biológico, el cual se emplea para eliminar la contaminación orgánica disuelta. [15]

Con la experimentación del filtro se busca realizar un tratamiento primario de los contaminantes presentes en el agua provenientes de la industria cárnica de tal manera que podamos reducir significativamente los microorganismos dañinos e incorporar de una manera saludable el agua al medio ambiente además de cumplir con las normas exigidas por la legislación ambiental ecuatoriana se espera que la información obtenida sea de ayuda para la industria y para posteriores investigaciones.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General.

Analizar la piedra pómez como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del centro de faenamiento Ocaña del cantón Quero.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico del centro de Faenamiento Ocaña.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en el centro de Faenamiento Ocaña.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO₅, DQO y sólidos totales) de las aguas residuales provenientes de camales en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si la piedra pómez puede ser utilizado como material filtrante en el pretratamiento del agua residual proveniente de camales.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Aguas residuales.

“Es el agua de composición variada proveniente de uso doméstico, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole, sea público o privado y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original" [16]

Las aguas residuales, que penetran en el suelo, contaminan las aguas subterráneas y reducen la calidad del suministro de agua potable. Las emisiones de amoníaco y sulfuro de hidrógeno, así como otros compuestos de plantas de tratamiento de aguas residuales e instalaciones de compostaje contribuyen al efecto invernadero y producen lluvia ácida.[17]

A las aguas residuales las podemos evaluar basándonos en una serie de factores físicos, químicos y parámetros biológicos. Las características físicas importantes incluyen el color, olor, turbidez y temperatura de las aguas residuales, junto con el contenido de sólidos disueltos, coloidales, suspendidos y sedimentables, y presencia de aceite y grasa. Los parámetros químicos significativos se pueden dividir en características orgánicas e inorgánicas: la primera incluye la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), el carbono orgánico total (TOC); Los últimos incluyen la salinidad, la dureza, el pH y el contenido de hierro, manganeso, cloruros, sulfatos, fósforo, nitrógeno (orgánicos, amoníaco, nitritos y nitratos) y diversos metales pesados (mercurio, plomo, cromo, cobre y zinc). Finalmente, los principales parámetros biológicos de interés son la presencia de coliformes, coliformes fecales, patógenos específicos y virus. [18]

2.1.1.1 Agua residual de la industria de camales.

El efluente de descarga de la industria de camales se origina de las heces y orina, sangre, grasas, pelusa, contenido ruminal, residuos de la carne. Las actividades que originan esta agua residual corresponden a la limpieza del ganado previo al faenamiento, al procesamiento de la carne, limpieza del suelo y el equipo, limpieza de las vísceras, procesamiento almacenamiento de los cueros. Los parámetros que se utilizan para evaluar esta agua residual son DBO5, DQO, ST, pH, Aceites y grasas, coliformes totales, turbiedad, color. En la Fig. 1, se muestra el diagrama de flujo de un matadero. [19][20]

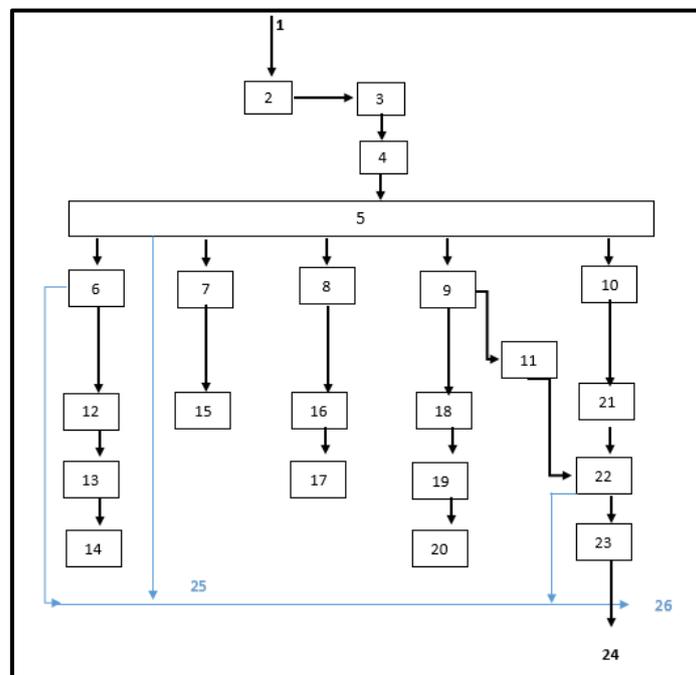


Fig. 1. Diagrama de flujo de un camal.

Fuente: E. Fresenius, W., “Manual de disposición de aguas residuales Origen, descarga, tratamiento y análisis de las aguas residuales”. 1991

Realizado por: Vásconez Victor.

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Recepción del ganado. | 14. Deshidratación de la sangre. |
| 2. Inspección ante- mortem. | 15. Curtimiento. |
| 3. Corrales. | 16. Presión. |
| 4. Ducha de la res. | 17. Mantillo(Fertilizante). |
| 5. Sección de beneficio del animal. | 18. Descarga. |
| 6. Sangre. | 19. Desgrasado. |
| 7. Pellejo. | 20. Grasa y sebo. |
| 8. Contenido de las vísceras. | 21. Abono. |
| 9. Productos secundarios. | 22. Lavado. |
| 10. Esqueleto. | 23. Frigorífico. |
| 11. Hígado, riñones, etc. | 24. Mercado. |
| 12. Coágulos. | 25. Agua Residual. |
| 13. Desperdicios de cribas. | 26. Planta de Purificación. |

2.1.2 Tratamientos biológicos para aguas residuales.

Los procesos por tratamiento biológico consisten en el control del medio ambiente de los microorganismos de modo que se consigan condiciones de crecimiento óptimas, la principal aplicación de estos procesos es la eliminación de la materia orgánica del agua residual.

Los principales procesos biológicos aplicados al tratamiento de agua residual se dividen en los siguientes grupos:

Procesos aerobios: procesos de fangos activados, lagunas aireadas, filtros percoladores, sistemas biológicos rotativos de contacto o biodiscos.

Procesos anóxicos: Denitrificación con cultivo en suspensión y de película fija.

Procesos anaerobios: Digestión anaerobia, filtro anaerobio, lecho expandido. [21]

El tratamiento biológico para agua residual se considera un tratamiento eficaz el cual tiene costo relativamente bajo en comparación con otros métodos de tratamiento físico o químico, el principal componente de estos tratamientos son las bacterias que utilizan como fuente de alimento los organismos contaminantes. [18]

2.1.3 Biofiltración.

La biofiltración es un proceso biológico por el cual el agua residual fluye a través de un filtro con el objetivo de eliminar los contaminantes en el agua. La principal forma de eliminación de los contaminantes es mediante la degradación biológica de los residuos es decir los contaminantes se incorporan a la biomasa microbiana o se utilizan como fuente de energía. En los procesos de biofiltración, la biomasa microbiana está inmovilizada estáticamente al material de lecho, para lixiviar hasta cierto punto el fluido tratado. La inmovilización de los microorganismos se puede dar de una forma natural es decir la auto adherencia de microorganismos al material del lecho del filtro, o puede ser artificial como por ejemplo ubicarlas dentro de perlas de polímero. [18]

2.1.4 Filtros percoladores.

El primer filtro percolador se lo utilizó en Inglaterra en 1893, fueron estanques impermeables rellenos con piedra machacada.

Los filtros percoladores consisten en un lecho formado por un medio filtrante al que se adhieren los microorganismos y a través del cual percola el agua residual. La granulometría del lecho puede oscilar entre 2.5 a 10cm de diámetro y puede ser de diferentes materiales, la profundidad del lecho varía según el diseño entre 0.9 y 2,5m. La comunidad biológica está compuesta principalmente de bacterias facultativas, nitrificantes, aerobias, hongos, algas y protozoos. [21]

2.1.5 Biopelícula

Las biopelículas de aguas residuales son sistemas muy complejos que consisten en células microbianas y colonias incrustadas en un lecho filtrante cuya estructura y composición depende de la edad de la biopelícula y las condiciones ambientales. La cantidad total de biopelícula puede estimarse ya sea por parámetros físicos (masa, densidad, espesor) y físico-químicos (DQO).

El grosor de la biopelícula generalmente varía de decenas de micrómetros a más de 1 cm, aunque normalmente se observa un promedio de 1 mm o menos. [22]

El espesor de la biopelícula está influenciado por varios factores, como la velocidad de flujo a través del biofiltro, la construcción del material de lecho y los diferentes diseños del sistema de tratamiento. Generalmente, un flujo rápido a través del biofiltro limitará el crecimiento de las películas bacterianas a pequeños espesores. [17]

2.1.6 Piedra pómez.

La piedra pómez, también conocida como pumita o pumicita, es uno de los materiales volcánicos naturales, es una lava espumosa solidificada la cual se forma cuando la roca altamente recalentada y presurizada es expulsada violentamente de un volcán. Debido a las erupciones frecuentes de los volcanes se la encuentra abundante en el mundo. Es un material neutro al PH, no se descompone ni se quema, su densidad varía entre 0.4 a 0.9 g/cm³. Es una roca de grano fino que tiene una porosidad media del 90% permitiéndole flotar sobre el agua. Es muy utilizada en la fabricación de filtros. [23] [24]

2.1.7 Límite de descarga al sistema de alcantarillado público.

Según el acuerdo ministerial No. 028 emitido por el Ministerio del Ambiente de Ecuador, *“las descargas al sistema de alcantarillado provenientes de actividades sujetas a regularización, deberán cumplir, al menos, con los valores establecidos en la TABLA 9, en el cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios”*, es decir, se prohíbe la descarga y vertido de aguas servidas o industriales que sobrepasen los límites permisibles o criterios de calidad correspondientes.

Tabla II. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500
Sólidos totales	ST	mg/l	1600
Potencial de Hidrógeno	pH	-	6-9

Fuente: Adaptado de la tabla N°9, del Acuerdo Ministerial No028, Ministerio del Ambiente (2015).

2.1.8 Demanda Bioquímica de Oxígeno.

La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno disuelto necesaria para que los organismos biológicos aeróbicos presentes en un cuerpo de agua puedan romper los componentes orgánicos disponibles en una muestra de agua dada a cierta temperatura y durante un periodo de tiempo particular.[25]

La DBO es una medida aproximada de la cantidad de materia orgánica degradable bioquímica presente en una muestra de agua y generalmente se la puede utilizar para aguas residuales domésticas. Los valores de DQO son siempre mayores que los valores de DBO, pero las mediciones de DQO pueden hacerse en pocas horas mientras que las mediciones de DBO tardan cinco días, además DQO es un parámetro que se utiliza más para aguas residuales industriales.[2]

2.1.9 Demanda Química de oxígeno. (DQO)

La demanda química de oxígeno es la concentración masiva de oxígeno la cual es equivalente a la cantidad de dicromato consumido por la materia disuelta y en suspensión cuando una muestra de agua se trata con este oxidante en condiciones definidas. [26]

El DQO es un parámetro importante para la determinación de la carga orgánica presente en el agua, es un parámetro que se utiliza a nivel mundial en particular por las plantas de tratamiento de aguas residuales para la caracterización de la calidad de la misma.

Se basa en la oxidación casi completa de la carga orgánica presente en aguas residuales a dióxido de carbono (CO₂) y agua. La oxidación de la carga orgánica con dicromato de

potasio es el método estándar utilizando internacionalmente desde finales de los años setenta [27]

2.1.10 Sólidos totales.

Los sólidos totales se definen como la materia que permanece luego de la evaporación de una muestra, incluyen tanto el material disuelto y no disuelto (sólidos suspendidos).

Los sólidos totales permiten estimar los contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en el agua. Su determinación se basa en una medición cuantitativa del incremento de peso que experimenta una cápsula previamente tarada tras la evaporación de una muestra y secado a peso constante a 103°C.[28]

2.1.11 pH

El potencial de hidrógeno o también conocido como potencial de hidrogeniones permite medir el estado ácido o alcalino de una solución. El pH se mide en una escala logarítmica entre 1 a 14 niveles. El agua tiene un pH de 7 el cual es un valor neutro entre acidez y alcalinidad, cualquier valor de pH mayor a 7 se expresa como tendencia a la alcalinidad mientras que un valor de Ph menor a 7 se expresará como tendencia a la acidez. [29]

El pH es un parámetro que nos permite conocer la calidad del agua, el cual debe estar entre 6 a 9 para que sea apto para el consumo humano y doméstico.

2.2 HIPÓTESIS.

Hipótesis Nula

La utilización de un biofiltro compuesto por piedra pómez, disminuirá los niveles de contaminación del efluente de agua residual generado por el centro de faenamiento Ocaña.

Hipótesis Alterna

La utilización de un biofiltro compuesto por piedra pómez, no generará cambios en los niveles de contaminación del efluente de agua residual generado por el centro de faenamiento Ocaña.

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1 Variable independiente.

Aplicación de un filtro artesanal compuesto por piedra pómez.

2.3.2 Variable dependiente:

Disminuir los niveles de contaminación del efluente generado en el centro de faenamiento

Ocaña, previo a la descarga en los potreros.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El siguiente trabajo abarca los siguientes tipos de investigaciones:

3.1.1 Investigación exploratoria.

La biofiltración es un método alternativo que actualmente se está llevando a cabo con numerosos estudios, utilizando diferentes tipos de materiales, no se ha encontrado información sea en artículos científicos, libros en donde se investigue únicamente el funcionamiento de la piedra pómez como un material particular, por lo que está presente investigación trata de encontrar información que sirva de guía para futuros estudios.

3.1.2 Investigación descriptiva.

La presente investigación se realizó bajo la modalidad descriptiva ya que durante los tres meses de duración del proyecto se llevó un registro diario en donde se anotó las características del funcionamiento del biofiltro.

3.1.3 Investigación de laboratorio.

La investigación además fue de laboratorio también conocida como experimental, en la cual se manipuló y controló variables independientes como la cantidad de piedra pómez utilizada, su granulometría, para observar el efecto en la variable dependiente en este caso la disminución de los contaminantes del agua residual. [30]

Todo el proceso experimental se realizó a nivel de campo y los resultados fueron sustentados con análisis en un laboratorio certificado y con información bibliográfica.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

La población estimada corresponde al volumen de agua residual generado por el camal durante los 90 días en los cuales estará el funcionamiento el biofiltro.

$$VAR = X * t$$

$$VAR = 103.68m^3/sem * 12sem$$

$$VAR = 1244.15m^3$$

VAR= Volumen de agua residual durante los 3 meses de duración del proyecto.

X=cantidad de agua residual en una semana (ver sección 4.1).

t= número de semanas en los 3 meses de duración del proyecto.

3.2.2 Muestra.

La muestra corresponde a la cantidad de agua residual colocada en el tanque de 55gal del biofiltro, únicamente los días de faenamiento.

Tabla III. Cantidad de agua residual colocada en el tanque del biofiltro por semana.

DIAS DE FAENAMIENTO EN EL CAMAL	CANTIDAD DE AGUA RESIDUAL (Gal)
LUNES	55
MARTES	55
JUEVES	55
DOMINGO	55
TOTAL: 220 Galones de agua residual que ingresa al biofiltro por semana.	

Realizado por: Victor Vásquez

Tabla IV. Cantidad de agua residual que ingresa al biofiltro por mes y número de días de funcionamiento del filtro.

DIAS DE FAENAMIENTO	# DIAS JUNIO	CANTIDAD DE AGUA JUNIO(Gal)	# DIAS JULIO	CANTIDAD DE AGUA JULIO(Gal)	# DIAS AGOSTO	CANTIDAD DE AGUA AGOSTO (Gal)	# DIAS SEP.	CANT AGUA SEPT
lunes	3	165	5	275	4	220	3	165
martes	3	165	4	220	5	275	3	165
viernes	3	165	4	220	4	220	3	165
domingo	3	165	5	275	4	220	3	165
TOTAL	12	660	18	990	17	935	12	660

Observación: El total de días de funcionamiento del biofiltro es 59.

El total de agua residual que ingresó al biofiltro durante su funcionamiento fue 3245 galones

Realizado por: Vásconez Victor

Muestra = 55gal x59 dias de funcionamiento

Muestra = 3245 gal/dia tratados.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1 Variable independiente

Utilización de un filtro artesanal, compuesto por piedra pómez.

Tabla V. Operacionalización de la Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Un biofiltro para depurar agua residual es un prototipo a escala laboratorio, elaborado de forma artesanal, el cual está compuesto en su totalidad por material poroso, que permite filtrar el agua residual, reteniendo la materia orgánica en sus poros, disminuyendo de esta forma el grado de contaminación del agua	Material filtrante	Piedra pómez	¿Qué diámetro será el necesario para el filtro? ¿Cuál es el tiempo de filtración del material?	Tabla de Chequeo
	Mejorar la calidad del efluente de descarga	Descarga hacia el sistema de alcantarillado.	¿El efluente de descarga cumple con los parámetros permisibles?	Análisis de Laboratorio. Normativa

Realizado por: Vásquez Victor

3.3.2 Variable dependiente.

Disminuir el nivel de contaminación del agua residual precedente del camal previo a la descarga al sistema de alcantarillado.

Tabla VI. Operacionalización de la Variable dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Según el Acuerdo Ministerial No.028, emitido por el Ministerio del Ambiente, Se prohíbe la descarga y vertido que sobrepase los límites permisibles o criterios de calidad correspondientes, establecidos en la tabla N 9 de este libro.	Valores establecidos en la Tabla 9 del Acuerdo Ministerial No.028	DQO DBO5 Sólidos Totales.	¿Cuál es el nivel de DQO? ¿Cuál es el nivel de DBO5? ¿Cuál es el nivel de Sólidos Totales?	Análisis de Laboratorio Análisis de Laboratorio Análisis de Laboratorio.

Realizado por: Vásquez Victor

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Tabla VII. Plan de recolección de información.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Qué evaluar?	Un biofiltro artesanal elaborado a escala laboratorio formado por piedra pómez.
¿Sobre qué evaluar?	La eficiencia del filtro.
¿Sobre qué aspectos?	Disminución de la contaminación del agua luego de la filtración para que los valores resultantes lleguen a los límites permisibles para descarga al sistema de alcantarillado público, medidos de acuerdo a los parámetros analizados: DQO, DBO, Sólidos Totales.
¿Quién evalúa?	Victor Hugo Vásconez Velástegui
¿A quién evalúa?	Se evalúa muestras de agua residual del camal obtenidas luego de pasar por el biofiltro de piedra pómez.
¿Dónde evalúa?	Laboratorio de control de calidad del agua de EMAPA. Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
¿Cómo y con qué?	Mediante análisis físico- químico del agua, realizados en un laboratorio, utilizando muestras de agua obtenidas luego del proceso de filtración.

Realizado por: Vásconez Victor

3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.5 1 Plan de procesamiento de información.

Se elaboró un biofiltro el mismo que se instaló en el camal para facilitar la toma de muestras y recolección de datos.

Se utilizó piedra pómez como elemento filtrante, la cual fue tamizada antes de ser colocada en el filtro, obteniendo un tamaño de partículas entre 9.5-12.7 mm.

Se colocó un volumen de 35 lts de piedra pómez dentro de un recipiente de plástico de dimensiones 570x429x345mm como se observa en la Fig. 2.

Se instaló un recipiente con capacidad para 55 galones el mismo que se llenará con agua residual del camal y abastecerá al biofiltro con un caudal de salida de 0.105 lt/min el mismo que se calculó de acuerdo al Anexo 1, para que descargue el agua residual al biofiltro durante todo el día.

Se instaló la estructura de biofiltración 20 días antes de iniciar la toma de muestras de aguas residuales, con el propósito de acondicionar al material y proveer cualquier falla en el funcionamiento del biofiltro.

Después del proceso de acondicionamiento del biofiltro se procedió a la toma de la primera muestra, esta se realizó en dos recipientes de vidrio de capacidad de 1 litro cada uno. La muestra fue tomada luego del proceso de filtrado.

Se tomó tres muestras cada mes por tres meses del agua que sale del proceso de biofiltración, y se tomó una muestra del agua residual cruda es decir sin proceso de filtrado, la toma de muestras se realizó de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169 en la que nos indica [31]:

Tipo de recipiente utilizado

Para este tipo de muestras se debe utilizar recipientes opacos de vidrio ámbar ya que reduce las actividades fotosensitivas considerablemente.

Preparación de recipientes

Para la toma de muestras de agua residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con el fin de minimizar la contaminación de la muestra.

El recipiente nuevo de vidrio se debe lavar con agua y detergente para retirar el polvo y los residuos de material de empaque.

Muestreo.

Para muestras en las cuales se determinen parámetros físicos y químicos, se debe llenar los frascos completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra, esto limita la agitación durante el transporte evitando la variación en el valor de ph, etc

La refrigeración o congelación de las muestras se la debe realizar inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se debe usar, cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar de muestreo.

Los recipientes cuyas muestras se van a congelar como método de conservación, no se deben llenar completamente.

El enfriamiento no se debe considerar como un método de almacenamiento para largo tiempo especialmente en caso de aguas residuales industriales de acuerdo al parámetro a analizar se tiene los siguientes valores:

Para análisis de DBO la muestra se la puede recoger en un envase de vidrio o plástico el cual se debe llenar completamente para excluir el aire, la cantidad necesaria es de 1000ml, se debe enfriar a 1 °C y 5 °C, se debe preservar por un tiempo máximo antes del análisis de 24 h.

Para análisis de DQO la muestra se la puede recoger en un envase de vidrio, la cantidad necesaria es de 100ml, se debe enfriar a -20 C o acidificar con ácido sulfúrico, el tiempo máximo de preservación de la muestra es de 1 mes.

Para análisis de Sólidos totales la muestra se la puede recoger en un envase de vidrio o, la cantidad necesaria es de 100ml, se debe enfriar a 1 °C y 5 °C, se debe preservar por un tiempo máximo antes del análisis de 24 h.

Rotulado.

Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin error.

Se debe anotar al momento de muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados como la fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, tipo de análisis a realizarse.

3.5.2 Plan de análisis e Interpretación de resultados

Las muestras se dejaron en un laboratorio certificado el cual se encargó de realizar los estudios físico-químicos del agua en donde se analizarán los parámetros establecidos en los objetivos como son DQO, DBO, Sólidos totales.

Se procederá a la revisión e interpretación de resultados obtenidos en los análisis físico-químicos.

Se comprobará la hipótesis planteada.

Se elaborará las conclusiones y recomendaciones.

3.6 DISEÑO DEL FILTRO

El biofiltro de piedra pómez se diseñó de acuerdo a las especificaciones del Anexo 1 en el cual se detalla, las dimensiones del biofiltro, el material, el volumen de material filtrante, así como el tiempo de retención hidráulica el mismo que permite representar los fenómenos de remoción de contaminantes de forma similar a la que se estaría presentando en la vida real.

El biofiltro está conformado por un recipiente plástico de dimensiones (570x429x345) mm, el cual contiene en su interior el material filtrante correspondiente a la piedra pómez como se observa en la Fig. 2, además un material de soporte el cual permite sostener al material filtrante.



Fig. 2. Biofiltro de piedra pómez.
Realizado por: Vásconez Victor

El biofiltro es abastecido por un tanque de PVC con capacidad para 55 galones. El tanque descansa sobre una estructura metálica, como se observa en la Fig. 3. A una distancia de 15cm desde la base del tanque, sale una tubería de PVC de diámetro ½”, la cual recorre en sentido horizontal 0.60m y en sentido vertical 1m, unido al extremo de la tubería descansa un aparato que permite distribuir el agua residual por todo el filtro.



Fig. 3. Biofiltro instalado en el camal

Realizado por: Vásconez Victor

Granulometría de la Piedra pómez

Para obtener un tamaño uniforme de partículas se realizó el tamizado de la piedra pómez. El material filtrante se lo trajo de una mina ubicada en la ciudad de Latacunga, el cual se encontraba mezclado con arena y grava por lo que se lavó el material y por inspección visual se separó todo lo que no correspondía a piedra pómez. El resultado final corresponde a un material completamente piedra pómez, con el mismo tamaño de partículas. La granulometría se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Tabla VIII. Granulometría de la piedra pómez.

GRANULOMETRÍA PIEDRA PÓMEZ			
MATERIAL	TAMAÑO (cm)	PASA TÁMIZ	RETIENE TAMIZ
PIEDRA PÓMEZ	9.5-12.7	1/2"	3/8"
OBSERVACIONES: El tamaño nominal escogido para el material corresponde a 1/2"			

Realizado por: Vásconez Victor



Fig. 4. Preparación de la piedra pómez.

Realizado por: Vásconez Victor

3.7 INFORMACIÓN INDUSTRIAL DEL CAMAL.

3.7.1 Ubicación del lugar.

El Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda. está ubicado en la Provincia de Tungurahua, cantón Quero, en el caserío Yayulihí.



Fig. 5. Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda.

Realizado por: Vásconez Victor

3.7.2 Caracterización del lugar.

El Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda. es una empresa dedicada al faenamiento, deshuese y comercialización de carne de ganado vacuno, que es distribuida principalmente a industrias dedicadas a la elaboración de embutidos y frigoríficos de la zona central del país. Los productos finales del faenamiento son: carne, hueso, vísceras y cueros.

Los animales faenados provienen de las ferias que se realizan en Ambato, Salcedo, Riobamba y Saquisilí.

De acuerdo con un estudio realizado en el periodo julio 2011 y junio 2012 se conoció que en el Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda. se produce anualmente 497 toneladas de rumen y 101 toneladas de estiércol aproximadamente, de un total de 9269 reses faenadas, de donde se obtuvo que cada res contiene alrededor de 53.5 kg de rumen y 10.9 kg de estiércol. [32]



Fig. 6. Productos finales del faenamiento

Realizado por: Vásconez Victor

Entre los residuos que se generan en el camal son la sangre, estiércol, rumen, pezuñas y grasa. El agua residual que sale del proceso de faenamiento recorre unos tanques de retención de sólidos gruesos antes del ingreso a la planta de biofiltración del camal tal como se detalla en el Anexo 3. En la Fig. 7 se observa los distintos tanques de retención de sólidos que debe recorrer el agua residual antes del ingreso a la planta de biofiltración existente en el Centro de Faenamiento.



Fig. 7. Tanque de retención de sólidos gruesos.

Realizado por: Vásconez Victor

De acuerdo con un estudio realizado en el 2014 por el Centro de Faenamiento Ocaña en donde se analizó los caudales utilizados en los diferentes procesos productivos que se realizan en el camal, se obtuvo como resultado la siguiente Tabla IX.

Tabla IX. Volumen de desechos líquidos generados en el proceso de faenamiento

PROCESO	INGRESO (Lt/mes)	SALIDA (Lt/mes)	CONSUMO (Lt/mes)
Lavado de reses	18000	14400	3600
Desangrado	352000	14400	337600
Remoción de cabezas, ubre y extremidades.			
Descuerado			
Corte axial pecho			
Eviscerado			
División media y cuarto de canal			
Limpieza de canal	528000	528000	0
Lavado de piezas			
TOTAL			341200

Fuente: Centro de Faenamiento Ocaña (CEFAO) 2014.

Realizado por: Vásconez Victor

3.7.3 Diagrama de flujo del proceso productivo del Centro de Faenamiento Ocaña.

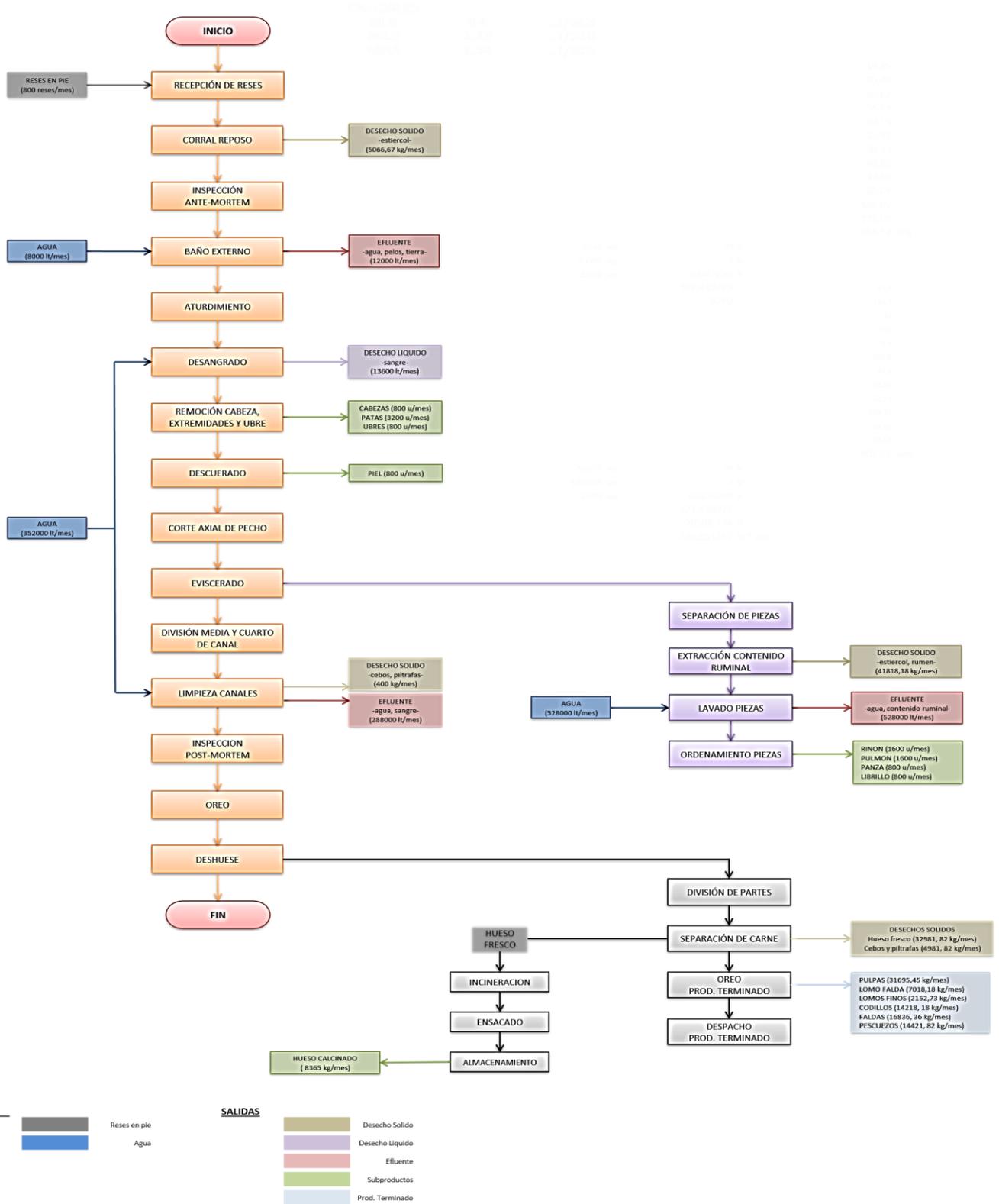


Fig. 8. Diagrama de flujo del proceso productivo del Centro de Faenamiento Ocaña.

Fuente: Trabajo de Investigación. Merino, J [33]

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

4.1.1 Comportamiento de los caudales utilizados en el centro de faenamiento Ocaña.

4.1.1.1 Volumen de agua que ingresa al camal durante el faenamiento.

Se realizó la lectura del medidor de agua potable que ingresa al camal, durante cuatro días, en los cuales se faena. La lectura se tomó al inicio del faenamiento y al terminar el proceso de faenado.

Tabla X. Volumen de agua que ingresa al Centro de Faenamiento.

VOLUMEN DE AGUA QUE INGRESA AL CENTRO DE FAENAMIENTO OCAÑA DURANTE EL FAENAMIENTO						
DIA	MEDIDOR LECTURA INICIAL	HORA	MEDIDOR LECTURA FINAL	HORA	TOTAL, m ³	RESES FAENADAS
VIERNES	92199	5:00	92302	15:00	103	94
DOMINGO	92316	6:00	92353	10:00	37	39
LUNES	92364	7:00	92431	16:00	67	60
MARTES	92440	7:30	92508	15:00	68	59
Total					275	252
Observaciones: Al dividir el total de reses faenadas para el total de agua en m ³ durante los cuatro días de lectura (252/275) obtenemos 1.09m ³ de agua utilizada por cada res.						

Realizado por: Vásquez Victor

4.1.1.2 Caudal de salida del camal.

Para el aforamiento del caudal de salida se midió con un recipiente plástico el tiempo que se demora en salir un determinado volumen de agua, como se observa en la Tabla XI. El registro fue realizado los días viernes y lunes, ya que durante estos días se faena la mayor cantidad de reses. Esta medición se realizó al agua que está ingresando al biofiltro existente en el Camal, Fig.9, debido a que toda el agua residual que genera el camal ingresa a esta planta de tratamiento.



Fig. 9. Medición de caudal de salida del camal.
Realizado por: Vásconez Victor

Tabla XI. Aforamiento de caudales del agua residual generados en el Centro de Faenamiento Ocaña.

VIERNES		LUNES	
HORA	CAUDAL (lt/s)	HORA	CAUDAL (lt/s)
7:00	0.689	7:00	0.758
7:10	0.711	7:10	0.833
7:20	0.808	7:20	0.748
10:00	0.869	10:00	0.6211
10:10	0.809	10:10	0.948
10:20	0.703	10:20	0.873
12:00	0.870	12:00	0.779
12:10	1.060	12:10	0.803
12:20	0.610	12:20	0.976
Promedio 1	0.792	Promedio 2	0.815
POMEDIO TOTAL=(0.792+0.815)/2 ≈ 0.80 lt/s			
Nota: En estos dos días de medición de caudales se inició el faenamiento a las 5 de la mañana y se terminó a las 14:00 resultado un total de 9 horas de trabajo.			

Realizado por: Vásconez Victor

Volumen de Ingreso:

$$V = 275\text{m}^3 / \text{res}$$

Caudal de salida:

$$V = 0.8\text{lt/s} \text{ --- } \rightarrow 9\text{horas}$$

Volumen de salida en las 9 horas de trabajo

$$V = \frac{\frac{0.8lt}{s} * 9horas * 3600seg}{1hora} = 25920lt \cong 25.92m^3/dia$$

Volumen de salida en 1 semana.

$$V = 25.92m^3 * 4 dias = 103.68m^3/sem$$

A este volumen, se le aumenta un 20% más de agua, necesario para la limpieza interior y exterior de las instalaciones del camal.

$$V = \frac{103.68m^3}{sem} * 1.20\% = 124.41m^3/sem.$$

4.1.2 Número de muestras.

La muestra de agua residual filtrada se recolectó durante 3 meses, tiempo en el cual se realizó un total de 10 análisis, correspondientes a 3 análisis por mes, excepto el último mes que se realizó 4 análisis. La muestra fue recogida los días martes a las 9 de la mañana, para luego ser transportada a un laboratorio certificado, en el cual se realizan análisis de DQO, DBO5 y Sólidos Totales, como se observa en la Tabla XII.

Tabla XII. Distribución de los análisis físico-químicos del agua residual dentro de los 3 meses.

DISTRIBUCIÓN DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL DENTRO DE LOS 3 MESES									
PRIMER MES			SEGUNDO MES			TERCER MES			
1 ^{era} semana	3 ^{era} semana	4 ^{ta} semana	1 ^{era} semana	3 ^{era} semana	4 ^{ta} semana	1 ^{era} semana	2 ^{da} semana	3 ^{ra} semana	3 ^{ra} semana
1 ^{er} Análisis	2 ^{do} Análisis	3 ^{er} Análisis	4 ^{to} análisis	5 ^{to} Análisis	6 ^{to} Análisis	7 ^{mo} Análisis	8 ^{vo} Análisis	9 ^{no} Análisis	10 ^{ma} Análisis
DBO.	DBO.	DBO.	DBO.	DBO.	DBO.	DBO.	DBO.	DBO.	DBO.
DQO.	DQO.	DQO.	DQO.	DQO.	DQO.	DQO.	DQO.	DQO.	DQO.
Sólidos Totales	Sólidos Totales	Sólidos Totales	Sólidos Totales	Sólidos Totales	Sólidos Totales	Sólidos Totales	Sólidos Totales	Sólidos Totales	Sólidos Totales

Observaciones:

- Los análisis desde el primero hasta el noveno corresponden al agua residual que ha salido del biofiltro de piedra pómez.
- El décimo análisis corresponde al agua residual cruda es decir el agua de descarga del camal sin ingresar el sistema de biofiltración.

Realizado por: Vásquez Victor

En la tabla XIII, se observa el número de animales faenados durante la toma de muestras.

Tabla XIII. Animales faenados durante el día de recolección de muestras

ANIMALES FAENADOS EN EL DIA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS		
SEMANAS EN LAS CUALES SE TOMO LAS MUESTRAS	MUESTRAS	NÚMERO DE RESES FAENADAS
SEMANA 1	M1	9
SEMANA 3	M2	60
SEMANA 4	M3	40
SEMANA 5	M4	65
SEMANA 7	M5	62
SEMANA 8	M6	48
SEMANA 9	M7	45
SEMANA 10	M8	27
SEMANA 11	M9	62
SEMANA 11	M10	62

Fuente: Centro de Faenamiento Ocaña.

Realizado por: Vásconez Victor

4.1.3 Número de animales faenados durante los meses de duración del proyecto.

La Tabla XIV, indica la cantidad de reses que fueron faenadas durante los tres meses de duración del proyecto de investigación, según registros del Centro de Faenamiento Ocaña.

Tabla XIV. Animales faenados durante el tiempo de duración del proyecto.

ANIMALES FAENADOS DURANTE EL TIEMPO DE DURACIÓN DEL PROYECTO	
MESES	NÚMERO DE RESES FAENADAS
PRIMER MES	1100
SEGUNDO MES	1039
TERCER MES	1077

Fuente: Centro de Faenamiento Ocaña.

Realizado por: Vásconez Victor

4.1.4 Resultados de los análisis físico-químicos.

En la Tabla XV, se presenta los resultados de los análisis realizados a las 10 muestras tomadas durante la duración de la investigación.

Tabla XV. Resultados de los análisis realizados a las muestras de agua residual.

PARÁMETRO	MUESTRA									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
DBO5 (mg/l)	814	2134	1182	1026	1396	1120	1526	1129	2031	3006
DQO (mg/l)	1503	4957	3136	3122	2805	3686	3703	2454	4078	6016
SÓLIDOS TOTALES (mg/l)	1355	3638	2908	3223	2717	3005	4853	3436	5139	5221

Fuente: Resultados del laboratorio de Control y Calidad EMAPA.

Realizado por: Vásconez Victor

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

4.2.1 Análisis del parámetro DQO

Las siguientes figuras contienen los valores de los análisis realizados durante los 3 meses de duración del proyecto, también se incluye el límite permisible de acuerdo con la normativa establecida.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO



Fig. 10. Resultados de las muestras analizadas vs número de muestras.

Realizado por: Vásconez Victor

Interpretación de resultados:

En la Fig.10, se incluye el límite permisible para descarga al sistema de alcantarillado público según la normativa es 500mg/L.

La muestra M10, corresponde al agua residual antes de ser sometida al proceso de filtración, esta muestra se utilizará como parámetro de comparación con las demás muestras para verificar la funcionalidad del biofiltro, en la Fig. 10 se observa para esta muestra un valor de 6016 mg/l, es decir que sobrepasa 12 veces el límite permisible, demostrando el alto grado de contaminación del agua residual de esta industria.

La primera muestra analizada que se observa en la Fig.10, indica un valor relativamente bajo comparándolo con la muestra sin filtrar, debido a que la mayor cantidad de materia orgánica se retuvo en los poros del lecho filtrante, además cabe destacar que en este tiempo la carga orgánica presente en el agua residual descargada por el canal no era muy alta.

A partir de la muestra M2, se observa que empieza a disminuir la concentración de la DQO de las muestras analizadas, debido a que la colonización de bacterias empieza a desarrollarse, obteniendo la mejor reducción de la DQO durante la muestra M3 hasta la M9, correspondiente a las semanas 4 hasta la semana 11 que el filtro se estabilizó y trabajó de una mejor manera con este parámetro.

Todas las muestras analizadas, correspondientes al agua residual filtrada, redujeron el valor de contaminación de la DQO comparado con la muestra M10, sin embargo, todas las muestras están por encima del límite máximo permisible de DQO, correspondiente a 500 mg/L.

4.2.2 Análisis del parámetro DBO₅

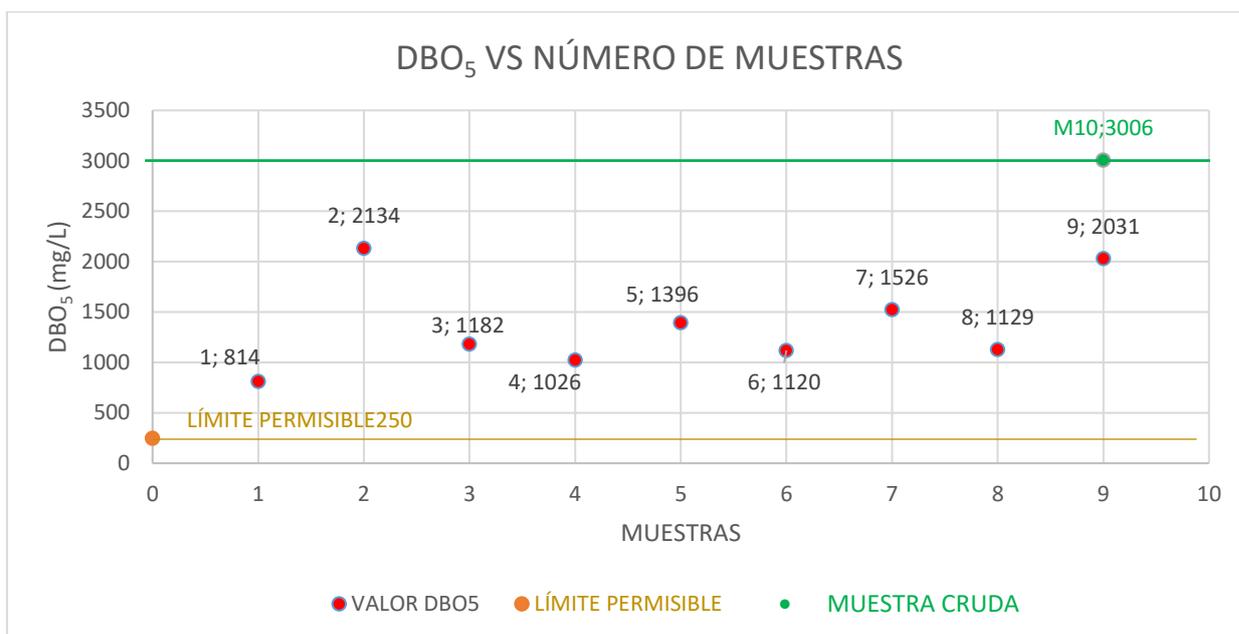


Fig. 11. Resultados de las muestras analizadas DBO₅ vs número de muestras.

Realizado por: Vásconez Victor

Interpretación de resultados:

En el Fig. 11, se incluye el límite permisible para descarga al sistema de alcantarillado público según la normativa es 250mg/L.

La muestra M10 corresponde al agua residual sin filtrar, luego del análisis de laboratorio esta muestra obtuvo un valor de 3006 mg/L, muy por encima del valor límite permisible.

La muestra M1, representa un valor muy bajo comparado con la muestra M10, debido a la mayor retención de sólidos en el lecho filtrante por ser la primera muestra y además el agua residual no contenía una alta carga orgánica durante este tiempo.

El mejor funcionamiento del filtro se observa con las muestras M3 hasta la M8 correspondiente a las semanas 4 hasta la 10 ya que es en transcurso de este tiempo que se obtiene la mejor reducción en el valor de DBO₅.

Todas las muestras de agua residual filtrada disminuyeron el valor de DBO₅, sin embargo, aún se encuentran muy por encima del límite permisible para descarga al sistema de alcantarillado, según la normativa.

4.2.3 Análisis del parámetro sólidos totales.

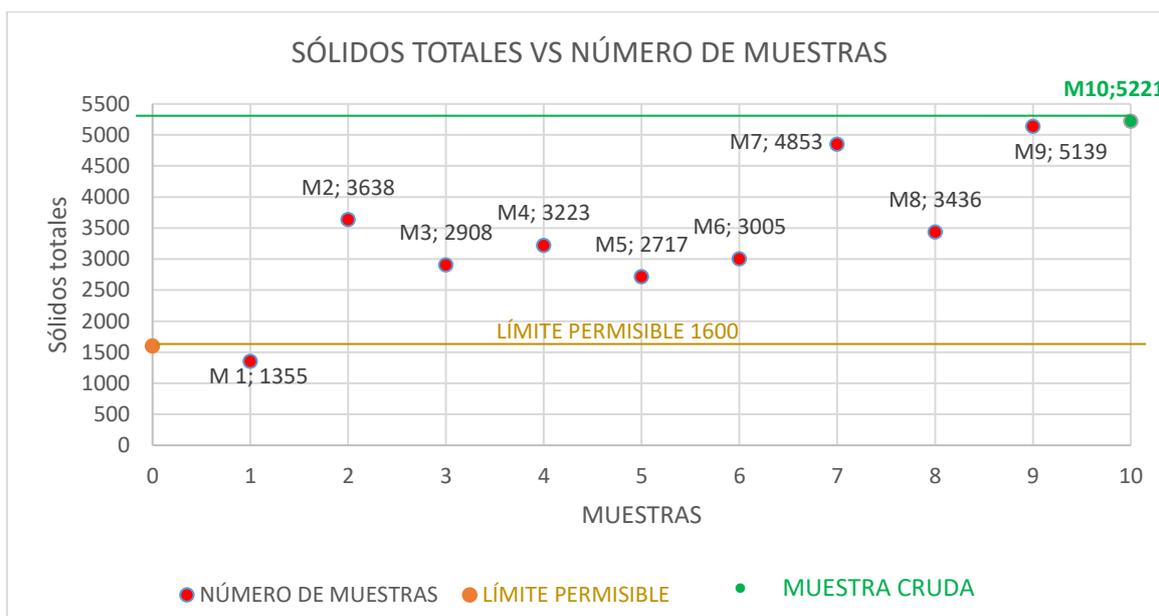


Fig. 12. Resultados de las muestras analizadas Sólidos Totales vs número de muestras.

Realizado por: Vásquez Victor

Interpretación de resultados:

En a Fig. 12, se incluye el límite permisible para descarga al sistema de alcantarillado público según la normativa es 1600mg/L.

La muestra M10, corresponde al agua residual sin filtrar, luego del análisis de laboratorio esta muestra obtuvo un valor de 5221 mg/L.

El mejor funcionamiento del filtro se da con las muestras M2 hasta la M6, es durante este tiempo que el biofiltro se estabilizó y la población de bacterias se desarrollaba. A partir de M7, se observa desestabilización en los resultados ya que en este tiempo aumentó la comunidad bacteriana en gran medida. El lecho filtrante se saturó de materia orgánica, y los gusanos que se desarrollaron en el material empezaron a salir con el agua residual filtrada.

Todas las muestras de agua residual filtrada disminuyeron el valor de sólidos totales sin embargo aún se encuentran muy por encima del límite permisible para descarga al sistema de alcantarillado, según la normativa.

4.2.4 Análisis de la eficiencia probable con el parámetro DQO

La eficiencia del filtro en remoción de DQO, DBO₅ y Sólidos Totales se reflejará en los resultados de los análisis realizados a las muestras tomadas luego del proceso de filtrado y comparadas con el valor de la muestra sin filtrar, utilizando la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{DQO (I) - DQO (M)}{DQO (I)} * 100$$

Donde:

DQO I= Corresponde a la muestra sin el proceso de filtración (M10).

DQO M= Corresponden a las muestras filtradas.

Tabla XVI. Eficiencia probable en remoción de la DQO

SEMANAS	MUESTRAS	DQO	EFICIENCIA %
Semana 3	M 2	4957	17.6
Semana 4	M 3	3136	47.87
Semana 5	M4	3122	48.11
Semana 7	M5	2805	53.37
Semana 8	M 6	3686	38.73
Semana 9	M 7	3703	38.45
Semana 10	M 8	2454	59.21
Semana 11	M 9	4078	32.21

Realizado por: Vásconez Victor

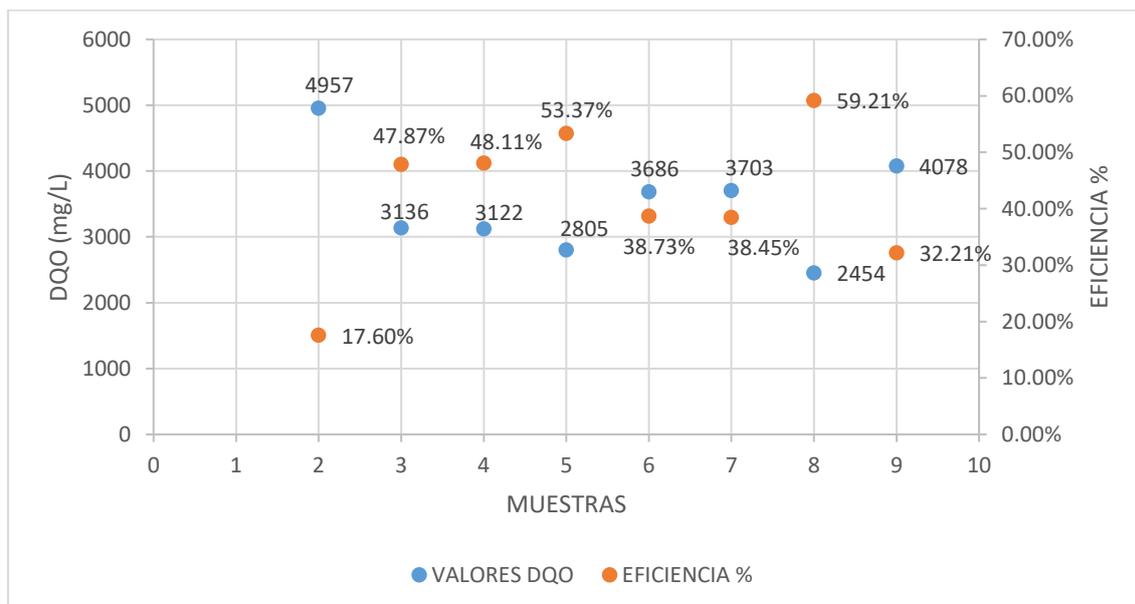


Fig. 13. Eficiencia en remoción de la DQO vs muestras.

Realizado por: Vásconez Victor

Interpretación de resultados:

La Fig. 13, muestra las variaciones de DQO y la eficiencia obtenida en cada análisis correspondiente a las muestras de agua residual filtrada, realizadas durante los 90 días de operación del biofiltro.

Se observa que al arranque del proceso de biofiltración la eficiencia es baja, apenas un 17.60%, sin embargo, a partir de la semana 4 la eficiencia empieza a incrementarse alcanzando en la semana 10 la mayor eficiencia del 59.21%, lo cual indica que se ha reducido la contaminación a más de la mitad, no obstante, estos valores no se mantienen ya que recae en la última muestra a 32.28%.

Los valores de eficiencia desde la semana 4, no se mantienen constantes, como se muestra en la Fig.13, aumentan y disminuyen, no obstante, todos los resultados muestran aumento con respecto al arranque del biofiltro.

4.2.5 Análisis de la eficiencia probable con el parámetro DBO₅

$$Eficiencia = \frac{DBO_5I - DBO_5M}{DBO_5I} * 100$$

Donde:

DBO₅ I= Corresponde a la muestra sin el proceso de filtración.

DBO₅ M= Corresponden a las muestras filtradas.

Tabla XVII. Eficiencia probable en remoción de la DBO₅

MUESTRAS	DBO ₅	eficiencia
M2	2134	29.01%
M3	1182	60.68%
M4	1026	65.87%
M5	1396	53.56%
M6	1120	62.74%
M7	1526	49.23%
M8	1129	62.44%
M9	2031	32.44%

Realizado por: Vásquez Victor

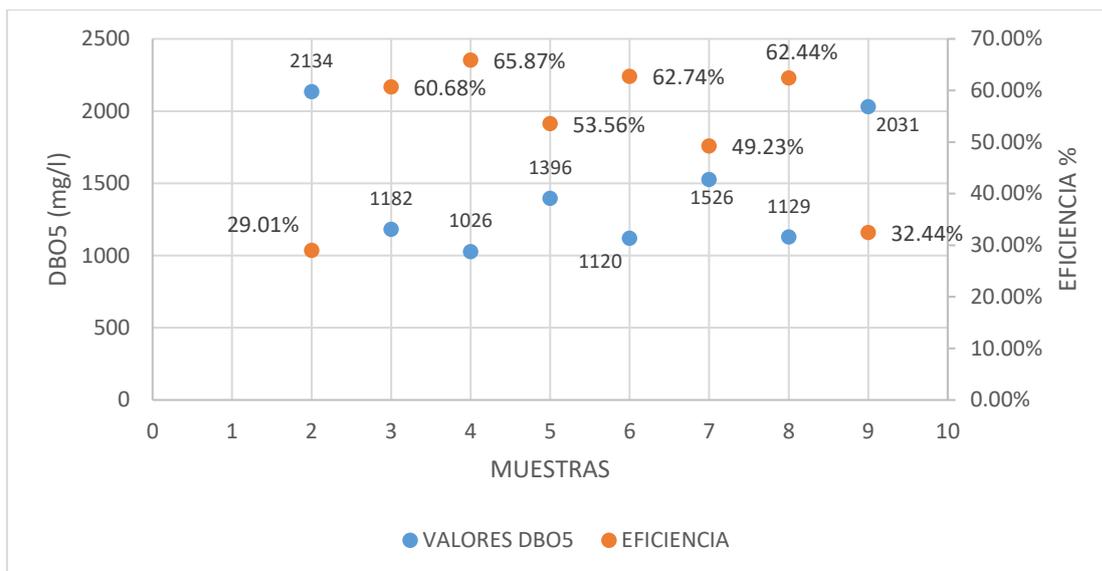


Fig. 14. Eficiencia en remoción de la DBO5 vs muestras.

Realizado por: Vásconez Victor

Interpretación de resultados:

La Fig. 14, muestra las variaciones de DBO5 y la eficiencia obtenidas en cada análisis correspondiente a las muestras de agua residual filtrada, realizadas durante los 90 días de operación del biofiltro.

La eficiencia en remoción de DBO₅ fue baja al inicio del funcionamiento del biofiltro, tal como se evidencia en la Fig. 14, con un valor de 29.01%, pero a medida que la colonización de bacterias y la retención de materia orgánica crecieron, las eficiencias de remoción mejoraron. El proceso se empezó a estabilizar a partir de la semana 4 hasta la semana 10, alcanzando niveles de eficiencia de hasta el 62%.

En la semana 11 correspondiente a la muestra 9, se observa un cambio brusco en la Fig.14, es decir, una disminución de la eficiencia con un valor de 32.44%, consecuencia de la alta carga orgánica retenida en el sistema.

4.2.6 Análisis de la eficiencia probable con el parámetro sólidos totales

$$Eficiencia = \frac{Sólidos\ totales\ (I) - Sólidos\ Totales\ (M)}{Sólidos\ totales(I)} * 100$$

Donde:

Sólidos Totales I= Corresponde a la muestra sin el proceso de filtración es decir la M10.

Sólidos Totales M= Corresponden a las muestras filtradas.

Tabla XVIII. Eficiencia probable en remoción de Sólidos Totales

TOMA DE MUESTRAS	MUESTRA	SÓLIDOS TOTALES	EFICIENCIA%
Semana 3	M2	3638	30.32
Semana 4	M3	2908	44.30
Semana 5	M4	3223	38.27
Semana 7	M5	2717	47.96
Semana 8	M6	3005	42.44
Semana 9	M7	4853	7.05
Semana 10	M8	3436	34.19
Semana 11	M9	5139	1.57

Realizado por: Vásconez Victor

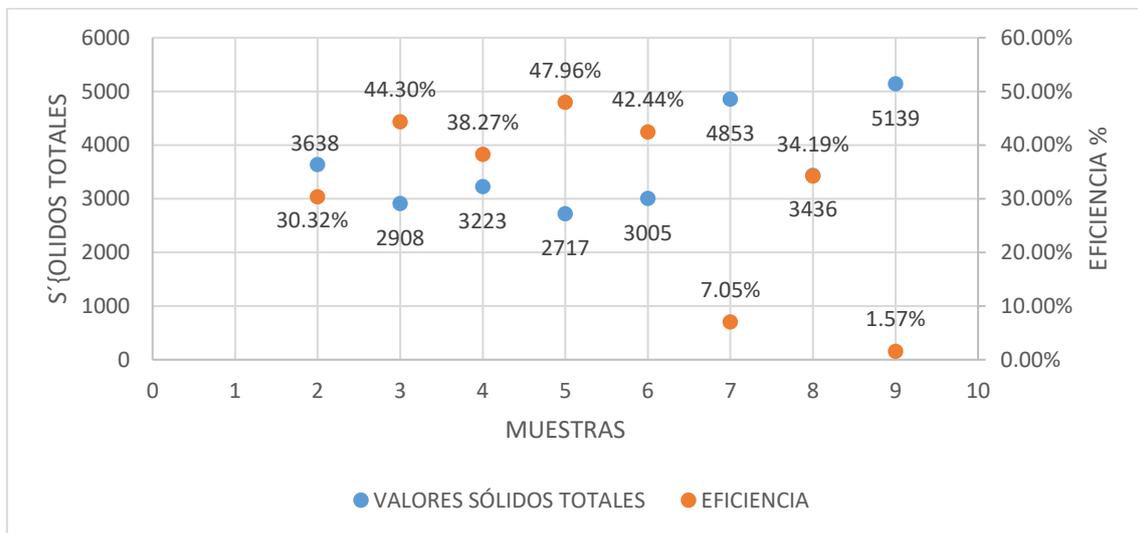


Fig. 15. Eficiencia en remoción de Sólidos Totales vs muestras

Realizado por: Vásconez Victor

Interpretación de resultados:

La Fig. 15, muestra las variaciones de Sólidos Totales y la eficiencia obtenidas en cada análisis correspondiente a las muestras de agua residual filtrada, realizadas durante los 90 días de operación del biofiltro.

Se observa que a partir de la muestra M3, correspondiente a la semana 4, el biofiltro alcanza la estabilidad en el proceso de filtrado, ya que la eficiencia asciende desde 30.32% hasta alcanzar el 47.96% correspondiente a la semana 8, pero a partir de la muestra M7, tomado en la semana 9, se desestabiliza el biofiltro disminuyendo bruscamente la

eficiencia con un valor 7.05% luego vuelve a subir a 34.19% y finalmente disminuye a 1.57%.

La mayor eficiencia representa una alta retención de sólidos por el lecho filtrante, pero a partir de la semana 9, se desestabiliza el proceso de biofiltración, debido a las grandes cantidades de carga orgánica que se queda retenida en la piedra pómez, además de una sobrepoblación de bacterias lo que afectó sustancialmente al proceso.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En base a la hipótesis nula planteada se llega a la conclusión que el biofiltro compuesto por piedra pómez permite disminuir los niveles de contaminación del efluente de agua residual generados por el Centro de Faenamiento Ocaña, no obstante, esta agua filtrada no cumple con los límites de descarga al sistema de alcantarillado público establecidos en el Acuerdo Ministerial N0 028 emitido por el Ministerio del Ambiente del Ecuador.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se conoció la infraestructura y el funcionamiento básico del centro de Faenamiento Ocaña para lo cual se realizó los planos de las instalaciones del camal y los planos hidrosanitarios.
- Se determinó el comportamiento de los caudales utilizados en el centro de Faenamiento Ocaña realizándose la lectura del medidor para conocer el volumen de agua que ingresa al camal y se realizó el aforamiento del caudal de descarga. El volumen de agua registrado a una semana, que ingresa al camal, corresponde a 275m^3 mientras que el volumen de agua residual que descarga el camal por semana resultó 103.68m^3 .
- Se monitoreó las características de biodegradabilidad (DBO₅, DQO y Sólidos Totales) de las aguas residuales provenientes del camal, en su origen y luego en el proceso de filtración.

El biofiltro es capaz de disminuir la concentración de la DQO en todas las muestras filtradas, con respecto a la muestra cruda, el mejor funcionamiento del biofiltro se da durante las semanas 4 hasta la semana 10, observándose la mejor eficiencia en la semana 10 con un valor de 59.21%, luego de esta semana la eficiencia del filtro empieza a decaer.

Al igual que el parámetro anterior, se observó en las muestras analizadas que el mejor desempeño de la DBO₅ inicia en la semana 4 con un valor de 60.68% y se mantiene hasta la semana 10, a partir de la semana 11 la eficiencia cae a 32.44%. Con el parámetro sólidos totales, la eficiencia mejora desde la semana 4, obteniendo un valor de 44.30%, sin embargo, esta eficiencia se mantiene solo hasta la semana 8, ya que a partir de la semana 9 los valores decaen drásticamente, debido a la alta carga orgánica retenida en el material filtrante y por una sobrepoblación de organismos, como gusanos, los cuales empezaron a salir junto con el agua filtrada.

- Se determinó que la piedra pómez puede ser utilizada como material filtrante en el pretratamiento del agua residual proveniente del camal, ya que permite una reducción significativa de los contaminantes presentes en el agua.
- Se analizó la piedra pómez como filtro en el tratamiento de aguas residuales proveniente del Centro de Faenamiento Ocaña, durante los 3 meses de funcionamiento del sistema, el cual permite la reducción significativa de los parámetros establecidos en este trabajo de investigación sin embargo para que el agua residual este dentro de los parámetros normativos se debe adicionar otro método de tratamiento al agua residual.

5.2 RECOMENDACIONES

- Cuando analicemos el agua residual provenientes de camales se debe tratar de limpiar el tanque de abastecimiento de agua residual para el biofiltro, cada semana, debido que esta agua contiene un alto grado de materia orgánica la cual se sedimenta en el fondo del tanque provocando que se modifique el caudal de ingreso al biofiltro.
- El mejor funcionamiento del biofiltro se observa durante la semana 3 a la semana 8 por lo que luego de este periodo se debe lavar el material ya que el mismo se encuentra saturado de sedimentos.

MATERIAL DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] G. K. Anderson, “Developments in biological treatment of industrial wastewaters,” *TSINGHUA Sci. Technol.*, vol. 5, no. 3, pp. 246–251, 2000.
- [2] H. Zare Abyaneh, “Evaluation of multivariate linear regression and artificial neural networks in prediction of water quality parameters.,” *J. Environ. Heal. Sci. Eng.*, vol. 12, no. 1, p. 40, 2014.
- [3] N. Areerachakul, “Performance of granular activated carbon comparing with Activated Carbon (bagasse) biofiltration in wastewater treatment,” *2014 World Congr. Sustain. Technol. WCST 2014*, pp. 31–34, 2015.
- [4] S. Eturki, H. Makni, R. boukchina, and H. Ben Dhia, “Study of the Purification Performance of Sand Filter Drained in a Complementary Treatment of Urban Wastewater under Soil and Climatic Conditions of the Southern Tunisia,” *J. Water Resour. Prot.*, vol. 3, no. 7, pp. 487–494, 2011.
- [5] M. Bali, M. Gueddari, and R. Boukchina, “Treatment of secondary wastewater effluents by infiltration percolation,” *Desalination*, vol. 258, no. 1–3, pp. 1–4, 2010.
- [6] Y. Kuslu and U. Sahin, “A comparison study on the removal of suspended solids from irrigation water with pumice and sand–gravel media filters in the laboratory scale,” *Desalin. Water Treat.*, vol. 51, no. 10–12, pp. 2047–2054, 2013.
- [7] D. Cornejo, “Determinación de la eficiencia de remoción de la DBO de agua residual doméstica mediante la utilización de un biofiltro de piedra pómez,” Universidad Nacional de Trujillo, 2015.
- [8] J. A. ANDRADES, “Los vertidos de los mataderos e industrias cárnicas,” 2008. [Online]. Available: <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-48153/los-vertidos->

- de-los-mataderos-e-industrias-carnicas. [Accessed: 22-Jul-2017].
- [9] ONU, “Aguas residuales el recurso desaprovechado,” 2017. [Online]. Available: <http://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2017/>. [Accessed: 20-Jul-2017].
- [10] OMS, “Agua,” 2016. [Online]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>. [Accessed: 20-Apr-2017].
- [11] C. Borges *et al.*, “Remoción de materia orgánica en aguas residuales de rastro por el proceso de Contactor Biológico Rotacional,” *Ingeniería*, vol. 16, no. 2, pp. 83–91, 2012.
- [12] C. Yee-batista, “Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas,” *Banco Mundial*, 2013. [Online]. Available: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/01/02/rios-de-latinoamerica-contaminados>. [Accessed: 11-Apr-2017].
- [13] K. Reynolds, “Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica Identificación del Problema,” *La Llave*, p. 4, 2002.
- [14] A. G. G Ordóñez, “Transformación de los lodos generados en el camal municipal en compost para uso en el cultivo de vicia (vicia sativa),” Universidad Técnica de Ambato, 2014.
- [15] MAE, “Las descargas de aguas residuales son controladas por el Ministerio del Ambiente,” 2017. [Online]. Available: <http://www.ambiente.gob.ec/las-descargas-de-aguas-residuales-son-controladas-por-el-ministerio-del-ambiente/>. [Accessed: 11-Apr-2017].
- [16] MAE, *Ministerio del Ambiente acuerdo ministerial No 028*. Quito, Ecuador, 2015.
- [17] Y. Cohen, “Biofiltration - The treatment of fluids by microorganisms immobilized into the filter bedding material: a review,” *Bioresour. Technol.*, vol. 77, no. 3, pp.

- 257–274, 2001.
- [18] B. Sizirici Yildiz, “Water and wastewater treatment: biological processes,” *Metrop. Sustain. Underst. Improv. urban Environ.*, pp. 406–428, 2012.
- [19] D. Muñoz M, “Sistema De Tratamiento De Aguas Residuales De Matadero : Para Una Población Menor 2000 Habitantes,” 2005.
- [20] E. Fresenius, W., ed; Schneider, W., “Manual de disposición de aguas residuales Origen, descarga, tratamiento y análisis de las aguas residuales.,” 1991. [Online]. Available:
<http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc10206/doc10206.htm>.
[Accessed: 25-Jul-2017].
- [21] E. Nodal, “Procesos Biológicos Aplicados Al Tratamiento De Agua Residual,” *Ing. hidráulica y Ambient.*, vol. XXII, no. 4, pp. 52–56, 2001.
- [22] V. Lazarova and J. Manem, “Biofilm characterization and activity analysis in water and wastewater treatment,” *Filtration*, vol. 19, no. 12, pp. 1515–1526, 1994.
- [23] V. Correcher, J. M. Gomez-Ros, T. Dogan, J. Garcia-Guinea, and M. Topaksu, “Optical, spectral and thermal properties of natural pumice glass,” *Radiat. Phys. Chem.*, vol. 130, pp. 69–75, 2017.
- [24] K. Samimi, S. Kamali-bernard, A. Akbar, and M. Maghsoudi, “Influence of pumice and zeolite on compressive strength , transport properties and resistance to chloride penetration of high strength self-compacting concretes,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 151, pp. 292–311, 2017.
- [25] A. A. M. Ahmed and S. M. A. Shah, “Application of adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) to estimate the biochemical oxygen demand (BOD) of Surma River,” *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.*, p. , 2015.
- [26] R. B. Geerdink, R. Sebastiaan van den Hurk, and O. J. Epema, “Chemical oxygen

- demand: Historical perspectives and future challenges,” *Anal. Chim. Acta*, vol. 961, pp. 1–11, 2017.
- [27] M. Kolb, M. Bahadir, and B. Teichgräber, “Determination of chemical oxygen demand (COD) using an alternative wet chemical method free of mercury and dichromate,” *Water Res.*, vol. 122, pp. 645–654, 2017.
- [28] Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Investigaciones Hidráulicas e, Hidrotécnicas, and Laboratorio de Sistemas Ambientales, “Medición de Sólidos Totales,” vol. 1, p. 5, 2006.
- [29] C. Mansilla, “POTENCIAL DE HIDROGENIONES- pH,” *Rev. Actual. Clínica*, vol. 40, pp. 2076–2082, 2013.
- [30] T. GRAJALE G, “Tipos de Investigacion,” *IUPuebla*, p. 4, 2000.
- [31] NTE INEM 2117:2013, “NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 266 : 2013 Primera revisión,” vol. First Edit, pp. 7–12, 2013.
- [32] M. Ocaña, “Propuesta de reuso de desechos orgánicos obtenidos del proceso de eviscerado del Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda. de la ciudad de Quero para disminuir la contaminación del suelo,” Universidad Técnica de Ambato, 2013.
- [33] J. C. Merino, “La seguridad e higiene industrial y la calidad de agua y su incidencia en la gestión de riesgos laborales y ambientales en el Centro de Faenamiento Ocaña.,” Universidad Técnica de Ambato, 2014.
- [34] UPICIC, “FICM -UPICIC -2017 (Proyecto de Aguas residuales),” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.

ANEXOS

ANEXO 1: Referencias para el modelo del filtro

Para el diseño del modelo del medio filtrante se ha tomado como parámetro fundamental el concepto de Tiempo de Retención Hidráulica (TRH). El TRH permitirá representar los fenómenos de remoción de contaminantes en el modelo de manera similar a la que se estaría representando en la vida real o prototipo. [34]

Los valores de TRH recomendados por el TULSMA para el diseño de filtros considera dos casos especiales, el primero cuando se cuenta con características físicas y mecánicas del medio filtrante, y el segundo cuando se considera que el material se encuentra empacado.

TRH= 0.5 días = 12 horas, cuando se toma en cuenta características del material filtrante, como:

Porosidad

Volumen de vacíos

Granulometría, etc.

TRH=5.25 horas, cuando el material se encuentra totalmente empacado y se omite las características del material, por la variedad de materiales usados, cada uno con sus respectivas características, se redujo la mayor cantidad de vacíos al momento de la conformación del filtro para hacer uso del presente criterio.

Ecuación 1.

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35Lt}{0.105lt/min} = 333.33min \frac{1hora}{60 min} = 5.55horas = 23días$$

Tabla XIX. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post tratamiento de efluentes de reactores anaerobios.

Parámetro de diseño	Rango de valores como una función del gasto		
	Q promedio	Q máximo diario	Q máximo horario
Medio de Empaque	Piedra	Piedra	Piedra
Altura del medio filtrante (m)	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0	0.8 a 3.0
Tiempo de residencia hidráulica (horas)	5 a 10	4 a 8	3 a 6
Carga hidráulica superficial(m ³ /m ² d)	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga orgánica volumétrica (Kg DBO/m ³ d)	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50
Carga orgánica en el medio filtrante (kg DBO/m ³ d)	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75

Fuente. Manual de Agua potable alcantarillado y Saneamiento-FAFA, 2007

Se ha elegido el uso de un TRH=FAFA=5-10 horas correspondiente a un gasto promedio. Por facilidad constructiva se ha asumido un volumen de medio filtrante igual a 35 lt reduciendo mayor cantidad de vacíos para poder tomar como referencia el valor de TRH de un medio filtrante empacado citado anteriormente.

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35}{Q}$$

$$Q = \frac{35}{TRH}$$

TRH= Se ha tomado un valor de la ecuación 1 de 5.55 horas

Ecuación 2.

$$Q = \frac{35lt}{5.55 \text{ horas}} = 6.30 \frac{lt}{h} = 0.105lt/min$$

Se ha considerado valores de TRHs de alrededor de 5 horas, que se encuentra en el rango inferior a los recomendados para simular las condiciones más críticas durante el funcionamiento del filtro y ver cuál es su eficiencia bajo estas condiciones.

Tanque de abastecimiento-homogenización

El volumen de tanque de abastecimiento del filtro se dimensionó de tal manera que pueda almacenar el volumen y proveer al filtro el caudal calculado en la sección anterior durante

24 horas. Adicionalmente, se prevé un volumen adicional que sirva como factor de seguridad para el filtro se encuentre siempre en funcionamiento.



Fig. 16. Tanque de 55 galones

$$Q = 0.105 \frac{lt}{min} = \frac{60min}{1h} = \frac{24h}{1 dia}$$

Caudal en 24 horas:

$$Q = 151.2 \frac{lt}{día} = \frac{1 gal}{3.78lt} = 40 \frac{gal}{dia}$$

Se adiciona 15 galones para garantizar que alrededor de 1/3 del tanque este lleno, con el objetivo que no se quede sin agua el filtro y no pare su funcionamiento.

Ecuación 3.

$$V_{tanque} = 40 + 15 = 55 \text{ galones.}$$

Los 55 galones garantizan un volumen durante 24 horas.

Dimensiones del filtro.

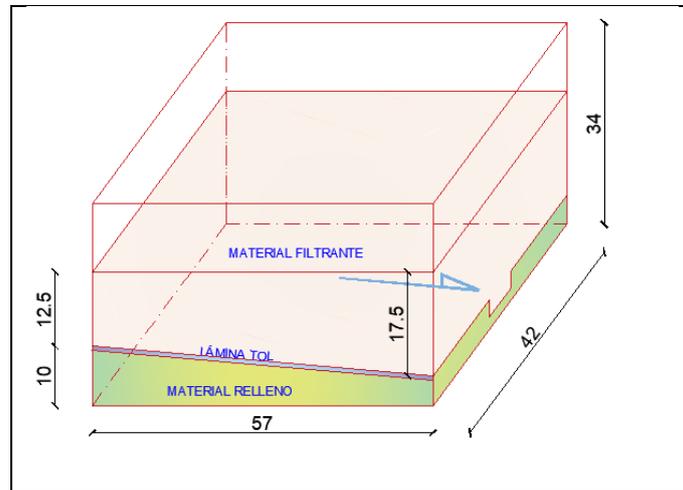


Fig. 17. Medidas del medio filtrante.

Fuente: UPICIC-FICM, 2017

De la Figura asumimos el trapecio lateral donde:

AT: Área Trapecio

VT: Volumen trapecio

Base: 57 cm

Lado menor: 12.5 cm

Lado mayor: 17.5cm

Ecuación 4.

$$AT = 57x \frac{(12.5 + 17.5)}{2}$$

$$AT = 855cm^2$$

Ecuación 5.

$$VT = 855cm^2 x 42cm$$

$$AT = 35910cm^3 \cong 35lt$$

En el filtro debemos mantener un volumen de 35 lt como un valor mínimo.

Por facilidades constructivas y a la vez porque esta etapa de proyecto consiste en el análisis del material filtrante más no del diseño del filtro se tomó las medidas comerciales

de un recipiente de plástico “GUARDAMOVIL GRANDE” de dimensiones (57x42x34) cm.



Fig. 18. Guardamovil Grande

El interior del recipiente está dividido en dos partes:

1. Material filtrante a analizar.
2. Materiales de soporte utilizado como relleno sin contacto con el material.

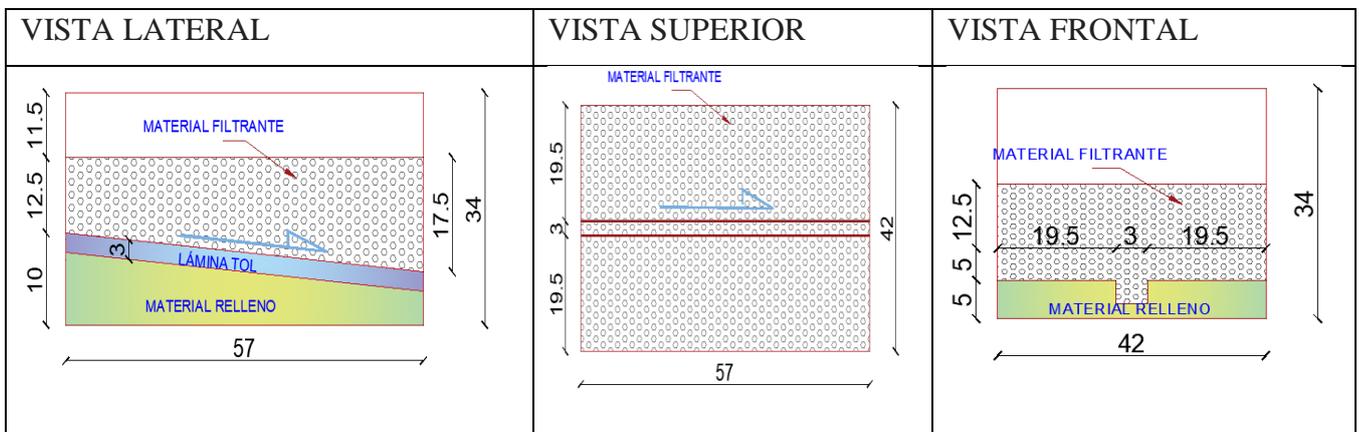


Fig. 19. Especificaciones del recipiente plástico

Fuente: UPICIC-FICM, 2017

Estas dos capas están divididas por una bandeja de recolección de tol según diseño en el Gráfico 3. Especificaciones que sirve como soporte y sistema de recolección de las aguas tratadas.

ANEXO 2: Fotografías de la investigación.

Foto: Biofiltro instalado en el camal



Foto: Vertido de agua residual en el tanque



Foto: Tanque de 55 gal lleno de agua residual



Foto: Ingreso del agua residual al Biofiltro

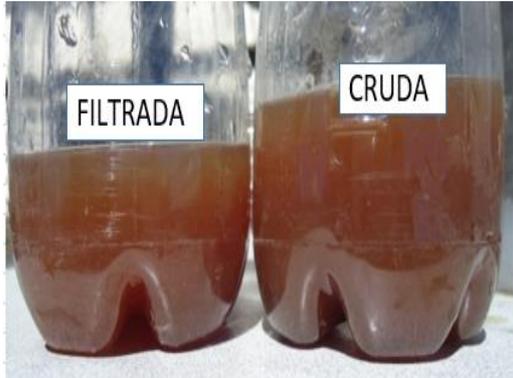


Foto: Material Filtrante

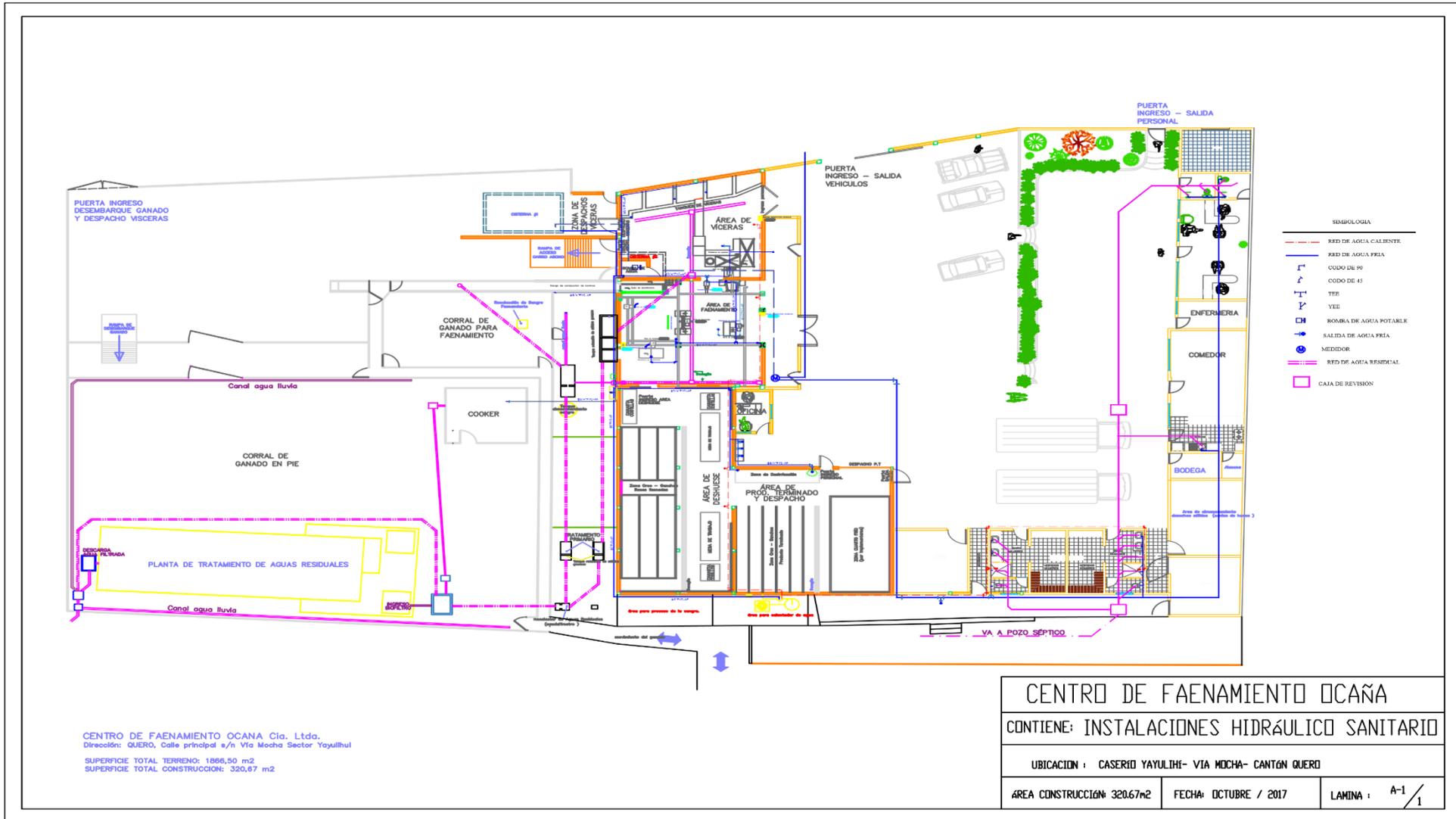


Foto: Agua filtrada



<p>Foto: Comparación del agua residual en la semana 2</p> 	<p>Foto: Comparación del agua residual en la semana 3</p> 
<p>Foto: Comparación del agua residual en la semana 7</p> 	<p>Foto: Comparación del agua residual en la semana 8</p> 
<p>Foto: Material filtrante en la semana 9</p> 	<p>Foto: Comparación del agua residual en la semana 9</p> 

ANEXO 3: Plano Hidrosanitario del Centro de Faenamiento Ocaña



ANEXO 4: Informe de los análisis físico-químicos del agua residual.

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS	
	17025-RG-CC-71-03	
	Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° CAE LEC 14-001 LABORATORIO DE ENSAYOS	



Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Victor Vásconez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1707586
DIRECCIÓN:	Barrio San José	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Victor Vásconez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Victor Vásconez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 87050401	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	04 de julio de 2017; 11H20
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Centro de Faenamiento Ocaña - Quero	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	04 de julio de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Descarga del filtro	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	12 de julio de 2017; 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	04 de julio de 2017; 10H00	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	39
		Temperatura (°C):	18,6

ANALISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 6. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg/L	APHA-5210-B	250,0	814
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500,0	1 503
SÓLIDOS TOTALES *	mg/L	APHA-2540-B	1 600,0	1 355

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

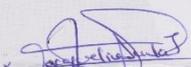
PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DBO	50 - 1500 mg/L	20%	17025-PR-CC-27-XX; Método de referencia: Standard Methods. Ed. 22. 2012, 5210 D
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO. (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:


 Ing. Andrea Tirado
 ANALISTA DE LABORATORIO


 Ing. Verónica Cashabamba
 RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
 Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS

17025-RG-CC-71-03

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Victor Vásconez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1707629
DIRECCIÓN:	Barrio San José	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Victor Vásconez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Victor Vásconez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 87050401	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	18 de julio de 2017; 12H20
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Quero	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	18 de julio de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Camal Ocaña	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	26 de julio de 2017; 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	18 de julio de 2017; 11H00	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	42
		Temperatura (°C):	18,4

ANALISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8 Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público, TULAS, LIBRO VI, ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO ₅) [*]	mg/L	APHA-5210-B	250,0	2 134
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500,0	4 957
SOLIDOS TOTALES [*]	mg/L	APHA-2540-B	1 600,0	3 638

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICION DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado
ANALISTA DE LABORATORIO



Ing. Verónica Cashabamba
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

Antonio Clavijo e Isaías Sánchez, Cdla. Miñarica
Telf.: 032 997700
Ambato • Ecuador
www.emapa.gob.ec



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

17025-RG-CC-71-03



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Victor Vásconez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1707661
DIRECCIÓN:	Barrio San José	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Victor Vásconez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Victor Vásconez
TÉLEFONO DE CONTACTO:	09 87050401	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	25 de julio de 2017: 12H20
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Quero	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	25 de julio de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Camal Ocaña, Salida del Filtro	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	01 de agosto de 2017: 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	25 de julio de 2017: 11H00	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	49
		Temperatura (°C):	16.4

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg/L	APHA-5210-B	250.0	1 182
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500.0	3 136
SÓLIDOS TOTALES *	mg/L	APHA-2540-B	1 600.0	2 908

Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX: Método de referencia: HACH 8000
DBO	50 - 1500 mg/L	20%	17025-PR-CC-27-XX: Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 5210 D

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Tercera muestra, procedente del filtro

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado
ANALISTA DE LABORATORIO



Ing. Verónica Cashabamba
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

Antonio Clavijo e Isaias Sánchez, Cda. Miñarica

Telf.: 032 997700
Ambato • Ecuador

www.emapa.gob.ec



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS

17025-RG-CC-71-03



EP-EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Victor Vásconez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1707680
DIRECCIÓN:	Barrio San José	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Victor Vásconez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Victor Vásconez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 87050401	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	01 de agosto de 2017; 12H30
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Quero	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	01 de agosto de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Camal Ocaña, Salida del Filtro	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	09 de agosto de 2017; 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	01 de agosto de 2017; 11H00	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	35
		Temperatura (°C):	16,8

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg/L	APHA-5210-B	250,0	1 026
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500,0	3 122
SÓLIDOS TOTALES *	mg/L	APHA-2540-B	1 600,0	3 223

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000
DBO	50 - 1500 mg/L	20%	17025-PR-CC-27-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 5210 D

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Cuarta muestra, procedente del filtro

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado
ANALISTA DE LABORATORIO



Ing. Verónica Cashabamba
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

17025-RG-CC-71-03



Acreditación N° OAE LE C 14-011
LABORATORIO DE ENSAYOS



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Victor Vásconez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1708725
DIRECCIÓN:	Barrio San José	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Victor Vásconez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Victor Vásconez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 87050401	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	15 de agosto de 2017; 12H48
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Quero	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	15 de agosto de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Carnal Ocaña, Salida del Filtro	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	23 de agosto de 2017; 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	15 de agosto de 2017; 11H00	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	33
		Temperatura (°C):	19

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg/L	APHA-5210-B	250,0	1 396
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500,0	2 805
SÓLIDOS TOTALES *	mg/L	APHA-2540-B	1 600,0	2 717

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000
DBO	50 - 1500 mg/L	20%	17025-PR-CC-27-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22. 2012. 5210 D

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Quinta muestra, procedente del filtro

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado
ANALISTA DE LABORATORIO



Ing. Verónica Cashabamba
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

Antonio Clavijo e Isaias Sánchez, Cda. Miñarica
Telf.: 032 997700
Ambato • Ecuador
www.emapa.gob.ec



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

17025-RG-CC-71-03



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Victor Vásconez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1708755
DIRECCIÓN:	Barrio San José	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Victor Vásconez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Victor Vásconez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 87050401	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	22 de agosto de 2017; 12H05
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Quero	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	22 de agosto de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Camal Ocaña, Salida del Filtro.	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	29 de agosto de 2017; 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	22 de agosto de 2017; 10H00	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	41
		Temperatura (°C):	17,3

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg/L	APHA-5210-B	250,0	1 120
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500,0	3 686
SÓLIDOS TOTALES *	mg/L	APHA-2540-B	1 600,0	3 005

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000
DBO	50 - 1500 mg/L	20%	17025-PR-CC-27-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 5210 D

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO [CR GAR 04] NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Sexta muestra, procedente del filtro

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado
ANALISTA DE LABORATORIO



Ing. Verónica Cashabamba
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD****INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS**

17025-RG-CC-71-03

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Victor Vásconez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1709789
DIRECCIÓN:	Barrio San José	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Victor Vásconez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Victor Vásconez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 87050401	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	05 de septiembre de 2017; 11H15
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Quero	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	05 de septiembre de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Carnal Ocaña, Salida del Filtro	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	13 de septiembre de 2017; 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	05 de septiembre de 2017; 10H00	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	30
		Temperatura (°C):	19,1

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público, TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO(DBO ₅)*	mg/L	APHA-5210-B	250,0	1 526
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500,0	3 703
SÓLIDOS TOTALES *	mg/L	APHA-2540-B	1 600,0	4 853

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Séptima muestra, procedente del filtro**PROFESIONALES RESPONSABLES:**Ing. Andrea Tirado
ANALISTA DE LABORATORIOIng. Verónica Cashabamba
RESPONSABLE TÉCNICOLaboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

17025-RG-CC-71-03



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Victor Vásconez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1709811
DIRECCIÓN:	Banlo San José	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Victor Vásconez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Victor Vásconez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 87030401	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	12 de septiembre de 2017; 12H21
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Quero	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	12 de septiembre de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Camañá Ocaña, Salida del Filtro	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	20 de septiembre de 2017; 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	12 de septiembre de 2017; 11H00	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/completa):	puntual	Humedad (%):	33
		Temperatura (°C):	20,4

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8.Limites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO I (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg/L	APHA-5210-B	250,0	1.129
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500,0	2.454
SÓLIDOS TOTALES *	mg/L	APHA-2540-B	1.600,0	3.436

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-26-XX; Método de referencia: HACH 8000
DBO	50 - 1500 mg/L	20%	17025-PR-CC-27-XX; Método de referencia: Standard Methods; Ed. 22. 2012. 5210 D

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04). NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Octava muestra, procedente del filtro

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado
ANALISTA DE LABORATORIO



Ing. Verónica Cashabamba
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

17025-RG-CG-71-03

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CUENTE:	Victor Vásconez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1709865
DIRECCIÓN:	Barrio San José	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Victor Vásconez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Victor Vásconez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 87090401	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	19 de septiembre de 2017; 12H22
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Quero	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	19 de septiembre de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Camal Ocaña	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	27 de septiembre de 2017; 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	19 de septiembre de 2017; 11H00	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	33
		Temperatura (°C):	17.7

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)*	mg/L	APHA-5210-B	250.0	3.006
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500.0	6.016
SOLIDOS TOTALES *	mg/L	APHA-2540-B	1.600.0	5.221

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX: Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Decima muestra

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado
ANALISTA DE LABORATORIO



Ing. Verónica CASHABAMBA
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS

17025-RG-CC-71-03

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001



EP- EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Victor Vasconez	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1709864
DIRECCIÓN:	Barrio San José	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Aguá Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Victor Vasconez	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Victor Vasconez
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 87050401	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	19 de septiembre de 2017: 12H20
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Quero	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	19 de septiembre de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Camal Ocaña, Salida del Filtro	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	27 de septiembre de 2017: 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	19 de septiembre de 2017: 11H00	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesto):	puntual	Humedad (%):	33
		Temperatura (°C):	17.7

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8.1. límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público, TULAS, LIBRO VI, ANEXO I (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)*	mg/L	APHA-5210-B	250,0	2,031
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500,0	4,078
SÓLIDOS TOTALES*	mg/L	APHA-2540-B	1.600,0	5,139

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04). NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Novena muestra, procedente del filtro

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado
ANALISTA DE LABORATORIO



Ing. Verónica Cashatamba
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

Antonio Clavijo e Isaias Sánchez, Cda. Miñarica
Telf.: 032 997700
Ambato • Ecuador
www.emapa.gob.ec