



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 DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE JEANS “LAVACLASSIC”, UBICADA EN LA CIUDAD DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR: QUILLIGANA CHIFLA LUIS ROGELIO

TUTOR: ING. M.Sc. MOYA MEDINA DILON

Ambato – Ecuador

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. M.Sc. Moya Medina Dilon certifico que el presente Informe Final del Trabajo Experimental previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil sobre el tema: " ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE JEANS "LAVACLASSIC", UBICADA EN LA CIUDAD DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA", realizado el Sr. Luis Rogelio Quilligana Chifla, egresado de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Enero de 2018

Ing. M.Sc. Moya Medina Dilon
TUTOR

AUTORÍA DE TRABAJO

Yo, Luis Rogelio Quilligana Chifla, con C.I. 180536316-3, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Carrera de Ingeniería Civil, certifico que los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE JEANS “LAVACLASSIC”, UBICADA EN LA CIUDAD DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA” son de mi completa responsabilidad, como autor del presente trabajo.

Ambato, Enero de 2018

Quilligana Chifla Luis Rogelio

AUTOR

DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación experimental o parte del mismo, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

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

Ambato, Enero de 2018

Luis Rogelio Quilligana Chifla

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadores aprueban el Trabajo Experimental, sobre el tema: “ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE JEANS “LAVACLASSIC”, UBICADA EN LA CIUDAD DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, del egresado Luis Rogelio Quilligana Chifla, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Marzo de 2018

Ing. Mg. Eduardo Paredes
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Mg. Jorge Guevara
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

Mi proyecto de graduación lo dedico a mis padres, Rogelio Quilligana y Teresa Chifla porque ellos forman el pilar fundamental en mi vida, por sus consejos, sus valores, por permanecer a mi lado en mis triunfos y fracasos y por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos Luis, Mariela, Daniela, Ana, Kerly y Ronaldo porque me brindaron su apoyo directa o indirectamente durante mi formación académica, que me permitirá ser el profesional que siempre he deseado.

AGRADECIMIENTO

A ti Madre.

Por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad y sobre todo por crecer y cuidar a mi hijo.

A ti Padre.

A quien le debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindó para culminar mi carrera profesional.

A mis Hermanos

Por qué siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad y sobre todo por soportar mi carácter.

A mis Familiares.

Gracias a mis sobrinos que de forma directa o indirecta me impulsaron para llegar hasta este lugar, a todos mis familiares que me resulta muy difícil poder nombrarlos en tan poco espacio, sin embargo, ustedes saben quiénes son.

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

| | |
|--|------|
| CERTIFICACIÓN | II |
| AUTORÍA DE TRABAJO | III |
| DERECHOS DEL AUTOR | IV |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | V |
| DEDICATORIA | VI |
| AGRADECIMIENTO..... | VII |
| ÍNDICE GENERAL..... | VIII |
| ÍNDICE DE TABLAS | XII |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | XIII |
| ÍNDICE DE IMÁGENES | XIV |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | XIV |
| ABSTRACT (SUMARY) | XVI |

B. TRABAJO EXPERIMENTAL

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

| | |
|----------------------------------|---|
| 1.1 Tema..... | 1 |
| 1.2 Antecedentes | 1 |
| 1.3 Justificación..... | 4 |
| 1.4 Objetivos | 5 |
| 1.4.1 Objetivo General | 5 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos..... | 5 |

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN

| | |
|------------------------------------|---|
| Fundamentación | 6 |
| 2.1 Fundamentación teórica | 6 |
| 2.1.1 Contaminación Ambiental..... | 6 |

| | |
|--|----|
| 2.1.2 Contaminación hídrica | 6 |
| 2.1.3 Aguas residuales | 6 |
| 2.1.4 Efluentes de la industria textil | 7 |
| 2.1.5 Tratamiento de aguas residuales..... | 8 |
| 2.1.6 Filtro | 8 |
| 2.1.7 Biofiltro..... | 8 |
| 2.1.8 Bagazo de la caña de azúcar..... | 9 |
| 2.1.9 Sorción..... | 9 |
| 2.1.10 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)..... | 9 |
| 2.1.11 Demanda química de oxígeno | 10 |
| 2.1.12 Color | 10 |
| 2.1.13 Límites permisibles de descarga hacia un sistema de alcantarillado..... | 11 |
| 2.2 Hipótesis..... | 12 |
| 2.2.1 Hipótesis nula..... | 12 |
| 2.2.2 Hipótesis alternativa..... | 12 |
| 2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis..... | 12 |
| 2.3.1 Variable independiente..... | 12 |
| 2.3.2 Variable dependiente..... | 12 |

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

| | |
|---|----|
| 3.1 Nivel o tipo de investigación..... | 13 |
| 3.2 Población y muestra | 14 |
| 3.2.1 Población | 14 |
| 3.2.2 Muestra | 14 |
| 3.3 Operacionalización de variables | 15 |
| 3.3.1 Variable independiente..... | 15 |
| 3.3.2 Variable dependiente..... | 16 |
| 3.4 Plan de recolección de información | 17 |
| 3.5 Plan procesamiento y análisis | 18 |
| 3.5.1 Descripción de la industria | 18 |
| 3.5.1.1 Proceso de lavado de jeans..... | 20 |
| 3.5.1.1.1 Flujograma del proceso super ston 2 1/2 del lavado de jeans | 20 |
| 3.5.1.2 Recorrido del agua desde que ingresa hasta que sale de la industria | 21 |
| 3.5.1.2.1 Diagrama del recorrido del agua a través de la industria | 23 |

| | |
|--|----|
| 3.5.2 Elaboración del filtro de bagazo de la caña de azúcar | 24 |
| 3.5.3 Recolección y análisis de las muestras | 27 |
| 3.5.4 Cálculo y diseño del filtro | 29 |
| 3.5.5 Cálculo de caudales | 36 |
| 3.5.5.1 Cálculo del caudal de entrada (Q_e)..... | 36 |
| 3.5.5.2 Caudal de salida (Q_s) | 37 |
| 3.5.6 Proceso de caracterización del bagazo de la caña de azúcar | 40 |

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

| | |
|--|----|
| 4.1 Recolección de datos..... | 41 |
| 4.1.1 Caudal de consumo | 41 |
| 4.1.2 Caudal de salida | 42 |
| 4.1.3 Análisis de caudales | 42 |
| 4.1.4 Caracterización del material | 43 |
| 4.1.4.1 Caracterización del bagazo de la caña de azúcar antes del proceso de filtración | 43 |
| 4.1.4.2 Caracterización del bagazo de la caña de azúcar después del proceso de filtración..... | 44 |
| 4.1.5 Tabulación de datos de los análisis de agua realizados..... | 45 |
| 4.1.5.1 Resultado de los análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (DQO)..... | 45 |
| 4.1.5.2 Resultados de los análisis de la demanda química de oxígeno (DQO) | 46 |
| 4.1.5.3 Resultados de los análisis del parámetro color | 46 |
| 4.1.5.4 Resumen de los resultados de los parámetros DBO, DQO y color | 47 |
| 4.2 Análisis de los resultados | 47 |
| 4.2.1 Análisis y comparación de los resultados obtenidos..... | 47 |
| 4.2.1.1 Análisis y comparación de los resultados obtenidos de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) | 48 |
| 4.2.1.2 Análisis y comparación de los resultados obtenidos de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) | 49 |
| 4.2.1.2 Análisis y comparación de los resultados obtenidos del parámetro color | 50 |
| 4.2.2 Eficiencia en la remoción de los parámetros DBO_5 , DQO y color. | 51 |
| 4.2.2.1 Eficiencia en la remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)..... | 51 |
| 4.2.2.2 Eficiencia en la remoción de la demanda química de oxígeno DQO | 52 |
| 4.2.2.3 Cálculo de la eficiencia en la remoción del color | 53 |
| 4.2.2.4 Resumen de la eficiencia del bagazo en la remoción de los parámetros en estudio ... | 54 |
| 4.2.2.5 Análisis y comparación de la eficiencia obtenida en los parámetros DBO_5 , DQO y color. | 55 |
| 4.2.3 Análisis crítico y personal | 56 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 4.2.3.1 Análisis crítico | 56 |
| 4.2.3.2 Análisis personal | 57 |
| 4.3 Verificación de hipótesis..... | 57 |

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|--------------------------|----|
| 5.1 Conclusiones | 59 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 60 |

C. MATERIALES DE REFERENCIA

| | |
|---|----|
| 1. Bibliografía | 61 |
| 2. Anexos..... | 65 |
| 2.1 Anexos fotográficos | 65 |
| 2.2 Informes de los análisis | 71 |
| 2.3 Planimetría de la industria Lavaclassic | 80 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabla 1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado publico</i> | <i>11</i> |
| <i>Tabla 2. Operacionalización de la Variable Independiente</i> | <i>15</i> |
| <i>Tabla 3. Operacionalización de la Variable Independiente</i> | <i>16</i> |
| <i>Tabla 4. Plan de recolección de información</i> | <i>17</i> |
| <i>Tabla 5. Tipos de prendas y procesos que realiza la industria Lavaclassic</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabla 6. Criterios de diseño para filtros anaeróbicos aplicables para el post tratamiento de efluentes de reactores anaerobios.</i> | <i>31</i> |
| <i>Tabla 7. Registro del consumo de agua durante 5 días</i> | <i>36</i> |
| <i>Tabla 8. Registro del peso de las prendas secas y mojadas (lunes 18/12/2017)</i> | <i>38</i> |
| <i>Tabla 9. Resumen del caudal de entrada y salida por día</i> | <i>39</i> |
| <i>Tabla 10. Resumen de resultados del parámetro DBO5 del agua filtrada</i> | <i>45</i> |
| <i>Tabla 11. Resumen de resultados del parámetro DQO del agua filtrada</i> | <i>46</i> |
| <i>Tabla 12. Resumen de resultados del parámetro color del agua filtrada</i> | <i>46</i> |
| <i>Tabla 13. Resumen de los parámetros físicos-químicos de la muestra cruda y filtrada</i> | <i>47</i> |
| <i>Tabla 14. Eficiencia en la remoción del parámetro DBO5</i> | <i>51</i> |
| <i>Tabla 15. Eficiencia en la remoción del parámetro DQO</i> | <i>52</i> |
| <i>Tabla 16. Eficiencia en la remoción del parámetro color</i> | <i>53</i> |
| <i>Tabla 17. Resumen de la eficiencia de la remoción de los parámetros DBO5, DQO y color</i> | <i>54</i> |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Caudal de entrada | 41 |
| Gráfico 2. Caudal de salida..... | 42 |
| Gráfico 3. Demanda Bioquímica de Oxígeno vs Días de filtración | 48 |
| Gráfico 4. Demanda Química de Oxígeno vs Días de filtración..... | 49 |
| Gráfico 5. Color vs Días de filtración | 50 |
| Gráfico 6. Resumen grafico de la eficiencia en la remoción de los parámetros, DBO5, DQO y color..... | 55 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|---|-----------|
| <i>Imagen 1. Ubicación de la industria Lavaclassic</i> | <i>18</i> |
| <i>Imagen 2. Industria “LAVACLASSIC”</i> | <i>19</i> |
| <i>Imagen 3. Tanquero que abastece el agua a la Industria LAVACLASSIC</i> | <i>21</i> |
| <i>Imagen 4. Maquinas lavadoras.</i> | <i>22</i> |
| <i>Imagen 5. Agua residual generada en las máquinas de lavado y teñido</i> | <i>22</i> |
| <i>Imagen 6. Tanques de sedimentación.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Imagen 7. Estructura para soporte del tanque.....</i> | <i>24</i> |
| <i>Imagen 8. Tubería por donde fluye el agua residual</i> | <i>25</i> |
| <i>Imagen 9. Bagazo de la caña de azúcar triturado y lavado.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Imagen 10. Filtro en funcionamiento</i> | <i>27</i> |
| <i>Imagen 11. Caracterización del bagazo de la caña de azúcar en la maquina microscopio electrónico de barrido (SEM).....</i> | <i>40</i> |
| <i>Imagen 12. Caracterización del bagazo de la caña de azúcar sin alterar</i> | <i>43</i> |
| <i>Imagen 13. Caracterización del bagazo de la caña de azúcar alterado.....</i> | <i>44</i> |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| <i>Figura 1. Dimensiones del recipiente.....</i> | <i>33</i> |
| <i>Figura 2. Vistas y dimensiones del recipiente.....</i> | <i>35</i> |

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE JEANS “LAVACLASSIC”, UBICADA EN LA CIUDAD DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

El presente proyecto experimental tiene como objetivo evaluar la eficiencia del bagazo de la caña de azúcar como material filtrante en el pretratamiento de las aguas residuales provenientes de una lavadora de jeans, en un periodo de monitoreo de 90 días, tiempo en el cual se busca reducir los niveles de contaminación de los parámetros DBO₅, DQO y color. Para ello fue necesario conocer y analizar la infraestructura y funcionamiento de la industria, así como también fue necesario determinar los caudales de consumo y de salida.

Para determinar la eficiencia del material realizó la recolección y el análisis de las muestras de agua residual cruda y filtrada cada 10 días aleatoriamente. Los resultados del análisis del agua residual cruda fueron; DBO₅(217mg/l), DQO(620mg/l) y color (3860Upt-co) mientras que los resultados más bajos del agua residual filtrada fueron de DBO₅(28mg/l), DQO(66mg/l) y color (598Upt-co), comparando estos valores, se observa una disminución considerable en los niveles de contaminación de los tres parámetros. En todo el tiempo que duró el proceso de filtración se realizó un cambio del material, puesto que los resultados de los análisis del agua filtrada se acercaban a los valores máximos permitidos por la norma TULSMA.

Con los resultados obtenidos se calculó la eficiencia del material, obteniendo los valores más altos en el día 20 después de haber realizado el cambio del material, donde la eficiencia fue del 87,10% en la remoción del DBO₅, 89,35% en la remoción DQO y 84% en la remoción del color. Además, se realizó la caracterización del material utilizando el microscopio electrónico de barrido TESCAN VEGA3, con el cual se pudo observar que este material tiene buenas propiedades adsorbentes.

A pesar de que la eficiencia del material no se mantuvo alto durante todo el proceso filtración, concluye que el bagazo de la caña de azúcar es un material que puede ser utilizado como filtro para el pretratamiento de los efluentes provenientes las lavadoras de jeans, durante un periodo de tiempo de 30 días.

ABSTRACT

THEME: SUGARCANE BAGASSE ANALYSIS AS A FILTER IN THE TREATMENT OF WASTEWATER FROM THE TEXTILE INDUSTRY "LAVACCLASSIC", LOCATED IN THE CITY OF PELILEO, PROVINCE OF TUNGURAHUA.

The objective of this experimental project is to evaluate the efficiency of sugarcane bagasse as a filtering material in the pretreatment of wastewater from a jeans washing machine, in a monitoring period of 90 days, during which time it is sought to reduce the levels of pollution levels of the BOD₅, COD and color parameters. For this it was necessary to know and analyze the infrastructure and operation of the industry, as well as it was necessary to determine the flow of consumption and output.

To determine the efficiency of the material, the collection and analysis of samples of raw wastewater filtered and filtered every 10 days randomly. The results of the raw wastewater analysis were; BOD₅ (217mg / l), COD (620mg / l) and color (3860Upt-co) while the lowest results of the filtered residual water were BOD₅ (28mg / l), COD (66mg / l) and color (598Upt- co), comparing these values, a considerable decrease in the levels of contamination of the three parameters is observed. During the entire filtering process, a material change was made, since the results of the filtered water analysis approached the maximum values allowed by the TULSMA standard.

With the results obtained, the efficiency of the material was calculated, obtaining the highest values on day 20 after having made the material change, where the efficiency was 87.10% in the removal of BOD₅, 89.35% in the COD removal and 84% removal of color. In addition, the material was characterized using the scanning electron microscope TESCAN VEGA3, with which it was observed that this material has good adsorbent properties.

Although the efficiency of the material did not remain high throughout the filtration process, it concludes that sugarcane bagasse is a material that can be used as a filter for the pretreatment of the effluents coming from the jeans washing machines, during a 30 days' time period.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Tema

Análisis del bagazo de la caña de azúcar como filtro en el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Lavaclassic”, ubicada en la ciudad de Pelileo, provincia de Tungurahua.

1.2 Antecedentes

El agua es un recurso no renovable que permite el desarrollo de la vida en el planeta, el cual es contaminado día a día por las diferentes actividades del hombre, hasta llegar al punto de no ser útil, sino más bien perjudicial tanto para el ser humano como para el medio ambiente. Por lo que es necesario conocer el origen de estos problemas y buscar una solución que ayude a reducir significativamente esta problemática ambiental. Es por ello que, para la elaboración del presente trabajo se ha recopilado información de varios artículos técnicos de diferentes autores los cuales serán citados a continuación. [1]

La contaminación hídrica se produce cuando se añaden sustancias ajenas a la composición del agua, las cuales modifican la calidad de la misma. El agua de calidad es esencial para la salud y el desarrollo económico del ser humano, así como también, para la conservación del medio ambiente. [2] Por esta razón, las regulaciones sobre el tratamiento de las aguas residuales, con el pasar de los años, han sido cada vez más severas, llegando a conseguir que el tratamiento de las aguas residuales en las industrias sea un requisito primordial, con la finalidad de mantener el equilibrio del ecosistema.[3]

El tratamiento de las aguas residuales se puede realizar por medio de varios métodos los cuales se pueden catalogar a través de dos grandes estrategias que son: depuración por procesos fisicoquímicos y por procesos biológicos. La depuración por procesos biológicos se produce cuando los microorganismos presentes en un cuerpo de agua descomponen los desechos presentes en los mismo, hasta convertirlos en sustancias más simples como dióxido de carbono, nitrógeno y otros.[3]

Los biofiltros al momento de tratar las aguas residuales han demostrado ser una tecnología limpia, económica, fácil de realizar y con una alta eficiencia en la eliminación de diferentes contaminantes tanto físicos como químicos. Estos biofiltros o también conocido como filtros biológicos, se encargan de retener la mayor parte de solidos suspendidos en el agua y reducen la turbidez de la misma, permitiendo el paso de los rayos ultravioleta dentro del cuerpo de agua, lo cual ayudará a acelerar el proceso de depuración de las sustancias contaminantes. [4]

En estudios previos realizados por R. Oliveira utilizó biofiltros compuesto a base del bagazo de la caña de azúcar y aserrín para tratar las aguas residuales domésticas. Este estudio consistía en filtrar una descarga de 2 lts/seg de un complejo habitacional donde vivían 600 personas. Los resultados obtenidos fueron similares tanto para el bagazo de la caña de azúcar y para el aserrín, dando reducción del fosforó (P) a menos de 20mg/lit y una reducción de nitrógeno a menos de 100mg/lit, valores que no sobrepasaron esos niveles en los 5 meses que duró el estudio.[4]

Por otra parte el crecimiento urbano ha generado un incremento importante en el numero de industrias alrededor de todo el planeta, motivo por el cual las industrias son las principales contaminantes del medio ambiente ya que generan desechos solidos, liquidos y gaseosos los cuales son dificiles de tratar, tal es el caso de las industrias textiles. Las aguas residuales provenientes de las industrias textiles tienen una gran variedad de contaminantes recalcitrantes utilizados en los diferentes procesos de fabricación, los cuales son extremadamente diversos y variados. [5]

R. Melgoza, realizó una investigación la cual consistía en el tratamiento de los efluentes que provenían de una industria textil, mediante un biofiltro discontinuo

secuenciado integrando ambientes aerobios y anaerobios: Los resultados obtenidos en este estudio fueron muy favorables tanto para la fase aerobia y como para la anaerobia, en la fase anaerobia la eficiencia de remoción del DQO fue del 86% y en la fase aerobia fue 91%, dando como resultado total en el proceso aerobio/anaerobio una remoción del 98%, mientras que la eficiencia en la remoción del color fue un 93%.[5]

R. Contreras, realizó estudios similares, los cuales consistían en la remoción del azul de metileno con una concentración de 10ppm de un medio acuoso, mediante el uso de biofiltros a base de bagazo de caña de azúcar y rastrojo de maíz modificados químicamente. Dicho biofiltro demostró ser un material con buenas cualidades sorbente, ya que se obtuvo como resultado una eficiencia del 98.6% en la remoción del color.[6]

Por otra parte, existen actividades involuntarias realizadas por el hombre, que llegan a contaminar el agua como es el caso de los derrames de petróleo y sus derivados, ya sea en el mar o en aguas navegables, generando grandes problemas ambientales. Esto ha despertado el interés de la comunidad mundial sobre cómo tratar este tipo de agua ya que su tratamiento no solo se limita a la limpieza del agua, sino también en la recuperación del producto y a la capacidad de reciclaje de los materiales empleados en el tratamiento.[7]

F. Poyer, experimento con el bagazo de la caña de azúcar como material adsorbente para tratar medios acuosos contaminados con hidrocarburos. El experimento consistía en una columna de lecho fijo empacada con partículas del material adsorbente el cual fue previamente hidrofobado por el surfactante no iónico Spam 80, con el fin de cambiar la mojabilidad del lecho. En general los resultados obtenidos en este estudio fueron valores superiores al 90% de eficiencia en la remoción de hidrocarburos, el cual es un indicativo de la factibilidad del uso del bagazo de la caña hidrofobado como material adsorbente de hidrocarburos.[7]

Al igual que en el estudio mencionado en el párrafo anterior P. Martínez realizó ensayos tratando aguas oleosas con biofiltros a base del bagazo de caña sin

modificar, el autor realizó este experimento durante 12 horas, realizando un cambio de material cada 6 horas, dando como resultado una eficiencia de remoción del 65% de los hidrocarburos totales presentes en el agua oleosa, además de reducir el contenido de hidrocarburos, también redujo el carácter tóxico y peligroso del agua.[8]

1.3 Justificación

A nivel mundial en los países desarrollados el 59 % del consumo total del agua se destina al uso industrial convirtiéndose así en el sector que más contamina. En las naciones en vías de desarrollo un 70% de los residuos que se generan en las fábricas se vierten al agua sin ningún tipo de tratamiento previo, contaminando así los recursos hídricos.[9] La mejor solución ante este problema es la construcción de plantas de tratamiento las cuales tienen el fin de reducir los componentes contaminantes del agua residual, para que cumpla con las especificaciones legales existentes. [10]

En América Latina la industria textil se presenta como una actividad común en la mayoría de países las cuales generan aguas residuales altamente contaminadas, ya que contienen sustancias como: los fenoles, sulfuros, cromo y colorantes.[11]. La fotocatalisis es un método para el tratamiento de este tipo de aguas el consiste en aprovechar directamente la energía solar para provocar una serie de reacciones químicas que dan lugar a la eliminación de los compuestos orgánicos contenidas en las aguas residuales. [12]

En el Ecuador la industria textil ha crecido considerablemente y este crecimiento ha generado un incremento en el número de lavadoras de jeans, lo cual ha producido grandes problemas de contaminación debido a que depositan las aguas residuales en lugares inapropiados sin el tratamiento previo.[13] La biofiltración, es un método eficiente para tratar este tipo de efluentes el cual consiste en el paso de un medio acuoso a través de un material filtrante orgánico y que por medio de proceso fisicoquímico de adsorción y absorción retienen las sustancias contaminantes. [14]

En el presente trabajo se elaborará un biofiltro a base del bagazo de la caña de azúcar para el tratamiento de las aguas residuales provenientes de las lavadoras de jeans, ya que diversos estudios realizados demostraron que el bagazo de caña de azúcar tiene grandes potencialidades como material sorbente, como lo demuestra A. Raymundo, quien utilizó el bagazo de la caña para filtrar las aguas residuales provenientes de la industria textil donde los resultados mostraron una remoción $64 \pm 6\%$ para soluciones sintéticas de rojo congo, y $94 \pm 5\%$ para efluente industrial enriquecido con rojo congo.[15]

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Analizar el bagazo de la caña de azúcar en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Lavadora de jeans “LAVACLASSIC” ubicada en la ciudad de Pelileo Provincia de Tungurahua.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la Lavadora de Jeans “LAVACLASSIC” ubicada en la ciudad de Pelileo Provincia de Tungurahua.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la Lavadora de Jeans “LAVACLASSIC” ubicada en la ciudad de Pelileo Provincia de Tungurahua.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO_5 y DQO) y color de las aguas residuales provenientes de la Lavadora de Jeans en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si el bagazo de la caña de azúcar puede ser utilizado como material filtrante en el pretratamiento de las Lavadoras de Jeans.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1 Contaminación Ambiental

Se denomina contaminación ambiental a la introducción de sustancias extrañas en el medio ambiente, los cuales pueden ser sustancias, físicas, químicas y biológicas, que alteren las condiciones de un medio o un elemento provocando efectos adversos para la salud, bienestar y habitabilidad de la vida animal y vegetal. Existen diferentes tipos de contaminación, pero se pueden dividir generalmente en contaminación del aire, contaminación del suelo y contaminación del agua. [16]

2.1.2 Contaminación hídrica

La contaminación hídrica se puede definir como el deterioro de las características naturales del agua por la adición de contaminantes antropogénicos en tal medida que no puede servir a los seres humanos con fines de consumo y/o apoyar a las comunidades bióticas, tanto del reino vegetal como del reino animal que habitan en los lagos, ríos, océanos y aguas subterráneas.[17]

2.1.3 Aguas residuales

Se conoce como aguas residuales al efluente producido al utilizar el agua en las diferentes actividades del hombre. Este tipo de aguas tienen una composición variada ya que provienen de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, y otros. De acuerdo con el tipo de contaminantes que contenga el agua residual se clasifica en:[18]

- **Aguas residuales domésticas:** Son el resultado de utilizar el agua potable en las diferentes actividades domésticas como: aseo personal, lavado de ropa, preparación de alimentos, otros. En este tipo de aguas hay un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasas. [19]
- **Aguas lluvias:** Son originadas por el escurrimiento superficial de la lluvia que fluye por los techos, calles, jardines y demás superficies, siendo los primeros flujos los más contaminados, debido al arrastre de basura y demás materiales acumulados en la superficie. Este tipo de aguas varía de acuerdo con el lugar de procedencia y a la actividad o al uso del suelo.[20]
- **Aguas residuales industriales:** Este tipo de aguas son el resultado de la actividad industrial. Su composición varía de acuerdo con el tipo de proceso y de la industria, debido a que un determinado proceso en una industria puede presentar características diferentes con respecto a otra. Este tipo de aguas residuales pueden ser alcalinos, ácidos, tóxicos, coloreados, y otros.[21]
- **Aguas residuales agrícolas:** son las que provienen de la esorrentía superficial de las zonas agrícolas. Se caracterizan por la presencia de pesticidas, sales y un alto contenido de sólidos en suspensión.[22]

2.1.4 Efluentes de la industria textil

La industria textil es una de las industrias que más agua consume en todo el mundo ya que por cada 28 prendas procesadas requiere de 80lts de agua aproximadamente, esto se ve reflejado en la gran cantidad de agua residual que genera. El agua residual de la industria textil está compuesta por sales, almidón, peróxidos, EDTA, enzimas, colorantes, metales y otros compuestos orgánicos de variada estructura, que provienen de las distintas etapas del proceso global.[13]

Los colorantes utilizados en los diferentes procesos tienen gran persistencia en el medio ambiente, ya que pueden generar productos secundarios tóxicos. Por otra parte, existe una gran cantidad de colorantes que no son directamente tóxicos para

los organismos vivos; sin embargo, la fuerte coloración que provocan en los lugares de descarga dificulta los procesos para la elaboración de la fotosíntesis en los cursos de agua, por lo que su tratamiento es un requisito esencial.[11]

2.1.5 Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua residual producto de las diferentes actividades humanas. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango convenientes para la disposición o reúso. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.[23]

2.1.6 Filtro

Se conoce como filtro a la estructura que impide o limita el paso de partículas considerablemente grandes hacia un cuerpo de agua. El procedimiento consiste en hacer pasar el líquido a través del material filtrante, ya sea por acción de la gravedad o mediante presión, quedando los sólidos atrapados en los espacios intersticiales que quedan entre las partículas que conforman el lecho filtrante, pero cabe recalcar que no disminuye la cantidad de químicos o metales pesados, así como también no trata el olor ni sabor que tiene el agua.[24]

2.1.7 Biofiltro

Los biofiltros o filtros biológicos son reactores de lecho fijo, utilizados en tratamiento de las aguas residuales, que a través de procesos biológicos y con la ayuda de microorganismos, que se encuentran en la superficie del material de soporte, reducen la materia orgánica disuelta en las aguas residuales. La eficiencia de remoción de sólidos en los biofiltros puede variar entre un 60 y un 85%, dependiendo de las características de las aguas residuales a tratar, cargas hidráulicas y orgánicas que se le apliquen al biofiltro.[25]

2.1.8 Bagazo de la caña de azúcar

El bagazo es el residuo fibroso que queda de la caña después de pasar por el trapiche donde se extrae su jugo con el cual se elabora el azúcar. La cantidad y la composición química del bagazo varía de acuerdo con diversos factores, entre ellos, el tipo de caña, el tipo de suelo y las técnicas de cosecha, al salir del proceso de molienda, el bagazo tiene aproximadamente el 30% de la masa de la caña y una humedad alrededor del 50%. [26]

Debido a la gran cantidad producida y a sus características físicas y químicas, este material encuentra un vasto campo de utilización, entre ellos en la producción de ración animal, en la industria química, en la fabricación de papel, cartón y aglomerados, como material alternativo en la construcción civil y la producción de biomasa microbiana. Además de todo ello, estudios han sido realizados utilizando el bagazo de caña como biomasa adsorbente de contaminantes orgánicos con resultados satisfactorios. [27]

2.1.9 Sorción

Se conoce como sorción cuando la materia de una sustancia es retenida por otra al estar en contacto. La materia que es retenida se le conoce como “sorbato” mientras que al material sobre el cual se da este proceso se le conoce como “sorbente”. La sorción involucra dos operaciones, que son, la adsorción y la absorción[28].

Adsorción. - Es un proceso, mediante el cual, los átomos, iones o moléculas de una sustancia son extraídos y retenidos sobre la superficie de un material.

Absorción. - Se denomina absorción cuando los átomos, iones o moléculas de una sustancia penetran y son retenidos en el interior de un material poroso.

2.1.10 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La demanda bioquímica de oxígeno o DBO₅ es la cantidad de oxígeno que los microorganismos necesitan para la oxidación o degradación de la materia orgánica biodegradable presentes en el agua en condiciones aerobias y se mide en miligramos

de oxígeno por litro de agua (mgO_2/lt). Este parámetro es el más usado para medir la calidad del agua residual, con el fin de determinar la cantidad de oxígeno que necesita el agua para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua. La medición del DBO_5 se debe realizar a los cinco días, manteniendo la muestra a una temperatura constante de 20 grados centígrados durante todo el proceso. [29]

2.1.11 Demanda química de oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno o DQO es una medida aproximada de la cantidad de materia que contiene una muestra de agua, la cual puede ser biodegradable y no biodegradable. En condiciones normales, la materia orgánica puede ser oxidada o biodegradada lentamente hasta CO_2 y H_2O a través un proceso que depende del tipo de materia orgánica presente y de las condiciones de oxidación, el cual puede durar semanas o incluso cientos de años.

La medición del DQO se realiza mediante métodos debidamente estandarizados, que consisten en, acelerar artificialmente la biodegradación que realizan los microorganismos, utilizando químicos que tienen por objeto garantizar la reproducibilidad y comparabilidad de las mediciones, las unidades en las que se obtiene el DQO es miligramos de oxígeno por litro de agua (mlO_2/lt). [30]

2.1.12 Color

Se conoce como color a la capacidad que presenta al agua de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El color en las aguas residuales es producido por la existencia de materia orgánica proveniente de los suelos vegetales, como es el caso de los ácidos húmicos, que le dan una tonalidad amarillenta; el hierro que le da colores rojizos y el manganeso que le proporciona tonalidades negras. Cuando se realiza el análisis del color de las aguas residuales, es necesario determinar dos tipos de colore: el aparente y el verdadero.

Color aparente del agua. Se conoce como color aparente, a la tonalidad que presenta el agua el cual es proporcionado por la materia disuelta como por las sustancias en suspensión.

Color real de agua. Por otra parte, el color real o verdadero del agua, es aquel que presenta una muestra después de ser sometida a procesos de filtración o centrifugación donde se eliminaran las sustancias suspendidas.

Existen diferentes métodos con los cuales se pueden medir el color del agua, siendo uno de estos métodos el de la comparación que consiste en comparar una muestra de agua con un estándar arbitrario a base de cloruro de cobalto y cloroplatinato de potasio y el resultado se expresa en una escala de unidades de Pt-Co. [31]

2.1.13 Límites permisibles de descarga hacia un sistema de alcantarillado

La normativa que se utilizó en la presente investigación es: Anexo I del Libro VI del TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA)[32]: Norma de calidad y de descarga de efluentes al recurso de agua, en el cual se encuentran los límites permisibles, prohibiciones y disposiciones para las descargas en cuerpos de agua o en los sistemas de alcantarillado.

Tabla 1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado publico

| LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO | | | |
|---|-----------------------|---------------|---------------------------------|
| PARÁMETROS | EXPRESADO COMO | UNIDAD | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO5 | mg/l | 250,0 |
| Demanda Química de Oxígeno | DQO | mg/l | 500,0 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Tabla9. Libro VI. Anexo 1 del Texto unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, pagina 22.

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis nula

La hipótesis nula es lo contrario de la hipótesis alternativa ya que representa la afirmación de que no existe relación entre la variable dependiente y la variable independiente, y es construida para ser refutada con el objetivo de apoyar a la hipótesis alternativa. [33][34]

Ho: La utilización de un filtro elaborado con el bagazo de la caña de azúcar no reducirá los niveles de DBO₅ DQO y color del efluente generado en la lavadora de jeans “LAVACLASSIC” ubicada en el cantón Pelileo provincia de Tungurahua.

2.2.2 Hipótesis alternativa

La hipótesis es aquella que representa la afirmación que existe un grado de relación entre la variable dependiente y la variable independiente. [33]

Hi: La utilización de un filtro elaborado con el bagazo de la caña de azúcar reducirá los niveles de DBO₅ DQO y color, del efluente generado en la lavadora de jeans “LAVACLASSIC” ubicada en el cantón Pelileo provincia de Tungurahua.

2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis

2.3.1 Variable independiente

Filtro biológico elaborado con el bagazo de la caña de azúcar.

2.3.2 Variable dependiente

Reducir los niveles de DBO₅ DQO y color del efluente generado en la lavadora de jeans “LAVACLASSIC” ubicada en el cantón Pelileo provincia de Tungurahua.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Nivel o tipo de investigación

El desarrollo del presente trabajo experimental se basa en las siguientes modalidades.

➤ **Investigación de laboratorio**

Esta dentro de la investigación de laboratorio, puesto que se debe realizar análisis, del agua residual filtrada cada 10 días, durante todo el tiempo que está en funcionamiento el filtro, con los cuales se conocerá la eficiencia del mismo.

➤ **Observación descriptiva**

Es una investigación descriptiva, debido a que, diariamente se debe controlar el correcto funcionamiento del filtro, evaluando los cambios físicos que presenta el mismo, así como también del agua residual que pasa por él.

➤ **Investigación exploratoria**

El empleo de un filtro biológico elaborado con el bagazo de la caña de azúcar para tratar aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans es un proyecto que aún no ha sido desarrollado, es por ello que este tema carece de información ya sea en libros o en artículos científicos, motivo por el cual este proyecto ese realizo mediante investigación exploratoria.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

En el presente trabajo experimental se llevará a cabo la verificación de la eficiencia del biofiltro a base del bagazo de la caña de azúcar para tratar el agua residual que proviene de una lavadora de jeans; el tiempo durante el cual se realizará este experimento es de 90 días consecutivos.

$$Vp = Qps * \text{Días de filtración}$$

$$Vp = \frac{70,55m^3}{\text{día}} * 64 \text{ días}$$

$$Vp = 4515,20m^3$$

Donde:

Vp= Volumen de Población

Qps=Caudal promedio de salida

La población estimada en este proyecto experimental es 4515,20 m³ que es el volumen total de agua residual que genera la industria “Lavaclassic”, durante el tiempo que se realiza el proceso de filtración.

3.2.2 Muestra

Durante el tiempo que duró el experimento, se tomaron 10 muestras de un litro cada una, tanto del agua filtrada como de la cruda, dichas muestras fueron recolectadas de una manera aleatoria, con las cuales se logró observar cuan eficiente es el bagazo de la caña de azúcar para reducir los contaminantes de las aguas residuales provenientes de la industria “LAVACLASSIC”.

$$Vm = \text{Volumen/muestra} * \#Muestras$$

$$Vm = 1\text{lt/muestra} * 10 \text{ muestras}$$

$$Vm = 10\text{lbs}$$

Donde:

Vm= Volumen de la muestra

3.3 Operacionalización de variables

3.3.1 Variable independiente

Aplicación del bagazo de la caña de azúcar como filtro para tratar las aguas residuales.

Tabla 2. Operacionalización de la Variable Independiente

| CONCEPTUALIZACIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES | ÍTEMS | TÉCNICA E INSTRUMENTOS |
|---|--|--|---|---|
| Un filtro es un método ecológico, económico y sencillo, para tratar las aguas residuales provenientes de las industrias, que tiene por objetivo reducir los contaminantes presentes en dichas aguas, a través, de un material filtrante como es el caso del filtro a base del bagazo de la caña de azúcar, el cual es un material sorbente, | Característica del material filtrante | Bagazo de la caña de azúcar | ¿Cuál es la eficiencia del ladrillo triturado como medio filtrante? | Microscopio electrónico de barrido |
| | Disminuir los niveles de contaminación del agua residual | Descarga del efluente hacia el sistema de alcantarillado | ¿Los parámetros de calidad permisibles del efluente son adecuados para su descarga? | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de laboratorio • Norma TULSMA |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Luis Rogelio Quilligana Chifla

3.3.2 Variable dependiente

Disminuir los valores de DQO, DBO₅ y color a límites admisibles de descarga en las redes de alcantarillado del efluente proveniente de la industria “LAVACLASSIC”.

Tabla 3. Operacionalización de la Variable Independiente

| CONTEXTUALIZACIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES | ÍTEMS | TÉCNICAS INSTRUMENTACIÓN |
|---|--|------------------|--|--------------------------|
| Para determinar la eficiencia del bagazo de la caña de azúcar como filtro, se efectúa análisis de agua residual sin filtrar y filtrado, con el fin de observar la efectividad del filtro y además para observar que se cumplan con los valores establecidos en el TULSMA. | Valores establecidos en la Tabla 9, Normativa TULSMA | DQO | ¿Cuál es el porcentaje en el que el filtro a base del bagazo de la caña de azúcar ayuda a disminuir el valor de DQO? | Análisis de laboratorio |
| | | DBO ₅ | ¿Cuál es el porcentaje en el que el filtro a base del bagazo de la caña de azúcar ayuda a disminuir el valor de DBO ₅ ? | Análisis de laboratorio |
| | | Color | ¿Cuál es el porcentaje en el que el filtro de ladrillo triturado ayuda a disminuir el valor de color? | Análisis de laboratorio |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Luis Rogelio Quilligana Chifla

3.4 Plan de recolección de información

Tabla 4. Plan de recolección de información

| PREGUNTAS BÁSICAS | EXPLICACIÓN |
|------------------------------|---|
| ¿Qué evaluar? | Se evalúa la eficiencia del filtro a base del bagazo de la caña de azúcar para tratar las aguas residuales provenientes de la industria de lavadora de jeans. |
| ¿De qué evaluar? | Se debe evaluar el agua residual cruda que proviene de la industria y la filtrada por medio del bagazo de la caña de azúcar. |
| ¿Sobre qué aspectos evaluar? | Sobre parámetros establecidos en la Norma TULSMA como son: DQO, DBO y Color. |
| ¿Quién evalúa? | <ul style="list-style-type: none"> • Luis Rogelio Quilligana Chifla • Ing. Dilon Moya |
| ¿Cómo se evalúa? | <ul style="list-style-type: none"> • Recolección de 10 muestras durante todo el proceso de filtración. • Datos de campo |
| ¿Con qué se evalúa? | <ul style="list-style-type: none"> • A través de investigación previas similares en artículos técnicos. • Se evalúa mediante ensayos en laboratorio |
| ¿Dónde se evalúa? | <ul style="list-style-type: none"> • Se evalúa en la industria “LAVACLASSIC” en la ciudad de Pelileo. • Laboratorio de Servicios Ambientales UNACH. |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

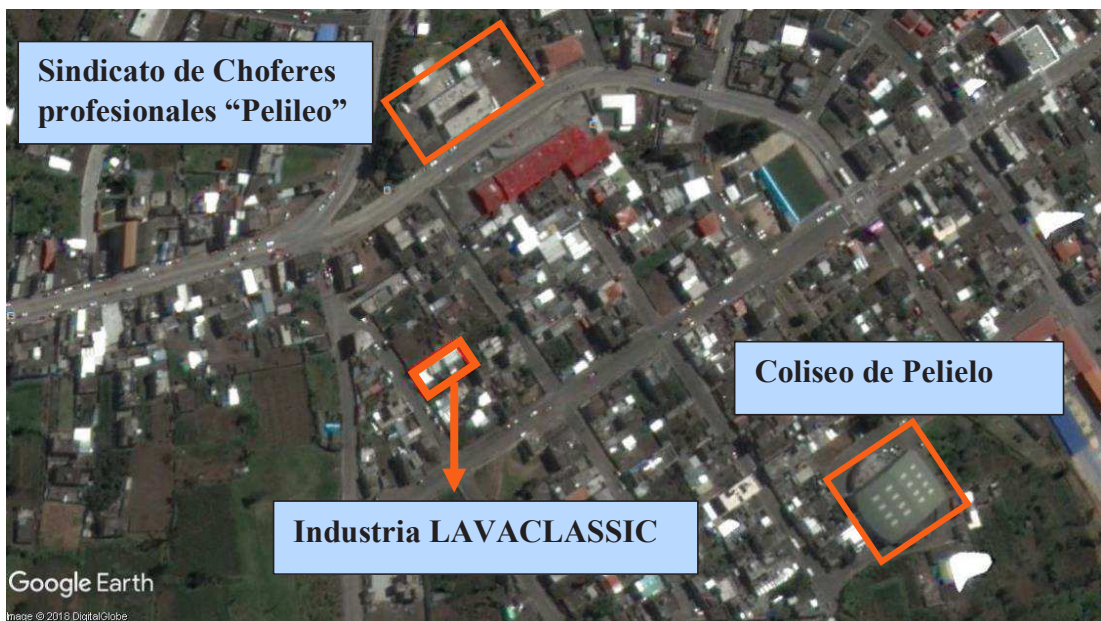
Fuente: Luis Rogelio Quilligana Chifla

3.5 Plan procesamiento y análisis

3.5.1 Descripción de la industria

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en la lavadora de jeans “LAVACCLASSIC”, la cual está ubicada en las coordenadas 772,735.00m Este y 9’852,581.00m Norte, en el barrio el Tambo perteneciente al cantón San Pedro de Pelileo de la Provincia de Tungurahua.

Imagen 1. Ubicación de la industria Lavaclassic



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Google Earth

La industria “LAVACCLASSIC” se encarga del lavado y teñido de diferentes prendas de jeans, para lo cual está equipada con cuatro máquinas para el lavado y teñido, dos secadoras, una centrifugadora y un caldero. Para el tratamiento de las aguas residuales producidas en la misma, posee una completa planta de tratamiento. Además, cuenta con espacios como una oficina de administración y atención al cliente, una bodega para preparar las sustancias químicas que se utiliza en los diferentes procesos que realiza la industria y espacios para recepción y entrega de las prendas de jeans.

Imagen 2. Industria "LAVACLASSIC"



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Industria LAVACLASIC

La industria con el pasar del tiempo se ha caracterizado por ser una industria seria, responsable y por brindar un servicio de calidad, razón por la cual se ha ganado la confianza de varios productores quienes cada semana llevan sus prendas confeccionadas a la industria para que se les den el acabado que ellos desean. En la siguiente tabla se detalla los tipos de prendas y procesos que realiza la industria.

Tabla 5. Tipos de prendas y procesos que realiza la industria Lavaclassic

| TIPOS DE PRENDAS DE JEANS | PROCESO |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Pantalones • Shorts • Bermudas • Camisas | <ul style="list-style-type: none"> • Ston:1,1 ½, 2, 2 ½, 3, 4 • Super ston 1, ½, 2, 2 ½, 3, 4 <ul style="list-style-type: none"> • Negros directos • Tinturas directas • Procesos de sucios • Desengomado prelavado y especial |

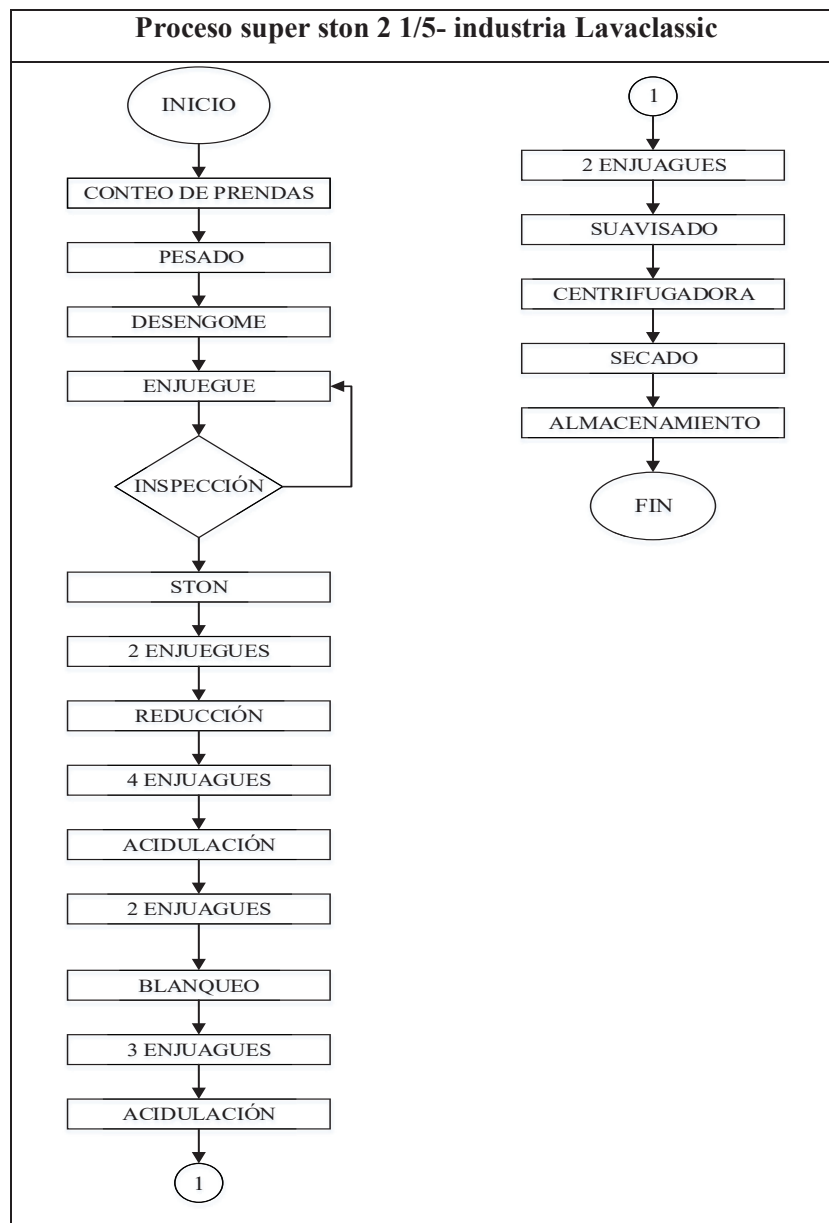
Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Industria LAVACLASIC

3.5.1.1 Proceso de lavado de jeans

En los procesos que se realizan en la industria Lavaclassic se utilizan grandes volúmenes de agua, ya que tras cada actividad realizada se debe dar dos o tres enjuagues a las prendas, el número de enjuagues depende del tipo de proceso que se esté llevando a cabo, en cada enjuague la máquina de lavado consume 200 lts de agua generando así grandes cantidades de agua residual. A continuación, se presenta un flujograma de un proceso del lavado.

3.5.2.1.1 Flujograma del proceso super ston 2 1/2 del lavado de jeans



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Industria LAVA CLASIC

3.5.1.2 Recorrido del agua desde que ingresa hasta que sale de la industria

A continuación, se detalla el recorrido del agua, desde que entra a la industria hasta que sale de la misma.

- 1.- La industria LAVACLASSIC es abastecida diariamente de agua por un tanquero que tiene una capacidad para transportar 9 metros cúbicos por viaje, el agua es conducida a través de tuberías desde el tanquero hacia el tanque de reserva subterráneo que se ubica en el centro de la industria.

Imagen 3. Tanquero que abastece el agua a la Industria LAVACLASSIC



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Industria LAVACLASIC

- 2.- El agua del tanque de reserva por medio de un hidroneumático es llevada hacia las máquinas de lavado y teñido, donde será contaminada con las diferentes sustancias químicas que se utilizan en cada uno de los procesos para dar a las prendas el acabado requerido.

Imagen 4. Maquinas lavadoras.



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Industria LAVACLASIC

- **3.-** Después de pasar por las máquinas de lavado y teñido, el agua que sale adquiere el nombre de agua residual, el cual es recogido en pequeños tanques para inmediatamente ser transportada por una serie de tuberías hacia la planta de tratamiento de la industria.

Imagen 5. Agua residual generada en las máquinas de lavado y teñido



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Industria LAVACLASIC

- **4.-** El agua residual cuando ingresa a la planta de tratamiento primero pasa por los tanques donde se retira las pelusas e hilos que se quedan flotando. A

continuación, pasa al tanque donde se le añaden productos químicos, luego pasa a los tanques de sedimentación donde se separan los sólidos, después el agua es transportada a otro tanque el cual dirigirá hacia la red de alcantarillado público.

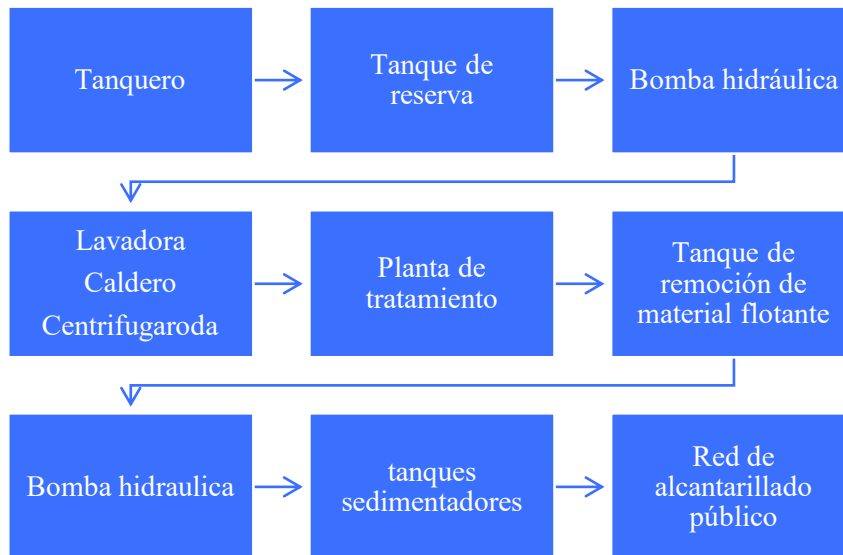
Imagen 6. Tanques de sedimentación.



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Industria LAVACLASIC

3.5.1.2.1 Diagrama del recorrido del agua a través de la industria



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Industria LAVACLASIC

3.5.2 Elaboración del filtro de bagazo de la caña de azúcar

Para llevar a cabo el presente trabajo experimental se utilizaron los siguientes materiales: un tanque con una capacidad de 55 galones, un recipiente de plástico transparente, además se utilizó tuberías y accesorios de PVC de ½” para realizar las conexiones requeridas. A continuación, se detalla el proceso realizado para poner en marcha el filtro.

- **Paso 1.-** Como primer paso se realizó la construcción de la estructura que soporta al tanque de 45 lts, dicha estructura tiene cuatro pingos de madera de 12 cm de diámetro, los cuales fueron arriostrados con listones de madera de 5cm de diámetro y en la parte superior se colocó una base hecha con tablas. Las dimensiones finales de la estructura fueron 1,70m de altura, 0,70m de ancho y 1,00m de largo.

Imagen 7. Estructura para soporte del tanque



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Luis Rogelio Quilligana Chifla

- **Paso 2.-** En este paso se instalaron los accesorios en el tanque. En primer lugar, con la ayuda de un taladro se realizó un agujero de 1,50cm de diámetro a 15 cm de la base del tanque, donde se colocó el acople. A continuación, se realizaron las

conexiones consecutivas de una llave de paso, un codo de 90°, un tubo de 1,00m, una T, dos neplós (uno para cada lado de la T) y por último se sella los extremos de los neplós con taponés hembra. En la parte inferior de los neplós se realizaron agujeros de 2,5mm de diámetro a cada 1,5cm de distancia.

Imagen 8. Tubería por donde fluye el agua residual



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Luis Rogelio Quilligana Chifla

- **Paso 3.-** Acondicionamiento del recipiente donde se colocará el material filtrante. Primero necesitamos una bandeja de tol de 42cm de ancho, 57cm de largo y con canal de 3cm de ancho por 3cm de profundidad en el centro de la bandeja, paralelo al eje longitudinal. Esta bandeja debe ser colocada por el un extremo a una altura de 10cm de la base del recipiente y por el otro a una altura de 5cm de la base del recipiente. Por último, se debe realizar agujeros de 3mm de diámetro en toda la tapa del recipiente con el fin que el efluente caiga sobre toda la superficie del material filtrante.

- **Paso 4.-** Preparación del material filtrante. El bagazo de caña de azúcar se adquirió de un local donde venden jugo de caña en Pelileo grande, se trituro hasta que queden fibras menores de 1cm de ancho y 2,5cm de largo, luego se lavó y se

dejó secar a temperatura ambiente durante 24 horas, para luego colocar un volumen de 35 lts de material compactado en el recipiente.

Imagen 9. Bagazo de la caña de azúcar triturado y lavado



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Luis Rogelio Quilligana Chifla

- **Paso 5.-** Funcionamiento del filtro. Para la ubicación del filtro se debe tomar en consideración que no interrumpa con las actividades de la industria y sea favorable para abastecer con el agua residual al sistema. Una vez seleccionado el lugar se coloca el tanque sobre la estructura de soporte y el recipiente con el material filtrante se coloca en el suelo y se procede a llenar los 55 galones de agua residual en el tanque, una vez lleno el tanque se abre la llave y se deja pasar el líquido hacia el filtro cuidando que el caudal sea 0,105 lts/ en 1 minuto.

Imagen 10. Filtro en funcionamiento



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Luis Rogelio Quilligana Chifla

El sistema de filtración fue diseñado de tal manera que cada 24 horas se debe llenar un volumen de 55 galones de agua residual. A demás se debe llevar un registro diario de todos los cambios que se evidencia en el sistema, los cuales serán registrados por medio de fotografías.

3.5.3 Recolección y análisis de las muestras

Se realizaron 10 recolecciones y análisis de muestras durante los 90 días que estaba en funcionamiento el filtro. Para la toma de muestra del agua residual filtrada y sin filtrar, como también para su traslado, se llevó a cabo de acuerdo con lo especificado en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169[35], la cual dice lo siguiente:

➤ **Recipiente**

El recipiente no debe ser causa de contaminación por lixiviación de componentes orgánicos de recipientes de vidrio, tampoco deber adsorber o absorber la muestra, debe tener una superficie con los cuales a la cual se pueda aplicar métodos de limpieza y no debe reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra.

Antes de realizar la recolección de la muestra de debe lavar el recipiente con agua y detergente con el fin de retirar todas las sustancias existentes en el frasco, después de debe enjuagar con agua destilada. Es recomendable no usar embaces usados ya que se corre el riesgo que existan sustancias que no se puedan retirar y que puedan contaminar la muestra.

El tipo de recipiente que se utilizará es una botella de vidrio ámbar, ya que este tipo de recipiente ayuda a conservar los organismos y sustancias existentes, debido a que reduce las actividades fotosintéticas.

➤ **Muestreo**

Para las muestras que se realizarán análisis físicos y químicos de debe llenar los frascos completamente y taparlos de tal forma que no quede aire sobre la muestra, con el objetivo de impedir que exista interacción de la fase gaseosa con la muestra y para que no exista agitación durante el transporte de la muestra hacia el lugar del análisis.

➤ **Transporte de las muestras**

Los recipientes deberán estar sellados y protegidos de tal manera que no se deteriore o se pierda la muestra, además se deberá transportar en ambiente fresco y protegidas de la luz. Para aquellas muestras en las que se excede el tiempo máximo de viaje se deberá reportar el tiempo que pasó desde la recolección de la muestra hasta el análisis, y los resultados deberán ser analizados por un especialista.

➤ **Recepción de las muestras en el laboratorio**

Cuando las muestras lleguen al laboratorio es recomendable que se realice el análisis de inmediato, en el caso de no ser posible se deberá colocar la muestra en un lugar oscuro y frío con el fin evitar cualquier tipo de cambio o contaminación de la misma.

➤ **Rotulado**

Los recipientes deberán tener etiquetas en los cuales deberán estar detalles que ayuden a la correcta interpretación de los resultados como: fecha, hora del muestro, nombre de la persona que recolecto la muestra, tipo de muestra, y otros.

3.5.4 Cálculo y diseño del filtro

Para el diseño del filtro se tomó como referencia las características que presentan las plantas de tratamiento en una escala real, de esta manera se tomó como parámetros iniciales que el filtro de estar en funcionamiento continuo durante los 90 días que dura el proyecto experimental, con el abastecimiento de agua residual por parte de un tanque de 55 galones, con la particularidad que este volumen se deberá consumir en 24 horas.

A continuación, se demuestra los cálculos realizados.

$$V_T = 55 \text{ gal.}$$

La cantidad de agua que debe consumir en las 24 horas debe ser de 2/3 del volumen del tanque, el 1/3 sobrante de agua residual en el tanque ayudará a que el filtro no pierda la altura de carga y mantenga sus características de diseño.

➤ **Volumen de consumo**

$$V_C = \frac{2}{3} V_T$$

Donde:

V_c =Volumen de consumo

V_T =Volumen del tanque

$$V_c = \frac{2}{3} * 55 \text{ gal}$$

$$V_c = 36.67 \text{ gal} \approx 40 \text{ gal al día}$$

$$V_c = 40 \frac{\text{gal}}{\text{día}} * \frac{3.78 \text{ lt}}{1 \text{ gal}}$$

$$V_c = 151,2 \text{ lt/día}$$

➤ **Calculo del caudal de diseño**

$$Q_d = \frac{V_c}{T}$$

Donde:

Q_d = Caudal de diseño

T = tiempo de flujo

$$T = 1 \text{ día} * \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$T = 1440 \text{ min}$$

$$Q_d = \frac{151.2 \text{ lt/día}}{1440 \text{ min}}$$

$$Q_d = 0.105 \text{ lt/min}$$

La regulación del caudal de diseño es un parámetro importante al momento de poner en funcionamiento el filtro, ya que solo así se podrá asegurar que el consumo del agua residual sea el esperado.

➤ **Volumen del material**

El volumen del material asumido para llevar a cabo esta investigación es de 35lts, esta cantidad de material se tomó en base a la facilidad de construcción y al análisis del material, esto no depende del diseño en general del filtro ya que en esta investigación se analizará la eficiencia que presenta el bagazo de la caña de azúcar para filtrar el efluente de la industria LAVACLASSIC.

➤ **Tiempo de retención hidráulica**

El tiempo de residencia hidráulica (TRH) se refiere al promedio del tiempo de residencia del líquido dentro del filtro, el cual es calculado a continuación

$$TRH = \frac{V_m}{Q_d}$$

Donde:

Q_d = Caudal de diseño

V_m = Volumen del material

$$TRH = \frac{35 \text{ lt}}{0.105 \text{ lt/min}} = 333.33 \text{ min}$$

$$TRH = 333.33 \text{ min} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$TRH = 5,55 \text{ horas}$$

De acuerdo con la Tabla 3.1 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento – FAFA[36], se puede verificar que el TRH calculado está dentro del rango mencionado en dicha tabla.

Tabla 6. Criterios de diseño para filtros anaeróbicos aplicables para el post tratamiento de efluentes de reactores anaerobios.

| PARÁMETROS 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 BDQ/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 BDQ/m ³ d) | 0.25 a 0.75 | 0.25 a 0.75 | 0.25 a 0.75 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

El TRH de 5.55 horas que se tomo está comprendido entre 5 y 10 horas que corresponde a un gasto promedio y se encuentra en un rango inferior a las condiciones más críticas durante el proceso de filtración, por lo tanto, dependiendo del TRH para determinar el caudal de diseño se procede a relacionar con el volumen del material asumido.

$$TRH = \frac{V_m}{Q_d}$$

$$Q_d = \frac{V_m}{TRH}$$

$$Q_d = \frac{35 \text{ lt}}{5.55 \text{ h}}$$

$$Q_d = 6.30 \frac{\text{lt}}{\text{h}}$$

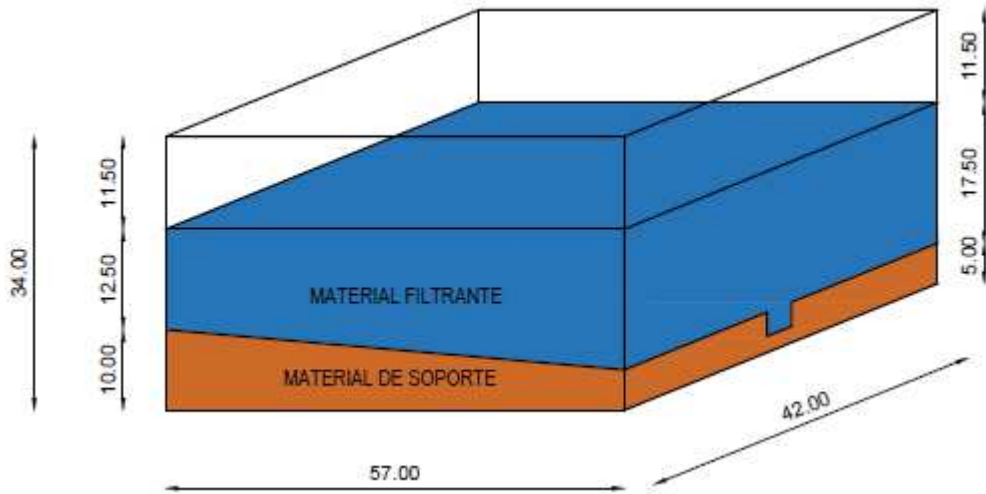
$$Q_d = 0.105 \text{ lt/min}$$

El resultado obtenido del caudal de diseño es $Q_d=0.105\text{lt/min}$, con lo cual podemos verificar que los datos y cálculos realizados son correctos.

➤ Dimensiones del medio filtrante

Para el cálculo de las dimensiones del medio filtrante empezamos con los datos conocidos lo cuales podemos obtener del recipiente que contendrá al material que utilizaremos como filtro, los cuales se muestran en la siguiente imagen.

Figura 1. Dimensiones del recipiente



Elaborado por. Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Luis Rogelio Quilligana Chifla

Asumimos el trapecio lateral donde:

AT= Área del trapecio

VT=Volumen del trapecio= $V_m=35\text{lt}$

b = Base = 57cm

l= largo = 42cm

lm= lado menor

LM= Lado mayor

- Cálculo del área del trapecio **AT**

$$AT = \frac{(ld + LM)}{2} b$$

$$VT = AT * l$$

$$35000\text{cm}^3 = AT * 42\text{cm}$$

$$AT = 833,33\text{cm}^2$$

- **Cálculo del área del lado mayor y lado menor del trapecio**

$$833,33\text{cm}^2 = \frac{(ld + LM)}{2} * 57\text{cm}$$

$$lm + LM = \frac{833,33\text{cm}^2}{57\text{cm}} * 2$$

$$lm + LM = 29,24\text{cm}$$

$$LM = lm + 5\text{cm}$$

$$lm + lm + 5\text{cm} = 29,24\text{cm}$$

$$2lm = 29,24\text{cm} - 5\text{cm}$$

$$lm = \frac{24,24\text{cm}}{2}$$

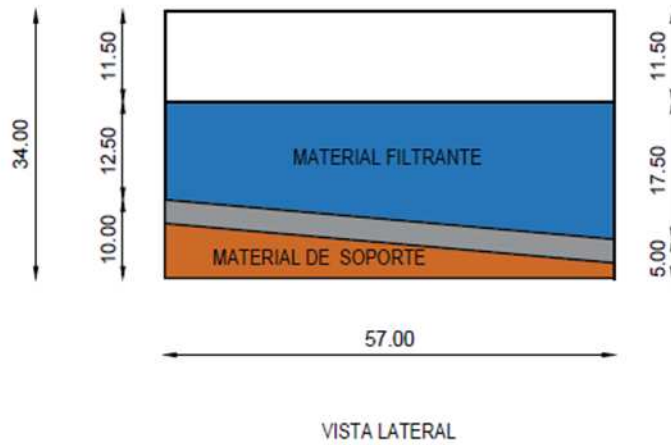
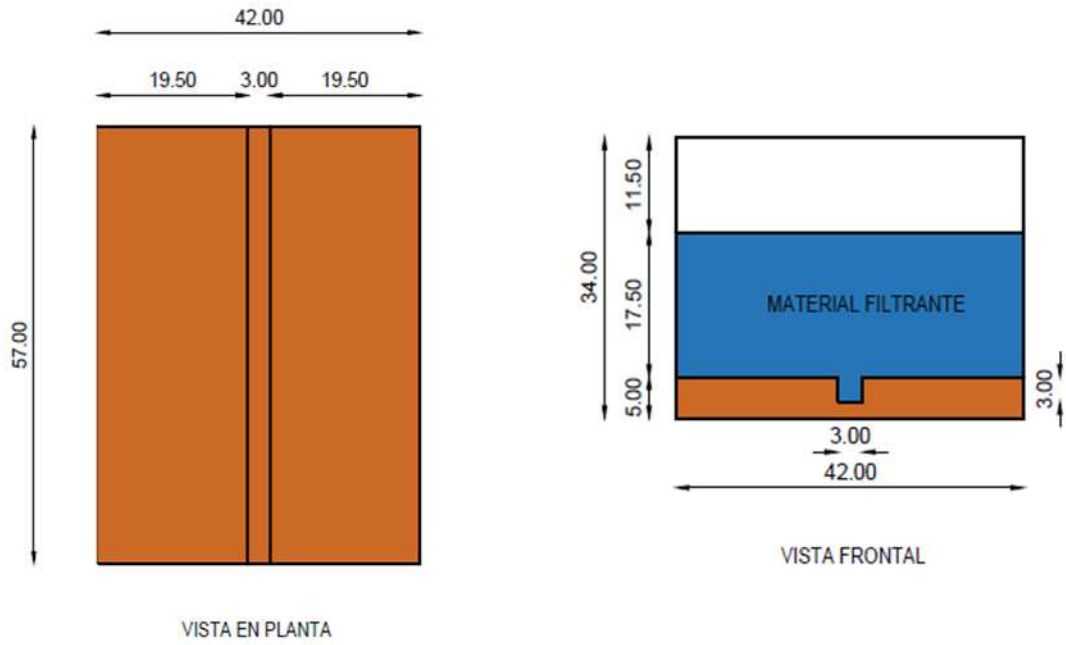
$$\mathbf{lm = 12,12\text{cm} = 12,50\text{cm}}$$

$$LM = lm + 5\text{cm}$$

$$LM = 12,50\text{cm} + 5\text{cm}$$

$$\mathbf{LM = 17,50\text{cm}}$$

Figura 2. Vistas y dimensiones del recipiente



Elaborado por. Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente. Luis Rogelio Quilligana Chifla

3.5.5 Cálculo de caudales

3.5.5.1 Cálculo del caudal de entrada (Qe)

Tabla 7. Registro del consumo de agua durante 5 días

| CONSUMO DIARIO DE AGUA DE LA INDUSTRIA LAVACLASSIC | | | |
|---|----------------------|----------------------------|--|
| DÍA-FECHA | # PRENDAS | PESO JEANS (kg) | VOLUMEN CONSUMIDO (m³/día) |
| Lunes (18/12/2017) | 928 | 462,74 | 33,20 |
| Martes (19/12/2017) | 613 | 305,67 | 34,60 |
| Miércoles (20/12/2017) | 1452 | 724,02 | 93,30 |
| Jueves (21/12/2017) | 1550 | 772,89 | 95,50 |
| Viernes (22/12/2017) | 1634 | 814,78 | 99,70 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Industria LAVACLASSIC

- **Cálculo del promedio de las prendas lavadas por día (Pjl)**

$$Pjl = \frac{\Sigma \text{prendas}}{5\# \text{ días}}$$
$$Pjl = \frac{(928 + 613 + 1452 + 1550 + 1634)\text{prendas}}{5 \text{ dias}}$$
$$Pjl = 1235,40 \text{ prendas/dia}$$

- **Calculo del peso promedio de las prendas por día (Ppp)**

$$Ppp = \frac{\Sigma \text{pesos}}{5\# \text{ días}}$$
$$Ppp = \frac{(462,74 + 305,67 + 724,02 + 772,89 + 814,78)\text{kg}}{5 \text{ dias}}$$
$$Ppp = 616,02\text{kg/dia}$$

- **Cálculo del caudal de consumo promedio por kilogramo de jeans (Qpk)**

$$Qpk = \frac{Qpc}{Ppj}$$

$$Qpk = \frac{71,26m^3/dia}{616,02kg/dia}$$

$$Qpk = 0,11568 m^3/kg$$

$$Qpk = 115,68 \text{ lts/kg}$$

- **Cálculo del caudal de consumo promedio por prenda (Qpp)**

$$Qpp = \frac{Qpc}{Pjl}$$

$$Qpp = \frac{71,26m^3/dia}{1235,40prenda/dia}$$

$$Qpp = 0,05768 m^3/prenda$$

$$Qpp = 57,68 \text{ lts/prenda}$$

- **Cálculo del caudal promedio de consumo por día (Qpc)**

$$Qpc = \frac{\Sigma \text{ caudales}}{5\# \text{ días}}$$

$$Qpc = \frac{(33,20 + 34,60 + 93,30 + 95,50 + 99,70)m^3}{5 \text{ dias}}$$

$$Qpc = 71,26m^3/dia$$

3.5.5.2 Caudal de salida (Qs)

El caudal de salida se determinó tomando como referencia el caudal diario de consumo, el cual fue afectado por un coeficiente de retorno que se obtuvo al cuantificar las pérdidas de caudal generadas a lo largo de todo el proceso del lavado de jeans. La actividad en la cual se produce las pérdidas de agua es cuando se introducen las prendas de jeans mojadas en la secadora, la cual elimina toda la humedad existente en la prenda. A continuación, se detallan los cálculos realizados.

Tabla 8. Registro del peso de las prendas secas y mojadas (lunes 18/12/2017)

| TIPO DE PRENDA | # PRENDAS | PESO PRENDA MOJADA (gr/prenda) | PESO PRENDA SECA (gr/prenda) | AGUA EVAPORADA (lts/prenda) |
|-----------------------|------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Pantalón grande | 92 | 1037 | 762 | 0,275 |
| Camisas | 340 | 674 | 407 | 0,267 |
| Pantalón pequeño | 496 | 778 | 452 | 0,234 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Industria LAVACLASSIC

- **Cálculo de la cantidad de agua promedio que se evapora por cada prenda (Pae)**

$$Pae = \frac{(0,275 + 0,267 + 0,234)lts/prenda}{3 \text{ tipos de prendas}}$$

$$Pae = 0,259 \text{ lt/prenda}$$

- **Cálculo de la pérdida de agua en un día (Pa)**

$$Pa = Pae * \#Total \text{ de prendas}$$

$$Pa = \frac{0,259lt}{prenda} * 928prendas/día$$

$$Pa = 240lts/día$$

- **Cálculo del coeficiente de retorno (C)**

$$C = \frac{Qc}{Qs}$$

Caudal de ingreso (lunes 18/12/2017)

Qc=33,20m³

Qs= Caudal de salida

$$Q_s = Q_c - P_a$$

$$Q_s = 33200\text{lt} - 240\text{lt}$$

$$Q_s = 32960\text{lt}$$

$$C = \frac{32,96}{33,20}$$

$$C = 0,99$$

Tabla 9. Resumen del caudal de entrada y salida por día

| DÍA-FECHA | CAUDAL DE CONSUMO (m ³ /día) | CAUDAL DE SALIDA (m ³ /día) |
|------------------------|---|--|
| Lunes (18/12/2017) | 33,20 | 32,87 |
| Martes (19/12/2017) | 34,60 | 34,25 |
| Miércoles (20/12/2017) | 93,30 | 92,37 |
| Jueves (21/12/2017) | 95,50 | 94,55 |
| Viernes (22/12/2017) | 99,70 | 98,70 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Industria LAVACLASSIC

- **Cálculo del caudal promedio de salida en 5 días (Qps)**

$$Q_{ps} = C * Q_{pc}$$

$$Q_{ps} = 0,99 * 71,26\text{m}^3/\text{día}$$

$$Q_{ps} = 70,55\text{m}^3/\text{día}$$

- **Cálculo de la pérdida de agua promedio (Pap)**

$$P_{ap} = Q_{pc} - Q_{ps}$$

$$P_{ap} = (71,26 - 70,55)\text{m}^3/\text{día}$$

$$P_{ap} = 0,71\text{m}^3/\text{día}$$

$$P_{ap} = 710\text{lt}/\text{día}$$

3.5.6 Proceso de caracterización del bagazo de la caña de azúcar

Al terminar el proceso de filtración, fue necesario realizar un análisis del material en el microscopio electrónico de barrido, con el cual se pudo observar los cambios y/o modificaciones que sufrió el bagazo. A continuación, se detalla los pasos a seguir para llevar a cabo el análisis.

- **Paso 1:** obtener dos muestras del bagazo de la caña de azúcar, una sin alteraciones y otra después del proceso de filtración. La cantidad aproximada que se requiere es de 1cm^3
- **Paso 2:** secar las muestras en el horno durante 24 horas a una temperatura de 40°C .
- **Paso 3:** prepara el microscopio electrónico de barrido.
- **Paso 4:** seleccionar la mejor partícula de bagazo y colocar en el microscopio.
- **Paso 5:** una vez ingresado el material se procede a observar las muestras, configurando el equipo de acuerdo con las características del material.
- **Paso 6:** observar las muestras en diferentes enfoques y aumentos con los cuales se pueda comparar, analizar y comprender las características superficiales del material.

Imagen 11. Caracterización del bagazo de la caña de azúcar en la maquina microscopio electrónico de barrido (SEM)



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Laboratorio de materiales de la carrera de Ingeniería Mecánica

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

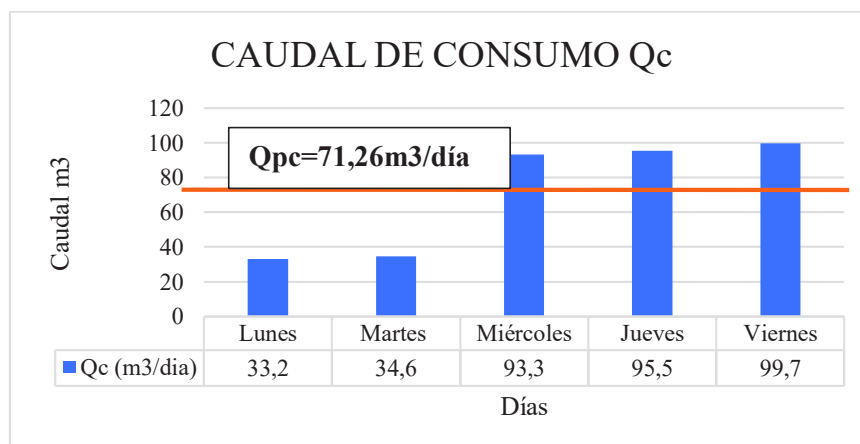
4.1 Recolección de datos

4.1.1 Caudal de consumo

La industria LAVACLASSIC diariamente consume grandes volúmenes de agua, razón por la cual es abastecida por un tanquero que trae el agua de las acequias cercanas, ya que el agua que se utiliza en la industria no necesita ser tratada, el tanquero hace varios viajes al día para poder abastecer las necesidades de la industria. Para almacenar el agua la industria cuenta con un tanque de reserva cuya capacidad es de $31,50\text{m}^3$ y por medio de un hidroneumático el agua es llevada hacia las máquinas de lavado y teñido para realizar los respectivos procesos.

La medición de la cantidad de agua que consume la industria se realizó durante 5 días consecutivos, en el cual se cuantifico la cantidad de agua que consume cada máquina de lavado en el día y luego se sumaron estos caudales para obtener el total de agua que consume la industria cada día. En el siguiente grafico se representa en consumo diario de la industria y su promedio.

Gráfico 1. Caudal de entrada



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

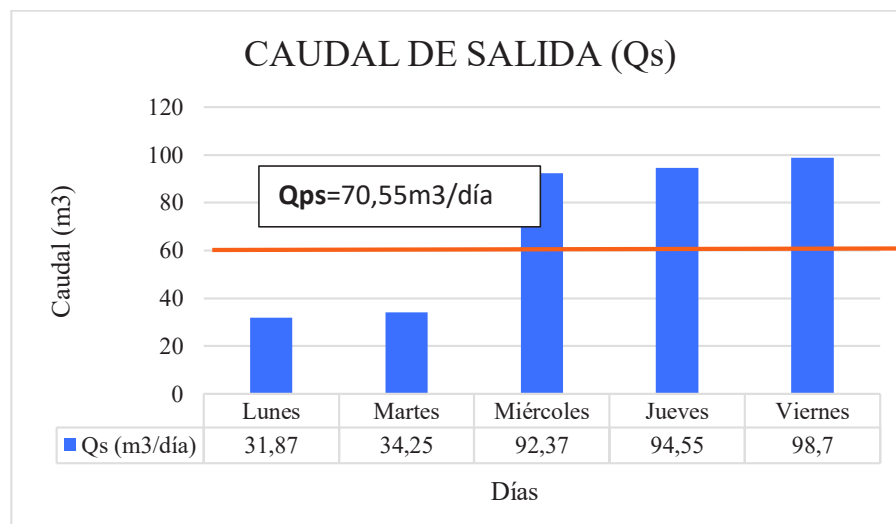
Fuente: Industria LAVACLASSIC

4.1.2 Caudal de salida

El caudal de salida se determinó calculando un coeficiente de retorno, el cual se obtuvo midiendo las pérdidas de agua durante los procesos del lavado de las prendas. La pérdida de agua se produce en la etapa final del lavado, cuando se realiza el secado de las prendas, en este punto se determinó el peso de las prendas antes y después de salir de la secadora, la diferencia entre estos dos valores es la cantidad de agua que se pierde por prenda.

Después de obtener el coeficiente de retorno se calculó el caudal de salida por día y el caudal promedio multiplicando el coeficiente de retorno por el caudal de consumo. En el siguiente gráfico se muestran los caudales de salida que genera la industria.

Gráfico 2. Caudal de salida



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Industria LAVACLASSIC

4.1.3 Análisis de caudales

Al analizar los caudales tanto de consumo como de salida, podemos observar que el caudal de consumo es mayor que el de salida debido a que durante el proceso de secado de las prendas el agua se evapora ya que para realizar esta actividad se introducen las prendas húmedas en una secadora industrial. La diferencia entre los promedios del caudal de consumo y salida nos da que existe una pérdida promedio del agua de 710 lts/día

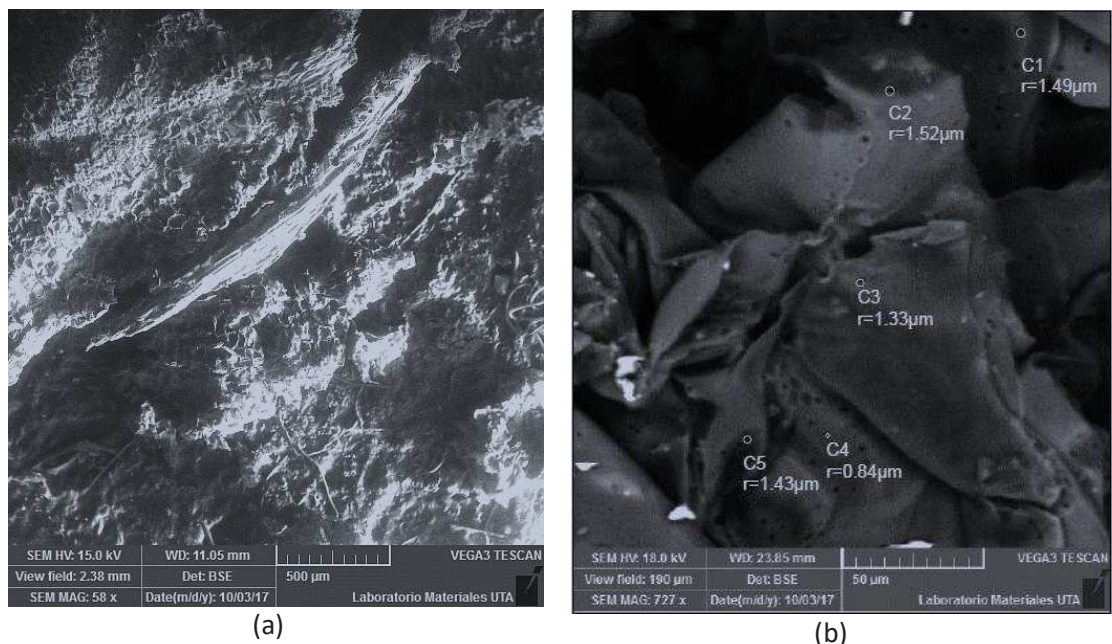
4.1.4 Caracterización del material

4.1.4.1 Caracterización del bagazo de la caña de azúcar antes del proceso de filtración

Al analizar las imágenes obtenidas por el microscopio electrónico de barrido o conocido también como SEM por sus siglas en inglés, se puede observar con un aumento de 58x que el bagazo presenta a simple vista una superficie irregular como se muestra en la imagen (a).

Mientras que en la imagen (b) con un aumento de 727x se puede apreciar que el bagazo presenta hendiduras y salientes con lo cual se afirma que la superficie es irregular, además se puede observar formas que tienen caras aparentemente lisas con pequeños poros cuyos radios están entre $0,84\mu\text{m}$ y $1,52\mu\text{m}$.

Imagen 12. Caracterización del bagazo de la caña de azúcar sin alterar



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

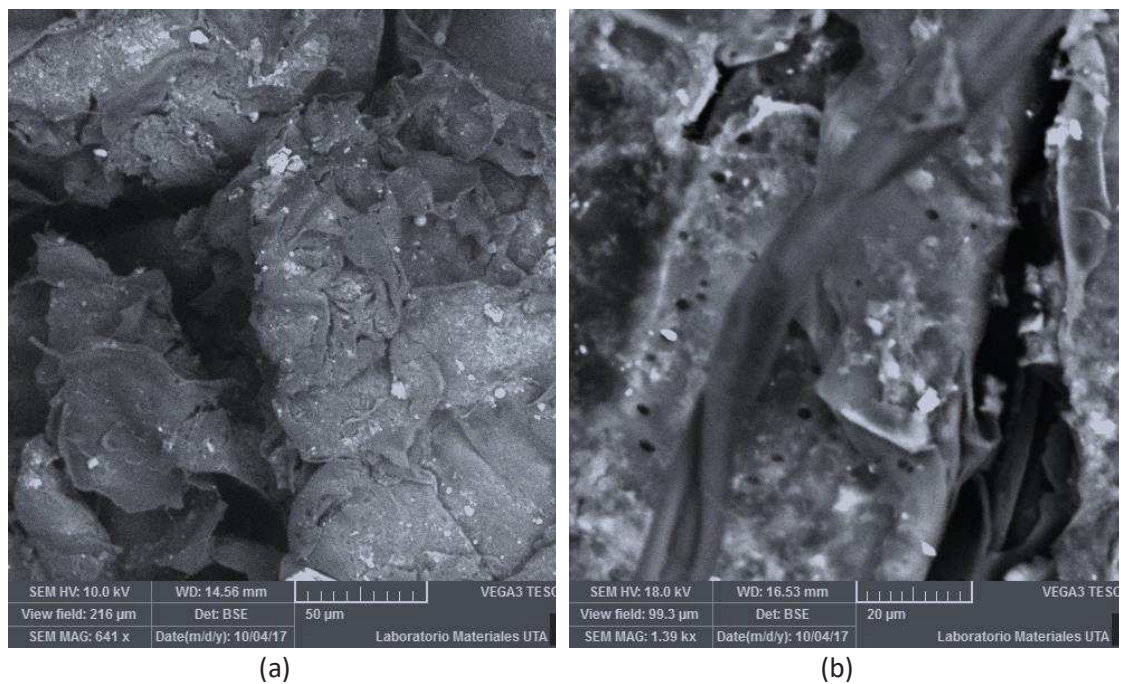
Fuente: Laboratorio de materiales de la carrera de Ingeniería Mecánica

4.1.4.2 Caracterización del bagazo de la caña de azúcar después del proceso de filtración

En la imagen (a) con un aumento de 641x se puede observar que sobre la superficie del bagazo después del proceso de filtración, ha quedado cubierto por sustancias ajenas al material, las cuales provinieron de las aguas residuales de la industria Lavaclassic.

Con un aumento de 1,36kx en la imagen (b), se puede observar existe una capa de sustancias las cuales no se observaron en la imagen anterior del bagazo antes del proceso de filtración, con lo cual se deduce que esa capa está conformada por los contaminantes del agua residual, entre los que se encuentran los colorantes y las pelusas las cuales existen en abundancia en este tipo aguas residuales.

Imagen 13. Caracterización del bagazo de la caña de azúcar alterado



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Laboratorio de materiales de la carrera de Ingeniería Mecánica

4.1.5 Tabulación de datos de los análisis de agua realizados

A continuación, se muestran varias tablas de los resultados obtenidos de los análisis del agua residual filtrada durante el tiempo que estuvo en funcionamiento el filtro a base del bagazo de la caña de azúcar, para conocer de forma general la eficiencia de dicho filtro tomando en cuenta los parámetros DBO₅, DQO y color, estos resultados serán comparados con lo establecido en la Tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público del Anexo 1, Libro VI del TULSMA(2015)[32] .

4.1.5.1 Resultado de los análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (DQO)

Tabla 10. Resumen de resultados del parámetro DBO₅ del agua filtrada

| Estado Material | Muestra | Tiempo (Días) | DBO ₅ (mg/L) |
|-----------------|---------|---------------|-------------------------|
| ----- | Cruda | 0 | 217 |
| Bagazo 1 | 1 | 10 | 83.1 |
| | 2 | 20 | 62 |
| | 3 | 30 | 101 |
| | 4 | 40 | 124.8 |
| | 5 | 50 | 157.85 |
| Bagazo 2 | 6 | 60 | 72 |
| | 7 | 70 | 28 |
| | 8 | 80 | 143 |
| | 9 | 90 | 147.3 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH)

4.1.5.2 Resultados de los análisis de la demanda química de oxígeno (DQO)

Tabla 11. Resumen de resultados del parámetro DQO del agua filtrada

| Estado Material | Muestra | Tiempo (Días) | DQO (mgO ₂ /L) |
|-----------------|---------|---------------|---------------------------|
| ----- | Cruda | 0 | 620 |
| Bagazo 1 | 1 | 10 | 173 |
| | 2 | 20 | 141 |
| | 3 | 30 | 212 |
| | 4 | 40 | 270 |
| | 5 | 50 | 451 |
| Bagazo 2 | 6 | 60 | 166 |
| | 7 | 70 | 66 |
| | 8 | 80 | 372 |
| | 9 | 90 | 339 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH)

4.1.5.3 Resultados de los análisis del parámetro color

Tabla 12. Resumen de resultados del parámetro color del agua filtrada

| Estado Material | Muestra | Tiempo (Días) | Color (Upt-co) |
|-----------------|---------|---------------|----------------|
| ----- | Cruda | 0 | 3860 |
| Bagazo 1 | 1 | 10 | 988 |
| | 2 | 20 | 876 |
| | 3 | 30 | 1018 |
| | 4 | 40 | 1329 |
| | 5 | 50 | 1648 |
| Bagazo 2 | 6 | 60 | 1036 |
| | 7 | 70 | 1696 |
| | 8 | 80 | 1132 |
| | 9 | 90 | 598 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH)

4.1.5.4 Resumen de los resultados de los parámetros DBO, DQO y color

Tabla 13. Resumen de los parámetros físicos-químicos de la muestra cruda y filtrada.

| Estado Material | Muestra | Tiempo (Días) | DBO ₅ (mg/L) | DQO (mgO ₂ /L) | Color (Upt-co) |
|-----------------|---------|---------------|-------------------------|---------------------------|----------------|
| ----- | Cruda | 0 | 217 | 620 | 3860 |
| Bagazo 1 | 1 | 10 | 83.1 | 173 | 988 |
| | 2 | 20 | 62 | 141 | 876 |
| | 3 | 30 | 101 | 212 | 1018 |
| | 4 | 40 | 124.8 | 270 | 1329 |
| | 5 | 50 | 157.85 | 451 | 1648 |
| Bagazo 2 | 6 | 60 | 72 | 166 | 1036 |
| | 7 | 70 | 28 | 66 | 1696 |
| | 8 | 80 | 143 | 372 | 1132 |
| | 9 | 90 | 147.3 | 339 | 598 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH)

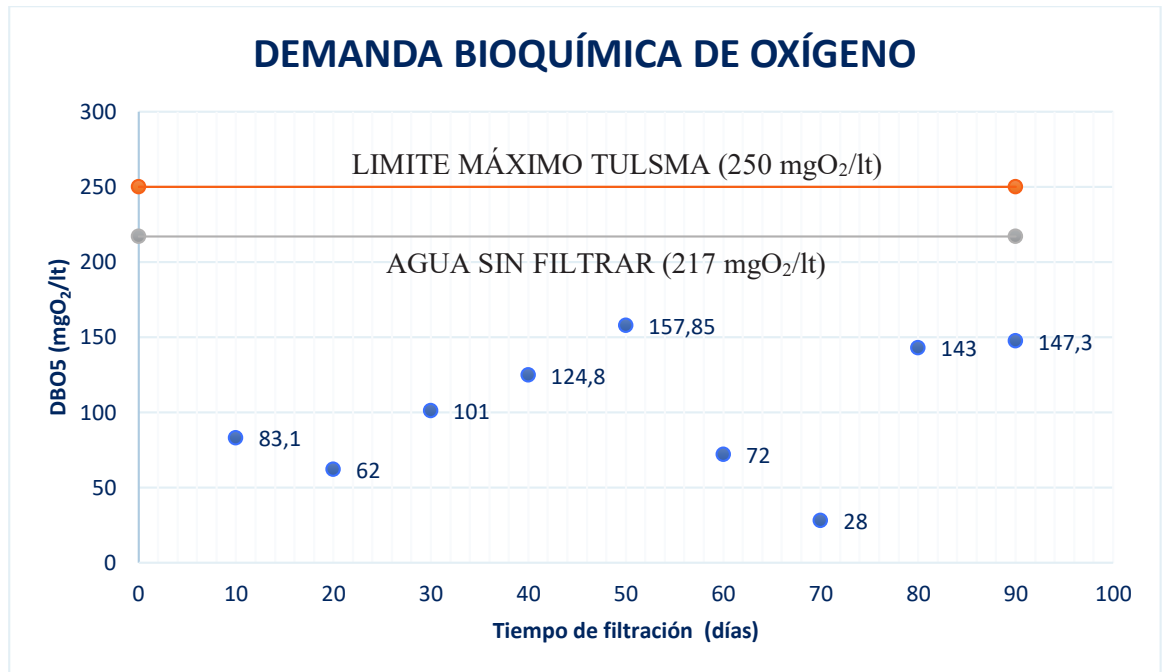
4.2 Análisis de los resultados

4.2.1 Análisis y comparación de los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos los cuales fueron detallados en la **Tabla 12**, demuestran que el bagazo de la caña de azúcar redujo los niveles de contaminación del efluente lo cual indica que este material tiene buenas propiedades para ser utilizado como filtro en el tratamiento de las aguas residuales provenientes de las lavadoras de jeans. A continuación, se compara los resultados obtenidos del DBO₅, DQO y color, con el límite máximo permisible según la normativa TULSMA, tabla 8, Anexo 1, Libro VI[32].

4.2.1.1 Análisis y comparación de los resultados obtenidos de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Gráfico 3. Demanda Bioquímica de Oxígeno vs Días de filtración



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

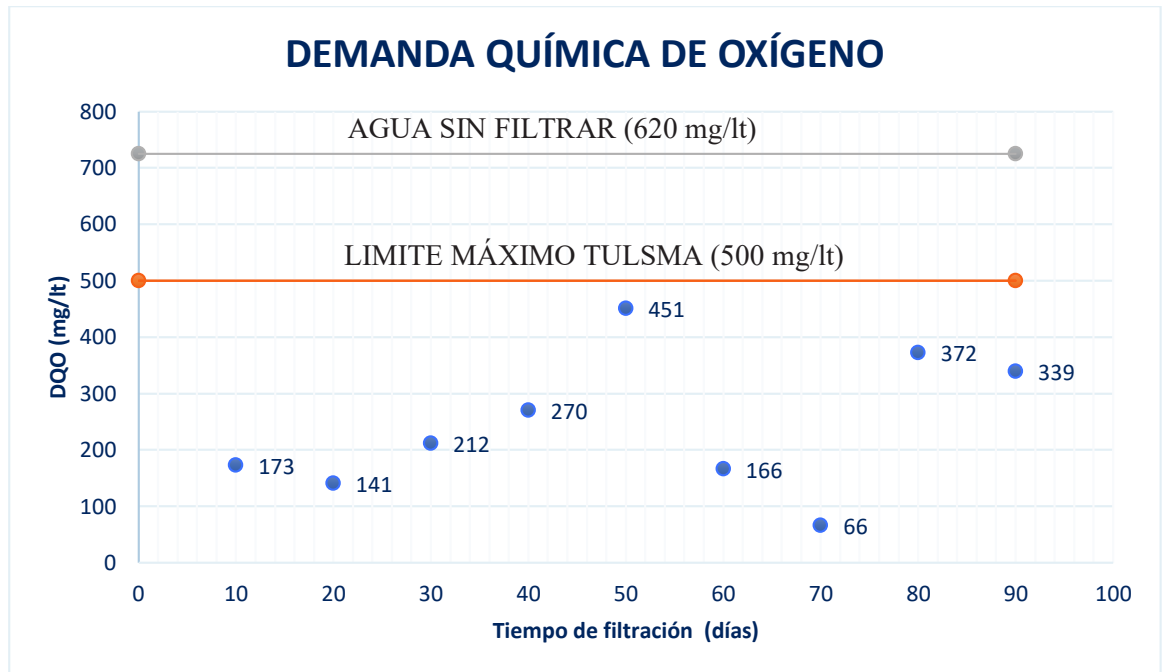
Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH), normativa TULSMA

De acuerdo con el **gráfico 3** en los 50 días donde se utilizó el bagazo 1, se puede ver que el DBO₅ a los 10 primeros días es de 83,1 mgO₂/lt, para luego bajar en el día 20 a 62 mgO₂/lt, y luego subir progresivamente hasta llegar al día 50 con un valor de 157,8572 mgO₂/lt. A partir del día 60 se realizó el cambio del bagazo, por lo que se puede observar que el DBO₅ es de 72 mgO₂/lt, luego a los 20 días de haber realizado el cambio del material el resultado baja a 28 mgO₂/lt para luego subir en los días 80 y 90 dando un resultado final de 147,3 mgO₂/lt.

Además, se puede observar que la eficiencia en la remoción del DBO₅ en los dos cambios del bagazo tienen un comportamiento similar, ya que los dos demuestran una mayor remoción en los 20 primeros días, y a partir del día 30 el DBO₅ va aumentando significativamente. Por último, se puede ver que todos resultados obtenidos de los análisis del agua residual filtrada se encuentran por debajo del límite máximo permitido por la normativa TULSMA.

4.2.1.2 Análisis y comparación de los resultados obtenidos de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Gráfico 4. Demanda Química de Oxígeno vs Días de filtración



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

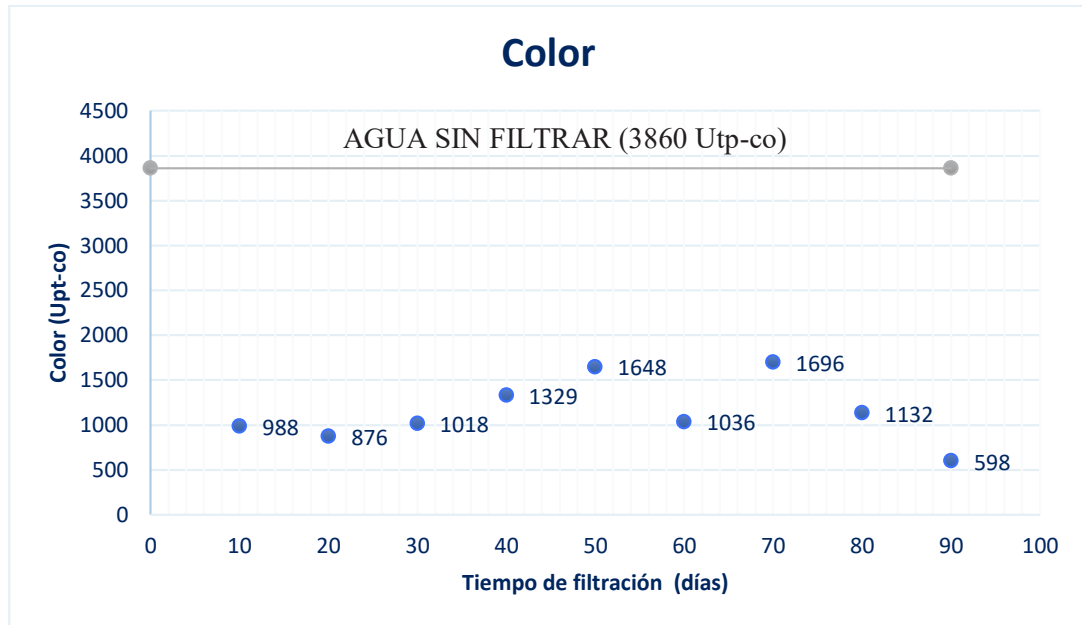
Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH), normativa TULSMA

Al analizar el **grafico 4** se puede ver que en los 50 días donde se utilizó el bagazo 1, el valor del DQO a los 10 primeros días es de 173 mg/lt para luego bajar en el día 20 a 141 mg/lt, y luego subir progresivamente hasta llegar al día 50 con un valor de 451 mg/lt. A partir del día 60 que se realizó el cambio del bagazo, se puede observar que el DQO es de 166mg/lt, luego a los 20 días de haber realizado el cambio del material el resultado baja a 66mg/lt para luego subir a los 80 días a un valor de 372mg/lt y al final vuelve a bajar en el día 90 a un valor de 339 mg/lt.

De igual forma que el DBO_5 , se puede observar que la eficiencia en la remoción del DQO en los dos cambios del bagazo tienen un comportamiento similar, ya que los dos demuestran una mayor remoción en los 20 primeros días, y a partir del día 30 el DQO va aumentando significativamente. Por último, se puede verificar que todos los resultados obtenidos de los análisis del agua residual filtrada se encuentran por debajo de 500mg/lt que es el límite máximo permitido por la normativa TULSMA.

4.2.1.2 Análisis y comparación de los resultados obtenidos del parámetro color

Gráfico 5. Color vs Días de filtración



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH), normativa TULSMA

En cuanto al color en el **gráfico 5** se puede ver que en los 50 días donde se utilizó el bagazo 1, el valor del color a los 10 primeros días es de 988 Upt-co, para luego bajar en el día 20 a 876 Upt-co, y luego subir progresivamente hasta llegar al día 50 con un valor de 16488 Upt-co. A partir del día 60 que se realizó el cambio del bagazo, se puede observar que el color es de 1036 Upt-co, luego a los 20 días de haber realizado el cambio del material el resultado sube a 1696 Upt-co, el cual es el valor más alto en todo el proceso de filtración, luego a los 80 días el color vuelve a bajar a 1132 Upt-co y al final vuelve a bajar en el día 90 a un valor de 598 Upt-co.

Además, se puede observar que la eficiencia en la remoción del color en los dos cambios del bagazo es menor que la mitad del valor del agua sin filtrar lo cual demuestra que el filtro remueve más del 50%.

4.2.2 Eficiencia en la remoción de los parámetros DBO₅, DQO y color.

4.2.2.1 Eficiencia en la remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Fórmula de la eficiencia

$$Eficiencia = \frac{DBO_{5I} - DBO_{5F}}{DBO_{5I}} * 100$$

En la siguiente tabla se presenta la eficiencia de remoción del DBO₅.

Tabla 14. Eficiencia en la remoción del parámetro DBO₅

| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅) | | | | |
|---|------------|---------------|------------|---------------|
| ESTADO MUESTRA | Nº MUESTRA | TIEMPO (DÍAS) | RESULTADOS | % DE REMOCIÓN |
| Bagazo 1 | 1 | 10 | 83,10 | 61,71 |
| | 2 | 20 | 62,00 | 71,43 |
| | 3 | 30 | 101,00 | 53,46 |
| | 4 | 50 | 124,80 | 42,49 |
| | 5 | 50 | 157,85 | 27,26 |
| Bagazo 2 | 6 | 60 | 72,00 | 66,82 |
| | 7 | 70 | 28,00 | 87,10 |
| | 8 | 80 | 143,00 | 34,10 |
| | 9 | 90 | 147,30 | 32,12 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH), normativa TULSMA

Al analizar los resultados de la eficiencia en la remoción del DBO₅, se puede observar que el porcentaje más alto en la remoción fue de 87,10% que se obtuvo en el día 20 después de haber realizado el cambio del material y se obtuvo una eficiencia mínima del 27,26% en el día 50.

Comparando este resultado con los obtenidos en los estudios realizados por Batista y L. quienes utilizaron el bagazo de la caña de azúcar para reducir los niveles de DBO₅ presentes en un cuerpo de agua, alcanzaron una remoción máxima del 66,40% y 72,19% respectivamente, se puede observar que los resultados obtenidos son similares lo que demuestra que el material utilizado presenta buenas propiedades para tratar el DBO₅ [37] [38].

4.2.2.2 Eficiencia en la remoción de la demanda química de oxígeno DQO

Fórmula de la eficiencia

$$Eficiencia = \frac{DQOI - DQOF}{DQOI} * 100$$

En la siguiente tabla se presenta la eficiencia de remoción del DQO aplicando la fórmula mencionada.

Tabla 15. Eficiencia en la remoción del parámetro DQO

| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | | | | |
|----------------------------|------------|---------------|------------|---------------|
| ESTADO MUESTRA | Nº MUESTRA | TIEMPO (DÍAS) | RESULTADOS | % DE REMOCIÓN |
| Bagazo 1 | 1 | 10 | 173 | 72,10 |
| | 2 | 20 | 141 | 77,26 |
| | 3 | 30 | 212 | 65,81 |
| | 4 | 50 | 270 | 56,45 |
| | 5 | 50 | 451 | 27,26 |
| Bagazo 2 | 6 | 60 | 166 | 73,23 |
| | 7 | 70 | 66 | 89,35 |
| | 8 | 80 | 370 | 40,00 |
| | 9 | 90 | 339 | 45,32 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH), normativa TULSMA

En cuanto a la eficiencia en la remoción del DQO al igual que en la remoción del DBO₅, se obtuvo un resultado máximo del 89,35% en el día 20 después de haber realizado el cambio del material filtrante y un mínimo del 27,26% en el día 50 antes de realizar el cambio del material.

Estos valores se proceden a comparar con los resultados obtenidos en los estudios realizados por Batista y Gaikwad quienes obtuvieron una remoción del 70,19% y 46% respectivamente, con lo cual se verifica que el bagazo de la caña de azúcar se puede utilizar para filtrar el DQO[37] [38].

4.2.2.3 Cálculo de la eficiencia en la remoción del color

Fórmula de la eficiencia

$$Eficiencia = \frac{ColorI - ColorF}{ColorI} * 100$$

En la siguiente tabla se presenta la eficiencia de remoción del color aplicando la fórmula mencionada.

Tabla 16. Eficiencia en la remoción del parámetro color

| COLOR | | | | |
|----------------|------------|---------------|------------|---------------|
| ESTADO MUESTRA | N° MUESTRA | TIEMPO (DÍAS) | RESULTADOS | % DE REMOCIÓN |
| Bagazo 1 | 1 | 10 | 988 | 74,40 |
| | 2 | 20 | 876 | 77,31 |
| | 3 | 30 | 1018 | 73,63 |
| | 4 | 50 | 1329 | 65,57 |
| | 5 | 50 | 1648 | 57,31 |
| Bagazo 2 | 6 | 60 | 1036 | 73,16 |
| | 7 | 70 | 1696 | 56,06 |
| | 8 | 80 | 1132 | 70,67 |
| | 9 | 90 | 598 | 84,51 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH), normativa TULSMA

Por último, se observa que los resultados que se obtuvieron de la eficiencia del bagazo en la remoción del color fueron de un máximo del 84,51% en el día 40 después de haber realizado el cambio del material y un mínimo del 56,06% a los 20 días del cambio del material. Estos valores, al igual que en los parámetros anteriores se comparan con los trabajos realizados por Sartórico y Contreras quienes obtuvieron una remoción del color del 94% y 98,6% respectivamente, valores que son similares a los obtenidos en este trabajo lo cual indica que el bagazo de la caña de azúcar tiene buenas propiedades para disminuir el contenido de color de un efluente.[15][6].

4.2.2.4 Resumen de la eficiencia del bagazo en la remoción de los parámetros en estudio

Tabla 17. Resumen de la eficiencia de la remoción de los parámetros DBO5, DQO y color

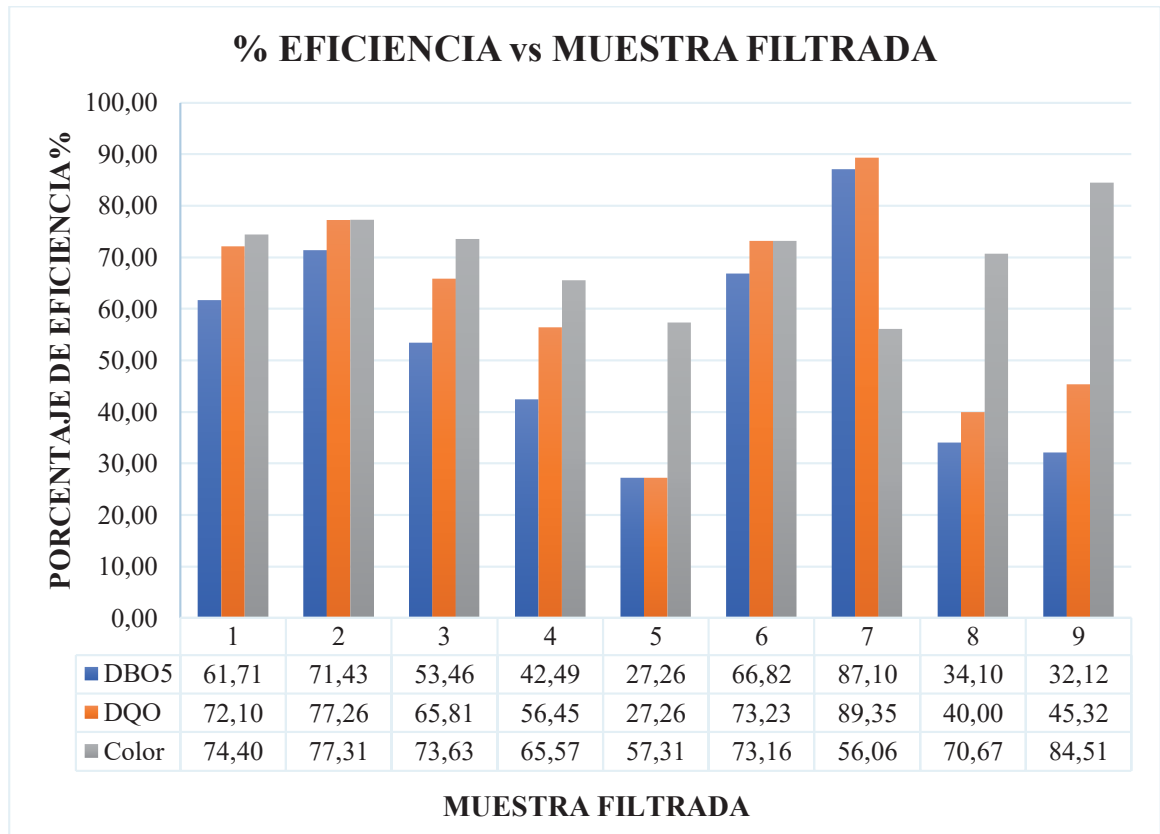
| Estado Muestra | N° Muestra | Tiempo (Días) | % de Remoción | | |
|----------------|------------|---------------|------------------|-------|-------|
| | | | DBO ₅ | DQO | Color |
| Bagazo 1 | 1 | 10 | 61,71 | 72,10 | 74,40 |
| | 2 | 20 | 71,43 | 77,26 | 77,31 |
| | 3 | 30 | 53,46 | 65,81 | 73,63 |
| | 4 | 40 | 42,49 | 56,45 | 65,57 |
| | 5 | 50 | 27,26 | 27,26 | 57,31 |
| Bagazo 2 | 6 | 60 | 66,82 | 73,23 | 73,16 |
| | 7 | 70 | 87,10 | 89,35 | 56,06 |
| | 8 | 80 | 34,10 | 40,00 | 70,67 |
| | 9 | 90 | 32,12 | 45,32 | 84,51 |

Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH), normativa TULSMA

4.2.2.5 Análisis y comparación de la eficiencia obtenida en los parámetros DBO₅, DQO y color.

Gráfico 6. Resumen grafico de la eficiencia en la remoción de los parámetros, DBO₅, DQO y color



Elaborado por: Luis Rogelio Quilligana Chifla

*Fuente: Informe de análisis físico-químico Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH),
normativa TULSMA*

En general, con los resultados obtenidos se puede observar que el bagazo de la caña de azúcar es un material eficiente para tratar los efluentes producidos en las lavadoras de jeans.

Durante todo el tiempo que duro el trabajo experimental, se realizó el control y seguimiento constante con el fin de asegurar el correcto funcionamiento del filtro y para que los resultados que se obtengan sean lo más precisos posibles. En los 90 días que duró el proceso de filtración se realizó un cambio del material filtrante en el día 50, ya que se observó que los resultados del DQO estaba cerca de superar el límite máximo permitido por la normativa TULSMA.

Es necesario aclarar que el procedimiento y condiciones del material con el cual se realizó este estudio presenta diferencias con los trabajos realizados por los autores mencionados anteriormente, ya que dichos autores combinaron el bagazo de la caña con otros materiales y lo modificaron químicamente con el fin de obtener mejores resultados, otra gran diferencia es el tiempo que duró el análisis y el tipo de agua residual que ellos trataron. Sin embargo, se puede observar que los resultados obtenidos son muy similares.

4.2.3 Análisis crítico y personal

4.2.3.1 Análisis crítico

La utilización de filtros a través de varias investigaciones alrededor de todo el mundo han demostrado ser un método eficaz y económico al momento de tratar las aguas residuales. El presente proyecto experimental que consistió en tratar las aguas residuales provenientes de una lavadora de jeans con un filtro biológico a base del bazo de la caña de azúcar es una importante contribución ya que a través del mismo se pudo conocer la eficiencia de este material para tratar este tipo de aguas residuales, para ello se realizó varios análisis tanto de las muestras de agua filtrada y cruda en un laboratorio certificado.

Al analizar los resultados obtenidos de los parámetros DBO₅, DQO y color, se pudo observar que el bagazo de la caña de azúcar tiene buenas propiedades para tratar este tipo de aguas ya que la eficiencia en la remoción durante los primeros días fue más del 50% en los parámetros en estudio y dichos parámetros siempre se mantuvieron bajo los límites permitidos por la norma TULSMA. Además se puede recalcar que los resultados obtenidos son similares a los resultados que obtuvieron otros autores que utilizaron el mismo material.

4.2.3.2 Análisis personal

Al realizar el presente proyecto puedo decir que el bagazo de la caña de azúcar es un material que presenta grandes ventajas al momento de utilizarle como filtro para tratar las aguas residuales provenientes de una lavadora de jeans.

Las ventajas que puedo mencionar al utilizar el bagazo de caña como filtro son las siguientes:

- La primera ventaja que se destaca es que este material tiene un bajo costo ya que es el residuo que queda al elaborar el azúcar.
- Es un material que existe en gran cantidad en todo el mundo y de igual manera a nivel de Pelileo lugar donde se realizó este proyecto, se puede conseguir este material con gran facilidad ya que se puede encontrar en la ciudad de Baños.
- Es fácil de preparar el bagazo para realizar el filtro, no necesita de ningún tipo de tratamiento solo se debe triturar hasta llegar a un tamaño en que las partículas no dejen vacíos de gran volumen.
- Tiene excelentes propiedades sorbentes.

Además de las ventajas mencionadas, puedo destacar la eficiencia que presento el bagazo para tratar este tipo de aguas ya que los resultados fueron muy buenos, y se logró mantener los parámetros en estudio bajo los límites permitidos por la norma TULSMA.

Un punto importante que se observó es que el bagazo tiene mayor eficiencia en la remoción durante los primeros 20 días y después va reduciendo motivo por el cual se realizó el cambio del material a los 50 días.

4.3 Verificación de hipótesis

Una vez analizados los resultados de cada parámetro en estudio, se verifica la hipótesis alternativa (H_i) debido a que durante los 90 días que se llevó a cabo este proyecto experimental, el filtro elaborado a base del bagazo de la caña de azúcar redujo los niveles de contaminación de los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y color, manteniéndolos

por debajo de los niveles máximos permitidos por el TULSMA para las descargas de efluentes hacia las redes de alcantarillado público.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La industria lavadora de jeans “Lavaclassic”, cuenta con oficinas para la administración y atención al cliente y el área de lavado. El área de lavado está equipada con cuatro máquinas para el lavado y teñido de los jeans, un caldero, dos secadoras industriales, una centrifugadora, y para almacenar el agua, cuenta con un tanque de reserva subterráneo el cual es abastecido diariamente por un tanquero. Además, esta industria está equipada con una planta de tratamiento la cual se encarga de reducir los niveles de contaminación del efluente producida por la misma, hasta llegar a valores inferiores con relación a los permitidos por la norma TULSMA, para la descarga en las redes de alcantarillado público.
- Al analizar los caudales tanto de entrada como de salida, se concluyó que la industria Lavaclassic consume cada día un caudal promedio de $71,26\text{m}^3$ y genera un caudal promedio de salida de $70,55\text{m}^3$, al realizar la diferencia entre estos dos valores se observa que industria pierde un promedio de 710lts de agua al día, debido a que al final de todos los procesos se realiza el secado de las prendas lo que ocasiona que el agua se evapore y no se convierta en caudal de salida. Además, se determinó que la industria consume por cada prenda lavada un caudal promedio de 57,68 lts/prenda.
- Después de analizar los resultados obtenidos de los parámetros en estudio, se concluyó que durante los primeros 20 días de filtración el bagazo de la caña de azúcar presenta una mejor eficiencia para disminuir los niveles de DBO_5 y DQO presentes en el agua residual, ya que los resultados obtenidos son 87,10% y 89,35% respectivamente, mientras que a medida que van pasando los días, su eficiencia va disminuyendo hasta llegar a un valor mínimo de 27,26% en los dos

parámetros. Mientras que la eficiencia en la remoción del color se observó que se mantiene entre 56,06% y 84,51% a lo largo de todo el proceso de filtración, debido a que los colorantes que se utilizaron para dar el acabado a las prendas variaban cada día.

- Mediante el análisis realizado por el microscopio electrónico de barrido, se pudo observar que el bagazo de la caña de azúcar es material capaz de retener partículas sobre su superficie, lo cual indica que este material puede ser utilizado para tratar las aguas residuales provenientes de las lavadoras de Jeans.

5.2 Recomendaciones

- Es fundamental retirar los desechos flotantes de los tanques de la planta de tratamiento para evitar averías en la bomba que succiona el efluente y lo lleva hacia los pozos de sedimentación. Además, se recomienda realizar un cambio las tuberías que transporta el vapor hacia las máquinas de lavado ya que están oxidadas con inicios de corrosión.
- Se recomienda instalar un medidor en la industria con el cual se puede monitorear con mayor exactitud el volumen de agua que ingresa, ya que el tanquero pierde una cantidad considerable de agua en el transcurso del viaje.
- En el tratamiento de los efluentes que provienen de las lavadoras de jeans utilizando el bagazo de la caña de azúcar como material filtrante, se recomienda realizar un cambio de material en un máximo de 30 días, ya que después de este tiempo dicho material deja de ser eficiente y los niveles de contaminación tiende a subir.
- Para obtener resultados confiables en la caracterización del material utilizando el microscopio electrónico de barrido, se recomienda prepara el material y realizar el procedimiento de acuerdo con las especificaciones indicadas por el técnico de laboratorio

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Azizullah, M. N. K. Khattak, P. Richter, and D.-P. Häder, “Water pollution in Pakistan and its impact on public health — A review,” *Environ. Int.*, vol. 37, no. 2, pp. 479–497, 2011.
- [2] C. Author *et al.*, “Domestic Water Pollution among Local Communities in Nigeria ----Causes and Consequences,” vol. 52, no. 4, pp. 592–603, 2011.
- [3] R. Vilanova, I. Santín, and C. Pedret, “Control y Operación de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales: Modelado y Simulación,” *Rev. Iberoam. Automática e Informática Ind.*, vol. 14, pp. 217–233, 2017.
- [4] R. Oliveira, A. Alves, S. Campos, M. Ferreira, and M. Soares Costa, “Application rates and filtering materials for biofilters in house sewage,” *Idesia*, vol. 31, no. 1, pp. 5–13, 2013.
- [5] R. Melgoza and R. De la Cruz, “Tratamiento de un efluente textil por medio de un biofiltro discontinuo secuenciado anaerobio/aerobio.,” *Rev. Española Drog.*, vol. 38, no. 4, pp. 1–10, 2013.
- [6] R. E. Contreras, I. Hernández, R. O. González, A. García, and M. Arriaga, “Uso De Bagazo De Caña De Azúcar Y Rastrojo De Maíz Modificados Con Iones So 4-2 Y Po 4-3 Remotion of Methylene Blue in Aqueous Medium By Use of Bagasse of,” *Av. en Ciencias e Ing.*, vol. 4, no. 1, pp. 29–37, 2013.
- [7] F. POYER, S. VALLADARES, J. DANGLAD, and V. SALAZAR, “Adsorción de hidrocarburos de petróleo en agua mediante una columna empacada con bagazo de caña de azúcar,” *CIENCIAS BÁSICAS Y Tecnol.*, vol. 27, no. June, pp. 441–453, 2015.
- [8] P. de la C. Martínez Nodal, E. R. Rosa Domínguez, I. L. Rodríguez Rico, J. L. Mas, and M. M. Pérez Villar, “Minimizacion Del Impacto Ambiental De Las Aguas Oleosas Mediante Columna Rellena Con Bagazo De Caña De Azúcar.,” *Una Publicación la Editor. Feijóo Dispon.*, vol. 43, no. 1, pp. 62–69, 2016.
- [9] A. R. Fernández-Alba, P. L. García, R. R. García, M. D. Valiño, S. V. Fernández, and J. S. García, *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*, 2da edicio. España: CEIM Dirección General de Universidades e

Investigación., 2006.

- [10] L. Cámara, M. Hernández, and L. Paz, “Manual de diseño para plantas de tratamiento de aguas residuales alimenticias,” *Dep. Fenómenos Transp.*, vol. 1, p. 11, 2014.
- [11] M. B. GARAY and O. T. GÓMEZ, “Remoción de colorantes de efluentes sintéticos de la industria textil aplicando tecnología avanzada,” *Fac. Ing. Ind. - UNMSM*, vol. 19, no. 2, pp. 91–95, 2016.
- [12] L. F. G. Giraldo and G. A. P. Mesa, “Fotocatálisis de aguas residuales de la industria textil utilizando colector solar,” *Univ. Antioquia*, vol. 1, no. 1, p. 8, 2010.
- [13] O. López, “Determinación de medidas de producción más limpia para la optimización del uso de energía térmica y consumo de agua en la industria de lavado de jeans Chelos Pelileo Provincia de Tungurahua.,” Universidad Técnica de Ambato, 2012.
- [14] C. Tejada-Tovar, Á. Villabona-Ortiz, and L. Garcés-Jaraba, “Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico,” *Tecno Lógicas*, vol. 18, no. 34, pp. 109–123, 2015.
- [15] A. S. Raymundo, R. Zanarotto, M. Belisário, M. G. de Pereira, J. N. Ribeiro, and A. V. F. Nardy Ribeiro, “Evaluation of sugar-cane bagasse as bioadsorbent in the textile wastewater treatment contaminated with Carcinogenic congo red dye,” *Brazilian Arch. Biol. Technol.*, vol. 53, no. 4, pp. 931–938, 2010.
- [16] C. T. Amâncio and L. F. Costa Nascimento, “Asma e poluentes ambientais: um estudo de séries temporais,” *Rev. Assoc. Med. Bras.*, vol. 58, no. 3, pp. 302–307, 2012.
- [17] A. Agrawal, R. S. Pandey, and B. Sharma, “Water Pollution with Special Reference to Pesticide Contamination in India,” *J. Water Resour. Prot.*, vol. 2, no. 5, pp. 432–448, 2010.
- [18] M. Romero, A. Colin, E. Sánchez, and L. Ortiz, “Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: evaluación de la remoción de la carga orgánica,” *Univ. Autónoma del Estado Morelos*, vol. 25, no. 3, pp. 157–167, 2009.
- [19] I. Rawat, R. R. Kumar, T. Mutanda, and F. Bux, “Dual role of microalgae

- Phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels production,” vol. 88, pp. 3411–3424, 2011.
- [20] Y. Haro, “Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la fábrica lácteos San José del cantón Píllaro,” ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, 2015.
- [21] O. Sarango and J. Sánchez, “Diseño y construcción de 2 biofiltros con eichhornia crassipes y lemna minor para la evaluación de la degradación de contaminantes en aguas residuales de la extractora río manso exa s.a. ‘Planta la Comuna’, Quinindé,” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016.
- [22] C. RUALES, “Desarrollo de un agente cementante para la construcción a partir de lodos producidos por el proceso de floculación-coagulación en la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa Nilotex,” UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK FACULTAD, 2015.
- [23] K. A. Reynolds, “Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica Identificación del Problema,” *Agua Latinoam.*, p. 4, 2002.
- [24] P. A. Lo Monaco, A. T. de Matos, C. P. Jordão, P. R. Cecon, and M. A. Martinez, “Influência da granulometria da serragem de madeira como material filtrante no tratamento de águas residuárias,” *Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambient.*, vol. 8, no. 1, pp. 116–119, 2004.
- [25] N. Galindo, Andres; Toncel, Enrique; Rincón, “Evaluación de un filtro biológico como unidad de post-tratamiento de aguas residuales utilizando conchas marinas como material de soporte Evaluation of a biological filter as post-treatment wastewater unit using sea shells as support material Avaliação de,” p. 50, 2016.
- [26] L. F. Vivas and Caracterização, “Caracterização de argilas e biomassa da cana-de-açúcar e utilização como adsorventes na remoção de BTX São José do Rio Preto Leticia Fachin Vivas Caracterização de argilas e biomassa da cana-de-açúcar e utilização como adsorventes na,” Universidade Estadual Paulista, 2013.
- [27] V. L. M. M. Silva, W. C. Gomes, and O. L. S. Alsina, “Utilização do bagaço de cana de açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos,” *Rev. Eletrônica Mater. e Process.*, vol. 2, pp. 27–32, 2007.
- [28] V. R. E. Quiñones, C. Tejada, C. Arcia, “Remoción De Plomo Y Níquel En

- Soluciones Acuosas Usando Biomazas Lignocelulósicas: Una Revisión,” *Rev. U.D.C.A Act. Div. Cient.*, vol. 16, no. 2, pp. 479–489, 2013.
- [29] S. S. Yadav and K. Rajesh, “Monitoring Water quality of Kosi River in Rampur District, Uttar Pradesh, India,” *Adv. Appl. Sci. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 197–201, 2011.
- [30] C. A. Almeida, P. González, M. Mallea, L. D. Martinez, and R. A. Gil, “Determination of chemical oxygen demand by a flow injection method based on microwave digestion and chromium speciation coupled to inductively coupled plasma optical emission spectrometry,” *Talanta*, vol. 97, pp. 273–278, 2012.
- [31] C. Perez, F. León, and G. Delgado, “Tratamiento de aguas: Manual de laboratorio,” *Univ. Nac. AUTÓNOMA MÉXICO*, p. 129, 2012.
- [32] Ministerio del Ambiente, “Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes Al Recurso Agua,” *Minist. del Ambient.*, pp. 1–37, 2015.
- [33] M. J. Rubio Hurtado and V. Berlanga Silvestre, “Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS . Caso práctico .,” *Rev. d’Innovació i Recer. en Educ.*, vol. 5, pp. 83–100, 2012.
- [34] S. Peiró and E. Bernal-Delgado, “Variaciones en la práctica médica: apoyando la hipótesis nula en tiempos revueltos,” *Rev Esp Salud Pública*, vol. 86, pp. 213–217, 2012.
- [35] Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), “Agua, calidad del agua, Muestreo, Manejo y conservación de muestras,” vol. First Edit, pp. 7–12, 2013.
- [36] Comisión Nacional del Agua, “Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.,” *Secr. Medio Ambient. y Recur. Nat. Blvd.*, p. 57, 2015.
- [37] R. O. Batista, M. A. Sartori, A. A. Soares, F. N. M. Paiva, and M. R. de F. Costa, “Potencial da remoção de poluentes bioquímicos em biofiltros operando com esgoto doméstico,” *Rev. Ambient. e Agua*, vol. 9, no. 3, pp. 445–458, 2014.
- [38] S. Gaikwad and S. J. Mane, “Reduction of Chemical Oxygen Demand by using Coconut Shell Activated Carbon and Sugarcane Bagasse Fly Ash,” *Int. J. Sci. Res.*, vol. 4, no. 7, pp. 2013–2016, 2015.

2. Anexos

2.1 Anexos fotográficos

| Prelación del material filtrante (bagazo de la caña de azúcar) | |
|---|---|
|  <p>Bagazo natural</p> |  <p>bagazo triturado</p> |
|  <p>Secado natural de bagazo triturado</p> |  <p>Recipiente + 35 lts de bagazo triturado</p> |

Caracterización del bagazo de la caña de azúcar



Muestra 1: Bagazo sin alterar



Muestra 2: Bagazo utilizado como filtro



Bagazo sin alterar en el desecador



Bagazo usado en el horno para el secado



Selección de la cantidad de muestra



Muestras colocadas en el microscopio electrónico TESCAN

Proceso diario de la etapa de filtración



Llenado del tanque



Tanque lleno del agua residual



Recolección del agua residual sin filtrar



Recolección del agua residual filtrada



Agua residual sin filtrar vs agua residual filtrada

Espacios con los que cuenta la industria Lavaclassic



Oficina de administración



Área de recepción y conteo de las prendas



Máquinas de lavado y teñido



Secadora



Centrifugadora



Planta de tratamiento de la industria



Tanque subterráneo de reserva de agua



Bodega de productos químicos



Pantalón jean antes del proceso de acabado



Pantalón jean terminado



Bodega de almacenamiento para la entrega de las prendas al cliente

2.2 Informes de los análisis

 **LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES** 

N° SE: 097-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Luis Quilligana **INFORME N°** 097-17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 097-17
DIRECCIÓN: Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 29-06-17
TELÉFONO: 0987484939 **FECHA DE INFORME:** 05-07-17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de jeans, El Tambo, Pelileo **TIPO DE MUESTRA:**
IDENTIFICACIÓN: MA - 237-17 10 días de tratamiento Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 237-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Color real | Upt-co | STANDARD METHODS 2120 C | 988 | N/A | 29-06-17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 173 | N/A | 29-06-17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 83,10 | N/A | 29-06-17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:
Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1 FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Luis Quilligana **INFORME Nº** 114- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **Nº SE:** 114-17
DIRECCIÓN: Ambato
TELÉFONO: 0987484939 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 10 - 07 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de jeans, El Tambo, Peñileo **FECHA DE INFORME:** 17 - 07- 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
MA - 256-17 20 días de tratamiento Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 256-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------|----------|----------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Color real | Upt-co | STANDARD METHODS 2120 C | 876 | N/A | 10 - 07 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 141 | N/A | 10 - 07 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 62 | N/A | 10 - 07 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 131-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Luis Quilligana **INFORME N°** 131-17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 131-17
DIRECCIÓN: Ambato
TELÉFONO: 0987484939 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 20-07-17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de jeans, El Tambo, Pelileo **FECHA DE INFORME:** 27-07-17
IDENTIFICACIÓN: MA - 276-17 30 días de tratamiento **TIPO DE MUESTRA:** Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 276-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------|----------|----------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Color real | Upt-co | STANDARD METHODS 2120 C | 1018 | N/A | 20-07-17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 212 | N/A | 20-07-17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 101 | N/A | 20-07-17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Cuano Bloque Administrativo.



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Luis Quilligana INFORME N° 142-17
 EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato N° SE: 142-17
 DIRECCIÓN: Ambato
 TELÉFONO: 0987484939 FECHA DE RECEPCIÓN: 31-07-17
 NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de jeans, El Tambo, Pelileo FECHA DE INFORME: 07-08-17
 IDENTIFICACIÓN: TIPO DE MUESTRA:
 MA - 288-17 40 días de tratamiento Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 288-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Color real | Upt-co | STANDARD METHODS 2120 C | 1329 | N/A | 31-07-17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 270 | N/A | 31-07-17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 124,8 | N/A | 31-07-17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 172-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Luis Quilligana

INFORME N° 172- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 172-17

DIRECCIÓN: Ambato

TELÉFONO: 0987484939

FECHA DE RECEPCIÓN: 09 - 08 -17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1. Agua residual lavadora de jeans, El Tambo, Pelileo

FECHA DE INFORME: 18 - 08 - 17

IDENTIFICACIÓN:

TIPO DE MUESTRA:

MA - 307-17
MA - 308-17

50 días de tratamiento
50 días de tratamiento

Agua
Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 307-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------|----------|----------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Color real | Upt-co | STANDARD METHODS 2120 C | 3860 | N/A | 09 - 08 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 620 | N/A | 09 - 08 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 217 | N/A | 09 - 08 -17 |


MA - 308-17


| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------|----------|----------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Color real | Upt-co | STANDARD METHODS 2120 C | 1648 | N/A | 09 - 08 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 451 | N/A | 09 - 08 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 157.85 | N/A | 09 - 08 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Benito Mendoza T., Ph.D.
TÉCNICO L.S.A.



-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



N° SE: 192-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Luis Quilligana INFORME N° 192-17
 EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato N° SE: 192-17
 DIRECCIÓN: Ambato
 TELÉFONO: 0987484939
 FECHA DE RECEPCIÓN: 18-08-17
 FECHA DE INFORME: 25-08-17
 NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de jeans, El Tambo, Pelileo TIPO DE MUESTRA:
 IDENTIFICACIÓN: MA - 330-17 Dia 1 Cambio de bagazo Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 330-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Color real | Upt-co | STANDARD METHODS 2120 C | 1036 | N/A | 18-08-17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 166 | N/A | 18-08-17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 72 | N/A | 18-08-17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.

Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Luis Quilligana **INFORME Nº** 199- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **Nº SE:** 199-17
DIRECCIÓN: Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 28 - 08 -17
TELÉFONO: 0987484939 **FECHA DE INFORME:** 04 - 09- 17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de jeans, El Tambo, Pelileo **TIPO DE MUESTRA:**
IDENTIFICACIÓN: MA - 340-17 Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 340-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------|----------|----------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Color real | Upt-co | STANDARD METHODS 2120 C | 1696 | N/A | 28 - 08 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 66 | N/A | 28 - 08 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 28 | N/A | 28 - 08 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Luis Quilligana **INFORME N°** 222-17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 222-17
DIRECCIÓN: Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 07 - 09 -17
TELÉFONO: 0987484939 **FECHA DE INFORME:** 14 - 09- 17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lavadora de jeans, El Tambo, Pelileo **TIPO DE MUESTRA:**
IDENTIFICACIÓN: MA - 365-17 Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 365-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Color real | Upt-co | STANDARD METHODS 2120 C | 1132 | N/A | 07 - 09 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 372 | N/A | 07 - 09 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 143 | N/A | 07 - 09 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Luis Quilligana **INFORME N°** 254- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 254-17
DIRECCIÓN: Ambato
TELÉFONO: 0987484939 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 14 - 09 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 2, Agua residual lavadora de jeans, El Tambo, Peileico **FECHA DE INFORME:** 25 - 09- 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
 MA - 431-17 Agua cruda Agua
 MA - 432-17 Agua filtrada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 431-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Color real | Upt-co | STANDARD METHODS 2120 C | 1216 | N/A | 14 - 09 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 725 | N/A | 14 - 09 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 356,20 | N/A | 14 - 09 -17 |

MA - 432-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Color real | Upt-co | STANDARD METHODS 2120 C | 598 | N/A | 14 - 09 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 339 | N/A | 14 - 09 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 147,30 | N/A | 14 - 09 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

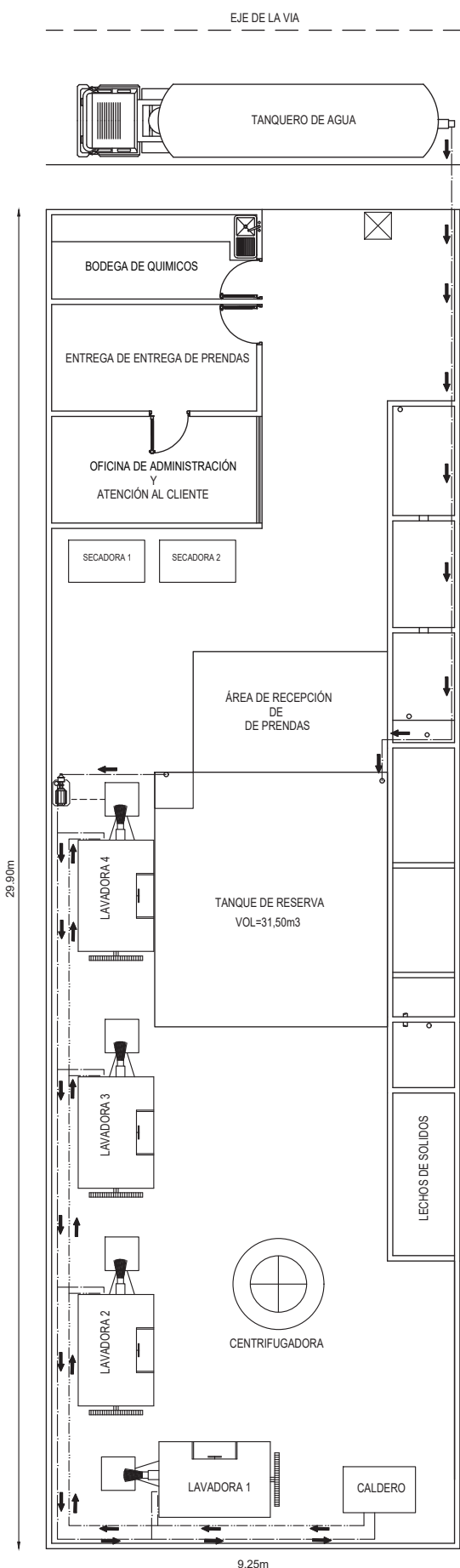
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
 Benito Mendoza T., Ph.D.

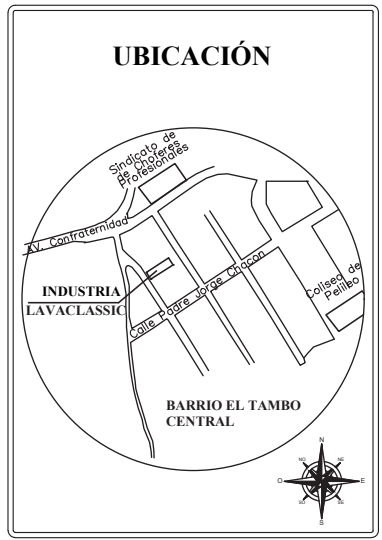
Dr. Juan Carlos Lara R.
 TÉCNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

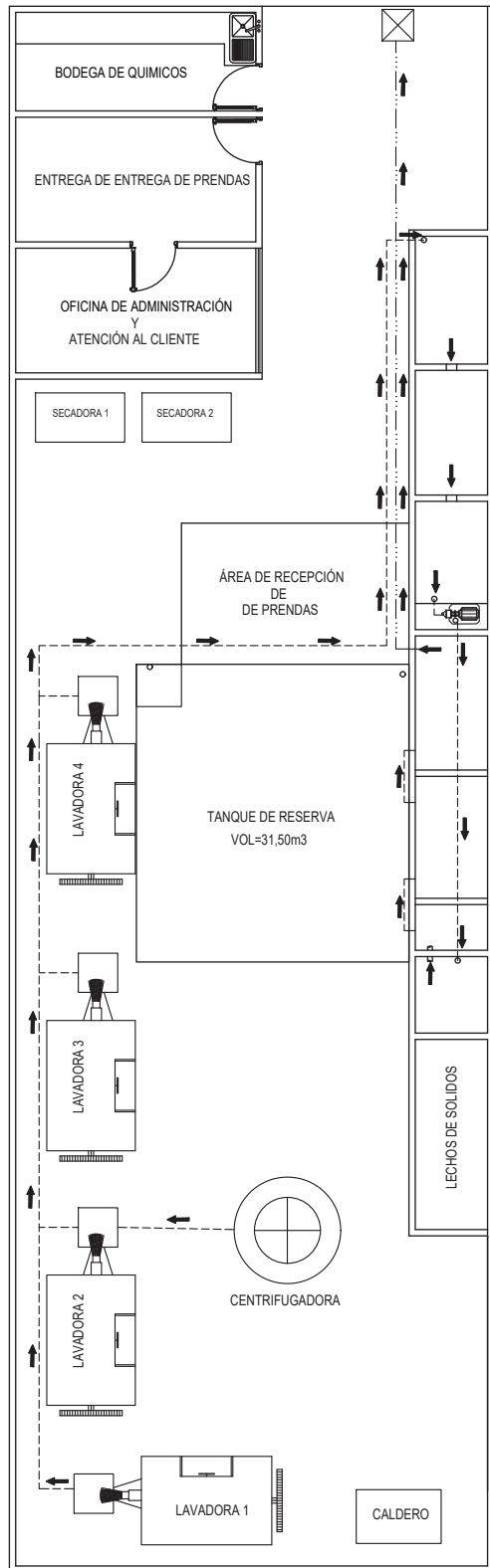
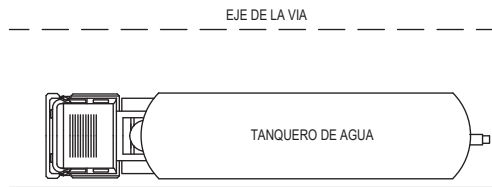
2.3 Planimetría de la industria Lavaclassic



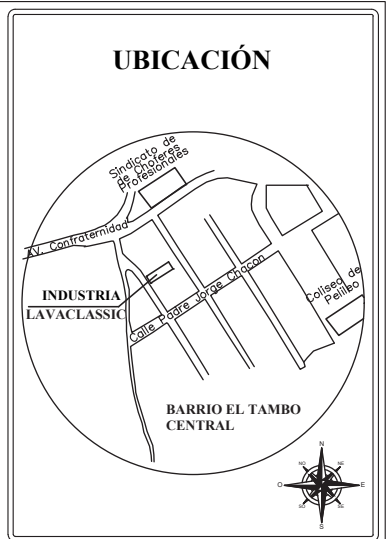
INDUSTRIA LAVACLASSIC
 ESC: 1:100



| | | | |
|---|----------------------------|--|-------------------------|
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL | | | |
| TEMA: ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTE DE LA LAVADORA DE JEANS LAVACLASSIC UBICADA EN LA CIUDAD DE PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA. | | | |
| CONTIENE: PLANTA ARQUITECTÓNICA Y DIAGRAMA DEL AGUA QUE INGRESA A LA INDUSTRIA | | | |
| INDUSTRIA: LAVACLASSIC | SECTOR: EL TAMBO | FECHA: ENERO/2018 | ESCALA: 1:100 |
| ELABORADO POR: _____ LUIS RÓGELIO QUILLIGANA CHIFLA | | TUTOR: _____ Ing. MSc. DILÓN MOYA | |



INDUSTRIA LAVACLASSIC
ESC: 1:100



| | | | |
|--|----------------|---|----------------|
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | |
| TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL | | | |
| TEMA: | | | |
| ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTE DE LA LAVADORA DE JEANS LAVACLASSIC UBICADA EN LA CIUDAD DE PELLEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA. | | | |
| CONTIENE: | | | |
| PLANTA ARQUITECTÓNICA Y DIAGRAMA DE FLUJO DEL AGUA RESIDUAL QUE GENERA LA INDUSTRIA | | | |
| INDUSTRIA: | SECTOR: | FECHA: | ESCALA: |
| LAVACLASSIC | EL TAMBO | ENERO/2018 | 1:100 |
| ELABORADO POR: | | TUTOR: | |
| <hr style="width: 100%;"/> LUIS ROGELIO QUILLIGANA CHIFLA | | <hr style="width: 100%;"/> Ing. MSc. DILÓN MOYA | |