

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:

I

ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE INDUSTRIAS DE LAVADORAS DE JEANS FASHION DE LA CIUDAD DE AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR: José Luis Balladares Pico.

TUTOR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

AMBATO-ECUADOR.

2018

Certificación del tutor

Yo, Ing. Mg. Rodrigo Acosta certifico que el presente Informe Final del Trabajo Experimental “ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE INDUSTRIAS DE LAVADORAS DE JEANS FASHION DE LA CIUDAD DE AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” realizado por el Sr. José Luis Balladares Pico, ex estudiante 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.

Atentamente:

Ing. Mg. Rodrigo Acosta

TUTOR

Autoría

Yo, José Luis Balladares Pico, C.I. 180480171-8, ex estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo experimental con el tema: “ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE INDUSTRIAS DE LAVADORAS DE JEANS FASHION DE LA CIUDAD DE AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, es de mi completa autoría, a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

Atentamente:

José Luis Balladares Pico

C.I: 180480171-8

Derechos del autor

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

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

Atentamente:

José Luis Balladares Pico

C.I: 180480171-8

Aprobación del tribunal de grado

Los profesores calificadores una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE INDUSTRIAS DE LAVADORAS DE JEANS FASHION DE LA CIUDAD DE AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, del egresado José Luis Balladares Pico, de la carrera de Ingeniería Civil, la misma que cumple con las disposiciones reglamentarias emitidas por el centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman.

Ing. Mg. Lenin Maldonado
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Dilon Moya
PROFESOR CALIFICADOR

Dedicatoria

Abuela, fuiste una mujer maravillosa.

Estoy muy agradecido de haberte tenido en mi vida, de haber contado contigo, con la grandiosa presencia de la mujer más fuerte y perseverante que he conocido en la vida.

Hoy que no te tengo aquí me gustaría abrazarte como antes, pero sé que aunque los años han pasado desde tu partida siempre estas a mi lado, gracias por hacerme sentir todo ese amor que expresas, en mi corazón siempre llevo tu recuerdo.

Esto es dedicado a ti mi abuelita Rosana, tú fuiste quien me dio la bendición y la fortaleza para forjarme como persona y ahora como profesional.

Tus alas ya estaban listas para volar pero mi corazón nunca estuvo listo para verte partir.

Te amare por toda la eternidad.

Agradecimiento

A mis padres quienes me han apoyado con tanto esfuerzo durante toda mi vida, en cada paso que he dado ellos han estado conmigo, por su infinito amor, cuidado y paciencia.

A mi hermana que con su apoyo no lo habría logrado, a mi sobrinita por llenar de luz y alegría nuestras vidas.

A mi tío quien ha sido mi segundo padre, mi amigo incondicional, la persona que inculcó en mí que con esfuerzo, humildad y responsabilidad se llega a formar grandes personas.

A mis compañeros y amigos que me han ayudado en cada etapa de mi vida con su bondad y fraternidad.

A mis profesores que han compartido su conocimiento y sabiduría para que alcanzara una nueva etapa en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

A. Páginas Preliminares	
Portada.....	I
Certificación del tutor	II
Autoría.....	III
Derechos del autor.....	IV
Aprobación del tribunal de grado.....	V
Dedicatoria	VI
Agradecimiento	VII
Índice General	VIII
Índice de Tablas y Gráficos.....	XII
Resumen Ejecutivo.....	XIV
Executive Summary	XV
CAPÍTULO I.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	6

Fundamentación	6
2.1 Fundamentación teórica	6
2.1.1 Filtro biológico.....	6
2.1.2 Color.....	6
2.1.3 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).....	7
2.1.4 Demanda química de oxígeno (DQO)	8
2.1.5 Generalidades de la naranja	8
2.1.6 Agua residual proveniente del lavado de jeans.....	9
2.1.7 Tipos de sistema de filtración	10
2.2 Hipótesis.....	15
2.2.1 Hipótesis Alternativa	15
2.2.2 Hipótesis Nula.....	15
2.3 Señalamiento de las variables.....	15
2.3.1 Variable independiente	15
2.3.2 Variable dependiente	15
CAPÍTULO III	16
Metodología	16
3.1 Tipo de Investigación	16
3.1.1 Investigación Exploratoria.....	16
3.1.2 Investigación Descriptiva	16
3.1.3 Investigación de Laboratorio	16

3.2 Población y Muestra	17
3.2.1 Población	17
3.2.2 Muestra	18
3.3 Operación de Variables	19
3.3.1 Variable Independiente	19
3.3.2 Variable Dependiente	20
3.4 Plan de recolección de Información	21
3.5 Plan de procesamiento y análisis	22
3.5.1 Diseño del filtro	23
3.5.2 Descripción del Proceso.....	28
3.5.3 Información de la Industria.....	29
3.5.4 Infraestructura de la lavadora de jeans FASHION	31
3.5.5 Funcionamiento básico de la lavadora FASHION	31
CAPÍTULO IV	36
Análisis e interpretación de resultados.....	36
4.1 Recolección de datos	36
4.1.1 Caudales utilizados en la lavadora “FASHION”	38
4.2 Análisis de resultados	41
4.2.1 Tablas de resultados (Muestra-Parámetros).....	41
4.2.2 Comparación gráfica de los resultados, con el límite máximo permisible según la tabla N°9 y la tabla N°2 del Acuerdo Ministerial 028.....	42

4.2.3 Análisis y cálculo de la eficiencia de remoción de los parámetros	45
4.2.4 Análisis de la eficiencia de remoción según los valores expresados en porcentajes de DQO, DBO5, Color.	50
4.3 Verificación de la Hipótesis	54
CAPÍTULO V	55
Conclusiones y Recomendaciones	55
5.1 Conclusiones	55
5.2 Recomendaciones	56
MATERIALES DE REFERENCIA	57
Bibliografía	57
Anexos	60
a.1. Tablas del límite máximo permisible según el Acuerdo Ministerial N°028.	60
b.1. Resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de agua residual.	62
c.1. Archivos fotográficos.	66

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

a. TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente.....	19
Tabla 2. Operacionalización de la variable dependiente.....	20
Tabla 3. Plan de recolección de información.	21
Tabla 4. Fechas en las que se colocó agua en el filtro.	36
Tabla 5. Cronograma de recolección de muestras para el análisis.....	36
Tabla 6. Resumen de parámetros después de la biofiltración vs Límite Máximo.	36
Tabla 7. Cuadro comparativo de DQO, posterior a la biofiltración.....	37
Tabla 8. Cuadro comparativo de DBO5, posterior a la biofiltración.	37
Tabla 9. Cuadro comparativo de análisis de color, posterior a la biofiltración.	37
Tabla 10. Número diarias de actividades que realiza en la lavadora.	38
Tabla 11. Distribución de agua en un día de trabajo.....	38
Tabla 12. Distribución de agua total en una semana de trabajo.....	39
Tabla 13. Volumen de agua residual que genera la lavadora.....	40
Tabla 14. Tabla general de análisis físico-químicos del agua residual proveniente de la lavadora “FASHION”.....	41
Tabla 15. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (DQO).	45
Tabla 16. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (DBO5).	47
Tabla 17. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (Color).....	48
Tabla 18. Tabla general de análisis físico-químicos expresados en porcentajes.	50

b. GRÁFICOS

Gráfico 1. Esquema de la estructura del filtro.....	25
Gráfico 2. Dimensiones del filtro.....	27
Gráfico 3. Ubicación de la lavadora FASHION.	30
Gráfico 4. Diagrama del proceso que realiza lavadora “FASHION”.	35
Gráfico 5. Comparación del DQO con el límite máximo permisible.	42
Gráfico 6. Comparación del DBO5 con el límite máximo permisible.....	43
Gráfico 7. Comparación del Color con el límite máximo permisible.	44
Gráfico 8. % Eficiencia de remoción de DQO.....	46
Gráfico 9. % Eficiencia de remoción de DBO5.....	47
Gráfico 10. % Eficiencia de remoción de Color.	49
Gráfico 11. Comparación en porcentaje del DQO con el límite máximo.....	51
Gráfico 12. Comparación en porcentaje del DBO5 con el límite máximo.	52
Gráfico 13. Comparación en porcentaje del Color con el límite máximo.	53

Resumen Ejecutivo

TEMA: “ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE INDUSTRIAS DE LAVADORAS DE JEANS FASHION DE LA CIUDAD DE AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

Autor: Balladares Pico José Luis

Tutor: Ing. Mg. Rodrigo Acosta

El presente proyecto experimental tiene como finalidad, evaluar la eficiencia de la cáscara de naranja como material filtrante, para un efluente que vierte la Lavadora de Jeans “Fashion”.

Se llevo a cabo un estudio durante veinte días en los cuales se tomó y analizó dos muestras cada cinco días, una muestra antes y una muestra después del filtrado. Los parámetros que se estudiaron para conocer la eficiencia de la cáscara de naranja fueron: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y Color, según el TULSMA.

La estructura del filtro es metálica, esta da soporte a un tanque de almacenamiento con el efluente, a la salida del tanque se colocara una llave la cual nos permitirá tener un caudal constante de 0.105 lts/min, el agua bajara mediante gravedad hacia un sistema de goteo y se repartirá uniformemente en el material filtrante que estará contenido en un recipiente plástico el cual en su interior tiene una lámina de tol que direcciona el flujo hacia un pequeño agujero para la evacuación de la misma.

Con base a los análisis del agua residual se determinó la eficiencia del filtro, obteniendo valores máximos de remoción: DQO=90.83%,DBO5=93.03%, Color=71.02%, lo que nos permite confirmar que la cáscara de naranja ayuda a una reducción de los parámetros mencionados, brindándonos una descontaminación notable en el efluente de una lavadora de jeans.

Executive Summary

TOPIC: ANALYSIS OF THE ORANGE SHELL AS A FILTER IN THE TREATMENT OF WASTEWATER COMING FROM FASHION JEANS WASHING INDUSTRIES OF THE AMBATO CITY, TUNGURAHUA PROVINCE.

Author: Balladares Pico José Luis

Tutor: Ing. Mg. Rodrigo Acosta

The present experimental project has as objective, evaluating the efficiency of the orange shell like filtering material, for an effluent that pours the Jeans Washer "Fashion."

The study was carried out during 20 days in which two samples were taken and analyzed every five days, un sample before and un sample after of filtration. The parameters that were studied to know the efficiency of the orange shell were: Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD5) and Color, according to TULSMA.

The structure of the filter is metallic, it gives support to a storage tank with the effluent. In the output of tank, a valve was placed which allows to have a uniform flow rate of 0.105 lts/min, the water down by gravity toward a drip system dividing uniformly all over the material filtering drains included in a plastic recipient, it has inside a tol sheet that gives the direction of the flow toward a small hole for the evacuation filtered water.

COD, BOD5 and Color, efficiency were determined based on the data base of physical and chemical analysis, having 90.83%, 93.03% and 71.02%, as maximum efficiency respectively. These results allow us to confirm that the orange shell helps un a reduction of the mentioned parameters, thus the decontamination of the effluent is remarkable of a jeans washer.

CAPÍTULO I

Antecedentes

1.1 Tema

ANÁLISIS DE LA CÁSCARA DE NARANJA COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE INDUSTRIAS DE LAVADORAS DE JEANS FASHION DE LA CIUDAD DE AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

1.2 Antecedentes

En base a artículos técnicos, científicos y tesis de grado se pudo obtener información referente de estudios e investigaciones sobre la implementación de un biofiltro con cáscara de naranja en el tratamiento de aguas residuales provenientes de industrias, lo cual nos favorece para establecer los criterios y desarrollar correctamente el presente trabajo experimental hacia los objetivos planteados.

A través de la evaluación del proceso de biosorción con cáscaras de naranja para la eliminación del colorante comercial lanasol navy *ce* en aguas residuales de la industria textil se logró la remoción del colorante a través de la utilización de cáscaras de naranjas secas y molidas, el mejor porcentaje de remoción de colorante se logró con partículas menores a 1mm, la misma que se alcanzó en la primera hora de contacto. La relación entre la concentración de biosorbente y el colorante removido se comportó en forma lineal para altas concentraciones de adsorbente. [1]

La biofiltración sobre materiales orgánicos son una nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias, se pudo obtener tener resultados durante los seis años de operación a escala real los cuales revelan que la eficiencia global de tratamiento del proceso de biofiltración sobre lecho orgánico se sitúa entre 90% y 99%, en función de los diferentes parámetros estudiados, y que esta se

mantuvo estable desde el inicio de la operación de los sistemas. El agua tratada está libre de malos olores. La calidad del efluente producido por el sistema permite contemplar su reúso en el riego de áreas verdes (jardines, campos de golf), en agricultura, lavado y recarga de mantos freáticos. Las aguas tratadas pueden igualmente ser descargadas en lagos y ríos, sin afectar la calidad del agua del cuerpo receptor. Gracias a la simplicidad del proceso, se requieren solamente tres horas por semana de personal no especializado para su operación y mantenimiento.

Estos resultados permiten concluir que la biofiltración sobre lecho orgánico constituye una tecnología robusta, segura, simple y eficaz, adaptada a la problemática ambiental de las regiones aisladas. Sus bajos costos de inversión y mantenimiento, su simplicidad de operación y de mantenimiento, hacen de esta tecnología una alternativa muy interesante para el tratamiento de las aguas residuales generadas por las pequeñas comunidades, los asentamientos rurales y las agro-industrias.

En un contexto de desarrollo sustentable sería oportuno adaptar esta tecnología al contexto específico de los países iberoamericanos. La identificación de materiales autóctonos y la implantación de vitrinas de demostración tecnológica constituyen sin duda las primeras actividades por realizar. [2]

El proceso de biofiltración presenta una alta eficiencia en el proceso de potabilización de agua, el cual debe ser motivo de estudio e investigación con el objeto de mejorar su diseño, manejo y operaciones de mantenimiento. Lo anterior presupone beneficios económicos que, a su vez, favorecerían las condiciones de las poblaciones con la necesidad de satisfacer sus requerimientos de agua potable. [3]

1.3 Justificación

En la actualidad, existe una gran preocupación a nivel mundial, debido al considerable incremento en los índices de contaminación de efluentes industriales por parte de metales pesados tales como el cromo, níquel, cadmio, plomo y mercurio, las mismas que gran parte son provenientes de los colorantes de las lavadoras de jeans. Estas sustancias tóxicas tienden a persistir indefinidamente en el medio ambiente, comprometiendo el bienestar y equilibrio no solo de la fauna y la flora existente en dicho ecosistema sino también la salud de las personas residentes en las comunidades aledañas, mediante su acumulación e ingreso a la cadena trófica. [4]

En la mayoría de los países latinoamericanos, los volúmenes de aguas residuales tratadas apropiadamente son sumamente bajos comparados con el total de aguas residuales generadas, esto ha provocado que hoy en día la población se enfrente con graves problemas ambientales y afecciones de la salud vinculadas con aguas contaminadas, como son la generación de focos de vectores transmisores de enfermedades y la ingestión de alimentos contaminados por la irrigación de cultivos agrícolas con aguas residuales sin tratamiento. Las investigaciones sobre el uso de la tecnología de Biofiltro han iniciado con el propósito de encontrar una alternativa viable, tanto técnica como económicamente, para el tratamiento de aguas residuales provenientes de poblaciones medianas y pequeñas en los países de la región. [5]

En la provincia de Tungurahua, la industria de lavado textil y de confección es de gran relevancia especialmente en las ciudades de Ambato y Pelileo, siendo esta última la de mayor relevancia ya que representa una significativa parte del aparato productivo de la provincia y por ende del país. Básicamente esta cadena industrial está compuesta por los confeccionistas de las prendas en jeans y por las empresas dedicadas al acabado de textiles, de prendas confeccionadas. Siendo un problema significativo las descargas de aguas residuales. [6]

Si bien a nivel mundial la cáscara de naranja es un residuo problemático para la industria alimentaria. Se calcula que en el mundo se producen 38.2 millones de toneladas al año de cáscaras [7], las mismas que al realizarlas un proceso de deshidratado y molido son

capaces de competir con el carbón activado comercial, además que podrían ser aprovechadas para el desarrollo de un biofiltro de aguas residuales con impacto ambiental nulo. Aunque la biofiltración es una técnica muy antigua y empleada, lo que la hace atractiva, en la actualidad, es la utilización de nuevos materiales que reemplazan a los usados en los medios granulares tradicionales, mejorando así su competencia frente a otras alternativas de tratamiento. Las variaciones que podrían hacerse al proceso evidencian un tema poco explorado a nivel mundial, constituyéndose en un estudio novedoso. [3]

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar la cáscara de naranja como filtro en el tratamiento de aguas residuales proveniente de industrias de lavadoras de jeans “FASHION” de la ciudad de Ambato de la provincia de Tungurahua

1.4.2 Objetivos Específicos

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la Industria de Lavadora de Jeans Fashion de la ciudad de Ambato.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados de la Industria de Lavadora de Jeans Fashion de la ciudad de Ambato.
- Monitorear las características de la Biodegradabilidad (DBO5 y DQO) y color de las aguas residuales pertenecientes, a lavadoras de jeans, en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si la cáscara de naranja puede ser utilizado como material en la industria de lavadora de jeans.

CAPÍTULO II

Fundamentación

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1 Filtro biológico

Se define como un sistema de lechos de distintos materiales, lugar donde se verterán de una manera intermitente o continua las aguas residuales. Al descargar por el lecho del material granular, el efluente entra en contacto con películas de limo biológico, el cual se genera sobre la superficie del material, manteniendo al lecho en condiciones aeróbicas por medio del flujo de aire. Esto se debe al estímulo por las gradientes de temperatura del aire en el lecho y del ambiente.

Mientras el agua residual y el aire siguen fluyendo por el lecho, el limo biológico hace uso de estos compuestos para generar de los compuestos orgánicos la energía necesaria para los procesos vivientes, material y energía para sintetizar nueva masa celular, con el oxígeno necesario producir la oxidación bioquímica y síntesis celular. Logrando de esta manera remover la materia orgánica mediante su conversión a masa celular, dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O).

La eficiencia del sistema de filtración Biológica puede variar entre un 60 y 85%, lo cual dependerá de las características que posea las aguas residuales. Logrando adicionalmente que el costo de inversión y de operación sean bajos, lo que ocasiona que cada vez sea más atractiva esta tecnología. [8]

2.1.2 Color

El color de un agua puede tener origen orgánico o inorgánico. Puede ser ocasionado por la presencia de iones metálicos (hierro y manganeso), humos, lodo, arcilla, plancton, vegetales en descomposición, o por la descarga en ella de efluentes industriales coloreados

(fabricación de papel, fibras textiles, productos químicos, tenerías, etc.); muchas veces una descarga incolora de una fábrica, al hacer contacto con el cuerpo de agua receptor, producirá aguas fuertemente coloreadas que pueden afectar la vida acuática.

El color causado por la materia suspendida se denomina “color APARENTE” y se determina sin filtrar o centrifugar la muestra. Al color causado por partículas coloidales y pseudo-coloidales se le conoce como “color verdadero” y se determinan después que la muestra ha sido filtrada o centrifugada.

Las aguas que tienen coloración debida a sustancias naturales en descomposición, no son consideradas toxicas o perjudiciales, pero como la coloración adquirida es amarillo-pardo, se tiene una aversión natural debido a las comparaciones antiestéticas que se les asocian. Se recomienda que el agua potable no exceda 15 a 20 unidades en la ESCALA PLATINO-COBALTO (Pt-Co).

Las aguas coloreadas por los desechos industriales son resistentes al ataque biológico. Los procesos biológicos pueden acentuar el nivel de color en el tratamiento, por lo tanto, se prefieren los procesos de tratamiento fisicoquímicos para la remoción de color; aunque no existe ningún método económico para la decoloración. Cada tipo de descarga debe resolverse conociendo el tipo de fábrica de donde proviene, los colorantes y compuestos utilizados, la composición del mismo desecho, la región donde se efectúa la descarga y las características del cuerpo receptor. [9]

2.1.3 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La cantidad de oxígeno que se requiere para la oxidación aerobia biológica de los sólidos orgánicos de las aguas negras o desechos, es la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Se determina mediante una prueba de laboratorio. Como esta descomposición requiere un periodo grande de tiempo y depende de la temperatura, los valores de la DBO de las pruebas de laboratorio dependen especificar el tiempo y la temperatura usados en la prueba. Los que más generalmente se emplean son 5 días y 20°C (68°F) y, a no ser que se especifiquen otro tiempo y temperatura, debe suponerse que fueron éstos los que se emplearon. [10]

2.1.4 Demanda química de oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro químico, que representa una medida de toda la materia orgánica e inorgánica presente en disolución y/o suspendida que puede ser químicamente oxidada, por la acción de agentes oxidantes, bajo condiciones ácidas y se mide como miligramos de “oxígeno” equivalentes a la fracción orgánica disuelta y/o suspendida por litro de disolución (agua residual). [11]

2.1.4.1 Importancia de la demanda química de oxígeno (DQO)

La DQO es un parámetro importante y lo suficientemente rápido para determinar el grado de contaminación del agua y puede ser empleada para estimar la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Mediante este parámetro se realiza un seguimiento monitorio y se puede dar un seguimiento en línea de la calidad del agua residual en tratamiento, midiendo la DQO_{Inf} (influyente) y la DQO_{Efl} (efluente). [11]

2.1.5 Generalidades de la naranja

El naranjo, es un árbol originario del lejano oriente, específicamente de China, en la edad media fue llevado a Europa, por los musulmanes. En 1565 los españoles trajeron esta fruta a América, donde plantaron naranjos en las regiones de Florida y California, que actualmente son las principales regiones productoras del mundo.

El nombre del género botánico, Citrus, deriva del griego Kitros, que era como designaban a aquel fruto. El término se escribe en latín Aurantia, por su color de oro. En lenguaje dravídico (de la India), significa “perfume interior”. [12]

La naranja, “Citrus sinensis L.”, es uno de los principales productos agrícolas cultivados en el Ecuador teniendo una producción de alrededor de 150000 tm en zonas de clima cálido. Las provincias con mayor producción son Manabí, con 86000 tm y Los Ríos, con 57000 tm. En la Sierra, en cambio, la producción alcanzó 51000 tm y en la provincia de Bolívar alcanzó una producción de 40706 tm. [13]

2.1.5.1 Citrus Sinensis

El naranjo es un árbol generalmente pequeño, que oscila entre 6 a 10 metros de altura, con una copa compacta, cónica, con el tronco de color gris y liso, algunas veces espinoso.

Las hojas son perennes, coriáceas, de un verde intenso y brillante, con forma oval o elíptico-lanceolada, con la base en forma de cuña, el ápice agudo. Las flores, son de naturaleza hermafrodita, de tamaño medio, aparecen solitarias o en pequeños racimos durante la primavera, presentan cinco pétalos blancos, carnosos y muy perfumados.

La naranja, como fruto es una baya especial, formada por una piel externa más o menos rugosa y de color anaranjado, con abundantes glándulas que contienen aceites esenciales, y una parte intermedia adherida a la anterior, blanquecina y esponjosa (fibra). Finalmente, posee una parte más interna y desarrollada, dividida en una serie de gajos.

La piel externa se denomina Exocarpo o Pericarpio; la capa blanca se llama Mesocarpo, y el interior de la fruta que constituye la parte comestible es el Endocarpo, formado de siete a doce gajos carnosos que contienen vejigas rebosantes de zumo. [14]

2.1.6 Agua residual proveniente del lavado de jeans

La industria textil es una de las industrias más consumistas de agua, ya que requiere un promedio de 80 litros de agua por prenda procesada, esto se ve reflejado en la gran generación de agua residual.

El proceso de elaboración de productos textiles consiste en un gran número de operaciones unitarias de diversas materias primas, como algodón, lana, fibras sintéticas, o mezclas de ellas. El impacto ambiental de sus efluentes líquidos es alto, por la gran variedad de materias primas, reactivos y sustancias químicas tóxicas utilizadas en el proceso de producción.

En general, las corrientes de agua de descarga provienen principalmente del desengomado (15%), descruce y mercerizado (20%) y del blanqueo, teñido y lavado (65%). El mayor aporte de la carga orgánica proveniente de la etapa del desengomado que aporta alrededor del 50% del total de la DBO.

Los procesos de la industria textil no liberan grandes cantidades de metales, sin embargo, aun las pequeñas concentraciones involucradas pueden producir acumulación en los tejidos de animales acuáticos.

Los colorantes textiles tienen gran persistencia en el ambiente, y los métodos de eliminación clásicos no son útiles debido a que oxidaciones o reducciones parciales pueden generar productos secundarios tóxicos.

Una gran proporción de los colorantes no son directamente tóxicos para los organismos vivos; sin embargo, la fuerte coloración que imparten a los medios de descarga puede llegar a suprimir los procesos fotosintéticos, por lo que su presencia debe ser controlada.

En general, las moléculas de los colorantes utilizados en la actualidad son de estructuras muy variadas y complejas.

La mayoría de ellos son de origen sintético, muy solubles en agua, altamente resistentes a la acción de agentes químicos y poco biodegradables. [15]

2.1.7 Tipos de sistema de filtración

- a) Gravedad o presión: la filtración por gravedad es el proceso en el cual se hace pasar el agua por un filtro, y el proceso se realiza por efectos de la gravedad. Los filtros de presión están contenidos en recipientes y el agua fluye forzada por efectos de presión a través del medio filtrante.
- b) Velocidad de filtración: rápida, lenta o variable. La filtración lenta es aquella que se da a velocidades entre 0,1 y 0,2 m/h, mientras que la filtración rápida se da a velocidades entre 5 y 20 m/h.
- c) Filtración de torta o en profundidad: la filtración de torta es el proceso en filtros lentos de arena, en lo que sobre la superficie del filtro, se desarrolla una torta filtrante y la filtración, a través de esa superficie, es por mecanismos físicos y biológicos. La filtración en profundidad se produce cuando la mayor parte del espesor del medio filtrante está activo para el proceso de filtración y la calidad del filtro mejora con la profundidad. [16]

2.1.7.1 Mecanismos de filtración

En un filtro el agua a ser tratada contiene una variedad muy grande de partículas en suspensión, que podría tener un diámetro desde 1 mm hasta inferiores a 10^{-3} mm; las partículas con un diámetro superior a los espacios del material granular, quedan retenidos en las aberturas que existen en el lecho por medio del mecanismo de cernido; por otro lado aquellas partículas con un diámetro menor que los espacios del material granular entran fácilmente en el material granular logrando así adherirse. Considerando así, que el mecanismo de filtración se produce mediante dos etapas diferentes pero que se complementan:

- Transporte
- Adherencia

El transporte de partículas es un fenómeno físico e hidráulico, generado especialmente por los parámetros que constituyen la transferencia de masas y la adherencia entre partículas y granos es esencialmente un fenómeno superficial, que intervienen parámetros físicos y químicos.

Los mecanismos que permiten la realización de transporte son:

- Cernido
- Sedimentación
- Intercepción
- Difusión
- Impacto inercial
- Acción hidrodinámica

Los mecanismos que producen la adherencia son:

- Fuerzas de Van der Waals
- Fuerzas electroquímicas
- Puente químico.

Se debe reiterar que no todos los mecanismos obligatoriamente tienen que intervenir al mismo tiempo y, en algunos casos, el aporte de uno o algunos de ellos en retener el material suspendido es intrascendente.

Los mecanismos que se pueden dar en el proceso de filtración serán descritos a continuación: [17]

2.1.7.1.1 Mecanismos de transporte

Se debe recalcar que pueden actuar diferentes causas para trasladar el material suspendido por medio del material filtrante que dependerá si la filtración se produce en las capas superiores o en la profundidad del material filtrante.

a) Cernido

Este mecanismo frecuentemente actúa solo en las capas más superficiales del lecho y con partículas que se han capaces de resistir los esfuerzos cortantes generados por el flujo, cuya velocidad aumenta en las constricciones.

b) Sedimentación

La sedimentación se consigue con material suspendido relativamente grande y denso, cuya velocidad de sedimentación sea alta y donde el lecho tenga una carga hidráulica baja.

c) Intercepción

Este mecanismo se genera debido a que la velocidad de escurrimiento es baja y las partículas suspendidas tienen densidades similares a la del agua, por lo que viajan a lo largo de líneas de flujo, generando así que estas partículas se peguen a la cara superior del material filtrante hasta cubrirlo completamente por una capa que va aumentando con el tiempo, generando mayor esfuerzo cortante del fluido el proceso de arrastre de la capa se hace cada vez mayor, con lo que la saturación del medio filtrante avanza en profundidad.

d) Difusión

Debido al movimiento browniano, existe una inclinación de las partículas pequeñas a difundirse desde zonas de mayor concentración a zonas de menor concentración.

Este mecanismo es directamente proporcional a la temperatura e inversamente proporcional al diámetro de la partícula del material filtrante.

e) Impacto inercial

Las líneas de flujo al estar cerca del material granular (grano) se desvían del recorrido normal, mientras tanto las partículas suspendidas poseen una inercia que al ser movidas generan una trayectoria diferente a las líneas de flujo; esto quiere decir que mientras las líneas de flujo se curvan, las partículas pueden continuar con su trayectoria inicial, impulsada por la fuerza de inercia, provoca que choquen con el material granular.

f) Acción hidrodinámica

En este mecanismo la partícula suspendida se encontrará en un fluido donde el escurrimiento tiene un gradiente de velocidad constante, generando velocidades tangenciales variables en dirección perpendicular a la del escurrimiento, la acción hidrodinámica podría explicar la remoción de partículas floculentas de tamaño relativamente grande ($\sim 10 \mu\text{m}$). [17]

2.1.7.1.2 Mecanismos de adherencia

Se podría decir que la adherencia es un mecanismo puramente físico, pero también contribuyen varios factores químicos y electroquímicos, donde para que exista adherencia entre el material filtrante y la partícula suspendida se deberá conocer las características de la superficie de las partículas suspendidas y el material filtrante.

a) Fuerzas de Van der Waals

Este mecanismo es el principal responsable de la adhesión de las partículas al material filtrante; el cual tiene una fuerza de adhesión activa que se encuentra desde la superficie del material a una distancia mínima, hallándose un volumen alrededor de cada material

filtrante (grano) denominado espacio de adhesión; donde las partículas suspendidas serán atraídas a esta zona para adherirse a la superficie del material filtrando y así logrando removerlas del agua.

b) Fuerzas Electrostáticas

Este mecanismo es una combinación entre las fuerzas electrostáticas y las fuerzas de Van der Waals permitiendo la adsorción entre partículas, para esto se debe conocer la carga eléctrica del material filtrante y de las partículas suspendidas, aconteciendo estas posibles condiciones:

Si el material filtrante es negativo y las partículas positivas va a existir una fuerza de atracción, provocando que al aproximarse las partículas al material filtrante estas sean atraídas y se adhieran.

En cambio, si el material filtrante es negativo y las partículas son neutras, no va a existir una barrera de energía; que en el momento en que tengan contacto se van adherir fácilmente.

Y cuando el material filtrante y las partículas son negativas, va a existir repulsión, que mediante la ayuda de otros mecanismos la adherencia sería posible, pero con baja efectividad.

c) Puente Químico

En la superficie de las partículas se generan cadenas de polímeros las cuales dejan segmentos extendidos en el agua, que pueden ser adsorbidos por otras partículas o por espacios en la superficie del material filtrante quedando de esta forma retenidas al lecho filtrante, es así que mediante el uso de polielectrolitos dosificados en el agua residual se logra aumentar la adhesión de las partículas suspendidas al material filtrante; en este mecanismo no están presentes las fuerzas de Van der Waals y las cargas electrostáticas.

[17]

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis Alterna

La biofiltración sobre cama de cáscara de naranja ayuda a disminuir los contaminantes que se encuentran en el agua residual proveniente del lavado de Jeans.

2.2.2 Hipótesis Nula

La biofiltración sobre cama de naranja no ayuda a disminuir los contaminantes que se encuentran en el agua residual proveniente del lavado de Jeans.

2.3 Señalamiento de las variables

2.3.1 Variable independiente

La biofiltración sobre cama de cáscara de naranja.

2.3.2 Variable dependiente

Disminución de los contaminantes que se encuentran en el agua proveniente del lavado de Jeans.

CAPÍTULO III

Metodología

3.1 Tipo de Investigación

El proyecto experimental se basa en la siguiente clasificación:

3.1.1 Investigación Exploratoria

Es una investigación que pretende dar una visión general, de tipo aproximado, respecto a una determinada realidad. Este tipo de investigación se realiza cuando el tema elegido ha sido poco explorado y reconocido.

En nuestro proyecto este tipo de investigación aplicamos con la finalidad de obtener un primer conocimiento de la situación actual y después hacer un análisis con los resultados obtenidos de la eficiencia de nuestro filtro, para tratar aguas residuales provenientes del lavado jeans mediante el uso de la cáscara de naranja. [18]

3.1.2 Investigación Descriptiva

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos o cualquier fenómeno que sea sometido a análisis. Al igual que la investigación que hemos descrito anteriormente, puede servir de base para investigaciones que requieran un mayor nivel de profundidad, se puede aplicar para identificar los efectos que tiene la cáscara de naranja para el tratamiento del agua residual proveniente del lavado de Jeans. [18]

3.1.3 Investigación de Laboratorio

El trabajo de laboratorio es una recopilación de datos primarios y secundarios en un laboratorio, es un método propio para el enunciado de hipótesis y construcción de modelos.

Esta investigación se desarrolla en un lugar establecido, con la finalidad de un correcto seguimiento y control sobre el funcionamiento del filtro biológico. [18]

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con unas especificaciones determinadas. [19]

La unidad de estudio del presente trabajo es el agua residual o efluente proveniente de la Lavadora de Jeans “Fashion” y su tratamiento mediante el uso de un filtro con cáscara de naranja, la población corresponde a la cantidad de agua residual filtrada expresada en unidades de volumen, durante el período de estudio de un mes comprendido entre el lunes 4 de diciembre de 2017 y el viernes 29 de noviembre de 2017.

El volumen tiene que estar expresado en función del caudal de agua y del tiempo de funcionamiento del filtro, cuya fórmula es la siguiente: $V=x \cdot t$

Donde:

V = Volumen de agua del efluente (m^3).

x = Caudal medio de agua ($m^3/día$).

t = Tiempo de funcionamiento del filtro (días).

$$V = 35.20 \frac{m^3}{día} \cdot 20 \text{ días}$$

$$V = 704 m^3$$

3.2.2 Muestra

La muestra es un subgrupo representativo de la población, a partir del cual se recolectan los datos para un estudio. [19]

Para efectos del análisis de la cáscara de naranja como filtro en el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans “Fashion”, se establece un muestreo por conveniencia (no probabilístico). En este sentido, la muestra corresponde al volumen de agua analizado en el lapso de 1 mes de estudio, durante el cual se efectuaron 8 mediciones. Por lo tanto, la muestra es la siguiente:

$$V = 55 \frac{gal}{día} \cdot 8 \text{ días}$$

$$V = 440gal \approx 1.67m^3$$

3.3 Operación de Variables

3.3.1 Variable Independiente

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items	Técnicas e instrumentos
Un filtro artesanal es un dispositivo que tiene por objeto retener los materiales suspendidos, que son residuos de las aguas que provienen de actividades como el lavado de Jeans, para lo cual constan de sistemas de retención de partículas, que a la vez dejan pasar el líquido tratado.	Residuos del lavado de Jeans	Tipos de residuos	¿Qué valores de concentración de color presenta el agua residual no tratada? ¿Qué valores de concentración de DBO5 y DQO presenta el agua residual no tratada?	Observación: Análisis de laboratorio
	Sistema de retención de partículas	Cáscara de naranja Filtración	¿Cómo debe prepararse la cáscara de naranja para ser utilizada como filtro? ¿Cuáles deben ser los componentes del filtro artesanal?	Observación: Análisis de laboratorio

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

3.3.2 Variable Dependiente

Resultados del análisis de los parámetros establecidos del agua residual de una lavadora de Jeans.

Tabla 2. Operacionalización de la variable dependiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items	Técnicas e instrumentos
Son los datos obtenidos de la medición físico-química de los elementos y compuestos presentes en el agua residual y que en base a los límites establecidos por la regulación ambiental permiten determinar el nivel de calidad del agua.	Análisis físico-químico	Color	¿Qué cantidad de color tiene el agua residual filtrada?	Observación: Análisis de laboratorio
		DBO5	¿Qué valor de DBO5 presenta el agua residual filtrada?	
	Calidad del agua	DQO	¿Qué valor de DQO tiene el agua residual filtrada?	Observación: Informe de laboratorio TULSMA (Calidad Ambiental) [20]
		Límites máximos permisibles	¿Cumple el agua filtrada con los valores permisibles?	

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

3.4 Plan de recolección de Información

Tabla 3. Plan de recolección de información.

Preguntas básicas	Respuesta
1. ¿Para qué?	Para determinar si un filtro a partir de la cáscara de naranja puede ser utilizado en lavadoras de Jeans como pretratamiento en aguas residuales.
2. ¿Qué evaluar?	El filtro mediante la cáscara de naranja y el agua residual obtenida.
3.- ¿Sobre qué aspectos?	La calidad del agua filtrada con relación a los parámetros químicos DBO5, DQO y color, de acuerdo a los límites permisibles establecidos en el TULSMA para la evacuación hacia el sistema de alcantarillado. [20]
4. ¿Quién, quiénes?	El investigador: José Luis Balladares Pico
5. ¿Cuándo?	Desde el 8/12/2017 hasta el 29/12/2017
6. ¿Dónde se realiza el experimento?	Lavadora de Jeans "Fashion" en Huachi Totoras.
7. ¿Dónde se evalúa?	Environolab laboratorios
8. ¿Cuántas veces?	4 medición sin filtro 4 mediciones con filtración de cáscara de naranja.
9. ¿Con qué?	Análisis de laboratorio
	Informe de análisis
	TULSMA (Libro VI, Anexo 1 Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua) [20]
10. ¿Cómo se evalúa?	A través del análisis físico-químico del agua, realizado en un laboratorio especializado.

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

3.5 Plan de procesamiento y análisis

A continuación, se procederá a detallar paso a paso como se va a obtener las respuestas y resultados, estableciendo el siguiente plan:

- a)** Se determinará cuales son los días de mayor producción de la empresa, ya que con esta información se podrá realizar la toma de muestras de una manera más eficaz.
- b)** Se procederá a tomar dos muestras semanales durante un mes para determinar los parámetros del agua residual, una antes y una después del filtro.
- c)** Se realizará la toma del agua residual de la lavadora en un intervalo de tiempo no mayor a una hora, para no variar las características.
- d)** Para la realización de los análisis se considerará 1 litro como volumen de muestra, ya que este volumen es la cantidad necesaria solicitada por el laboratorio.
- e)** Se determinará los parámetros de DBO_5 , DQO y color antes del biofiltrado, y posterior al biofiltrado para establecer la eficiencia del filtro.
- f)** Con los resultados de laboratorio y mediante una base de datos se procederá a realizar los análisis correspondientes para determinar la eficiencia de remoción para cada parámetro en análisis, además que se representará gráficamente los valores finales.
- g)** Se realizará la comprobación de la hipótesis desarrollada.

3.5.1 Diseño del filtro

A continuación, se procederá a describir cada parte que conforma el filtro.

a) Estructura Metálica

La estructura metálica brinda el soporte necesario para que el tanque de almacenamiento soporte el volumen de agua a tratar.

b) Tanque de almacenamiento de Agua Residual

El tanque de almacenamiento que se utilizó tiene una capacidad máxima 1000 litros, del cual solo se llenó cada día un 20% del mismo (200 litros).

c) Conexiones con tubería

Las conexiones se realizaron con tubería de PVC de media pulgada conectada desde la base del tanque de almacenamiento y que mediante gravedad llega hasta el sistema de goteo por flauta.

d) Conexiones con llave de control de caudal

Se utilizaron dos llaves de media pulgada, una a la salida del tanque del almacenamiento y otra a la salida del recipiente contenedor del material filtrante, de esta forma controlaremos que el caudal de 0.105lt/min sea el mismo.

e) Sistema de goteo por flauta

Este sistema se realizó con una tubería de PVC de media pulgada la cual consta de varios agujeros, estos nos permiten una correcta distribución del caudal hacia la lata de distribución.

f) Lata de distribución

La lata de distribución es una lámina de Tol que permite una mejor distribución del caudal hacia el material filtrante.

g) Agua residual sin tratar

El agua residual sin tratar llega al tanque de almacenamiento diariamente con la ayuda de una bomba de 3/4 Hp.

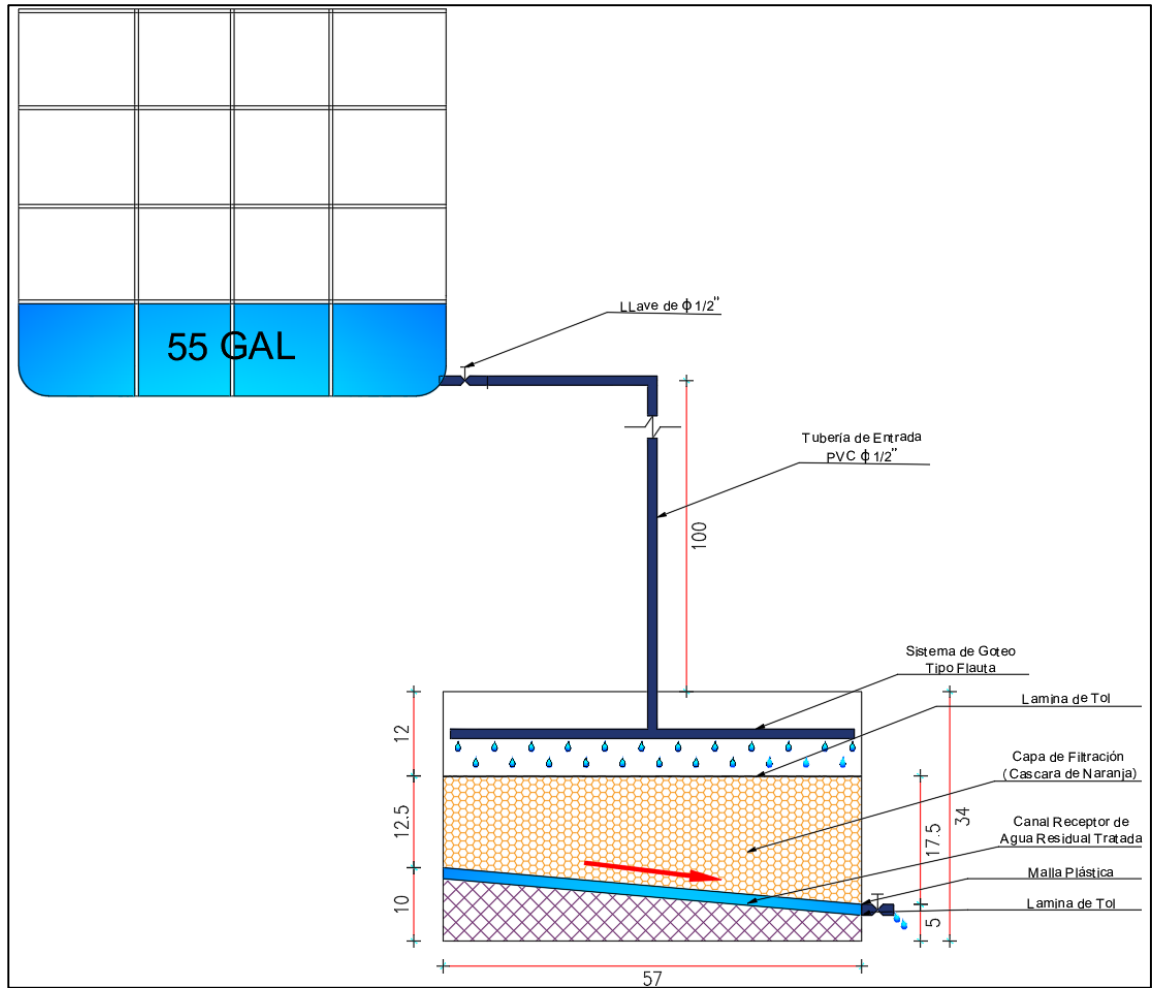
h) Material filtrante

El material filtrante es cáscara de naranja y su función es reducir la contaminación presente en el agua residual proveniente del proceso de lavado y tinturado de jeans.

i) Agua residual tratada

El agua residual tratada en el filtro de naranja es evacuada a través de una cavidad ubicada en la parte inferior del recipiente contenedor del material filtrante, con un caudal constante de 0.105lt/min.

Gráfico 1. Esquema de la estructura del filtro.



Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

3.5.1.1 Modelo del filtro

Para el diseño del modelo del medio filtrante se ha tomado como parámetro fundamental el concepto de Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) utilizado en el diseño de Filtros Anaeróbicos de Flujo Ascendente (FAFA) y filtros anaeróbicos convencionales. Este TRH permitirá representar los fenómenos de remoción de contaminantes en el modelo de manera similar a la que se estaría presentando en la vida real o en un prototipo.

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

TRH= 0.5 días = 12 horas, cuando se toma en cuenta características del material filtrante, como: porosidad, volumen de vacíos, granulometría, etc.

TRH= 5.25 horas, cuando el material se encuentra totalmente empacado y se omite las características del material, por la variedad de materiales usados, cada uno con sus respectivas características, se redujo la mayor cantidad de vacíos al momento de la conformación del filtro para hacer uso del presente criterio. [21] [22]

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

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

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

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

TRH= Se ha tomado de un valor de 5.55 horas como se realizó anteriormente.

$$Q = \frac{35 \text{ lt}}{5.55 \text{ horas}} = 6.30 \frac{\text{lt}}{\text{horas}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 0.105 \text{ lt/min}$$

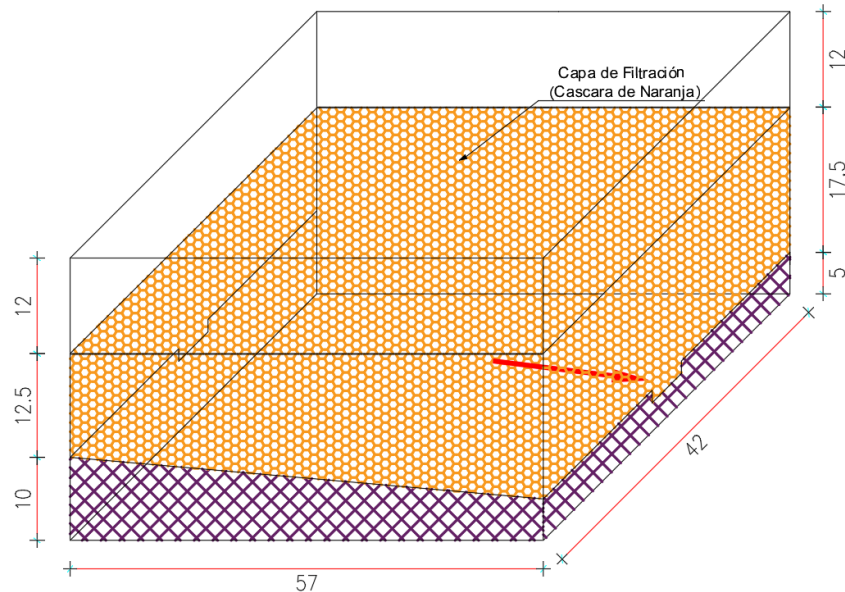
Se ha considerado valores de TRHs de alrededor de 5 horas, que se encuentran en el rango inferior de los recomendados para simular las condiciones más críticas durante el funcionamiento del filtro y ver cuál es su eficiencia bajo estas condiciones.

3.5.1.2 Tanque de abastecimiento

El volumen del tanque de abastecimiento del filtro ha sido dimensionado de tal manera que este pueda almacenar el volumen y proveer al filtro el caudal calculado en la sección anterior, durante un lapso de 24 horas. Adicionalmente, se prevé un volumen adicional que sirva como factor de seguridad para que el filtro se encuentre siempre en funcionamiento. Se tomó una cantidad de seguridad de 15 galones para garantizar que parte del tanque siempre este lleno.

3.5.1.3 Dimensiones del filtro

Gráfico 2. Dimensiones del filtro.



Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Para el cálculo del volumen del material filtrante V_f , en base a las medidas referenciales se procedió de la siguiente manera:

$$V_f = \left(\frac{12.5 \text{ cm} + 17.5 \text{ cm}}{2} * 57 \text{ cm} \right) * 42 \text{ cm}$$

$$V_f = 35910 \text{ cm}^3$$

$$V_f = 0.03591 \text{ m}^3$$

Para el filtro se debe mantener un volumen de 35 lts de material filtrante como un valor mínimo, esto debido a la facilidad constructiva y que el proyecto consiste en el análisis del material filtrante y no del diseño del filtro.

3.5.1.4 Obtención del material

La cáscara de naranja que se utilizó en el filtro se recolectó de puestos de jugos naturales de los principales mercados del cantón Ambato de la provincia Tungurahua ya que esta después de ser utilizada para dichos jugos es eliminada como desecho.

Posterior a esto se retiró toda la membrana interior con sus semillas, se realizó un lavado y deshidratado a una temperatura de 90°C por el lapso de 120 min de la cáscara, este proceso permite eliminar una serie de impurezas tales como: azúcares, aceites, polímeros de bajo peso molecular y desactivar enzimas [4].

Finalmente la cáscara seca se trituro en un molino de martillo con una criba de 3/4", seguidamente se realizó un tamizado que consistió en que las partículas pasen el tamiz 3/4 y retenga el tamiz 1/2, así pudimos tener un solo tamaño de cáscara.

Para la colocación de la cáscara de naranja en el recipiente se la ubica de forma compacta y distribuida uniformemente en el volumen útil disponible de 0.03591 m³.

3.5.2 Descripción del Proceso

El agua por tratar se tomará del sistema de descarga de la empresa, con la ayuda de la bomba será subida hacia el tanque de almacenamiento hasta alcanzar el volumen de agua residual que se va a colocar diariamente.

A la salida del tanque se procederá a calibrar el caudal de 0.105 lts/min con ayuda de la llave de control, dicho caudal fluirá constantemente en el tiempo que dure el trabajo experimental.

El agua llega al sistema de goteo por flauta, la cual consta de agujeros que permiten que el agua gotee uniformemente sobre la lata de distribución.

La lata de distribución consta de agujeros en toda la superficie y se encuentra colocada en la parte superior del material filtrante, la misma que mejora la distribución del caudal en el material filtrante.

El agua residual atraviesa al material filtrante (cáscara de naranja) el cual se encuentra contenido en un recipiente plástico y en su inferior consta de una lámina de tol que direcciona el flujo hacia un pequeño agujero para la recolección y evacuación de la misma.

La evacuación del agua tratada hacia el alcantarillado se hace a través de una llave de control la misma que controla que el caudal de salida sea el mismo que el de entrada.

Para el análisis de aguas se tomará las muestras un día a la semana, una antes y otra después de ser filtrada.

3.5.3 Información de la Industria.

3.5.3.1 Ubicación.

Lavadora FASHION, está ubicado en la provincia de Tungurahua, en el cantón Ambato, en la Parroquia Totoras, barrio La Merced.

La ubicación del polígono en coordenadas UTM de la lavadora son: PP: X 766348.28, Y 9855147.60; P1: X 766403; Y 9855212; P2: X 766354, Y 9855121; P3: X 766319; Y 9855130; P4: X 766366, Y 9855228.

Gráfico 3. Ubicación de la lavadora FASHION.



Fuente: Google Earth.

3.5.3.2 Producción

La lavadora FASHION tiene un volumen de producción mensual aproximado de 20000 prendas de vestir.

3.5.3.3 Operación

Las operaciones que desarrolla la lavadora FASHION son diarias con un horario operacional de 08H00 a 13H00, en la tarde desde 14H00 a 17H00, de lunes a viernes. El número de días por año de operación son de 254 días.

3.5.3.4 Personal

El número de trabajadores que laboran en la empresa son nueve (9) quienes la conforman de la siguiente manera:

- Proceso de focalizado. - un operador y un ayudante
- Proceso de secado. - dos operadores
- Bodega. - un operador

- Manualidades. - un operador
- Administrador. - uno
- Secretaria. - una
- Chofer. - uno

3.5.3.5 Maquinaria

Lavadora FASHION consta de la siguiente maquinaria para la realización de sus actividades diarias:

- Cuatro secadoras, cuatro lavadoras – tinturadoras, una lavadora de prueba, dos centrifugadoras, tres globos para esponjar, un compresor de aire y un caldero de vapor.

3.5.4 Infraestructura de la lavadora de jeans FASHION

La lavadora cuenta con un galpón con una superficie aproximada de 554 m². En el espacio señalado se encuentra adecuadamente distribuida los procesos de lavado, tinturado y manualidades; bodega de químicos y bodegas para almacenar temporalmente las prendas terminadas. Además, consta de estacionamientos, zona de carga y descarga, instalación eléctrica trifásica, y un sistema de tratamiento de agua residual.

La industria “FASHION” utiliza el agua proveniente del canal de regadío para realizar los procesos de lavado y tinturado. Para garantizar la disponibilidad de agua, esta se almacenada en un tanque tipo cisterna, de esta manera y con la ayuda de una bomba de 2HP es distribuida a las máquinas que realizan los diferentes procesos.

3.5.5 Funcionamiento básico de la lavadora FASHION

Paso 1. Recepción

Es en donde se recibe y contabiliza las prendas para el respectivo lavado, estas pueden ser en tela cruda o tela jean.

Paso 2. Pesaje

En esta etapa el personal procede a pesar el lote de prendas para el lavado.

Paso 3. Proceso

a) **Desengome.** - No es más que sacar impurezas de la tela, es decir consiste en eliminar las gomas o encolantes que se han aplicado en la engomadoras a los hilos de urdimbre en el proceso de tejeduría, con el fin de dejar el material más suave y apto para los procesos posteriores. Las gomas de eliminar pueden ser: sólidas, semi-solubles e insolubles. Para esta actividad se utiliza 300 litros de agua por parada, la temperatura debe estar a 60°C y el tiempo de detención es de 15 minutos. [23] Los químicos que se agregan son:

- Antiquiebre 3 g/L 1500 g
- Quimiquat o Resina 5 % 2500 g
- Ácido Fórmico 0.1% 50 g

b) **Focalizado.** - permite condicionar los colores en el tejido ya sea con un tipo de piedra o con químicos que desgasta el color de la tela pero no desgasta la tela, o sea no la rompe. Se utiliza 50g/L de agua por parada y ácido Acético 10g/L [23]

- Permanganato 50 g
- Ácido Acético 10 g

c) **Neutralizado.** - Es la eliminación de residuos químicos de los agentes de decoloración mediante agentes neutralizantes. Consiste en devolverle a la prenda su pH normal al que se encontraba antes del proceso anterior por que se utiliza ácido para devolver este pH. Se utiliza en 300 L de agua. [23] Los químicos que se agregan son:

- Meta bisulfito de sodio 4% 1200 g
- Acido oxálico 1% 250 g

d) **Teñido.** - Es la aplicación de distintos colorantes o tintas, sobre la superficie del tejido, esto depende del algodón que contiene las prendas, y se pueden utilizar diversos colorantes directos. En esta actividad la lavadora utiliza 300 litros de agua por parada, la temperatura debe estar a 70°C y el tiempo de detención es de 30 minutos. [23] Los químicos que se agregan son:

- Igualante 0.3% 150 g
- Estabilizant 0.3% 150 g
- Carbonato de Sodio 1.0% 300 g

- Secuestrante 1.0% 400 g
- Colorante 2.0%
- Sal 6.0% 18000 g

e) **Fijado.** - es la actividad en la cual se utilización de químicos con carácter fijador, para que se adhiera la tinta del jean. En esta actividad la empresa utiliza 300 litros de agua por parada, la temperatura debe estar a 40°C y el tiempo de detención es de 15 minutos. [23] Los químicos que se agregan son:

- Ácido acético 0.7% 200 g
- Fijador 5.0% 1500 g

f) **Stone.** - utiliza 150 litros de agua por parada, la temperatura debe estar a 60°C y el tiempo de detención es de 40 minutos. [23] Los químicos que se agregan son:

- Ácido acético 0.65% 100 g
- Encima acida 0.65% 100 g

g) **Blanqueo.** - El proceso de blanqueo es un lavado cuyo objetivo es brindar limpieza a las prendas para que sea más notorio su contraste, además brindarle brillo. Se utiliza 300 litros de agua por parada, la temperatura debe estar a 70°C y el tiempo de detención es de 15 minutos. [23] Los químicos que se agregan son:

- Brillo 0.3% 150 g
- Peróxido de hidrogeno 1.0% 300 g
- Supercling ultra 1.5% 350 g
- Detergente 0.01% 30 g
-

h) **Enjuague.** - Es la eliminación de residuos de químicos mediante uso de agua. [23]

Es la eliminación de residuos de químicos mediante 300L de agua. Se hacen 3 enjuagues por paradas.

i) **Suavizado.** - Procesos con enzimas que dan un efecto de suavidad al tacto, evitando que las prendas se vuelvan toscas. Se está utilizando 300 litros de agua por parada, la temperatura debe estar a 40°C y el tiempo de detención es de 10 minutos. [23] Los químicos que se agregan son:

- Novasilqat ultra (suavizante) 0.1 % 300 g

Paso 4. Centrifugado

En esta etapa la fuerza centrífuga hace que el agua se desprenda de las prendas dejándoles así semisecas.

Paso 5. Secado

Se realiza a través de secadoras industriales las cuales tienen un tambor el que hace girar las prendas y al mismo tiempo introduce aire caliente.

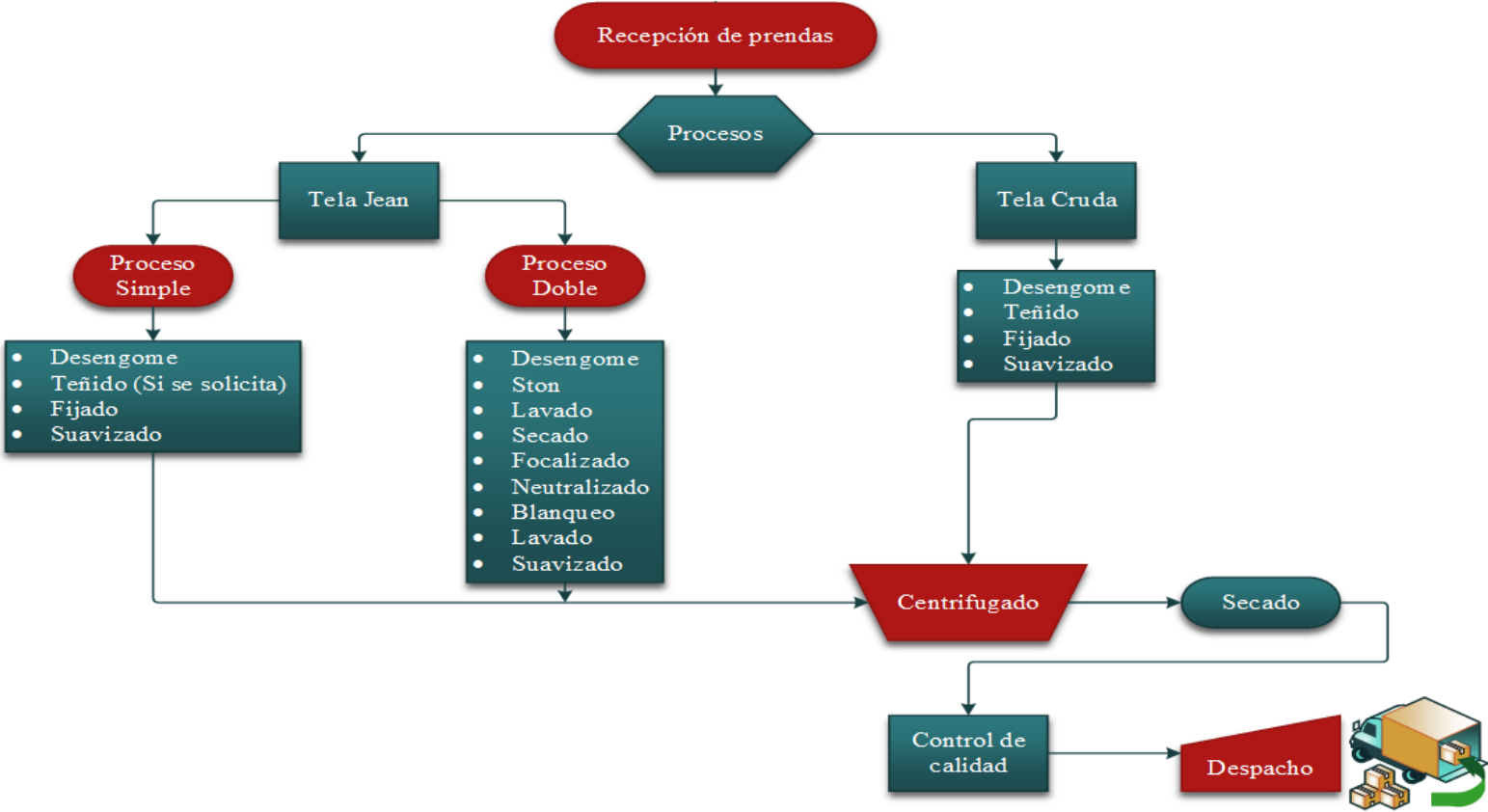
Paso 6. Control de calidad

Es donde el personal se asegura que las prendas cumplan con los requisitos mínimos de calidad.

Paso 7. Despacho

Es el último paso en el cual se empaca y se entrega las prendas listas a los clientes de la lavadora.

Gráfico 4. Diagrama del proceso que realiza lavadora “FASHION”.



35

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

CAPÍTULO IV

Análisis e interpretación de resultados

4.1 Recolección de datos

- Días en los que se colocó agua residual en el filtro.

Tabla 4. Fechas en las que se colocó agua en el filtro.

Días en los que se colocó agua residual en el filtro																										
Mes: Diciembre del 2017																										
Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4											
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

- Cronograma para la toma de muestras.

Tabla 5. Cronograma de recolección de muestras para el análisis.

Cronograma de Recolección de Muestras para el Análisis									
Muestra	Número								
	1		2		3		4		
Fecha:	8/12/2017		15/12/2017		22/12/2017		29/12/2017		
Agua Residual	Sin Filtrar	Filtrada	Sin Filtrar	Filtrada	Sin Filtrar	Filtrada	Sin Filtrar	Filtrada	
Parámetros	DQO	x	x	x	x	x	x	x	x
	DBO5	x	x	x	x	x	x	x	x
	COLOR	x	x	x	x	x	x	x	x

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

- Resumen de parámetros después de la biofiltración vs Límite Máximo

Tabla 6. Resumen de parámetros después de la biofiltración vs Límite Máximo.

Nº	Días de filtración	DQO mg/lit	Lím.Máx DQO	DBO5 mg/lit	Lím.Máx DBO5	COLOR U Pt-Co	Lím.Máx COLOR
1	5	332.5	500	96.8	250	2015	15
2	10	477.2	500	143.1	250	1200	15
3	15	852.36	500	255.6	250	1930	15
4	20	1092.4	500	327	250	1580	15

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

- Cuadro comparativo de DQO, posterior a la biofiltración de agua residual proveniente del lavado de jeans.

Tabla 7. Cuadro comparativo de DQO, posterior a la biofiltración.

Nº	Días de filtración	DQO(mg/lit) Sin filtrar	DQO(mg/lit) Filtrada	Lím.Máx DQO
1	5	3624	332.5	500
2	10	1621	477.2	500
3	15	5628	852.36	500
4	20	3470	1092.4	500

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

- Cuadro comparativo de DBO5, posterior a la biofiltración de agua residual proveniente del lavado de jeans.

Tabla 8. Cuadro comparativo de DBO5, posterior a la biofiltración.

Nº	Días de filtración	DBO5(mg/lit) Sin filtrar	DBO5(mg/lit) Filtrada	Lím.Máx DBO5
1	5	1388.5	96.8	250
2	10	486.3	143.1	250
3	15	1688.4	255.6	250
4	20	1041.1	327	250

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

- Cuadro comparativo del análisis de color, posterior a la biofiltración de agua residual proveniente del lavado de jeans.

Tabla 9. Cuadro comparativo de análisis de color, posterior a la biofiltración.

Nº	Días de filtración	COLOR (U Pt-Co) Sin filtrar	COLOR (U Pt-Co) Filtrada	Lím.Máx COLOR
1	5	5275	2015	15
2	10	1870	1200	15
3	15	6660	1930	15
4	20	5220	1580	15

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

4.1.1 Caudales utilizados en la lavadora “FASHION”

-Para determinar el caudal medio diario que se utiliza en la lavadora “FASHION” primero se procedió a determinar el número de actividades realizadas por cada lavadora en un día de trabajo, después se valoró la cantidad de agua que se utiliza en cada uno de los diferentes procesos para así poder determinar la cantidad de agua necesaria en una semana de trabajo.

Tabla 10. Número diarias de actividades que realiza en la lavadora.

Actividades Realizadas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	Número de Actividades				
Desengome	10	9	10	12	10
Ston	9	9	12	12	9
Neutralizado	6	6	9	9	9
Blanqueo	9	9	12	9	6
Teñido	6	9	12	6	6
Fijado	12	12	10	12	6
Suavizado	12	12	14	14	12
Enjuague	43	58	62	70	68

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

- Distribución de agua necesaria para cada actividad en un día de trabajo.

Tabla 11. Distribución de agua en un día de trabajo.

PROCESO	Volumen de agua usado por proceso (lts)					Número de veces que se repite el proceso en el día				
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Desengome	300	300	250	200	300	10	9	10	12	10
Ston	300	250	300	300	250	9	9	12	12	9
Neutralizado	300	300	300	275	275	6	6	9	9	9
Blanqueo	300	275	300	300	300	9	9	12	9	6
Teñido	300	300	275	300	275	6	9	12	6	6
Fijado	200	200	200	200	200	12	12	10	12	6
Suavizado	250	250	300	250	300	12	12	14	14	12
Enjuagues	275	275	300	275	300	43	58	62	70	68

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

- Distribución de agua necesaria para cada actividad y total en cada día de trabajo.

Tabla 12. Distribución de agua total en una semana de trabajo.

	Volumen de agua total usada en cada proceso				
PROCESO	L (Its)	M (Its)	M (Its)	J (Its)	V (Its)
Desengome	3000	2700	2500	2400	3000
Ston	2700	2250	3600	3600	2250
Neutralizado	1800	1800	2700	2475	2475
Blanqueo	2700	2475	3600	2700	1800
Teñido	1800	2700	3300	1800	1650
Fijado	2400	2400	2000	2400	1200
Suavizado	3000	3000	4200	3500	3600
Enjuagues	11825	15950	18600	19250	20400
SUMATORIA	<u>29225</u>	<u>33275</u>	<u>40500</u>	<u>38125</u>	<u>36375</u>
TOTAL (Its/semana)	177500				

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental ex post “LAVADORA FASHION”.

Para completar el balance de materia en lo que respecta al uso de agua es necesario conocer la cantidad de agua que retiene la prenda de vestir. Los datos adicionales que se ha tomado corresponden a los pesos promedios de las prendas de vestir:

- Peso del pantalón antes de procesar 450 gramos.
- Peso de pantalón después de lavado y tinturado 860 gramos.
- Peso de pantalón después de centrifugado 680 gramos.
- Peso de pantalón después de secado 500 gramos. [23]

Con esta información podemos deducir que cada pantalón después del secado retiene 50 gramos entre colorantes, fijantes, entre otros. A demás que en el secado se evapora 230gr (0.23 lts) de agua en cada pantalón.

En la siguiente tabla se encuentra el balance de agua, que corresponde a la cantidad de agua utilizada en el proceso y al mismo tiempo tomando en cuenta el peso de las prendas

después de cada actividad se ha calculado el volumen de agua residual generada que deberá ser tratada.

- Volumen total de agua residual que se genera en la lavadora “FASHION”.

Tabla 13. Volumen de agua residual que genera la lavadora.

Día	Número de prendas procesadas	Volumen de agua utilizada	Cantidad de agua evaporada en el proceso de secado por cada prenda	Volumen de agua evaporada del total de prendas (A*C)	Volumen de agua que sale como efluente (B-D)
	A	B (lts)	C (lts)	D (lts)	E (lts)
LUNES	1200	29225	0.23	276	28949
MARTES	1300	33275	0.23	299	32976
MIERCOLES	1350	40500	0.23	310.5	40189.5
JUEVES	1500	38125	0.23	345	37780
VIERNES	1200	36375	0.23	276	36099
VOLUMEN TOTAL DE AGUA RESIDUAL QUE GENERA LA EMPRESA "FASHION" (lts/semana)					<u>175993.5</u>

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental ex post “LAVADORA FASHION”.

El caudal total de agua residual que se genera en el proceso de lavado de jeans en la empresa “FASHION” es 175993.5 lts/semana o que es lo mismo 35.20 m³/día, se debe tomar en cuenta que la semana laboral de la lavadora es de 5 días.

4.2 Análisis de resultados

Es esencial conocer las características del agua residual antes y después del proceso de filtración, así sabremos si la cáscara de naranja puede ser utilizada como material filtrante.

4.2.1 Tablas de resultados (Muestra-Parámetros)

-Cuadro de análisis físico - químico antes y después de la biofiltración de agua residual proveniente de la Lavadora “FASHION”.

Tabla 14. Tabla general de análisis físico-químicos del agua residual proveniente de la lavadora “FASHION”.

	Parámetro	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	COLOR
	Unidades	mg/lt	mg/lt	U Pt-Co
	Límite Máximo Permisible	500	250	15
M1	Sin Filtrar	3624	1388.5	5275
	Filtrada	332.5	96.8	2015
M2	Sin Filtrar	1621	486.3	1870
	Filtrada	477.2	143.1	1200
M3	Sin Filtrar	5628	1688.4	6660
	Filtrada	852.36	255.6	1930
M4	Sin Filtrar	3470	1041.1	5220
	Filtrada	1092.4	327	1580
MÉTODO DE REFERENCIA		Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
Límite Máximo Permisible: Tabla N°9. Acuerdo ministerial 028, Tabla N°2. Acuerdo ministerial 028.				

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

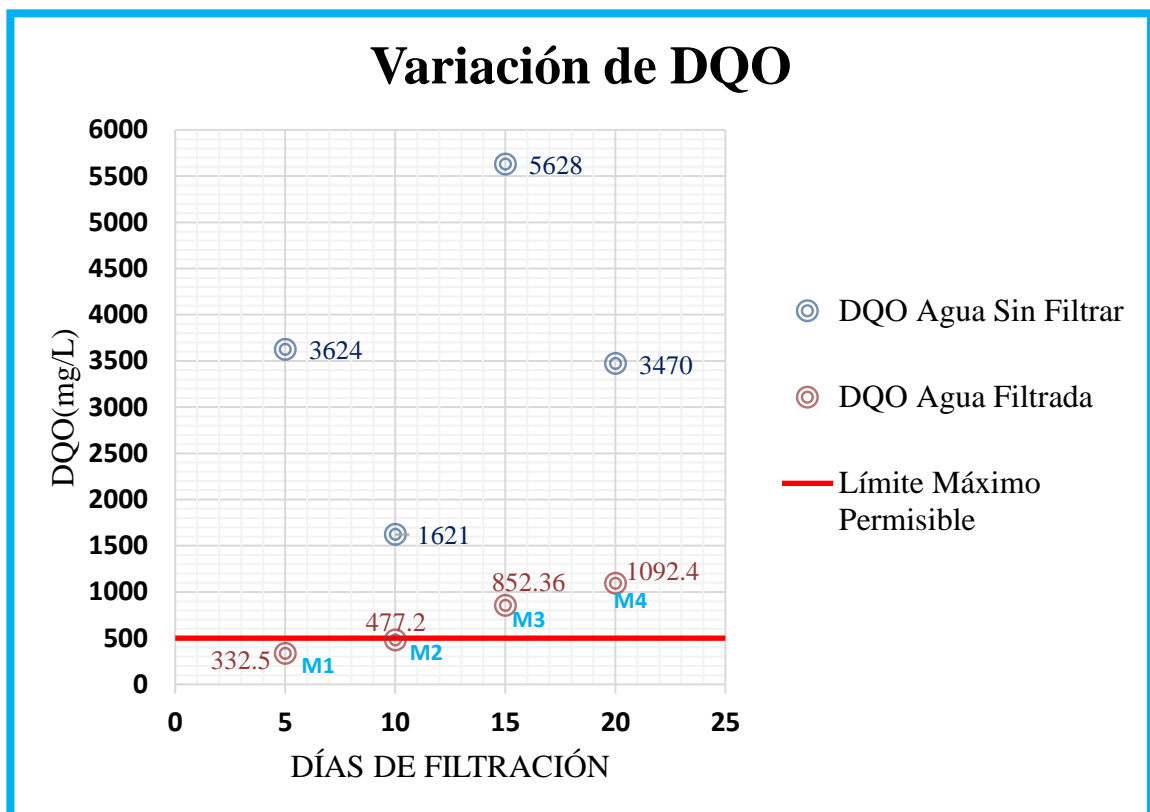
Fuente: Informe de análisis de aguas “environolab laboratorios”.

4.2.2 Comparación gráfica de los resultados, con el límite máximo permisible según la tabla N°9 y la tabla N°2 del Acuerdo Ministerial 028

-Variación de Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Los resultados de laboratorio obtenidos del parámetro DQO del agua filtrada y sin filtrar nos permiten hacer un análisis comparativo con el límite máximo permisible; donde podemos observar que dos de las muestras (M1, M2) están debajo del límite. Por otra parte la muestra (M3, M4) están por encima del límite máximo esto se da porque según la gráfica son valores que tenían una demanda química de oxígeno muy alta debido a las diferentes operaciones realizadas en la industria.

Gráfico 5. Comparación del DQO con el límite máximo permisible.

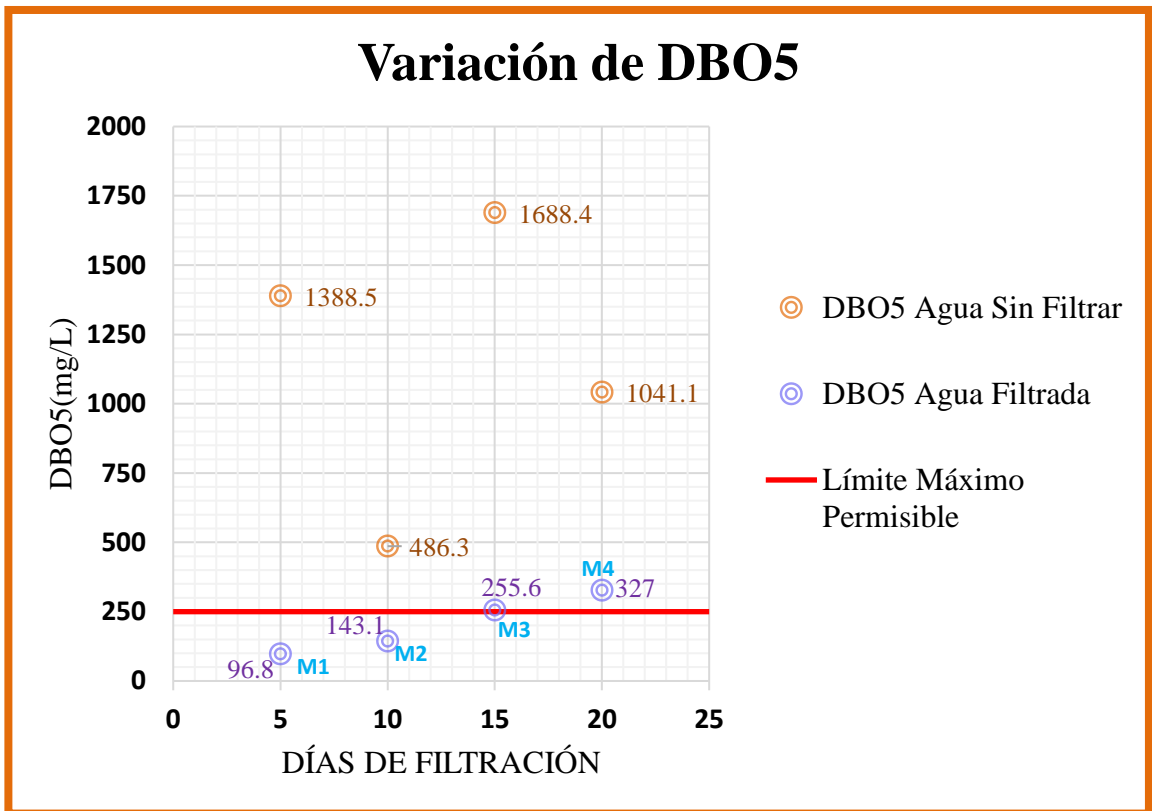


Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

-Variación de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

Realizando un análisis comparativo con el límite máximo permisible; podemos observar que las muestras (M1,M2) están debajo del límite. Por otra parte la muestra la muestra M3 sobrepasa el límite máximo con un valor mínimo y la muestra M4 está muy por encima del límite máximo esto se da porque según la gráfica es un valor que tiene una demanda bioquímica de oxígeno muy alta debido a las diferentes operaciones realizadas en la industria.

Gráfico 6. Comparación del DBO5 con el límite máximo permisible.

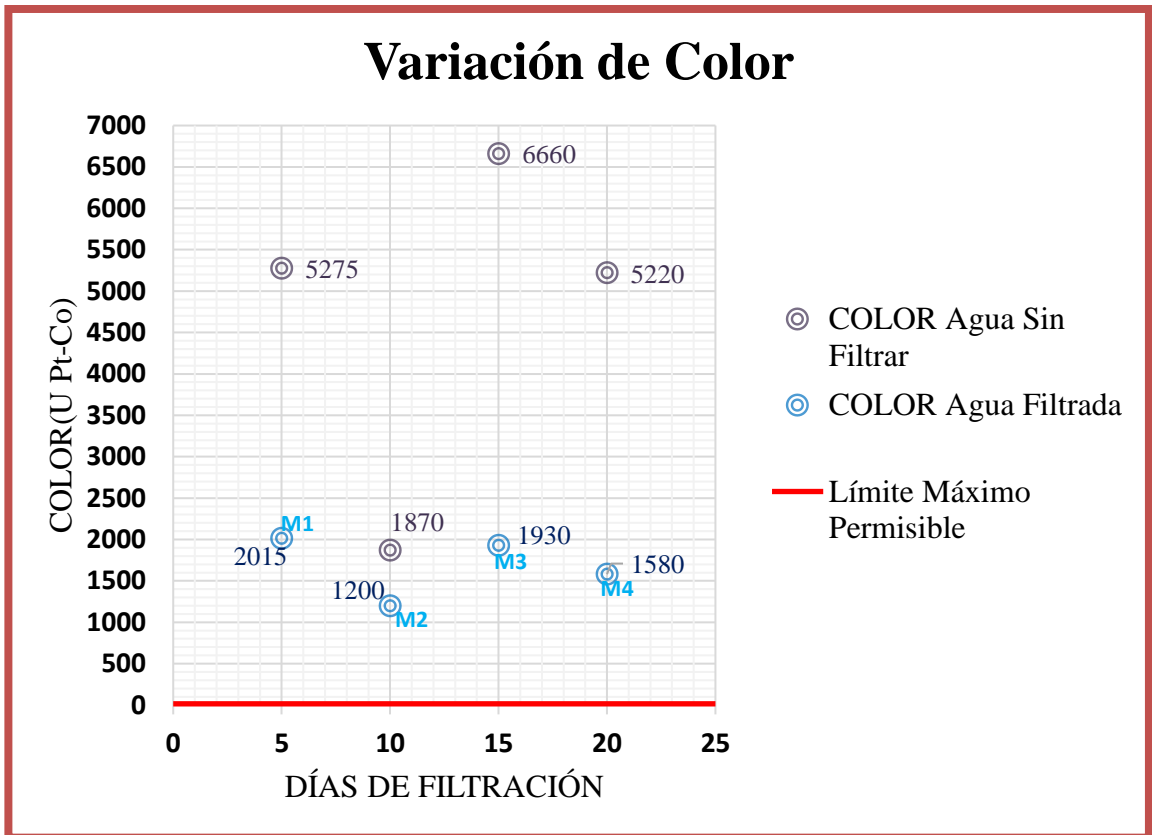


Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

-Variación de Color.

Los resultados obtenidos gracias a los análisis de laboratorio del parámetro color del agua filtrada y sin filtrar nos permiten hacer un análisis comparativo con el límite máximo permisible (15 U Pt-Co); donde podemos observar que aun así todas las muestras están por arriba del límite máximo hay una reducción notable en cada una de las muestras.

Gráfico 7. Comparación del Color con el límite máximo permisible.



Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

4.2.3 Análisis y cálculo de la eficiencia de remoción de los parámetros

Es esencial calcular la eficiencia de remoción que brinda un filtro biológico, se debe verificar en los tres parámetros analizados (DQO, DBO5, Color). Este análisis nos permitirá establecer que tan eficiente es la cáscara de naranja en la depuración del agua residual proveniente del lavado de jeans.

4.2.3.1 Análisis de la eficiencia de remoción del DQO

Utilizando la formula.

$$Ef = \frac{(DQOe - DQOs)}{DQOe} * 100$$

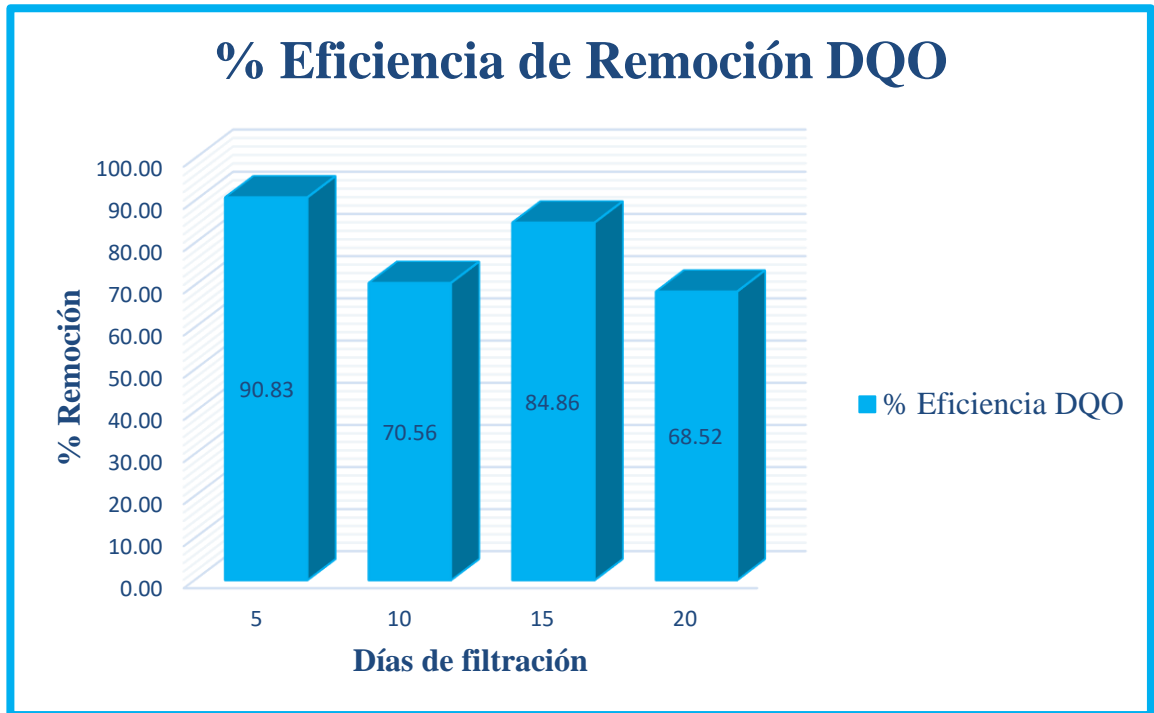
Los porcentajes de remoción se han obtenido a lo largo de cuatro semanas de análisis, a continuación, se observa la variación de los porcentajes de remoción:

Tabla 15. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (DQO).

Nº Muestra	Días de filtración	% Eficiencia de remoción
1	5	90.83
2	10	70.56
3	15	84.86
4	20	68.52

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Gráfico 8. % Eficiencia de remoción de DQO.



Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

En el análisis de los porcentajes de la eficiencia de remoción que el biofiltro presenta a lo largo del tiempo de estudio, se observa que a los 5 días de la biofiltración la eficiencia del filtro fue alta con un porcentaje del 90.83% ya que estos son los primeros días se podría decir que el filtro está en una etapa de estabilización. Luego en la segunda muestra se observa que la eficiencia de remoción disminuyó dando así un valor del 70.56%, en la tercera muestra a los 15 días de filtración se observa que la remoción aumenta con relación a la segunda muestra dando un valor de 84.86% y en la cuarta muestra a los 20 días de filtración se observa que la remoción disminuye dando un resultado de 68.52%.

4.2.3.2 Análisis de la eficiencia de remoción del DBO5

Utilizando la formula.

$$Ef = \frac{(DBO5e - DBO5s)}{DBOe} * 100$$

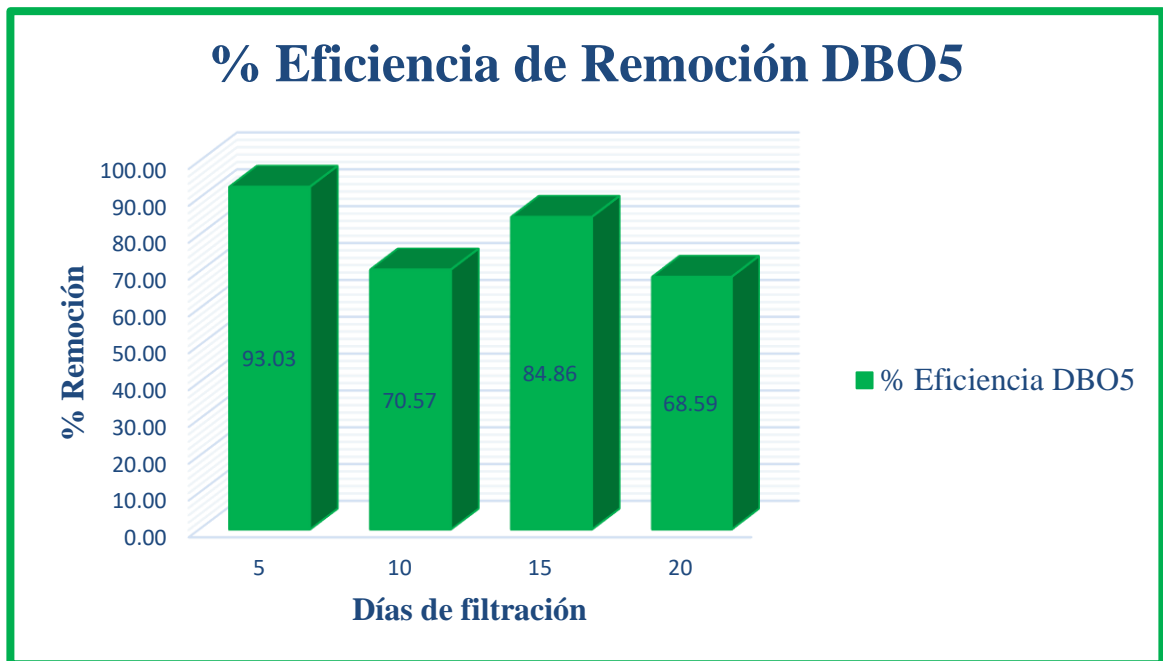
Los porcentajes de remoción se han obtenido a lo largo de cuatro semanas de análisis, a continuación, se observa la variación de los porcentajes de remoción:

Tabla 16. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (DBO5).

Nº Muestra	Días de filtración	% Eficiencia de remoción
1	5	93.03
2	10	70.57
3	15	84.86
4	20	68.59

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Gráfico 9. % Eficiencia de remoción de DBO5.



Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Al igual que el anterior podemos ver que a los 5 días de filtración se observa una eficiencia alta del 93.03% por ser los primeros días se podría decir que el biofiltro se estabiliza internamente, para luego de este periodo tener un comportamiento real. En los siguientes días de filtración los porcentajes de eficiencia son del 70.57% en la segunda muestra, 84.86% en la tercera y de 68.59% en la cuarta muestra de análisis, así se puede observar que en la remoción del parámetro BDO5 el comportamiento es similar a la remoción de DBO5.

4.2.3.3 Análisis de la eficiencia de remoción del Color

Utilizando la formula.

$$Ef = \frac{(Color_e - Color_s)}{Color_e} * 100$$

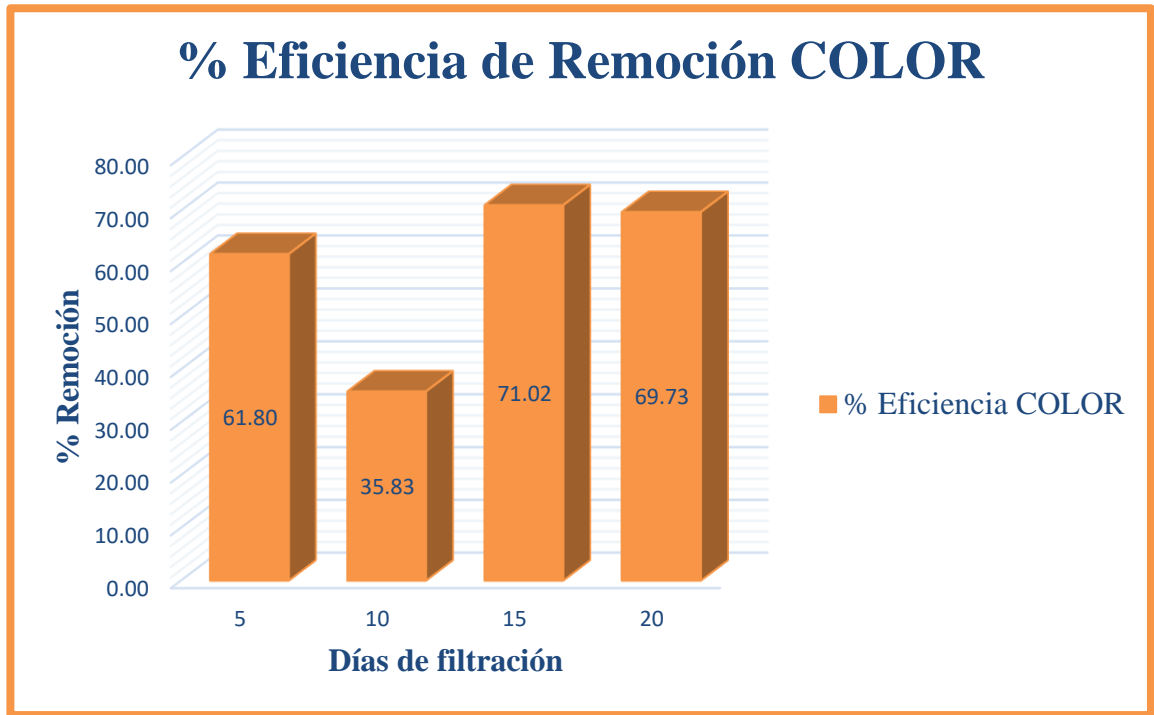
Los porcentajes de remoción se han obtenido a lo largo de cuatro semanas de análisis, a continuación, se observa la variación de los porcentajes de remoción:

Tabla 17. Eficiencia de remoción durante un periodo de tiempo (Color).

Nº Muestra	Días de filtración	% Eficiencia de remoción
1	5	61.80
2	10	35.83
3	15	71.02
4	20	69.73

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Gráfico 10. % Eficiencia de remoción de Color.



Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Al analizar el parámetro de color visualmente no se notó la diferencia pero al realizar los análisis al igual que los anteriores parámetros se pudo observar como la remoción a los 5 días de filtración tiene una eficiencia media de 61.80%. En los siguientes días de filtración los porcentajes de eficiencia son del 35.83% en la segunda muestra, y un comportamiento similar en la tercera y cuarta muestra con uno valor de 71.02% y 69.73% respectivamente.

4.2.4 Análisis de la eficiencia de remoción según los valores expresados en porcentajes de DQO, DBO5, Color.

Para el siguiente análisis se determinara gráficamente si el filtro es eficiente transformando los valores de cada una de las muestras en porcentajes. Siendo el límite máximo de cada uno de los parámetros el 100 %.

Por ejemplo para la primera muestra de DQO (sin filtrar) se determinara de la siguiente manera.

$$\text{Límite de máximo } 500 \text{ mg/lt} \rightarrow 100 \%$$

$$\text{Descarga } 3624 \text{ mg/lt} \rightarrow x$$

El valor del valor x se calcula resolviendo la siguiente regla de tres:

$$x = \frac{3624 \text{ mg/lt} * 100}{500 \text{ mg/lt}}$$

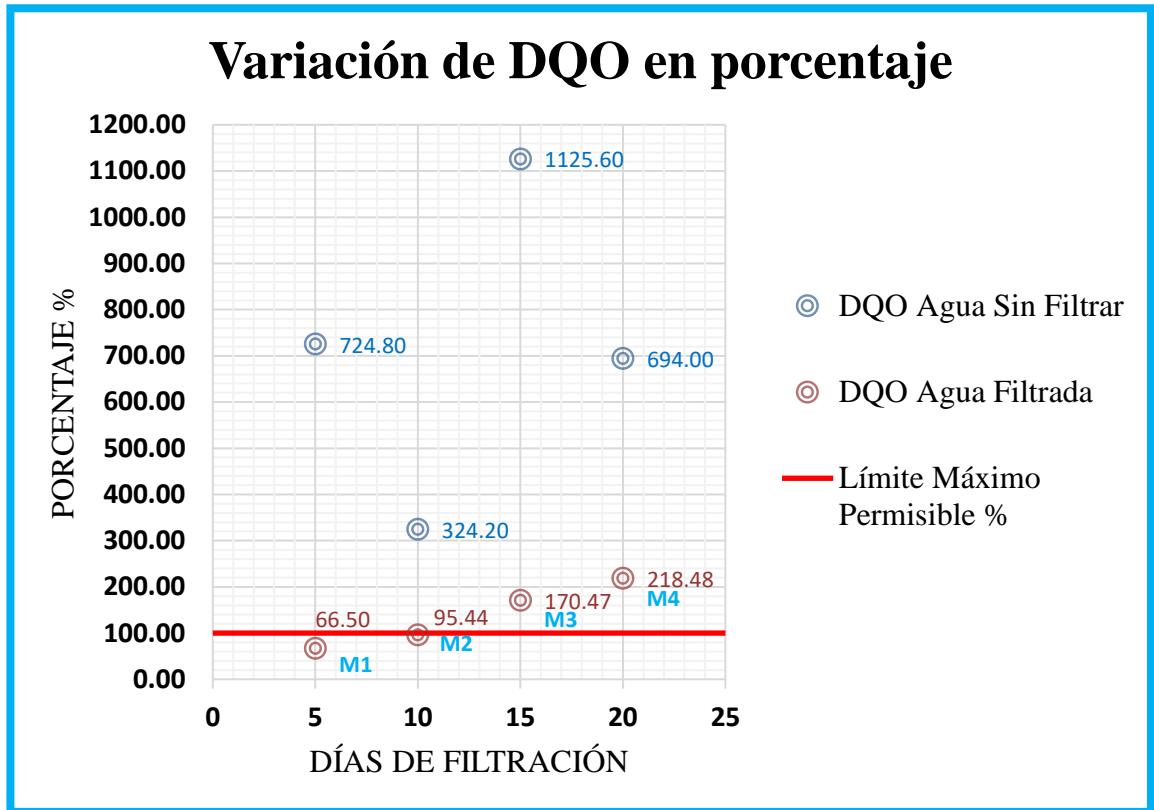
$$x = 724.80\%$$

Tabla 18. Tabla general de análisis físico-químicos expresados en porcentajes.

	Parámetro	DQO		DBO5		COLOR	
		mg/lt	%	mg/lt	%	U Pt-Co	%
	Límite Máximo	500	100%	250	100%	15	100%
M1	Sin Filtrar	3624	724.80%	1388.5	555.40%	5275	35166.67%
	Filtrada	332.5	66.50%	96.8	38.72%	2015	13433.33%
M2	Sin Filtrar	1621	324.20%	486.3	194.52%	1870	12466.67%
	Filtrada	477.2	95.44%	143.1	57.24%	1200	8000.00%
M3	Sin Filtrar	5628	1125.60%	1688.4	675.36%	6660	44400.00%
	Filtrada	852.36	170.47%	255.6	102.24%	1930	12866.67%
M4	Sin Filtrar	3470	694.00%	1041.1	416.44%	5220	34800.00%
	Filtrada	1092.4	218.48%	327	130.80%	1580	10533.33%

Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Gráfico 11. Comparación en porcentaje del DQO con el límite máximo.

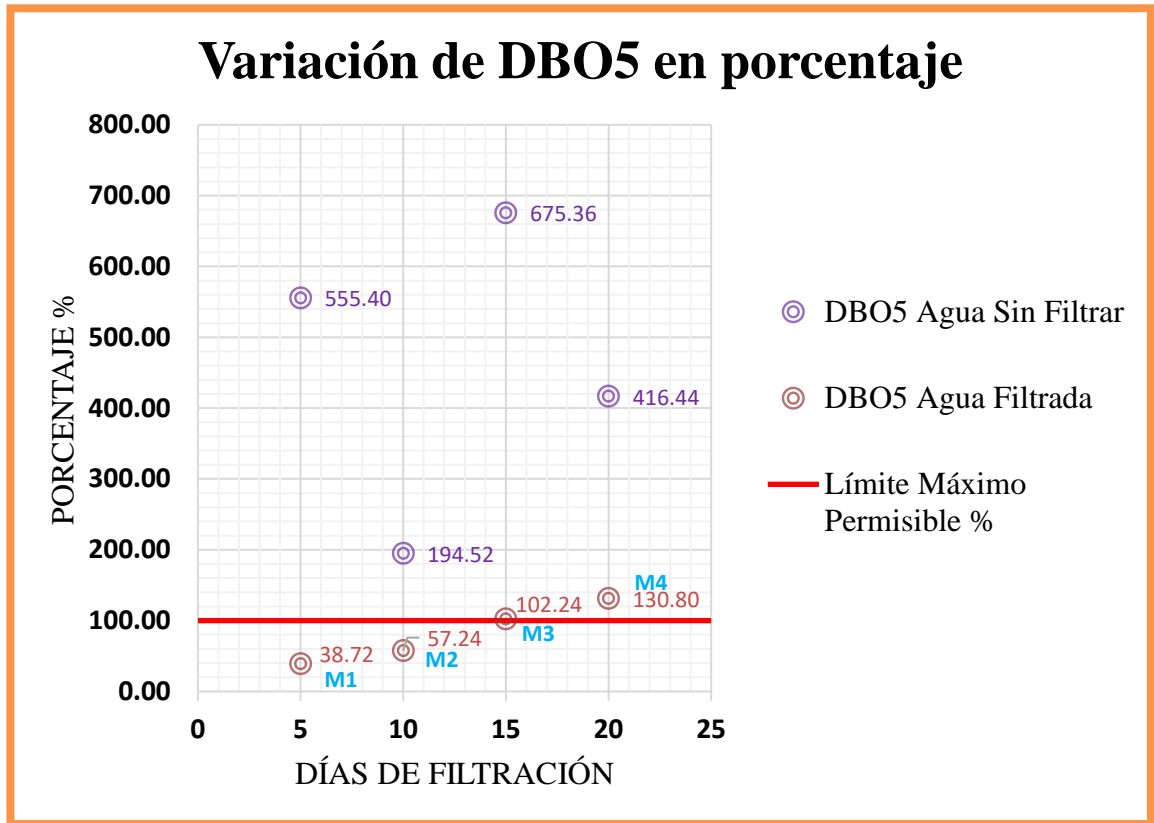


Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Al observar el gráfico se aprecia que, en las dos primeras muestras, a los 5 y 10 días en los que se utilizó el filtro de cáscara de naranja se consiguió disminuir la concentración de la demanda química de oxígeno por debajo del límite máximo admisible de 500 mg/l. En las dos muestras siguientes a los 15 y 20 días existe una gran disminución pero aun así no están debajo del límite.

Al considerar que la mayor remoción se da en la primera muestra, a los 5 días, donde el agua residual no filtrada fue de 3624 mg/l (724.80 %), y la muestra filtrada de 332.5 mg/l (66.50 %) se puede decir que el filtro es capaz de remover un alto porcentaje de concentración para este parámetro.

Gráfico 12. Comparación en porcentaje del DBO5 con el límite máximo.

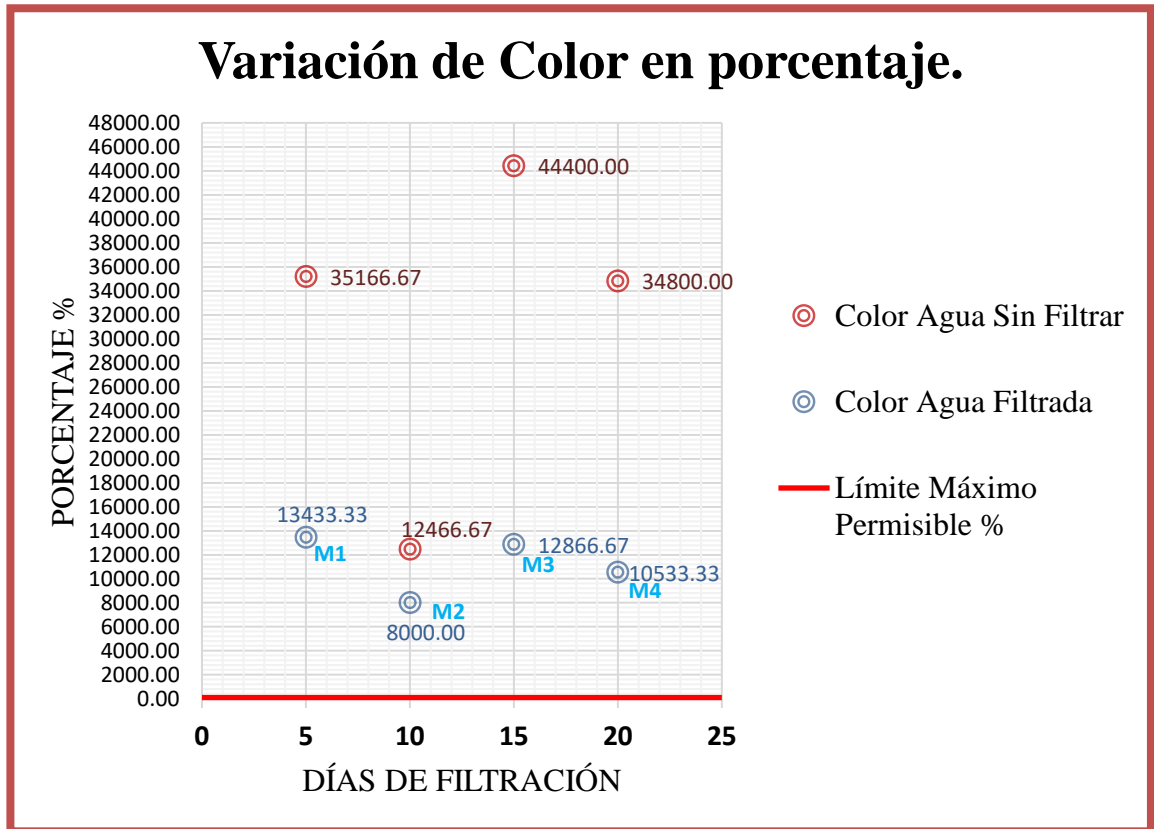


Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Al observar el gráfico se aprecia que, en las dos primeras muestras, a los 5 y 15 días en los que se utilizó el filtro de cáscara de naranja se consiguió disminuir la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno por debajo del límite máximo admisible de 2500 mg/l. En las dos muestras siguientes a los 15 y 20 días existe una gran disminución y están muy cerca del límite.

Al observar que la mayor remoción igual se da en la primera muestra, a los 5 días, donde el agua residual no filtrada fue de 1388.5mg/l (555.40 %), y la muestra filtrada de 96.8 mg/l (38.72 %) se puede decir que el filtro es capaz de remover un alto porcentaje de concentración para este parámetro.

Gráfico 13. Comparación en porcentaje del Color con el límite máximo.



Elaborado por: José Luis Balladares Pico.

Finalmente, como se puede visualizar, en ninguna de las muestras de color es menor al límite admisible (15 U Pt-Co), la mayor remoción se da en la tercera muestra, a los 15 días, donde el agua residual no filtrada fue de 6660 U Pt-Co (44400 %), y la muestra filtrada de 1930 U Pt-Co (12866.67 %). No obstante se puede decir que el filtro elimina una gran cantidad de color pero no está ni cerca de llegar al límite máximo permitido.

4.3 Verificación de la Hipótesis

El efluente que genera la lavadora de jeans “FASHION” y que fue tratada en el filtro biológico de cáscara de naranja, obtuvo una reducción considerable en los parámetros tratados. Esto se ha podido comprobar mediante los análisis de laboratorio obtenidos de la biofiltración del agua residual y realizando un análisis de las mismas, entonces la hipótesis planteada se cumple, ya que en los parámetros analizados se observa disminución o remoción de los contaminantes.

Es así que en el caso del parámetro DQO y DBO5 la eficiencia de remoción llega al 90.83% y 93.03% respectivamente logrando una disminución importante y llegando a niveles por bajo del límite máximo permisible en el TULSMA.

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Al haber estudiado los procesos que realiza la industria al momento de lavar los jeans durante el tiempo que duro el trabajo experimental y además al haber realizado sus planos arquitectónico, se puede concluir que se ha llegado a conocer el funcionamiento básico de la industria de la lavadora de jeans FASHION así como también de su infraestructura.
- Una vez determinado el número de procesos que se realiza en la lavadora FASHION y a misma ves la cantidad de agua necesaria para los mismos, se pudo determinar que el caudal que requiere la industria para el lavado de jeans es de 0.41 lts/seg.
- Al monitorear las características del agua residual proveniente de la industria FASHION, antes y después del proceso de filtración con cáscara de naranja, se determinó que en la primera y segunda muestra, a los 5 y 10 días respectivamente, los valores de DQO y DBO5 están dentro del límite máximo permisible, por otro lado los valores arrojados de COLOR no cumplen.
- Con la finalidad de saber si la cáscara de naranja ayuda la disminución de los parámetros de DQO, DBO5 y COLOR, se realizaron análisis con lo cual se pudo determinar la eficiencia de remoción que tiene la cáscara de naranja como material filtrante, en el caso del parámetro DQO la eficiencia obtenida es de 90.83%, en el parámetro de DBO5 la eficiencia alcanza un valor de 93.03% y finalmente la eficiencia de remoción para el Color llega a un valor de 71.02%.
- Al analizar la cáscara de naranja como material filtrante para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora FASHION se demostró que hay un nivel de eficiencia de remoción que esta entre el 70-90% con lo que se concluye que puede ser aceptado como parte del tratamiento secundario.

5.2 Recomendaciones

- Para evitar alteraciones de las muestras es indispensable usar botellas ámbar las mismas que tienen que ser homogenizadas y luego ser sumergidas en el efluente, esto nos garantizará que no se introduzca burbujas de aire y se alteren los resultados.
- Es necesario que para el parámetro Color se complemente con otro tipo de filtro ya que los valores obtenidos son muy elevados y no cumplen con el límite máximo permisible en el TULSMA.
- Los análisis deben realizarse en laboratorios acreditados con el fin de garantizar los resultados.
- Procurar que el agua a ser tratada esté libre de fibras, piedras e impurezas, ya que estas pueden interrumpir la normal circulación a través de las tuberías.
- Para los procesos de tintura es conveniente realizar un ensayo de laboratorio con todas las gamas de colorantes, para determinar cuál de ellos es más contaminante.

MATERIALES DE REFERENCIA

Bibliografía

- [1] M. Vargas Rodríguez, D. Cabañas Vargas, M. Gamboa Marrufo y X. Domínguez Benetton, «Evaluación del proceso de biosorción con cáscaras de naranja para la eliminación del colorante comercial Lanazol Navy CE en aguas residuales de la industria textil,» Revista Académica de la FI-UADY, vol. 13, n° 3, pp. 39-43, 2009.
- [2] M. A. Garzón Zúñiga, G. Buelna y G. E. Moeller Chávez, «La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias,» Tecnología y Ciencias del Agua, vol. 3, n° 3, pp. 153-161, 2012.
- [3] Á. Arango Ruiz, «La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua,» REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN, vol. 1, n° 2, pp. 61-66, 2012.
- [4] C. Tejada Tovar, A. Villabona Ortiz y L. Garcés Jaraba, «Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico,» Tecno Lógicas, vol. 18, n° 34, pp. 109-123, 2015.
- [5] M. Platzer, V. Cáceres y N. Fong, «INVESTIGACIONES Y EXPERIENCIAS CON BIOFILTROS EN NICARAGUA, CENTRO AMERICA,» de XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún, México, 2002.
- [6] R. Lopez, «Tratamiento de Aguas Residuales en lavanderías textiles,» Riobamba-Ecuador, 2007, p. 58.
- [7] L. A. Romero Cano, «LA VANGUARDIA,» 16 Marzo 2017. [En línea]. Available: www.lavanguardia.com. [Último acceso: 16 Marzo 2017].
- [8] G. Valencia, «Filtros Biológicos,» pp. 1-16, 2007.

- [9] J. H. Sierra Carmona, «Análisis Físicos,» de Análisis de aguas y aguas residuales, Medellín, 1983, pp. 1-2.
- [10] C. Falcón, «Demanda bioquímica de oxígeno (DBO),» de Manual de tratamiento de aguas negras, Distrito Federal, Editorial Limusa, 1974, p. 33.
- [11] L. . I. Ramírez Burgos y M. d. C. Durán Domínguez de Bazúa, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, D.F. México, 2008.
- [12] A. Betancourt Quijada, Estudio Comparativo de la Pectina del Café con la Pectina de Cítricos Comercial, El Salvador, 1983.
- [13] «Naranja: dulce sabor que hace falta,» Diario El Hoy, 2008.
- [14] Remington, Farmacia Práctica, Argentina: Editorial Médica Panamericana , 1987.
- [15] Á. Guamán, Gestión ambiental en la Empresa, Lavandería y Tintorería de Jeans Mundo Color y su incidencia en el recurso agua, Riobamba, 2014.
- [16] Á. A. Ruiz, «lasallista,» 10 Marzo 2005. [En línea]. Available: alarango@lasallista.edu.co.
- [17] N. O. Calviño, «Filtración de aguas reciduales para reutilización,» Universidad de La Laguna, 2007.
- [18] M. Bunge, «La Investigación científica,» Barcelona, 1989.
- [19] Hernández, «Población,Muestra,» 2003, pp. 23-119.
- [20] «Acuerdo Ministerial 028,» Ministerio del Ambiente, n° 270, 2015.
- [21] «Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento,» de Congreso Nacional del Agua, Mexico, 2015.

[22] L. T. Núñez, «Edición Especial N°387,» de Registro Oficial, 2015.

[23] P. Romero, «ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EX POST “LAVADORA FASHION”,» 2017.

Anexos

a.1. Tablas del límite máximo permisible según el Acuerdo Ministerial N°028.

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO Y QUE PARA SU POTABILIZACIÓN SOLO REQUIEREN DESINFECCIÓN

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amonio	NH ₄ ⁺	mg/l	0,5
Arsénico	As	mg/l	0,01
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	20
Coliformes Totales	NMP	NMP/100ml	200
Bario	Ba	mg/l	0,7
Cadmio	Cd	mg/l	0,003
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,07
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Pt-Co	15
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,001
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	ug/l	0,0005
Hierro total	Fe	mg/l	0,3
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Olor y sabor			No Objetable
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Hidrocarburos Totales de Petroleo	TPH	mg/l	0,05
Turbiedad		UTN	5

TABLA 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables.	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cínc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjedah	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables		ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220,0
Sólidos totales		mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

b.1. Resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de agua residual.



INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME DE RESULTADOS				
INFORME N°	O13	No. Orden	OT-05-18	
SOLICITADO POR:	LAVADORA FASHION			
DIRECCION:	Barrio La Merced, Parroquia Totoras, Cantón Ambato, Tungurahua			
FECHA DE RECEPCIÓN:	8/12/2017			
HORA DE RECEPCIÓN:	16:00			
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA			
DESCRIPCIÓN	AGUA RESIDUAL			
FECHA Y HORA DE MUESTREO	08/12/2017, 10H00			
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	MUESTRA LIQUIDA			
MUESTREO POR	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA, José Balladares			
OBSERVACIONES	Muestra entregada al laboratorio por el cliente			
INFORME				
IDENTIFICACION DE LA FUENTE	LAVADORA FASHION			
DESCRIPCIÓN	Tratamiento de aguas residuales			
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA (En operación)			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS		METODO DE REFERENCIA
		MUESTRA M1	MUESTRA M2	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	322,5	3624,0	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	96,8	1388,5	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	2015,0	5275,0	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B
COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN				
NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA	PARÁMETROS ANALIZADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE		
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l		
	DBO5	250 mg/l		
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co		

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ENVIRONOVALAB. Sin la firma del Responsable Técnico y el sello de ENVIRONOVALAB, este informe no es válido.




Lander Pérez
Químico Lander Pérez
DIRECTOR TÉCNICO
ENVIRONOVALAB

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME DE RESULTADOS				
INFORME N°	O14	No. Orden	OT-06-18	
SOLICITADO POR:	LAVADORA FASHION			
DIRECCION:	Barrio La Merced, Parroquia Totoras, Cantón Ambato, Tungurahua			
FECHA DE RECEPCIÓN:	15/12/2017			
HORA DE RECEPCIÓN:	11:45			
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA			
DESCRIPCIÓN	AGUA RESIDUAL			
FECHA Y HORA DE MUESTREO	15/12/2017, 09H15			
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	MUESTRA LIQUIDA			
MUESTREO POR	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA, José Balladares			
OBSERVACIONES	Muestra entregada al laboratorio por el cliente			
INFORME				
IDENTIFICACION DE LA FUENTE	LAVADORA FASHION			
DESCRIPCIÓN	Tratamiento de aguas residuales			
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA (En operación)			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS		METODO DE REFERENCIA
		MUESTRA M1	MUESTRA M2	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	477,2	1621,00	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	143,1	486,30	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	1200,00	1870,00	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B
COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN				
NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA	PARÁMETROS ANALIZADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE		
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l		
	DBO5	250 mg/l		
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co		




 Químico Lander Pérez
 DIRECTOR TÉCNICO
 ENVIRONOALAB

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME DE RESULTADOS				
INFORME N°	O15	No. Orden	OT-05-18	
SOLICITADO POR:	LAVADORA FASHION			
DIRECCION:	Barrio La Merced, Parroquia Totoras, Cantón Ambato, Tungurahua			
FECHA DE RECEPCIÓN:	22/12/2017			
HORA DE RECEPCIÓN:	13:00			
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA			
DESCRIPCIÓN	AGUA RESIDUAL			
FECHA Y HORA DE MUESTREO	22/12/2017, 09H00			
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	MUESTRA LIQUIDA			
MUESTREADO POR	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA, José Balladares			
OBSERVACIONES	Muestra entregada al laboratorio por el cliente			
INFORME				
IDENTIFICACION DE LA FUENTE	LAVADORA FASHION			
DESCRIPCIÓN	Tratamiento de aguas residuales			
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA (En operación)			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS		METODO DE REFERENCIA
		MUESTRA M1	MUESTRA M2	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	852,36	5628,00	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	255,6	1688,40	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	1930,00	6660,00	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B
COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN				
NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA	PARÁMETROS ANALIZADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE		
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l		
	DBO5	250 mg/l		
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co		



Lander Pérez
Químico Lander Pérez
DIRECTOR TÉCNICO
ENVIRONOVALAB

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

INFORME DE RESULTADOS				
INFORME N°	O16	No. Orden	OT-05-18	
SOLICITADO POR:	LAVADORA FASHION			
DIRECCION:	Barrio La Merced, Parroquia Totoras, Cantón Ambato, Tungurahua			
FECHA DE RECEPCIÓN:	29/12/2017			
HORA DE RECEPCIÓN:	11:00			
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA			
DESCRIPCIÓN	AGUA RESIDUAL			
FECHA Y HORA DE MUESTREO	29/12/2017, 09H00			
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	5/1/2018			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	MUESTRA LÍQUIDA			
MUESTREADO POR	Muestreo realizado por estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la UTA, José Balladares			
OBSERVACIONES	Muestra entregada al laboratorio por el cliente			
INFORME				
IDENTIFICACION DE LA FUENTE	LAVADORA FASHION			
DESCRIPCIÓN	Tratamiento de aguas residuales			
ESTADO DE LA FUENTE	ACTIVA (En operación)			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS		METODO DE REFERENCIA
		MUESTRA M1	MUESTRA M2	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	1092,4	3470,80	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 A y 5220 D
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	327	1041,10	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B
COLOR	U Pt-Co	1580,00	5220,00	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 B
COMPARACIÓN CON NORMATIVA O LEGISLACIÓN				
NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA	PARÁMETROS ANALIZADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE		
TABLA N° 9. ACUERDO MINISTERIAL 028	DQO	500 mg/l		
	DBO5	250 mg/l		
TABLA N° 2. ACUERDO MINISTERIAL 028	COLOR	15 U Pt-Co		




Químico Lander Pérez
DIRECTOR TÉCNICO
ENVIRONOVALAB

c.1. Archivos fotográficos.

	
<p>Foto 1. Lavadora de Jeans “FASHION”.</p>	<p>Foto 2. Lavadora industrial de Jeans .</p>
	
<p>Foto 3. Centrifugadoras industriales.</p>	<p>Foto 4. Secadoras industriales de Jeans.</p>
	
<p>Foto 5. Lavadora para pruebas de color.</p>	<p>Foto 6. Tanque reservorio.</p>



Foto 7. Pozo de descarga del efluente.

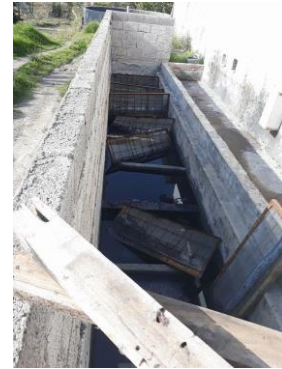


Foto 8. Sistema de retención de pelusa.



Foto 9. Cáscara de naranja sin tratar.



Foto 10. Cáscara lavada, retirada la membrana y semillas.



Foto 11. Cáscara deshidratada.

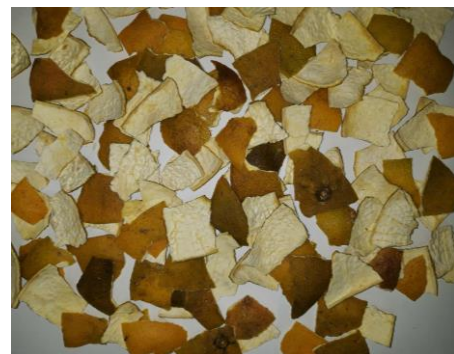


Foto 12. Cáscara triturada y tamizada.



Foto 13. Tanque de almacenamiento de agua residual.



Foto 14. Llave de control de caudal (entrada) .

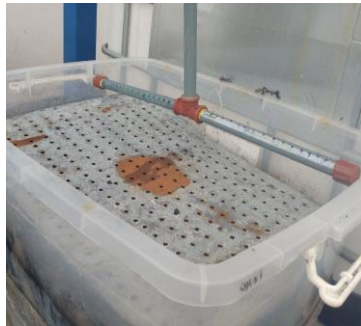


Foto 15. Sistema de goteo por flauta y lata de distribución.



Foto 16. Llave de control de caudal (salida) .



Foto 17. Sistema de bombeo.



Foto 18. Estructura del filtro biológico.



Foto 19. Muestra 1 y muestra 2.



Foto 20. Muestras 1 y 2 recolectadas para el análisis de laboratorio.



Foto 21. Muestra 3 y muestra 4.



Foto 22. Muestras 3 y 4 recolectadas para el análisis de laboratorio.



Foto 23. Muestra 5 y muestra 6.



Foto 24. Muestras 5 y 6 recolectadas para el análisis de laboratorio.



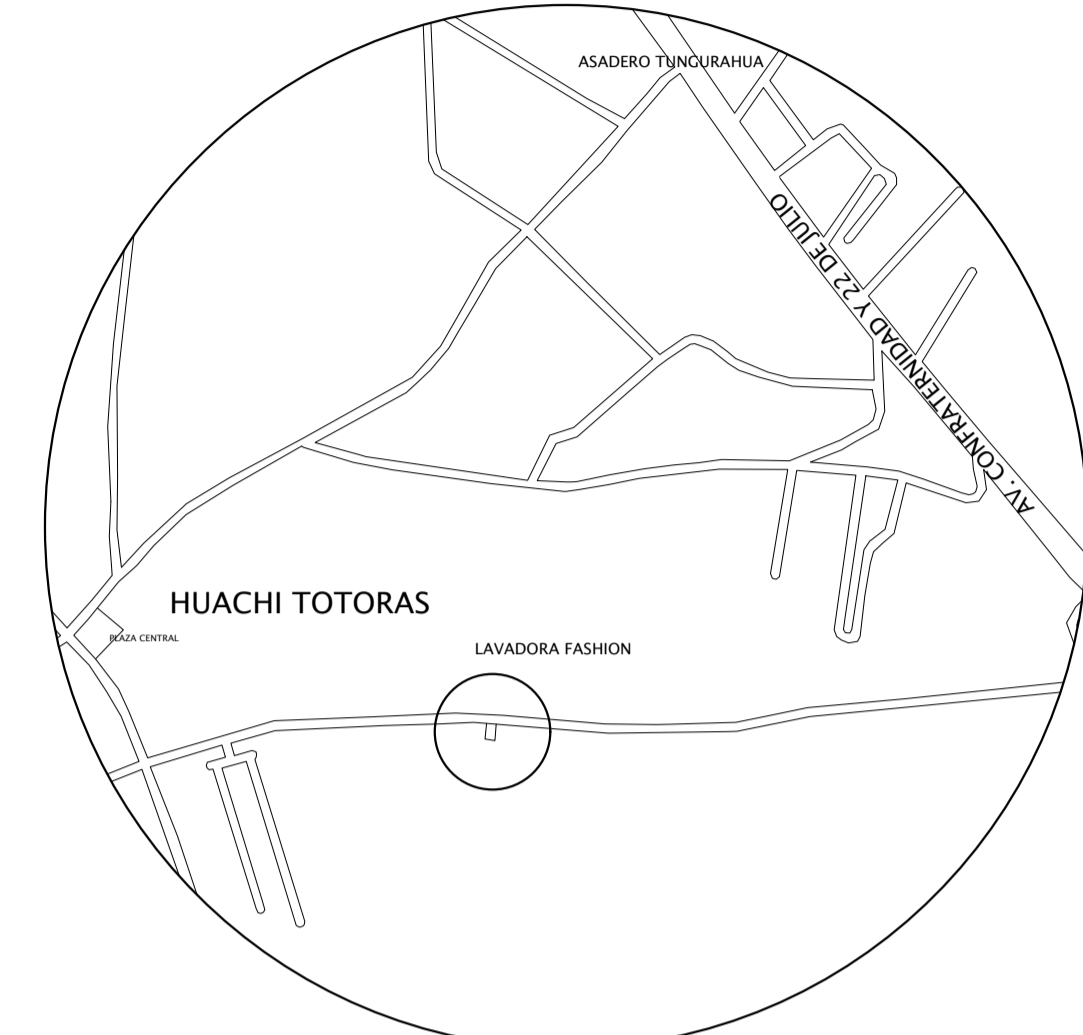
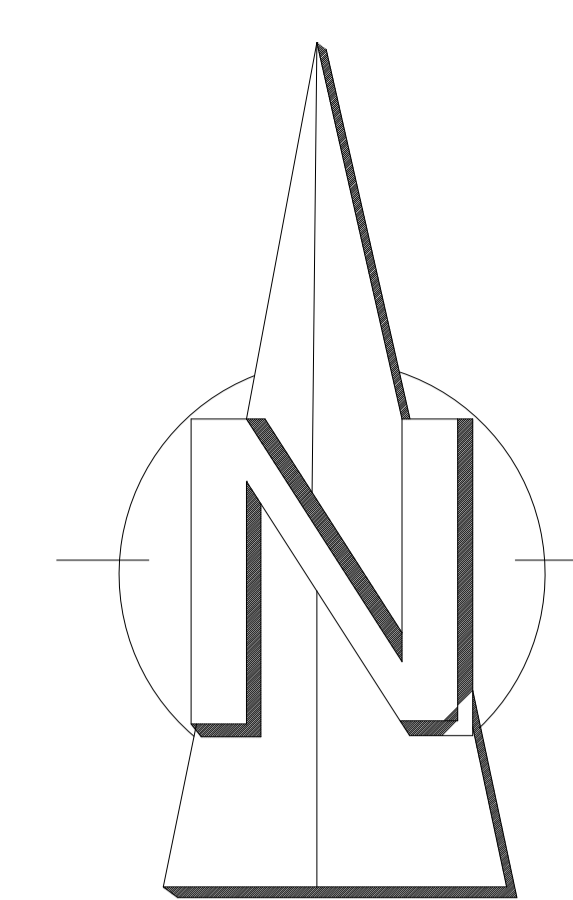
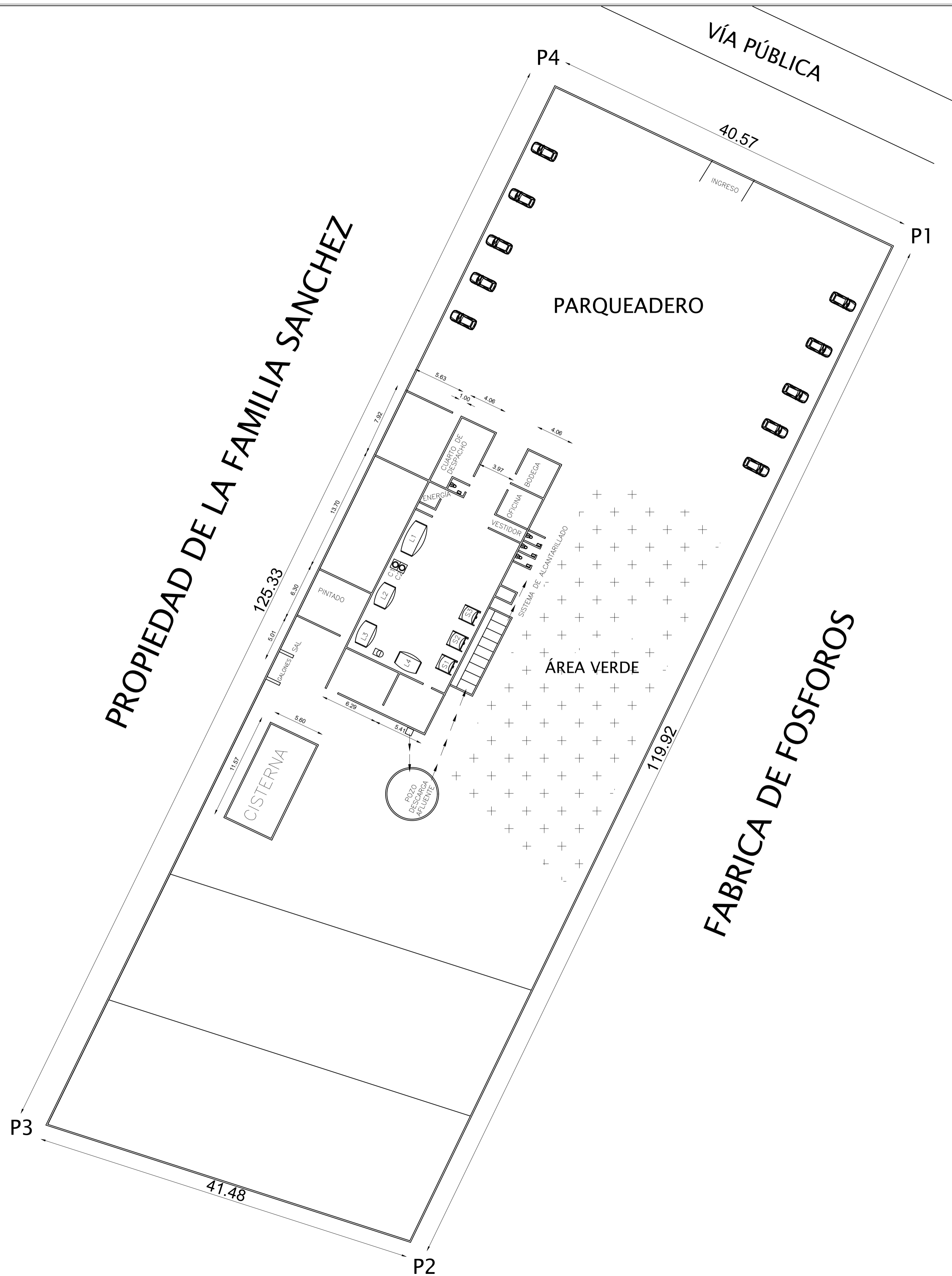
Foto 25. Muestra 7 y muestra 8.



Foto 26. Muestras 7 y 8 recolectadas para el análisis de laboratorio.



Foto 27. Cáscara de naranja después del periodo que duró trabajo experimental.



UBICACIÓN
ESCALA: -----:SIN

CUADRO DE COORDENADAS		
EST	COORDENADAS	
	X	Y
P1	766403.5700	9855209.3500
P2	766351.2600	9855101.4400
P3	766311.7667	9855114.1368
P4	766366.8945	9855226.6949

DATUM: WGS84
 PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA: UTM
 ZONA: 17 SUR

SIMBOLOGIA :

- LAVADORA
- CENTRIFUGADORA
- SECADORA
- PARQUEADERO

LAVADORA FASHION DE :
 SRA. ALDAS NUÑEZ DIANA VERONICA.

PROYECTO :	REVISADO:	ESCALA: 1/250
_____	_____	FECHA: FEBRERO/2018
JOSÉ BALLADARES	Ing.Mg. RODRIGO ACOSTA	UBICACION: HUACHI TOTORAS BARRIO: LA MERCED
LAMINA:	CONTIENE:	AREA TOTAL DE CONSTRUCCION
1 / 1	PLANTA ARQUITECTÓNICA UBICACIÓN DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS	AREA UTIL C.: 554 m2