



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

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

TEMA:

**ANÁLISIS DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA
CURTIEMBRE LOS TRES JUANES, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**

AUTORA:

JESSICA ESTEFANÍA GER ZULETA

TUTOR:

ING. MG. FABIÁN MORALES FIALLOS

AMBATO – ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos, certifico que el presente trabajo de investigación realizado por la señorita Jessica Estefanía Ger Zuleta, egresada de la facultada de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, bajo el tema **“ANÁLISIS DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA CURTIEMBRE LOS TRES JUANES, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”** se realizó bajo mi supervisión, el cual, es un trabajo elaborado de manera personal.

Ambato, Agosto de 2017

.....

Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Jessica Estefanía Ger Zuleta, con CI. 180498116-3, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que el contenido del presente Trabajo Experimental con el tema: **“ANÁLISIS DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA CURTIEMBRE LOS TRES JUANES, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”** es de mi autoría a excepción de los conceptos emitidos en las citas bibliográficas.

Ambato, Agosto 2017

.....
Jessica Estefanía Ger Zuleta

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad 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 de Titulación bajo la modalidad Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de éste Trabajo de Titulación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Agosto 2017

.....

Jessica Estefanía Ger Zuleta

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental realizado por la señorita Jessica Estefanía Ger Zuleta, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica De Ambato con el tema: **“ANÁLISIS DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA CURTIEMBRE LOS TRES JUANES, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

Para constancia firman:

.....

Ing. Mg. Jorge Guevara

PROFESOR CALIFICADOR

.....

Ing. Mg. Alex López

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a Dios, por permitirme culminar esta etapa de mi vida, por llenarme de paciencia y sabiduría en este camino.

A mis padres, Nelson y Rosario que con su sacrificio y esfuerzo han sabido ser el pilar fundamental durante toda mi vida.

A mis hermanos, David y Jonathan por su apoyo incondicional y por ser fuente de superación.

Jessica Estefanía Ger Zuleta

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme fortaleza a lo largo de mi vida y poder cumplir con mis objetivos.

Infinitamente a mis padres, especialmente a mi mami, gracias por estar siempre a mi lado, por brindarme su confianza y apoyo para que se cumpla esta meta tan anhelada.

A mis hermanos, gracias por brindarme su apoyo incondicional.

A José Luis Robalino, gracias por brindarme su amor, su tiempo y su apoyo para que esta meta se cumpla.

Al Ing. Mg. Edwin Santamaría por su apoyo brindado.

De manera muy especial al Ing. German Lema y a su familia, por abrirme las puertas de su Industria Curtiduría Los Tres Junes, por la colaboración brindada en cada una de las visitas realizadas para la culminación de mi trabajo de investigación.

A mi tutor Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos, por su guía, apoyo y conocimiento durante la realización de este trabajo y a todos los ingenieros del Área de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Jessica Estefanía Ger Zuleta

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PÁGINA PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO.....	III
DERECHO DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIV
EXECUTIVE SUMMARY.....	XV

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1.OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2.OBJETIVO ESPECÍFICO	5

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1.1. IMPORTANCIA DEL AGUA.....	6
2.1.2. CONTAMINANTES DEL AGUA	6
2.1.3. EFLUENTES CONTAMINANTES INDUSTRIALES	6
2.1.4. INDUSTRIA DE CURTIEMBRE	7
2.1.5. PROCESO DE CURTIDO.....	7
2.1.6. DEPURACIÓN DE EFLUENTES	8
2.1.7. TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE EFLUENTES	8
2.1.8. BIOFILTRACIÓN	8

2.1.9. PARÁMETROS DE MONITOREO DE LAS DESCARGAS INDUSTRIALES	9
2.1.10. LÍMITES MÁXIMOS DE DESCARGA HACIA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO	9
2.1.11. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO A LOS 5 DÍAS (DBO5)	10
2.1.12. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DQO.....	10
2.1.13. CROMO HEXA VALENTE.....	10
2.1.14. BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	10
2.2. HIPÓTESIS	13
2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	13
2.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	13
2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE	13

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	14
3.1.1. INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA	14
3.1.2. INVESTIGACIÓN DE DESCRIPTIVA	14
3.1.3. INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO.....	14
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	14
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	16
3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	16
3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE	17
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	18
3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	19
3.5.1. DISEÑO DEL FILTRO	19
3.5.1.1. PREPARACIÓN DEL ELEMENTO FILTRANTE.....	20
3.5.1.2. ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO DE FILTRACIÓN	20
3.5.1.3. PARTES DEL FILTRO	22
3.5.1.4. PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO	23
3.5.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO INDUSTRIA CURTIDURÍA LOS TRES JUANES	23
3.5.2.1. UBICACIÓN.....	23
3.5.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO. 24	

3.5.2.2.1. INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA	25
3.5.2.2.2. OPERACIONES REALIZADAS EN LA INDUSTRIA	33
3.5.2.2.3. RECORRIDO DEL FLUJO DE AGUA DE LA INDUSTRIA CURTIDURÍA LOS TRES JUANES	35

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS	36
4.1.1. CAUDAL PROMEDIO UTILIZADO EN LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRE	36
4.1.2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	37
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	41
4.2.1. ANÁLISIS DE CADA PARÁMETRO ESTABLECIDO	41
4.2.2. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DEL FILTRO	44
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	48

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	49
5.2. RECOMENDACIONES	50

1. BIBLIOGRAFÍA	51
2. ANEXOS	55
2.1. IMÁGENES DE LOS MATERIALES	55
2.2. DISEÑO DEL MODELO DE FILTRACIÓN	58
2.3. INFORMES DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS- QUÍMICOS	65
2.4. PLANO	75

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PARÁMETROS DE MONITOREO DE LAS DESCARGAS INDUSTRIALES	9
TABLA 2. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO	9
TABLA 3.COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR	10
TABLA 4. COMPOSICIÓN FÍSICA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR ...	11
TABLA 5. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE ..	16
TABLA 6. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	17
TABLA 7. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	18
TABLA 8. COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE LA CURTIDURÍA TRES JUANES	23
TABLA 9. MAQUINARIA EMPLEADA POR LA EMPRESA	24
TABLA 10. CONSUMO DE AGUA.....	36
TABLA 11. DISTRIBUCIÓN DE ANÁLISIS	37
TABLA 12. RESULTADO FÍSICO- QUÍMICO	37
TABLA 13. RESULTADO FÍSICO- QUÍMICO	38
TABLA 14. RESULTADO FÍSICO- QUÍMICO	38
TABLA 15. RESULTADO FÍSICO- QUÍMICO	38
TABLA 16. RESULTADO FÍSICO- QUÍMICO	39
TABLA 17. RESULTADO FÍSICO- QUÍMICO	39
TABLA 18. RESULTADO FÍSICO- QUÍMICO	39
TABLA 19. RESULTADO FÍSICO- QUÍMICO	40
TABLA 20. RESULTADO FÍSICO- QUÍMICO	40
TABLA 21. RESULTADO FÍSICO- QUÍMICO	40
TABLA 22. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO CROMO HEXAVALENTE.....	41
TABLA 23. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO DQO	42
TABLA 24. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO DBO5	43
TABLA 25. REMOCIÓN DEL CROMO HEXAVALENTE	44
TABLA 26. REMOCIÓN DEL DQO	45
TABLA 27. REMOCIÓN DEL DBO5	46

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICO 1. CONCENTRACIÓN DEL CROMO HEXAVALENTE	41
GRÁFICO 2. CONCENTRACIÓN DEL DQO.....	42
GRÁFICO 3. CONCENTRACIÓN DEL DBO5.....	43
GRÁFICO 4. EFICIENCIA DEL CROMO HEXAVALENTE	45
GRÁFICO 5. EFICIENCIA DEL DQO.....	46
GRÁFICO 6. EFICIENCIA DEL DBO5.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DIAGRAMA DEL PROCESO DE CURTIDO	7
FIGURA 2. MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR NATURAL.....	11
FIGURA 3. MICROGRAFÍA SEM. BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	12
FIGURA 4. IMÁGENES SEM DEL MEOLLO DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR	12
FIGURA 5. BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	20
FIGURA 6. PROTOTIPO DE FILTRACIÓN	21
FIGURA 7. PROTOTIPO FILTRO	22
FIGURA 8. DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CURTIDURÍA LOS TRES JUANES	33
FIGURA 9. DIAGRAMA DEL FLUJO DE AGUA CURTIDURÍA LOS TRES JUANES	35

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1. ESTRUCTURA DEL FILTRO	19
IMAGEN 2. LOCALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA	24
IMAGEN 3. BOMBO DE LA INDUSTRIA.....	25
IMAGEN 4. RASPADORA.....	25
IMAGEN 5. MESAS DE LACADA.....	26
IMAGEN 6. ÁREA DE SECADO.....	26

IMAGEN 7. PIGMENTADORA DE RODILLOS	27
IMAGEN 8. LIJADORA	27
IMAGEN 9. TOLVA RECOLECTORA	28
IMAGEN 10. INSUMOS PARA CURTIDO	28
IMAGEN 11. INSUMOS PARA ACABADOS	29
IMAGEN 12. ALMACENAMIENTO DE AGUA.....	29
IMAGEN 13. CALENTADOR DE AGUA.....	30
IMAGEN 14. SISTEMA DE REJILLAS	30
IMAGEN 15. TANQUE DE SEDIMENTACIÓN	31
IMAGEN 16. CONTROLES INDEPENDIENTES.....	31
IMAGEN 17. EXTINTORES	32
IMAGEN 18. TANQUE PLÁSTICO PERFORANDO.....	55
IMAGEN 19. TANQUE PLÁSTICO CON VÁLVULA.....	55
IMAGEN 20. RECIPIENTE PLÁSTICO	55
IMAGEN 21. MATERIAL DE SOPORTE (ARENA DE CUARZO)	55
IMAGEN 22. LÁMINA DE TOL.....	55
IMAGEN 23. MALLA SOBRE LA LÁMINA DE TOL	55
IMAGEN 24. BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL RECIPIENTE PLÁSTICO.....	56
IMAGEN 25. LÁMINA DE TOL PERFOTADA	56
IMAGEN 26. ESTRUCTURA METÁLICA.....	56
IMAGEN 27. TANQUE CON EL SISTEMA DE TUBERÍA	56
IMAGEN 28. PROTOTIPO FILTRO	56
IMAGEN 29. LLENADO DEL TANQUE.....	56
IMAGEN 30. AGUA RESIDUAL EN EL TANQUE PASADO POR TAMIZ	57
IMAGEN 31. BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR DESPUÉS DEL FILTRADO ..	57
IMAGEN 32. AGUA RESIDUAL FILTRADA.....	57
IMAGEN 33. AGUA RESIDUAL NO FILTRADA.....	57
IMAGEN 34. RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL.....	57
IMAGEN 35. MUESTRA DEL EFLUENTE.....	57

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: ANÁLISIS DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA CURTIEMBRE LOS TRES JUANES, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR: Jessica Estefanía Ger Zuleta

TUTOR: Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos

El presente trabajo se realizó un sistema de biofiltración con bagazo de caña de azúcar, en el tratamiento de efluentes provenientes de una curtiembre, para la evaluación del mismo se procedió a caracterizar la biodegradabilidad de las aguas residuales inicial y final del proceso de filtración, considerando varios tipos de análisis físicos químicos como: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), y Cromo Hexavalente.

Se desarrolló el monitoreo del filtro en un tiempo de 90 días, la toma de muestra se realizó una vez cada diez días aproximadamente, completando 10 muestras, una antes y nueve después del proceso de filtración, las cuales fueron analizadas en los laboratorios de Lacquaanálisis S.A.

Con los informes de los resultados de los análisis se determinará la eficiencia del filtro, comparando con el primer análisis no filtrado, también se verificará si cumplen con los límites permisibles estipulados el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Una vez analizados los resultados se determinó que el bagazo de caña de azúcar como material filtrante ha contribuido en un pequeño porcentaje la remoción de los parámetros antes mencionados.

EXECUTIVE SUMMARY

TOPIC: ANALYSIS OF THE SUGAR CANE BAGGAGE AS A FILTER IN THE TREATMENT OF WASTEWATER FROM TANNERY TRES JUANES, PROVINCE OF TUNGURAHUA.

AUTHOR: Jessica Estefanía Ger Zuleta

TUTOR: Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos

The present work was performed a biofiltration system with bagasse of sugar cane, in the treatment of effluents from a tannery, for the evaluation of the same was proceeded to characterize the biodegradability of the initial and final wastewater of the filtration process, considering various types of chemical physical analysis such as: Biochemical Oxygen Demand (DBO5), Chemical Oxygen Demand (DQO), and Hexavalent Chromium.

The monitoring of the filter was developed in a time of 90 days, the sampling was performed once every ten days approximately, completing 10 samples, one before and nine after the filtration process, which were analyzed in the laboratories of Lacquaanálisis S.A.

The results of the analyzes will determine the efficiency of the filter, comparing with the first unfiltered analysis, will also be verified if they comply with the permissible limits stipulated in the Unified Text of Secondary Legislation of the Ministry of the Environment (TULSMA).

After analyzing the results, it was determined that sugar cane bagasse as a filter material contributed to a small percentage of the removal of the parameters mentioned above.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL:

ANÁLISIS DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA CURTIEMBRE LOS TRES JUANES, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

1.2. ANTECEDENTES:

La importancia por conservar el recurso natural, el agua, se ha convertido en un elemento indispensable para la vida e imprescindible como herramienta de trabajo [1], por tal motivo el hombre ha buscado y ha desarrollado métodos para el tratamiento de aguas residuales que sean eficientes, ya que resulta de gran importancia el cuidado y conservación del abastecimiento de agua limpia.

Se ha tomado en cuenta para el desarrollo de este trabajo experimental la siguiente información:

Según el estudio elaborado [2], uno de los metales más perjudiciales para el medio ambiente es el cromo, los efectos de este metal en el agua y suelos, han sido tema de intensa investigación en los últimos 30 años. Por tal motivo, la investigación realizada [3], desarrolló un diseño de un biosistema de tratamiento a escala piloto de aguas de curtiembres a través de la *Eichhornia Crassipes*, determinando la capacidad de remover cromo presente en estas aguas, obteniendo un sistema viable en el tratamiento de las aguas de las curtiembres de San Benito al sur de Bogotá.

De acuerdo al estudio realizado [4], concluyeron una alternativa para la remoción de cromo de aguas residuales de curtiembre utilizando un material biológico como la biomasa de hoja de café de distintas variedades: variedad caturra, variedad castillo y arábigo, con el fin de evaluar los distintos tipos de filtros y determinar cuál de ellos es el más eficiente, llegando a la conclusión que la biomasa es una buena alternativa

como filtros con la capacidad de reducir el cromo de soluciones acuosas a flujo continuo.

Según en la investigación realizada [5], se demostró que se puede disminuir el grado de contaminación de cromo de los efluentes de la industria del curtido en la ciudad de Arequipa, mediante la tecnología de los humedales, que son sistemas de depuración natural con plantas acuáticas. Para este experimento utilizaron plantas como: Phragmites y Scirpus las mismas que han sido obtenidas de las riberas del río Chili de la ciudad de Arequipa. El hecho humedal lo formaron con una capa de arcilla dispuesta en forma escalonada, encima de la cual se encuentra una capa de grava medio poroso.

Trabajos realizados con respecto a la utilización del bagazo de caña de azúcar como biomaterial para remoción, reducción o adsorción, son los siguientes:

El artículo: Carbones activados a partir de bagazo de caña de azúcar y zumo de maíz para la adsorción de cadmio y plomo [6], donde, plantea la preparación de carbones codificados con bagazo de caña de azúcar y zumo de maíz, activados con ácido fosfórico y oxidado con ácido nítrico o peróxido de nitrógeno y finalmente incinerado en atmósfera de nitrógeno, llegando a la conclusión que en los carbones activados se produjo más adsorción del cadmio que del plomo, y además, los metales no se removieron con facilidad estando mezclados, sino más bien separados.

La investigación: Biofiltración de ácido sulfhídrico (H₂S), utilizando bagazo de caña de azúcar y piedra pómez como material de soporte [7], en el cual, se analizó la capacidad de remoción de ácido sulfhídrico producido por procesos industriales de alimentos, refinamiento de petróleo y tratamientos de aguas residuales; estableciendo parámetros de diseño y operación mediante un biofiltro, con bagazo de caña de azúcar y piedra pómez como material de soporte, inoculado con un consorcio microbiano preparado para eliminar el H₂S, a medida que va pasando por la zona filtrante. Concluyendo de esta manera que estos dos materiales porosos pueden ser empleados como material de soporte en un biofiltro, teniendo resultados positivos en la remoción de dicho contaminante.

El trabajo investigativo: Remoción de Sulfuro de Dimetilo mediante Biofiltración con bagazo de caña inoculado con *Hyphomicrobium VS* [8], tiene como finalidad la eliminación de Sulfuro de Dimetilo que se origina a través de actividades industriales; mediante un biofiltro utilizando bagazo de caña de azúcar, el mismo que fue contaminado con microorganismos *Hyphomicrobium VS*. Al pasar el Sulfuro de Dimetilo por el lecho filtrante los microorganismos *Hyphomicrobium VS* presentes en la superficie del soporte en este caso en el bagazo de caña de azúcar, remueven dichos contaminantes. Como resultado a esta investigación se obtuvo una máxima eficiencia para el tratamiento con Sulfuro de Dimetilo.

La investigación: Biofiltración para la remoción de sulfuro de hidrogeno en la Estación de Bombeo Norte de aguas residuales [9], con un sistema biológico para la degradación del sulfuro de hidrogeno emitido por las aguas residuales, colocando dos biofiltros en material acrílico con altura de 2m y diámetro 20.32 cm, agregando bagazo de caña de azúcar a 1m de altura en cada biofiltro como medio de soporte alimentándose de las aguas residuales para mantener la humedad y los nutrientes de los microorganismos con densidad 0.0815g/cm³, finalmente sellado con tapas en acrílico para no tener fugas de aire. Concluyendo así que, la biofiltración manifestó reducción y eliminación con cargas altas de sulfuro de hidrogeno en un periodo de estabilización de 14 días para lograr una remoción continua del 100%.

El artículo científico: Uso de cachaza y bagazo de caña de azúcar en la remoción de hidrocarburos en suelo contaminado [10], plantea la utilización de dos tipos de residuos agroindustriales la cachaza y el bagazo de caña de azúcar como enmiendas y texturizante para la remoción de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y de hidrocarburos totales del petróleo (HTP) de un suelo contaminado con petróleo crudo. Teniendo como conclusión que, la cachaza y el bagazo de caña tienen resultados semejantes para el proceso de remoción de contaminantes como los HTP y HAP. Se determinó también que, la cachaza contribuye con microorganismos al suelo con la capacidad de biotransformar los tóxicos, y de nutrimentos en mayor concentración, como el fósforo, a diferencia los encontrados en bagazo de caña de azúcar.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Debido a la contaminación que afecta la calidad del recurso hídrico, sigue creciendo a nivel mundial. Según [11] los contaminantes, generalmente, son la causa de la pérdida de las propiedades del agua en todo el mundo, creados por las actividades humanas. En los países en vías de desarrollo más del 80% de las aguas residuales se descarga sin tratamiento previo, contaminando ríos, lagos y zonas costeras.

En Ecuador, la mayoría de agua la consume el área agrícola mientras que en el área doméstico e industrial es menor al 5%. [12]. Las empresas industriales de todo tipo generan efluentes contaminantes muy peligrosos para el ser humano, las descargan directamente a las redes de alcantarillado, a los ríos y mares sin depurar. Alrededor del 10% de las aguas residuales cuentan con algún tipo de tratamiento.

En Tungurahua, el 99,88% de las industrias no cumple con la normativa ambiental que exige [13]. Las curtiembres, en la provincia fabrican el 80% de la producción nacional de pieles, cada año se elaboran 700 000 en el país. Para su procesamiento esta industria usa 39000 metros cúbicos de agua. En el Parque Industrial de Ambato operan 101 empresas, sin embargo, ese complejo no cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales, que salen de las industrias a diario.

Con el propósito de cumplir con las regulaciones impuestas por los órganos ambientales, la industria del cuero se enfrenta al desafío de implementar medidas que disminuya el impacto ambiental generado por tanto tiempo.

Es por esto que el presente trabajo de investigación tiene la finalidad de tratar aguas residuales provenientes de la curtiembre, por medio de un sistema de filtración biológica, donde el elemento principal es el bagazo de caña de azúcar, diseñado con materiales de bajo costo y fácil accesibilidad. La realización de este filtro puede ser de gran ayuda como fuente de información a estudiantes y propietarios de industrias de curtido.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar el bagazo de caña de azúcar como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Curtiembre Los Tres Juanes, Provincia de Tungurahua.

1.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la industria de Curtiembre Los Tres Juanes.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la industria de Curtiembre Los Tres Juanes.
- Monitorear las características de biodegradabilidad DBO5, DQO y Cromo Hexavalente de las aguas residuales proveniente de la industria de curtiembre en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si el bagazo de caña de azúcar puede utilizarse para tratamiento de aguas residuales en la curtiembre.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Importancia del agua

El agua es un elemento indispensable para la subsistencia en la Tierra. Toda sociedad recurre al agua como fuente de ingreso económico y prosperidad [14], por medio de actividades como: la agricultura, la industrial, la ganadería, la producción de energía, entre otras.

2.1.2. Contaminantes del agua

Los contaminantes son aquellos agentes orgánicos o biológicos [15], responsables en la alteración de las propiedades o composición del agua, de tal manera, se convierte en un elemento nocivo para la vida [16], que son:

- Agentes Físicos.- Es aquella materia en suspensión, solidos flotantes, sedimentales y coloidales presentes en el agua.
- Agentes Químicos.- Se refiere a la materia orgánica u inorgánica.
- Agentes Biológicos.- Son los microorganismos, que pueden ser patógenos, inocuos o de gran utilidad para la autodepuración.

2.1.3. Efluentes contaminantes industriales

Los efluentes de origen industrial es uno de los que produce un mayor impacto ambiental [17], por la variación de materiales que emiten al agua como: materia orgánica, metales pesados, incremento de pH, colorantes, aceites y grasas; estas sustancias tóxicas utilizan en los procesos de manufactura de sus productos, constituyéndose perjudiciales para los organismos vivos [18].

Las principales industrias generadoras de efluentes contaminantes [19], tenemos: las petroquímicas, siderúrgicas, las agroalimentaria, de curtiduría, papeleras, alimenticias, farmacéutica, textiles y mineras [20].

2.1.4. Industria de curtiembre

La curtación se caracteriza por utilizar pieles de animales como vacunos, caprinos y ovinos, convirtiendo esta piel en producto de cuero, por medio de procesos en las que es fundamental añadir productos químicos como el cromo, cloratos, fenoles, altos grados de salinidad, productos alcalinos, también un secuestrante de oxígeno disuelto del agua [21], considerado como una actividad contaminante por generar gran cantidad de agua residual que es vertidos, convirtiéndose altamente peligroso para la salud humana y el medio ambiente.

2.1.5. Proceso de curtido

El proceso para lograr el curtido del cuero se puede dividir en dos etapas [22], la primera se realiza en un taller de ribera y la segunda etapa que es el curtido propiamente dicho.

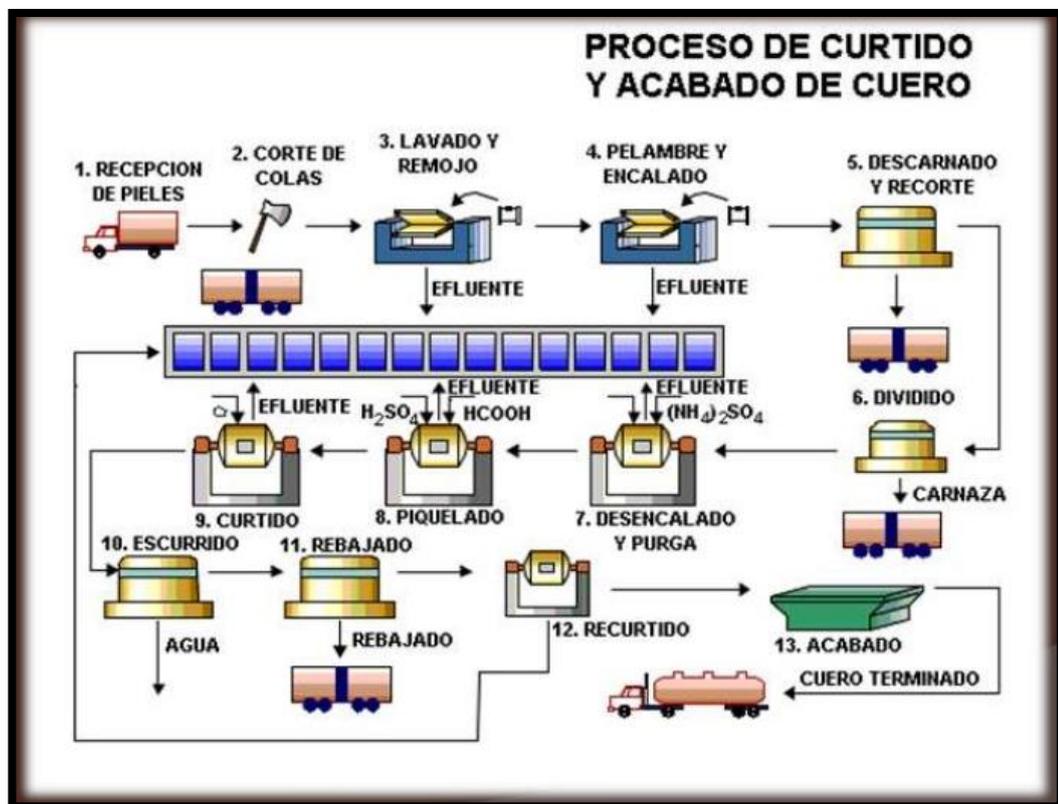


Figura 1. Diagrama del proceso de curtido

Fuente: <https://es.slideshare.net/ludyslu/proceso-de-curtido-de-pieles>

2.1.6. Depuración de efluentes

Los efluentes son tratados para eliminar sustancias perjudiciales [23], se reintegran a los cauces fluviales en condiciones de calidad óptimas o se permite la posibilidad de su reutilización [24]. Si no se realiza una depuración puede tener efectos muy negativos sobre el medio ambiente.

2.1.7. Tratamiento convencional de efluentes

Está compuesto por los siguientes tratamientos [25], [26]:

- **Tratamiento Preliminar**

Se encarga principalmente en disminuir la contaminación orgánica o inorgánica, mediante métodos que pueden ser: homogenización, cribado, sedimentación y separación de grasas y aceites.

- **Tratamiento Primario**

Se caracteriza en eliminar los sólidos suspendidos y sedimentables, utilizando procesos físicos como: sedimentación, flotación, coagulación – floculación y filtración.

- **Tratamiento Secundario**

Consiste en la remoción de la materia orgánica en el agua residual, se utiliza procedimientos químicos y biológicos porque la descomposición se hace por acción bacteriana, mediante métodos que pueden ser: reactores anaeróbicos, lagunas de estabilización y lodos activados.

- **Tratamiento Avanzado**

Se utiliza para disminuir los restos de contaminantes del tratamiento secundario, métodos que se puede emplear son: osmosis inversa, intercambio iónico o filtración.

2.1.8. Biofiltración

Es un dispositivo compuesto generalmente de materiales porosos [27], los cuales permiten purificar el líquido [28], atrapa las partículas que lleva el fluido, las cuales pueden ser tóxicas o perjudiciales para la salud [29].

2.1.9. Parámetros de monitoreo de las descargas industriales

El presente trabajo experimental estará bajo la normativa Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), para la actividad industrial de Curtiembre descritos en la siguiente (Tabla 1).

Actividad Industrial	Parámetro de Monitoreo
Curtido y adobo de pieles	Caudal, DBO,DQO,SST, Grasas y aceites, Fenoles, Sulfatos (SO4), Sulfuros (S2), Cromo (Cr), Cromo hexavalente (Cr6), Color

Tabla 1. Parámetros de monitoreo de las descargas industriales

Fuente: [25]

2.1.10. Límites máximos de descarga hacia el sistema de alcantarillado público

La Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes Recurso Agua, del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), menciona los valores máximos permisibles para las descargas al sistema de alcantarillado que las industrias de Curtiembre deberán cumplir (Tabla 2).

Parámetros	Expresado como	Unidades	Límite Máximo
Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 días	DBO5	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220
Grasas y aceites	Solubles en hexano	mg/l	70,0
Fenoles,	fenol	mg/l	0,2
Sulfatos	SO4	mg/l	400
Sulfuros	S2	mg/l	1,0
Cromo	Cr	mg/l	0,50
Cromo hexavalente	Cr6	mg/l	0,50
Color	color	unid

Tabla 2. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Fuente: [25]

2.1.11. Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (DBO5)

La demanda bioquímica de oxígeno se mide a los cinco días [30], se usa para determina la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica en una muestra de agua.

2.1.12. Demanda Química de Oxígeno DQO

La demanda química de oxígeno mide la cantidad de oxígeno equivalente al contenido de materia orgánica que es capaz de oxidar la materia existente en el agua con un oxidante químico [31].

2.1.13. Cromo Hexavalente

El cromo hexavalente se obtiene en combinación con otros elementos para formar diversos compuestos para ser utilizado industrialmente [32], es aplicado en una amplia variedad de procesos como: pigmentos textiles, procesos de curtido, entre otros. Los efluentes procedentes de estos procesos conllevan este metal siendo un riesgo perjudicial medio ambiental.

2.1.14. Bagazo de caña de azúcar

El bagazo de caña de azúcar es el residuo de materia que resulta después de extraer su jugo, se encuentra en gran proporción en América del Sur, se ha convertido este desecho en una opción para limpiar las aguas contaminadas por la minería [33], que han aprovechado este material, por ser orgánico, poroso, con una buena capacidad de retención de agua, un pH neutro, con una buena capacidad de absorción, adsorción [34] y por último por ser de bajo costo.

Composición física y química del bagazo de caña de azúcar

Composición química	Simbología	Porcentaje %
Carbono	C	43,22
Hidrogeno	H	6,097
Nitrógeno	N	0,006
Azufre	S	0,81
Oxígeno	O	43,95

Tabla 3. Composición química del bagazo de caña de azúcar

Fuente: [9]

Composición física	Unidades	Valor
Diámetro de la partícula	cm	1-2
pH	UpH	6,24
Contenido de humedad	%	48,3
Peso húmedo	g	180
Peso seco	g	121,3
Área superficial	m ² /g	4,146
Volumen total de los poros	Cm ³ /g	0,0041
Diámetro promedio de poros	Å	39,429
Volumen máximo de poros	Cm ³ /g	0,009
Diámetro total de poros	Å	4 887,11

Tabla 4. Composición física del bagazo de caña de azúcar
Fuente: [9]

Morfología del bagazo de caña de azúcar

Las micrografías de los haces conductores, que son pequeños tubos que posee el bagazo de caña de azúcar, obtenidas mediante microscopia electrónica de barrido se muestran en la (Figura 2) y (Figura 3)

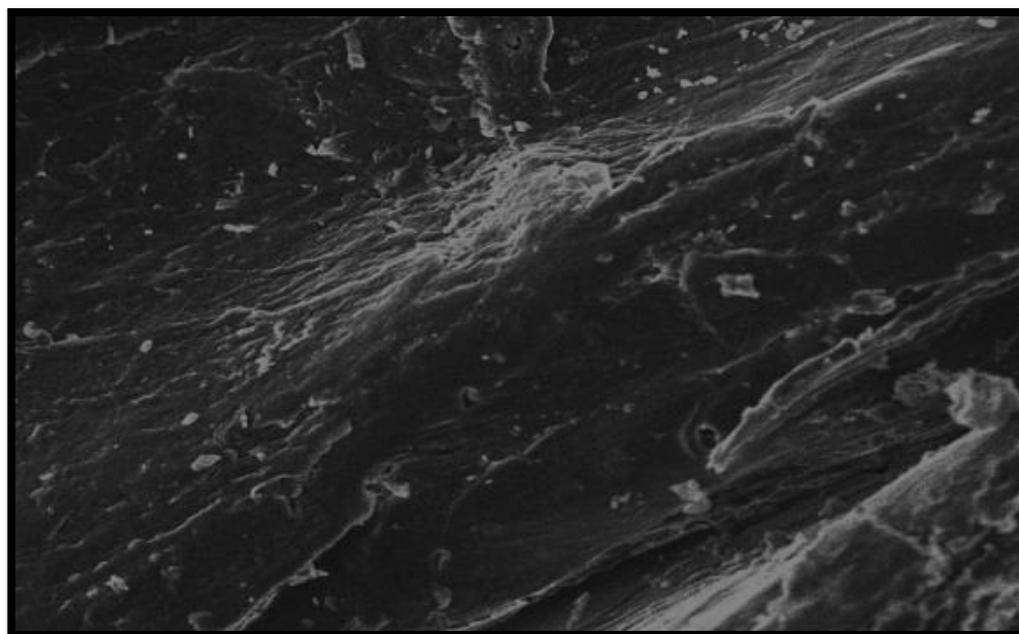


Figura 2. Microscopía electrónica de barrido del bagazo de caña de azúcar natural
Fuente: [34]

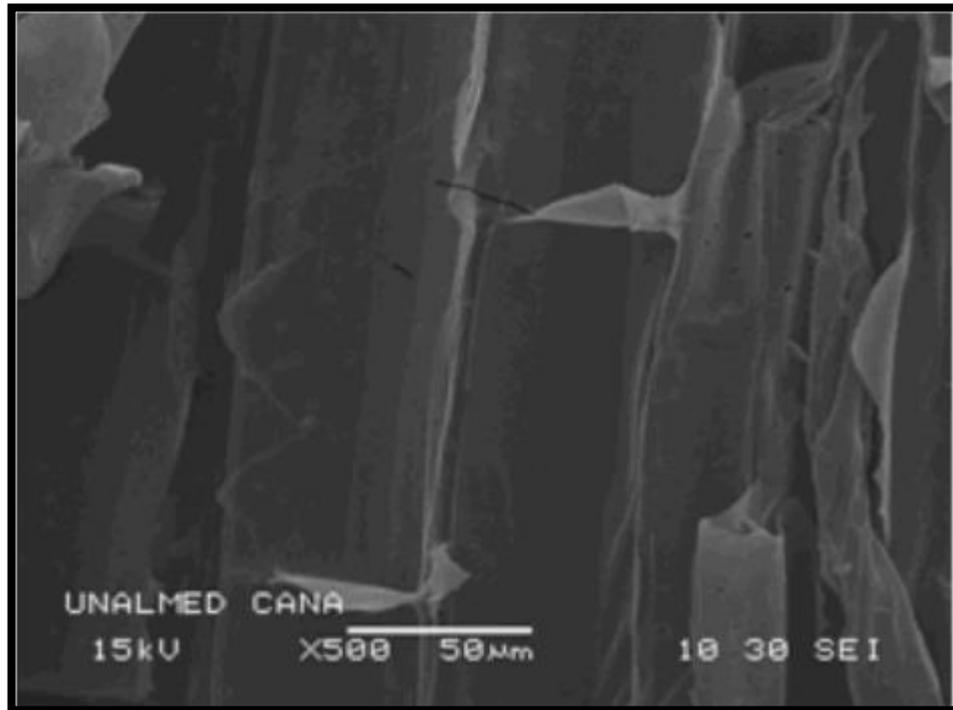


Figura 3. Micrografía SEM. Bagazo de caña de azúcar
Fuente: [35]

En la (Figura 4) revela que el meollo del bagazo de caña de azúcar presenta una estructura relativamente porosa con un tamaño de poros heterogéneo, por lo que puede ser considerado como un adsorbente lignocelulósico para la remoción de contaminantes metálicos y tintas en medio acuoso.

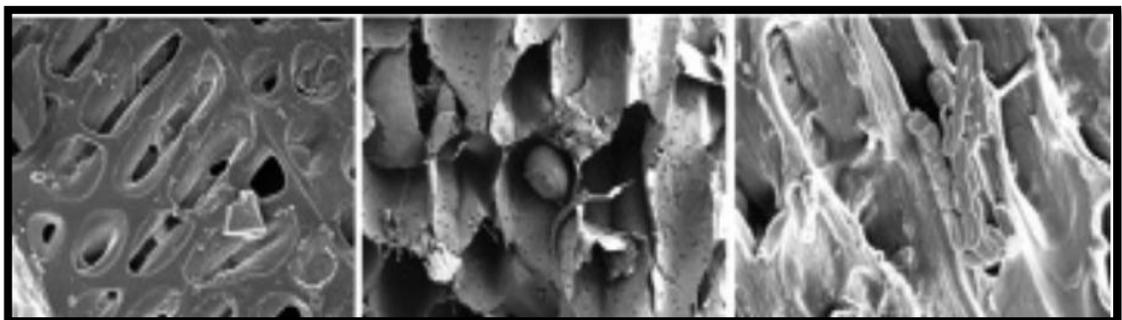


Figura 4. Imágenes SEM del meollo de bagazo de caña de azúcar
Fuente: [36]

2.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula.

Elaboración de un prototipo filtrante compuesto por bagazo de caña de azúcar reduce los niveles de contaminación de los efluentes de la Curtiduría Los Tres Juanes.

Hipótesis alternativa

Elaboración de un prototipo filtrante compuesto por bagazo de caña de azúcar no reduce los niveles de contaminación de los efluentes de la Curtiduría Los Tres Juanes.

2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1. Variable Independiente

Elaboración de un prototipo de filtración compuesto por bagazo de caña de azúcar.

2.3.2. Variable Dependiente

Reducir los niveles de contaminación de los efluentes de la Curtiduría Los Tres Juanes.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para la elaboración del presente trabajo investigativo se ha tomado en cuenta los siguientes tipos de investigación:

3.1.1. Investigación Exploratoria

La investigación exploratoria, ya que por carecer de referencias, artículos, entre otros, sobre este tema planteado, el cual consiste de un filtro con bagazo de caña de azúcar como medio filtrante en el tratamiento de aguas residuales de la industria de curtiembre, con el propósito de disminuir los parámetros de contaminación generada por la misma.

3.1.2. Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva, ya que se realizó y se analizó un biofiltro con materiales reciclables de fácil accesibilidad, durante un período de tiempo, en el cual se obtuvieron datos de los análisis físicos químicos de las muestras del efluente luego del proceso de filtración, los cuales nos permitirá conocer si el elemento filtrante que se utilizó sirve como ayuda en el tratamiento de aguas residuales.

3.1.3. Investigación de Laboratorio

La investigación de laboratorio, ya que se ejecutó en un laboratorio especializado los respectivos análisis de los parámetros del agua residual en cada determinado tiempo, para obtener resultados precisos y confiables.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Uno de los elementos fundamentales para el desarrollo del trabajo experimental es la población y la muestra, ya que se especifica a quien se va estudiar y en qué cantidad.

- **Población**

Se refiere al conjunto de individuos, objetos, eventos o situaciones en los que se desea investigar y que posee algunas características comunes, en un lugar y en un momento determinada [37].

Para este trabajo experimental se tiene en cuenta algunas características esenciales al seleccionar la población bajo estudio, es todo aquello que se quiere investigar, en este caso la población es el agua residual de la industria, que va expresado en función del tiempo: días, semanas o meses dependiendo de la mayor información que se tenga. Se determina de la siguiente forma:

$$VAR = x * t$$

Dónde:

VAR = volumen de agua residual

x = cantidad de agua residual

t = tiempo

Datos:

x = 2.32m³/día

t = 90 días

$$VAR = 2.32 \text{ m}^3/\text{día} * 90 \text{ días}$$

$$VAR = 208.8 \text{ m}^3$$

- **Muestra**

La muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población [38]. Para este caso la muestra será, 55 galones del efluente industrial por 90 días que estuvo en funcionamiento el filtro teniendo 4950 galones tratados. Aquí depende los días en que la industria se desenvuelve:

$$55 \times 7 = 385 \text{ gal/semana}$$

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Variable Independiente

Elaboración de un prototipo de filtración compuesto por bagazo de caña de azúcar

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e Instrumento
Un prototipo de filtración es un sistema sustentable que contiene materiales biológicos donde las aguas residuales se depuran por proceso natural.	Materiales biológicos	Bagazo de caña de azúcar	¿Cuál es la eficiencia de dicho material? ¿Cuáles son las características de dicho material?	Tablas de verificación Investigación Bibliográfica
	Depuración por proceso natural	Biofiltración	¿Cuáles son los niveles de purificación? ¿Cumple con los parámetros de calidad?	Análisis de laboratorio Normativa TULSMA

Tabla 5. Operacionalización de la Variable Independiente

Fuente: Autor

3.3.2. Variable Dependiente

Reduce los niveles de contaminación de los efluentes de la Curtiduría Los Tres Juanes.

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e Instrumento
La contaminación de efluentes por procesos industriales es la suma de sustancias que deteriora su calidad, dejando de ser apta, por lo que se realiza análisis de los parámetros del agua.	Procesos industriales	Efluentes de la Curtiembre	¿Cuál es el nivel de contaminación?	Análisis de laboratorio Normativa TULSMA
	Análisis de los parámetros del agua	DBO5, DQO, Cromo hexavalente	¿Cuáles son los niveles de contaminación que tiene el efluente después de la filtración?	Análisis de laboratorio Normativa TULSMA

Tabla 6. Operacionalización de la Variable Dependiente

Fuente: Autor

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Preguntas	Explicación
¿Qué evaluar?	El bagazo de caña de azúcar como material filtrante
¿Sobre qué evaluar?	La eficiencia del material filtrante
¿Sobre qué aspectos?	Parámetros del agua DBO5, DQO y Cromo Hexavalente
¿Quién evaluar?	Jessica Estefanía Ger Zuleta
¿A quiénes evaluar?	El agua residual proveniente de la curtiembre Los Tres Juanes antes y después del proceso de filtración
¿Dónde evaluar?	Laboratorio Lacquanálisis S.A. Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
¿Cómo y con qué?	Ensayos del laboratorio Norma TULSMA

Tabla 7. Plan de recolección de información

Fuente: Autor

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.5.1. Diseño del Filtro

El sistema de filtración se apoyó en la investigación “Propuesta de un sistema de biofiltración de cromo hexavalente en agua, utilizando olote de maíz” [39]. El trabajo experimental planteado contiene como material filtrante, bagazo de caña de azúcar.



Imagen 1. Estructura del filtro
Fuente: Autor

Para el diseño del modelo filtrante se ha tomado en consideración referencias y parámetros fundamentales como se establece en (Anexos 2.2.)

3.5.1.1. Preparación del elemento filtrante

Como elemento filtrante se tomó el bagazo de caña de azúcar, recolectada en el Cantón Baños Provincia de Tungurahua, en esta zona se maneja como material de desecho, por lo tanto la recolección resultó bastante fácil.

Una vez obtenido el bagazo de caña de azúcar pasó por un proceso de lavado y secado natural, durante dos semanas, esto con la finalidad de que el bagazo perdiera la humedad que contenía.

Después del secado del material, el bagazo de caña fue cortado en trozos de 5 cm de largo y 0.5 cm de espesor uniformemente, de tal manera que pueda ser manejados dentro del sistema de filtrado.



Figura 5. Bagazo de caña de azúcar

Fuente: Autor

3.5.1.2. Elaboración del prototipo de filtración

La elaboración del prototipo de filtración, consistió en un modelo con estructura metálica de 2 metros de alto formando dos gradas.

En la parte superior se colocó un tanque plástico de 55 galones, el mismo que se le ubicó un acople hermético sellado a 15 cm de la base, seguido de una válvula pvc 1/2" para poder regular el caudal de 0.105 lt/min, se instaló un codo de 90 grados, así estableciendo un sistema de tubería de pvc 1/2" de 1 metro de longitud vertical, al final de dicha tubería se colocó una T de pvc 1/2", donde se ubicó a cada lado tubos de pvc 1/2" perforados con su respectivo tapón, los cuales ayudarán a la distribución del líquido en toda la superficie del filtro. (Figura 6)

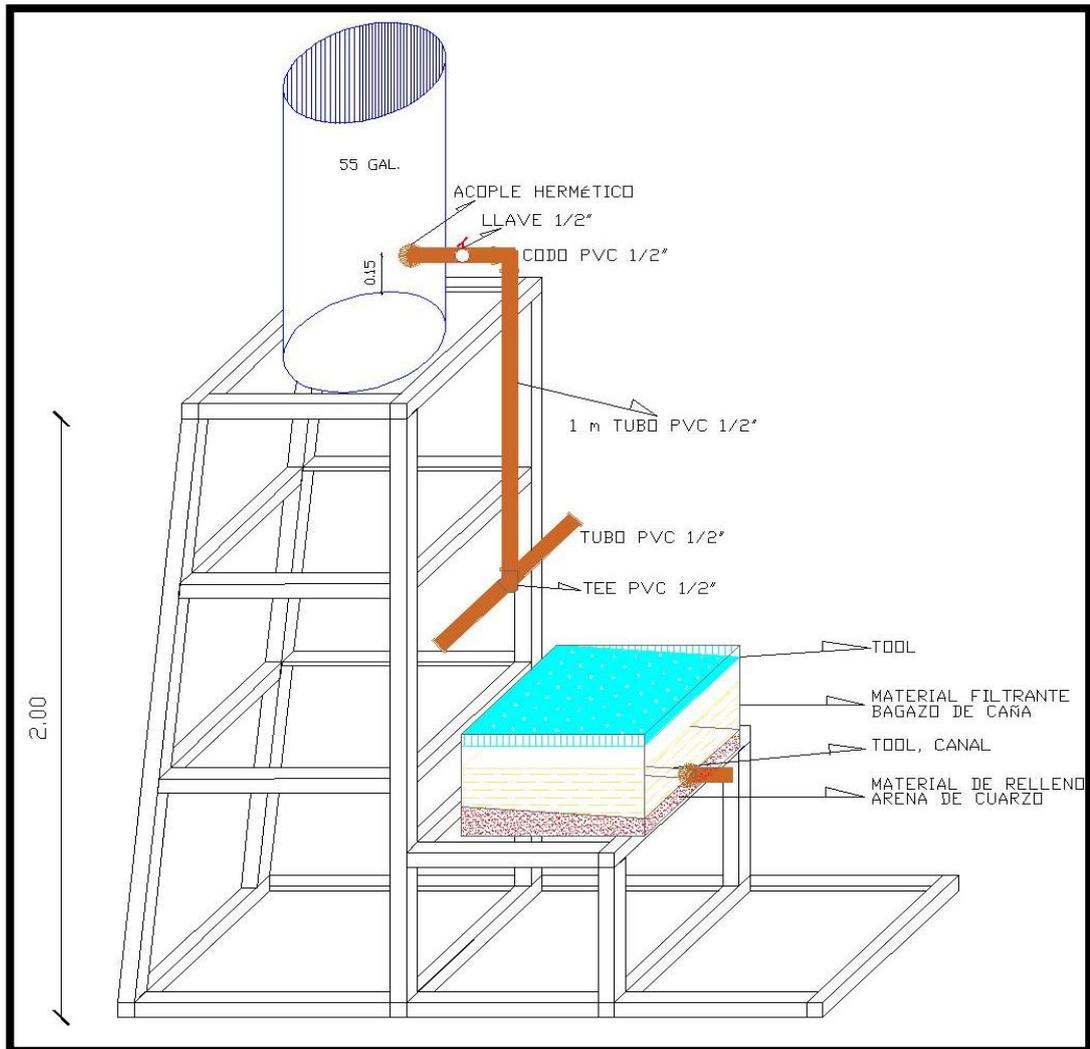


Figura 6. Prototipo de filtración
Fuente: Autor

En la parte inferior se situó otro recipiente plástico, la cual se dividió en dos capas, en la parte de abajo con material de relleno arena de cuarzo (como material de soporte), en la siguiente capa se colocó el elemento filtrante (bagazo de caña de azúcar) preparado como se indicó anteriormente, separados entre sí con una bandeja de recolección de tol y finalmente se estableció una lámina de tol encima del recipiente con sus respectivas perforaciones, con el propósito de que el caudal se distribuya por todo el prototipo. Por último en dicho recipiente se estableció un acople hermético para que baje el agua filtrada. (Figura 7).

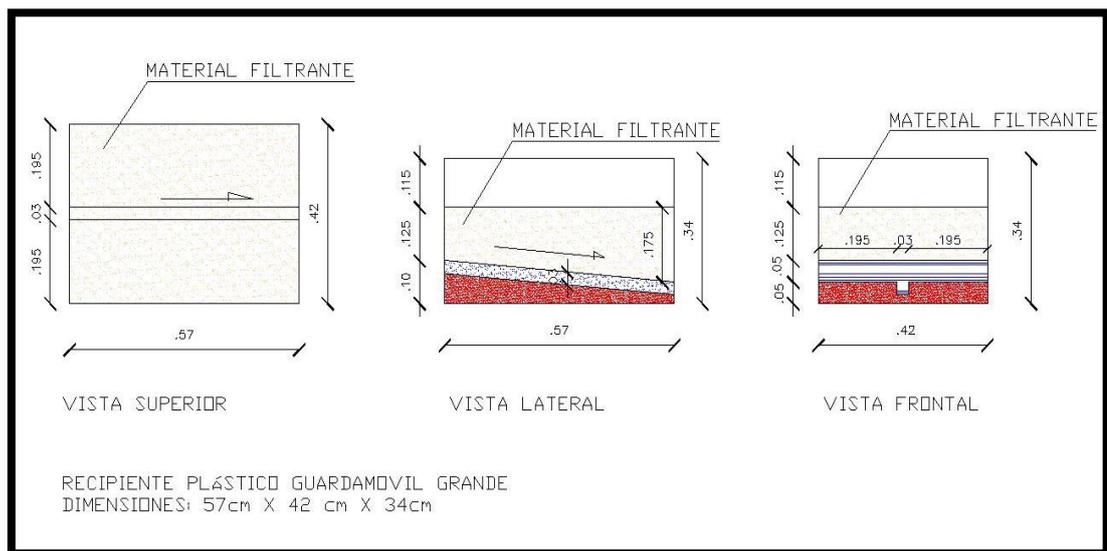


Figura 7. Prototipo filtro
Fuente: Autor

3.5.1.3. Partes del Filtro

En la elaboración del filtro se utilizó los siguientes materiales:

- ✓ Tanque plástico de 55 galones
- ✓ 2 acoples herméticos de pvc ½ ”
- ✓ Válvula esférica de pvc ½ ”
- ✓ Codo de pvc ½ ”
- ✓ Tubo de pvc ½ ”
- ✓ Tol
- ✓ Recipiente plástico Guardamovil grande (57*42*34)cm
- ✓ Estructura metálica

3.5.1.4. Proceso de funcionamiento del filtro

Una vez realizado el prototipo de filtración, se procedió a llenar el tanque de 55 galones con el agua residual de la curtiembre todos los días y a una hora específica, durante 90 días. Se utilizó un caudal constante antes mencionado, para que filtre en el bagazo de caña de azúcar, de ese modo se aseguró mantener un volumen en el tanque.

En el desarrollo de este trabajo experimental se monitoreo las características de biodegradabilidad DBO5, DQO y Cromo Hexavalente de las aguas residuales de la curtiembre, una en su origen y nueve luego del proceso de filtración, teniendo 10 muestras durante ese tiempo establecido.

Una vez realizado el proceso de filtración se tomó 1 litro de agua residual para realizar los análisis antes mencionados. La toma de muestra se realizó según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169 [40], donde establece la forma adecuada de obtener una buena muestra.

3.5.2. Caracterización del lugar de estudio Industria Curtiduría Los Tres Juanes

3.5.2.1. Ubicación

La Industria Curtiduría Los Tres Juanes, se localiza en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia la Península, calle Juan Montalvo, No. 031, barrio Los Tres Juanes.

COORDENADAS	
UTM WGS84 Zona 17 S	
Este	Norte
767272	9863168

Tabla 8. Coordenadas de la ubicación de la Curtiduría Tres Juanes

Fuente: Autor



Imagen 2. Localización de la Industria
Fuente: Google Earth

3.5.2.2. Descripción de la infraestructura y funcionamiento

La industria Curtiduría Los Tres Juanes se dedica a realizar terminados de cuero, produciendo entre 400 a 500 pieles mensuales, los macro procesos que realiza la empresa son: Curtido, Post curtido y Acabado, los procesos de Ribera no realizan en las instalaciones, por lo que contratan a otras empresas para esta operación. La curtiduría cuenta con reservorios y se suministra de agua mediante tanques surtidores y agua lluvia. La descarga de sus efluentes lo realiza por medio de bombeo a la cota de alcantarillado, previo tratamiento primario.

En la (Tabla 9) se detalla la maquinaria con la que cuenta la industria.

3 Bombos
1 Saranda
1 Raspadora
1 Prensa
1 Gamuzadora o lijadora
1 Pigmentadora

Tabla 9. Maquinaria empleada por la empresa
Fuente: Curtiduría Los Tres Juanes

3.5.2.2.1. Instalaciones de la industria

- **Área de Bombos**

Los bombos son utilizados para los procesos de curtido y post curtido.



Imagen 3. Bombo de la industria

Fuente: Autor

- **Área de Rebajado**

La curtiembre dispone de una raspadora. En esta área se genera viruta de cromo.



Imagen 4. Raspadora

Fuente: Autor

- **Área de lacado**

Se encuentra mesas de lacado, guindaderas para el secado, y la maquina pigmentadora.



Imagen 5. Mesas de lacado
Fuente: Autor



Imagen 6. Área de secado
Fuente: Autor



Imagen 7. Pigmentadora de rodillos
Fuente: Autor

- **Área de Lijado**

Se dispone de una lijadora mecánica, con un túnel extractor que descarga el polvo sobre la tolva donde se acumula el polvo.



Imagen 8. Lijadora
Fuente: Autor



Imagen 9. Tolva recolectora
Fuente: Autor

- **Bodegas**

Se mantiene una bodega de materia prima, donde se hallan productos químicos sólidos y líquidos sobre pallets, además existe una bodega para el producto terminado.



Imagen 10. Insumos para curtido
Fuente: Autor



Imagen 11. Insumo para acabados
Fuente: Autor

- **Reservorio de agua**

Mantienen dos tanques, uno de ellos es subterráneo para la captación de agua lluvia, con medidas 4.76m*3.14m*1.70m, mientras que el otro tiene 2.50m* 3.34m*1.00m. Estos reservorios son suministrados con agua de tanques repartidores 30m³.



Imagen 12. Almacenamiento de agua
Fuente: Autor

- **Sistema para el calentamiento de agua**

La empresa posee un calentador de agua que funciona con diésel.



Imagen 13. Calentador de agua
Fuente: Autor

- **Sistema de tratamiento del agua residual**

La descarga de los efluentes son dirigidos a un sistema de rejillas que están compuestas de plancha de acero inoxidable y malla de poliéster, además cuenta con dos tanques de sedimentación con capacidad de 4 metros cúbicos cada uno, estos son limpiados de manera quincenal y los sólidos sedimentos son colocados en sacos de yunte y enviados al relleno sanitario. La industria no cuenta con salida directa de sus aguas al sistema de alcantarillado, debido al desnivel de sus instalaciones, ya que los tranques de tratamiento se encuentran por debajo del nivel de la línea de alcantarilla, la única forma para que desfogue es utilizando bomba hidráulica.



Imagen 14. Sistema de rejillas
Fuente: Autor



Imagen 15. Tanque de sedimentación
Fuente: Autor

- **Sistema eléctrico**

Las maquinarias y bombos tienen controles independientes.



Imagen 16. Controles independientes
Fuente: Autor

- **Sistema de prevención de incendios**

La curtiduría dispone de dos extintores.



Imagen 17. Extintores

Fuente: Autor

- **Señalización**

Disponen de señalización en la planta.

- **Ventilación**

La distribución de la industria permite una ventilación natural. En el área de lacado disponen de extractores de polvo, por lo que el material particulado sale directo al ambiente.

- **Servicios higiénicos**

La empresa cuenta con un servicio higiénico completo.

- **Botiquín de primeros auxilios**

Tienen implementado un botiquín de primeros auxilios en la oficina.

3.5.2.2.2. Operaciones realizadas en la industria

El proceso de curtido de pieles conlleva una serie de paso sistemático como se encuentra detallado en el (Figura 8).

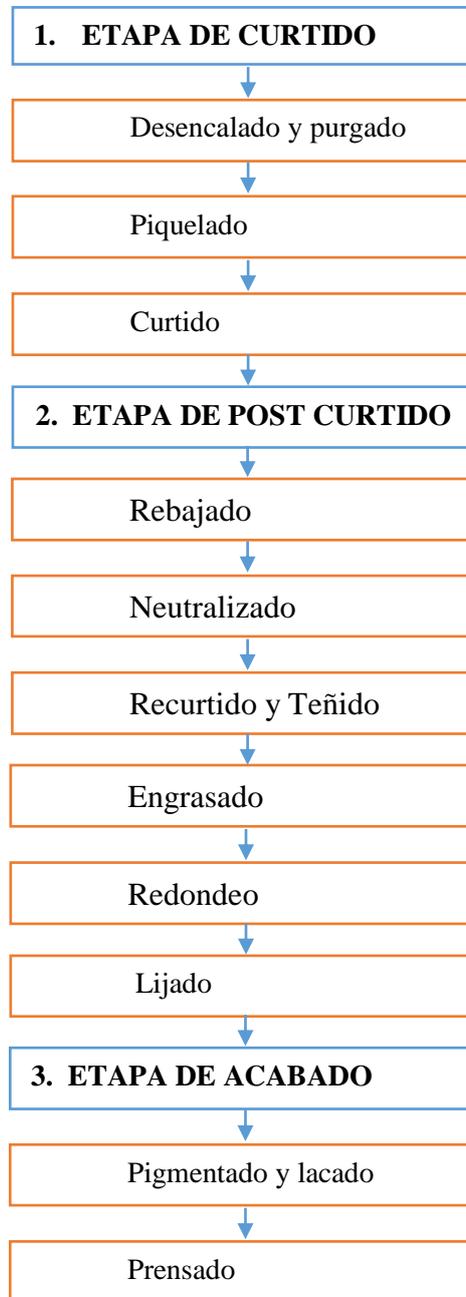


Figura 8. Diagrama del proceso productivo de la Curtiduría Los Tres Juanes
Fuente: Autor

Etapa de Curtido

- Desencalado y purgado

Es la etapa donde la piel es lavada para retirar la cal y luego aplicar productos neutralizantes, además se emplean enzimas para la limpieza de los poros de la piel y convertirla en un material suave y flexible.

- Piquelado

La piel es preparada químicamente utilizando ácido fórmico y sulfuro, para el proceso de curtido.

- Curtido

Es el proceso por el cual, la piel es transformada en cuero mediante agentes curtientes como sales de cromo, las cuales dan estabilidad a la estructura fibrosa, en este estado, el cuero es muy resistente a las bacterias y temperaturas altas.

Etapa de post curtido

- Rebajado

Es la operación mecánica para conseguir cueros de espesor específicos.

- Neutralizado

En este proceso el cuero curtido, se encuentra neutralizado para facilitar a los recurtientes una buena concentración

- Recurtido y teñido

Consiste en un tratamiento del cuero curtido con otros productos químicos para darle características finales que no se lograron con una la sola curtición, en esta operación se involucra el teñido.

- Engrasado

Se trata en darle al cuero una lubricación superficial para la resistencia a desgarrar.

- Lijado

Una vez secado se procede al lijado, donde el cuero está listo para la última etapa.

Etapa de acabado

- Pigmentado y lacado

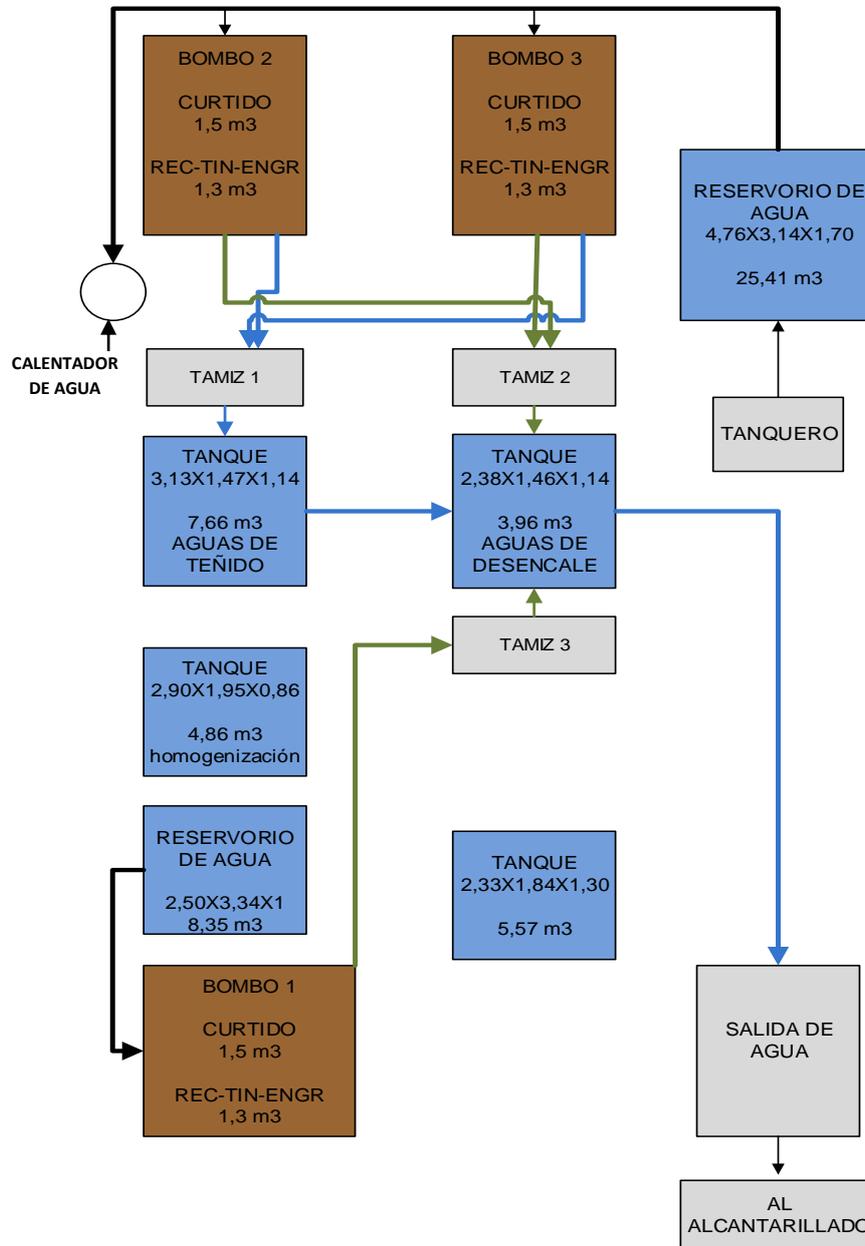
Se le aplica al cuero capas de anilina o pigmentos para un acabado perfecto.

- Prensado

Se prensa el cuero en una placa lisa para luego ser almacenada.

3.5.2.2.3. Recorrido del flujo de agua de la Industria Curtiduría Los Tres Juanes

Se muestra a continuación en la (Figura 9) el recorrido del agua.



Simbología:

- Agua proveniente de tanqueros
- Agua residual

Figura 9. Diagrama del flujo de agua Curtiduría Los Tres Juanes
Fuente: Curtiduría Los Tres Juanes

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

4.1.1. Caudal promedio utilizado en la industria de curtiembre

Para determinar el consumo promedio del caudal utilizado, se consiguió mediante los datos realizados en campo, obteniendo mediciones de las alturas del agua durante siete días, consiguiendo así, multiplicar por el área de la cisterna o tanque reservorio, como se indica en la (Tabla 10).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
LECTURA DEL TANQUE RESERVORIO SUBTERRÁNEO			
Nº	FECHA	ALTURA DEL AGUA (m)	DIFERENCIA DE ALTURAS (m)
1	17/04/2017	1,50	
2	18/04/2017	1,30	0,20
3	19/04/2017	1,14	0,16
4	20/04/2017	0,96	0,18
5	21/04/2017	0,81	0,15
6	22/04/2017	0,71	0,10
7	24/04/2017	0,57	0,14
Promedio de la diferencia de alturas (m) =			0,155

Tabla 10. Consumo de agua

Fuente: Autor

- **Estimación del caudal promedio**

Caudal promedio = promedio de la diferencia de alturas * área del tanque

$$\text{Caudal promedio} = 0.155\text{m} * 4.76\text{m} * 3.14\text{m}$$

$$\text{Caudal promedio} = 2.32 \text{ m}^3 / \text{día}$$

4.1.2. Resultados de los análisis de las muestras

El funcionamiento del filtro fue en un tiempo de 90 días, en los cuales se obtuvo muestras para la medición de los distintos parámetros, como se indica en la (Tabla 11).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		RECOLECCIÓN DE MUESTRAS								
		MUESTRAS FILTRADAS								
PARÁMETRO	MUESTRA NO FILTRADA	MAYO	JUNIO		JULIO			AGOSTO		
		30-may	19-jun	28-jun	12-jul	19-jul	27-jul	03-ago	10-ago	17-ago
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
DQO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DBO5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CROMO HEXAVALENTE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 11. Distribución de análisis

Fuente: Autor

- Muestra M1 agua residual no filtrada

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	
		PARÁMETROS	UNIDADES
Cromo Hexavalente	mg/l	0,535	0,5
DQO	mg/l	8569	500
DBO5	mg/lt	3750,56	250

Tabla 12. Resultado físico-químico

Fuente: Informe de resultados LACQUANÁLISIS S.A

- Muestra M2 agua residual filtrada

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,038	0,5
DQO	mg/l	2081	500
DBO5	mg/lt	1362,44	250

Tabla 13. Resultado físico-químico

Fuente: Informe de resultados LACQUANÁLISIS S.A

- Muestra M3 agua residual filtrada

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,037	0,5
DQO	mg/l	4218	500
DBO5	mg/lt	1110,73	250

Tabla 14. Resultado físico-químico

Fuente: Informe de resultados LACQUANÁLISIS S.A

- Muestra M4 agua residual filtrada

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,320	0,5
DQO	mg/l	6653	500
DBO5	mg/lt	1263,49	250

Tabla 15. Resultado físico-químico

Fuente: Informe de resultados LACQUANÁLISIS S.A

- Muestra M5 agua residual filtrada

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,052	0,5
DQO	mg/l	6209	500
DBO5	mg/lt	2623,17	250

Tabla 16. Resultado físico-químico

Fuente: Informe de resultados LACQUANÁLISIS S.A

- Muestra M6 agua residual filtrada

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,047	0,5
DQO	mg/l	6772	500
DBO5	mg/lt	2230,98	250

Tabla 17. Resultado físico-químico

Fuente: Informe de resultados LACQUANÁLISIS S.A

- Muestra M7 agua residual filtrada

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,023	0,5
DQO	mg/l	6011	500
DBO5	mg/lt	2399,53	250

Tabla 18. Resultado físico-químico

Fuente: Informe de resultados LACQUANÁLISIS S.A

- Muestra M8 agua residual filtrada

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,336	0,5
DQO	mg/l	5533	500
DBO5	mg/lt	433,03	250

Tabla 19. Resultado físico-químico

Fuente: Informe de resultados LACQUANÁLISIS S.A

- Muestra M9 agua residual filtrada

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,069	0,5
DQO	mg/l	7363	500
DBO5	mg/lt	1734,40	250

Tabla 20. Resultado físico-químico

Fuente: Informe de resultados LACQUANÁLISIS S.A

- Muestra M10 agua residual filtrada

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,064	0,5
DQO	mg/l	3693	500
DBO5	mg/lt	2746,05	250

Tabla 21. Resultado físico-químico

Fuente: Informe de resultados LACQUANÁLISIS S.A

Los informes de resultados de las muestras del efluente se encuentran en (Anexo 2.3)

4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.2.1. Análisis de cada parámetro establecido

- Cromo Hexavalente

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO		
Nº DE MUESTRAS	UNIDADES	RESULTADOS
M1	mg/l	0,535
M2	mg/l	0,038
M3	mg/l	0,037
M4	mg/l	0,320
M5	mg/l	0,052
M6	mg/l	0,047
M7	mg/l	0,023
M8	mg/l	0,336
M9	mg/l	0,069
M10	mg/l	0,064

Tabla 22. Análisis del parámetro cromo hexavalente

Fuente: Autor

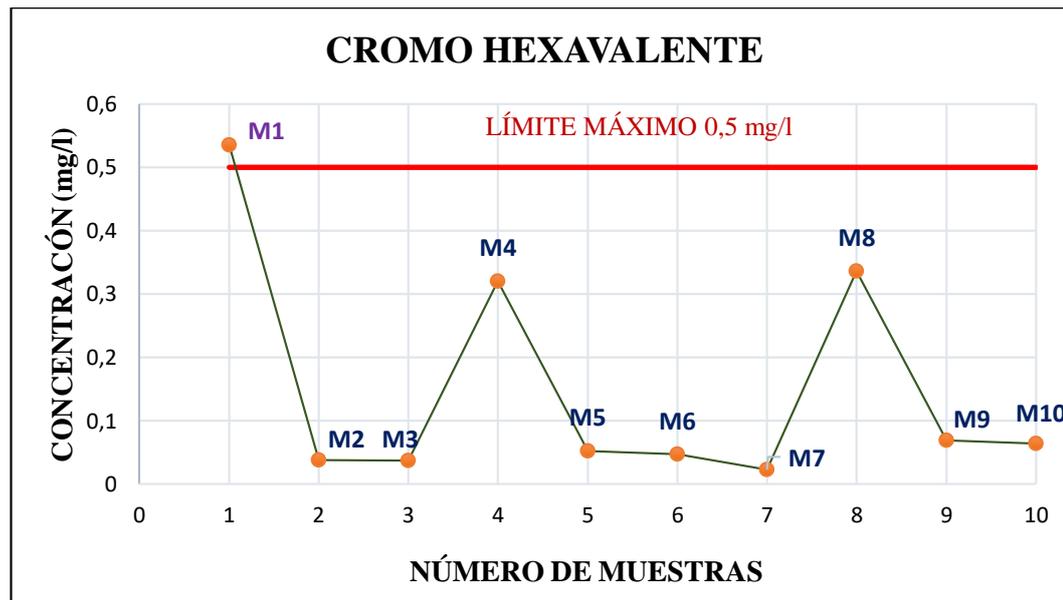


Gráfico 1. Concentración del cromo hexavalente

Fuente: Autor

Interpretación: El valor del cromo hexavalente del agua residual antes del proceso de filtración M1 fue de 0,535 mg/l. Durante el tiempo de funcionamiento del filtro se realizó nueve análisis filtrados, se puede observar en el (Gráfico 1.) que las muestras, M2 obtuvo un valor de 0,038 mg/l mientras que M3 con un valor de 0,037 mg/l. En los

análisis realizados de las muestras M4 y M8 obtuvieron valores de 0,320 mg/l y 0,336 mg/l respectivamente, los cuales ascienden con respecto a los demás, sin embargo se encuentran inferior al valor obtenido antes de filtrar. Los resultados obtenidos se encuentran dentro del límite máximo permisible por la norma TULSMA.

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO		
N° DE MUESTRAS	UNIDADES	RESULTADOS
M1	mg/l	8569
M2	mg/l	2081
M3	mg/l	4218
M4	mg/l	6653
M5	mg/l	6209
M6	mg/l	6772
M7	mg/l	6011
M8	mg/l	5533
M9	mg/l	7363
M10	mg/l	3693

Tabla 23. Análisis del parámetro DQO

Fuente: Autor

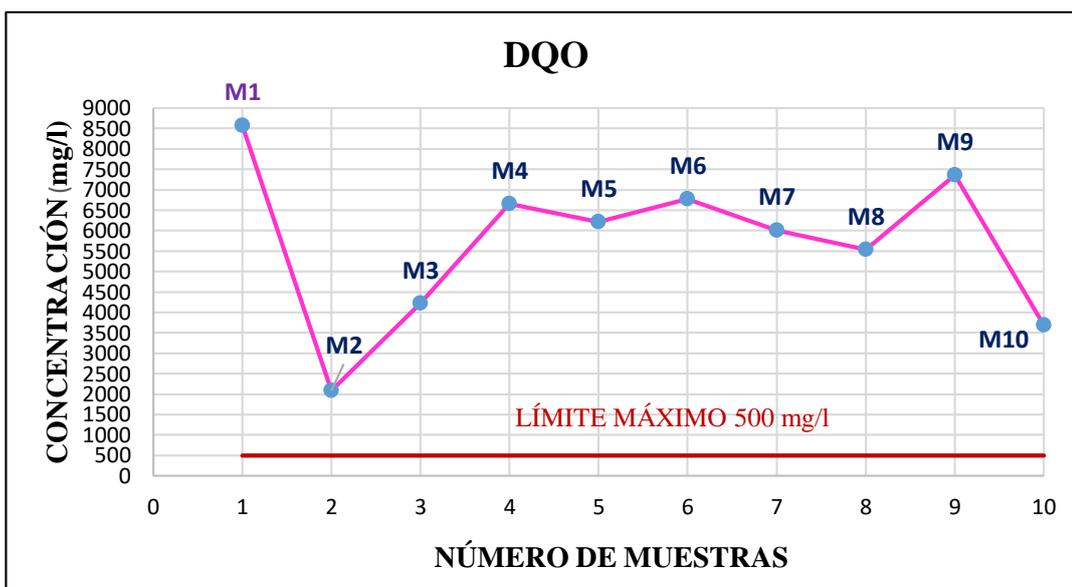


Gráfico 2. Concentración del DQO

Fuente: Autor

Interpretación: El valor del DQO del agua residual antes del proceso de filtración M1 fue 8569 mg/l. Durante el tiempo de funcionamiento del filtro se realizó nueve análisis,

se puede observar en el (Gráfico 2.) que M2 obtuvo un valor de 2081mg/l, siendo el menor de todos los resultados. Los análisis de las demás muestras realizadas, comparadas con la muestra no filtrada, se pueden percibir una disminución del parámetro DQO. Los resultados obtenidos no se encuentran dentro del límite máximo permisible establecido por el TULSMA para la salida al sistema de alcantarillado.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO		
Nº DE MUESTRA	UNIDADES	RESULTADOS
M1	mg/l	3750,56
M2	mg/l	1362,44
M3	mg/l	1110,73
M4	mg/l	1263,49
M5	mg/l	2623,17
M6	mg/l	2230,98
M7	mg/l	2399,53
M8	mg/l	433,03
M9	mg/l	1734,4
M10	mg/l	2746,05

Tabla 24. Análisis del parámetro DBO5

Fuente: Autor

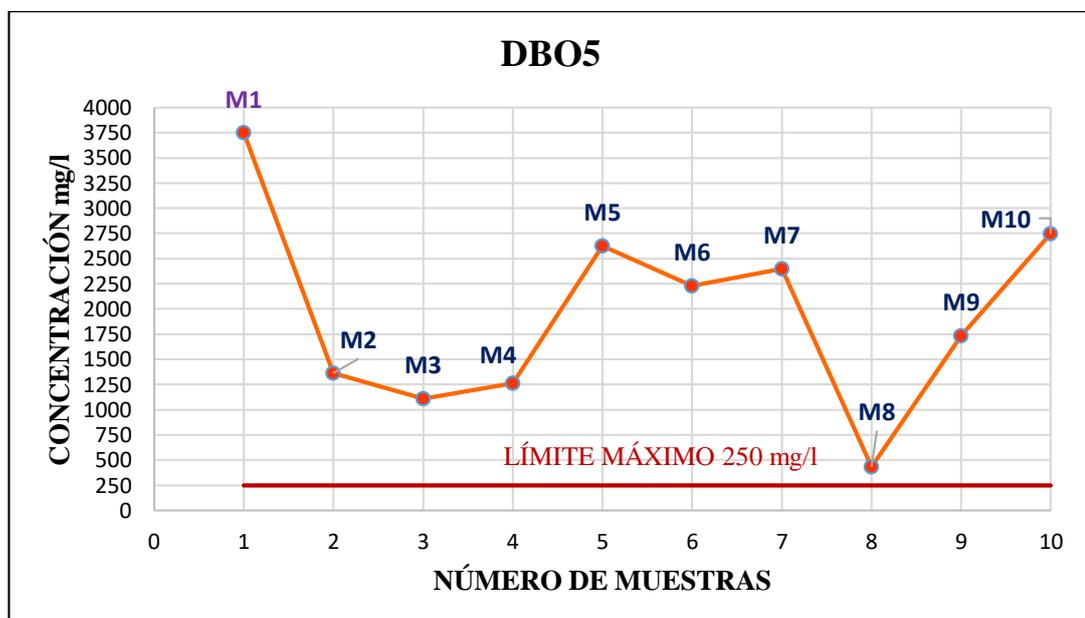


Gráfico 3. Concentración del DBO5

Fuente: Autor

Interpretación: El valor del DBO5 del agua residual antes del proceso de filtración M1 fue de 3750,56 mg/l. Durante el tiempo de funcionamiento del filtro se realizó nueve análisis, se puede observar en el (Gráfico 3.) que M2 obtuvo un valor de 1362,44 mg/l, M3 con un valor de 1110,73 mg/l, mientras que la muestra M8 obtuvo un valor de 433,03 mg/l, siendo el menor de todos los resultados. Los análisis de las demás muestras realizadas, comparadas con la muestra no filtrada, se pueden percibir una disminución del parámetro DBO5. Los resultados obtenidos no se encuentran dentro del límite máximo permisible establecido por el TULSMA para la salida al sistema de alcantarillado.

4.2.2. Análisis de la eficiencia del filtro

El análisis de la eficiencia del filtro, se refiere al porcentaje de remoción que realiza el material filtrante, para determinar, se ha tomado en consideración los parámetros establecidos y se calcula de la siguiente forma:

$$\% \text{ EFICIENCIA} = \frac{C_o - C_f}{C_o} * 100$$

Dónde:

C_o = Concentración Inicial

C_f = Concentración Final

- **Cromo Hexavalente**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
EFICIENCIA DEL FILTRO				
Nº DE MUESTRAS	UNIDADES	Nº DE DÍAS	RESULTADOS	% REMOCIÓN
M1	mg/l	0	0,535	0,00
M2	mg/l	14	0,038	92,90
M3	mg/l	34	0,037	93,08
M4	mg/l	43	0,320	40,19
M5	mg/l	57	0,052	90,28
M6	mg/l	64	0,047	91,21
M7	mg/l	72	0,023	95,70
M8	mg/l	79	0,336	37,20
M9	mg/l	86	0,069	87,10
M10	mg/l	90	0,064	88,04

Tabla 25. Remoción del cromo hexavalente

Fuente: Autor

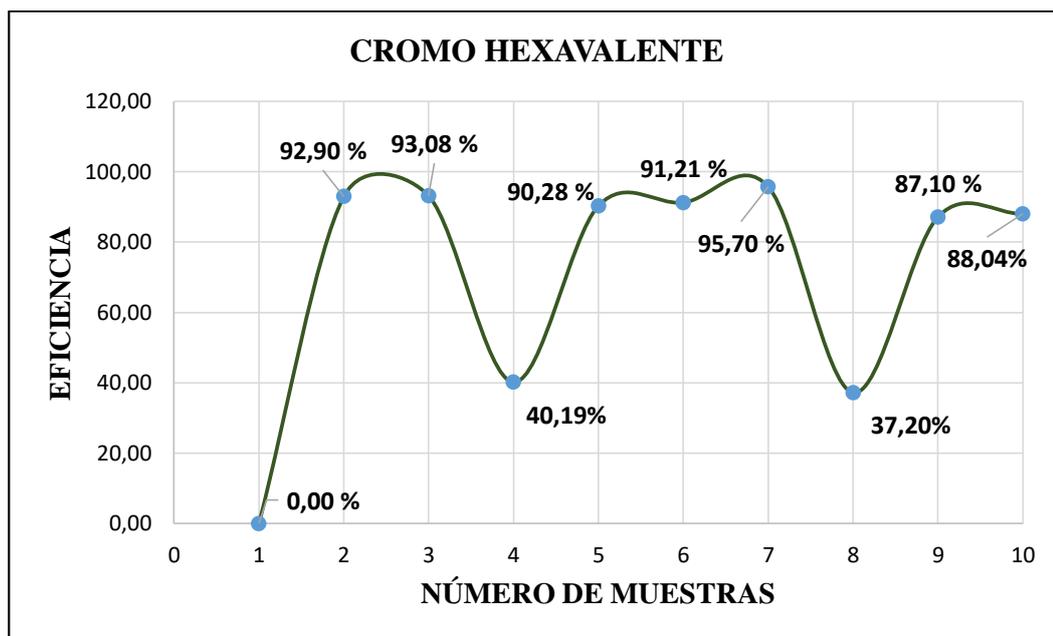


Gráfico 4. Eficiencia del cromo hexavalente
Fuente: Autor

Interpretación: En el (Gráfico 4.) se visualiza que la remoción del cromo hexavalente, en la primera filtración se obtiene un porcentaje de 92,90% correspondiente a la muestra M2 a los 14 días, en la muestra M3 adquiere un valor de 93,08% a los 34 días, una vez terminado este suceso, se observa un declive en el porcentaje de efectividad obteniendo 40,19% correspondiente a la muestra M4, esta disminución se debe a que el bagazo de caña de azúcar cumplió con su ciclo de vida a los 43 días. Por lo tanto, era importante renovar dicho material, dando como resultado el mejoramiento de efectividad del filtro.

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
EFICIENCIA DEL FILTRO				
Nº DE MUESTRAS	UNIDADES	Nº DE DÍAS	RESULTADOS	% REMOCIÓN
M1	mg/l	0	8569	0,00
M2	mg/l	14	2081	75,71
M3	mg/l	34	4218	50,78
M4	mg/l	43	6653	22,36
M5	mg/l	57	6209	27,54
M6	mg/l	64	6772	20,97
M7	mg/l	72	6011	29,85
M8	mg/l	79	5533	35,43
M9	mg/l	86	7363	14,07
M10	mg/l	90	3693	56,90

Tabla 26. Remoción del DQO
Fuente: Autor

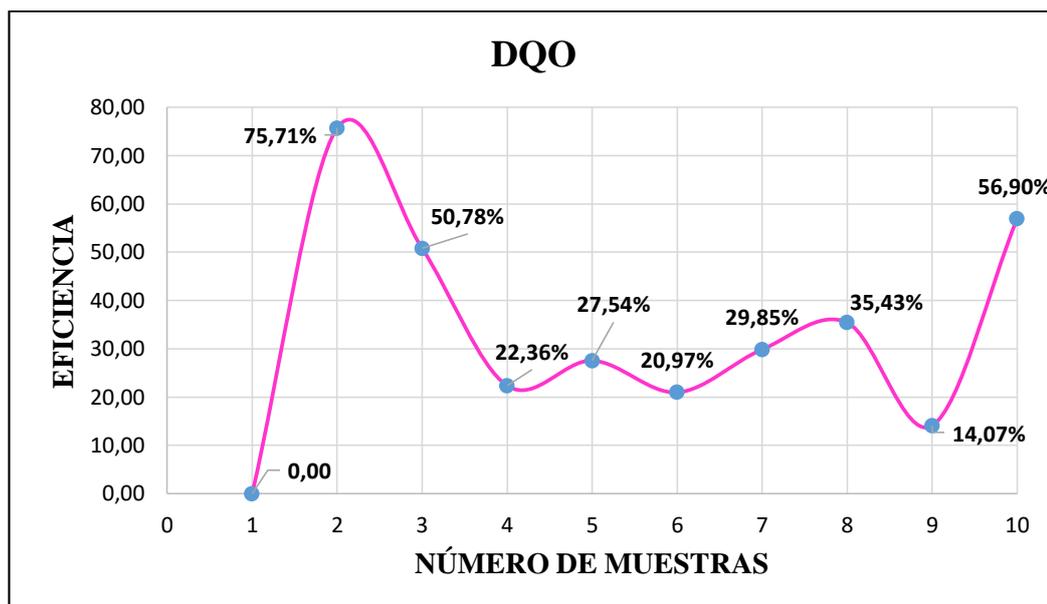


Gráfico 5. Eficiencia del DQO

Fuente: Autor

Interpretación: La remoción de la Demanda Química de Oxígeno alcanzó un porcentaje de 75,71% correspondiente a la muestra M2 a los 14 días de funcionamiento del filtro. En la (Gráfica 5.) también se observa que existe un declive de los valores de efectividad a partir de la muestra M3 y M4, con porcentajes de 50,78% y 22,36% a los 34 y 43 días respectivamente, al observar esta reacción fue importante renovar dicho material para el mejoramiento de la efectividad del biofiltro.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
EFICIENCIA DEL FILTRO				
Nº DE MUESTRAS	UNIDADES	Nº DE DÍAS	RESULTADOS	% REMOCIÓN
M1	mg/l	0	3750,56	0,00
M2	mg/l	14	1362,44	63,67
M3	mg/l	34	1110,73	70,38
M4	mg/l	43	1263,49	66,31
M5	mg/l	57	2623,17	30,06
M6	mg/l	64	2230,98	40,52
M7	mg/l	72	2399,53	36,02
M8	mg/l	79	433,03	88,45
M9	mg/l	86	1734,4	53,76
M10	mg/l	90	2746,05	26,78

Tabla 27. Remoción del DBO5

Fuente: Autor

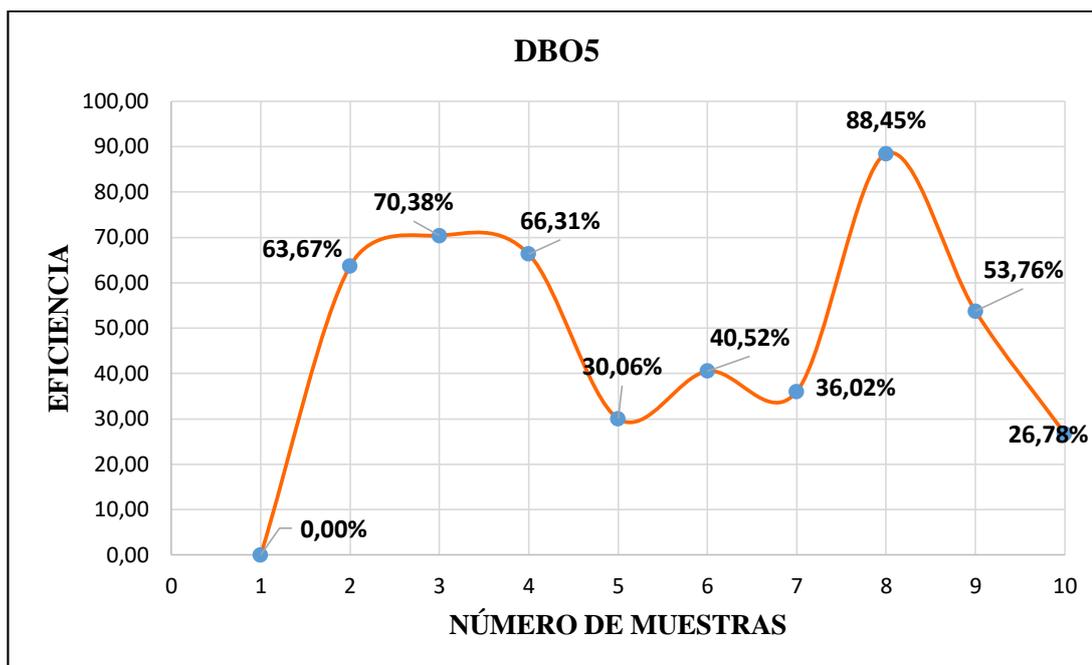


Gráfico 6. Eficiencia del DBO5

Fuente: Autor

Interpretación: Se puede mencionar en la (Grafica 6), que el porcentaje de eficiencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días, obtuvo valores de 63,67% y 70,38% de eficiencia en las muestras M2 y M3 respectivamente, llegando al día 34. Mientras que en la muestra M4, presentó un decrecimiento con un porcentaje 66,31%, visualizando así porcentajes bajos en el funcionamiento del filtro.

Discusión de los resultados: Una vez culminado el proceso de filtración a los 90 días, se aprecia los resultados de los análisis del agua residual filtrada de los diferentes parámetros, alcanzando una eficiencia máxima de 93.90% del Cromo Hexavalente, 75.71% del DQO y 70.38% del DBO5 con el material bagazo de caña de azúcar; mientras que, en el proyecto realizado en México por el IMTA y el CRIQ, trataron efluentes por medio de biofiltración utilizando materiales como: casahuate, jacaranda, tabachín, bagazo de caña de azúcar y fibra de coco, los cuales mostraron una buena eficiencia 98.7% DBO5 y 84% DQO [2], y en la investigación [41], prepararon ceniza de castilla de arroz activada con NaOH, para la adsorción de cromo del efluente de curtiembres, alcanzando el 72.8% de remoción.

Lo descrito anteriormente muestra un tipo de solución, para desarrollar sistemas de biofiltración que traten aguas residuales, las mismas que presenten un adecuado desempeño en la remoción de contaminantes.

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los análisis de las muestras del agua residual resultantes de la curtiembre, al pasar por el proceso de filtración durante 90 días, permiten verificar en el presente trabajo experimental la hipótesis planteada, ya que con la elaboración del filtro con bagazo de caña de azúcar se consiguió disminuir los valores de contaminación con respecto al agua no tratada, pero, no cumplen con los valores permisibles el DQO y el DBO5 establecidos por la norma TULSMA para la descarga al sistema de alcantarillado público.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Después de conocer la situación actual de la industria Curtiduría Los Tres Juanes, se identificó que cuenta con una infraestructura y funcionamiento óptimo para la realización de terminados en cuero a partir de las etapas de curtido, post curtido y acabado, además, posee un sistema de tratamiento primario de agua residual que consta de un sistema de rejillas y tanques de sedimentación.
- En lo que corresponde al comportamiento de los caudales, la industria mantiene dos tanques reservorios, los cuales son suministrados de agua por medio de tanques surtidores, por lo que se determinó el consumo promedio diario probable utilizado de 2.32m³/día.
- Durante el proceso de filtración el Cromo Hexavalente obtuvo una eficiencia del 93.08% en la segunda filtración, llegando al porcentaje más bajo de 37.20%, en cuanto a la Demanda Química de Oxígeno consiguió una efectividad del 75,71% en la primera filtración, el resto del tiempo obtuvo porcentajes descendentes hasta llegar a un valor de 14.07%, a lo que se refiere a la eficiencia de remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días, alcanzó un porcentaje de 70,38% en la segunda filtración, y en el último día un porcentaje de 26,78%.
- De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis realizados, se pudo verificar que el cromo hexavalente se encuentra dentro del límite máximo permisible que establece la normativa, mientras que, el DQO y DBO5 no cumplen con la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua en el TULSMA, en donde establecen los límites permisibles para la descarga al sistema de alcantarillado, esto se debe a que la industria de curtiembre genera altas concentraciones de contaminantes orgánicos y químicos.

- El bagazo de caña de azúcar como material filtrante para el efluente generado en la curtiduría, se llega a la conclusión que dicho material tiene una vida útil relativamente corta, aproximadamente de 15 a 20 o hasta los 34 días, ya que al cumplir el ciclo de vida se debe cambiar constantemente para evitar que la descomposición afecte de manera negativa a los valores de los parámetros.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es necesario conocer los tipos de procesos que realiza la industria para estar al tanto de cómo se genera el agua residual y su incidencia al medio ambiente.
- Es importante que la industria mantenga un registro adecuado de entradas y salidas de caudales para que sepan la cantidad de contaminantes que generan y busquen algún tipo de remediación.
- Es fundamental continuar con estas investigaciones experimentales, con el fin de encontrar un tratamiento que influya en la remoción de contaminantes de los parámetros del agua.
- Para que el filtro tenga una mayor efectividad es importante su mantenimiento y limpieza, también es preciso tener un adecuado proceso de lavado y secado del material utilizado, para evitar su descomposición rápidamente.

MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. Da Cámara, M. Hernández, and L. Paz, “Manual de diseño para plantas de tratamiento de aguas residuales alimenticias,” p. 11, 2008.
- [2] M. A. Garzón-Zúñiga, G. Buelna, and G. E. Moeller-Chávez, “La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industriales,” *Tecnol. y ciencias del agua*, vol. 3, no. 3, pp. 153–161, 2012.
- [3] U. F. Carreño Sayago, “Diseño y evaluación de un biosistema de tratamiento a escala piloto de aguas de curtiembres a través de la *Eichhornia crassipes*,” *Rev. Colomb. Biotecnol.*, vol. 18, no. 2, p. 74, 2016.
- [4] O. Fabián, H. Cobos, J. Felipe, A. Londoño, L. Carlos, and F. Garcia, “Design of a Biofilter To Reduce the Contamination Content By Chromium Generated in the Industries of the Leather Tanning,” *Dyna*, vol. 76, no. 160, pp. 107–119, 2009.
- [5] R. Sotomayor, “Treatment of Effluents of the Industry of the Leather in the Arequipa City,” *Cien Des*, vol. 7, pp. 31–36, 2006.
- [6] O. Primera pedrozo, F. Colpas castillo, and E. Meza fuentes, “Carbones Activados a Partir De Bagazo De Caña De Azúcar Y Zuro De Maíz Para La Adsorción De Cadmio Y Plomo,” *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, vol. 35, no. 136, pp. 387–396, 2011.
- [7] C. H. Chávez, Z. A. Mora, J. A. Cabra, Y. Carmona, S. Revah, and G. Gnecco, “Biofiltración de ácido sulfhídrico (H₂S), utilizando bagazo de caña de azúcar y Piedra pómez como material de soporte,” *Ing. y Compet.*, vol. 5, no. 2, pp. 7–15, 2004.
- [8] H. T. Fernández, I. R. Rico, J. De Prida, and H. Vanlangenhove, “Remoción de sulfuro de dimetilo mediante biofiltración con bagazo de caña inoculado con *Hyphomicrobium VS*,” *Afinidad*, vol. 68, no. 553, pp. 221–225, 2011.
- [9] A. Alvarez Mancilla, J. Benítez Jiménez, and Y. Camargo Caicedo,

- “Biofiltración para la remoción de sulfuro de hidrógeno en la estación de bombeo norte de aguas residuales,” *Dialnet*, vol. 7, no. 1, pp. 113–126, 2011.
- [10] R. García-Torres, E. Rios-Leal, Á. Martínez-Toledo, F. R. Ramos-Morales, J. S. Cruz-Sanchez, and C. C. D. del María, “Uso de cachaza y bagazo de caña de azúcar en la remoción de hidrocarburos en suelo contaminado,” *Rev. Int. Contam. Ambient.*, vol. 27, no. 1, pp. 31–39, 2011.
- [11] UNESCO, “La contaminación del agua sigue creciendo a nivel mundial,” 2014. [Online]. Available: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-15-water-pollution/>. [Accessed: 09-May-2017].
- [12] SENAGUA, “20 Gestión de aguas residuales en ecuador - SENAGUA,” 2014. [Online]. Available: <https://es.slideshare.net/CCIFEC/20-gestin-de-aguas-residuales-en-ecuador-senagua>. [Accessed: 12-May-2017].
- [13] ELCOMERCIO, “La contaminación incide en la agricultura de Tungurahua | El Comercio,” 2012. [Online]. Available: <http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/contaminacion-incide-agricultura-tungurahua.html>. [Accessed: 09-May-2017].
- [14] U. Issn, “Tratado del agua y la legislación peruana,” vol. 16, no. 2, pp. 106–117, 2013.
- [15] R. Peñafiel, C. Moreno, and V. Ochoa-herrera, “Eliminación de nitrógeno y contaminación orgánica de agua residual industrial pretratada en lagunas anaeróbicas mediante un biofiltro de arena,” vol. 8, pp. 86–97, 2016.
- [16] L. P. Ortega, “Contaminación de las aguas.,” 2012.
- [17] J. Sanz, J. I. Lombraña, and A. De Luis, “Estado del arte en la oxidación avanzada a efluentes industriales: nuevos desarrollos y futuras tendencias,” pp. 25–33, 2013.
- [18] M. Eduardo, G. P. Mesa, and J. Luis, “Procesos de membranas para el tratamiento de agua residual industrial con altas cargas del colorante amarillo ácido 23,” pp. 53–63, 2006.

- [19] C. Banchón, R. Baquerizo, D. Muñoz, and L. Zambrano, “Coagulación natural para la descontaminación de efluentes industriales,” pp. 111–126, 2016.
- [20] D. Prócel, P. Posligua, and C. Banchón, “Biodegradación de contaminantes orgánicos de la industria láctea,” pp. 22–32, 2016.
- [21] A. Batista, O. Cárdenas, J. Castillo, K. Madrid, and C. Martinez, “Diseño y construcción de filtro multicámaras horizontal por gravedad para tratamiento de efluentes industriales,” vol. 2, p. 7, 2016.
- [22] R. Nolado, “Curso de curtido ecológico y artesanal de cueros,” p. 22, 2012.
- [23] A. A. Ruiz, “La biofiltración , una alternativa para la potabilización del agua,” vol. 1, no. 2, pp. 1–7, 2004.
- [24] D. Jurries, “Biofilters (Bioswales, Vegetative Buffers, & Constructed Wetlands),” no. January, p. 56, 2003.
- [25] “Ministerio del Ambiente, Anexo 1 del libro vi del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua,” pp. 1–37, 2015.
- [26] J. V. Reyes, “Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales,” pp. 41–56, 2016.
- [27] J. Kandasamy, S. Vigneswaran, T. T. L. Hoang, and D. N. S. Chaudhary, “Adsorption and biological filtration in wastewater treatment,” p. 14, 2012.
- [28] F. R. M. Fiallos, W. S. Robalino, and B. E. P. Beltrán, “Biofiltración sobre Cama de Turba, para el Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes del Lavado de Jeans,” no. 10, pp. 1–12, 2017.
- [29] D. B. S. Hernández, J. M. V. Cortés, and E. J. H. Calderón, “La biofiltración: una alternativa sustentable para el tratamiento de aguas residuales,” *vidsupra*, vol. 6, no. 2, pp. 56–60, 2014.
- [30] J. Fernandez and M. D. Curt, “Métodos Analíticos para aguas residuales,” pp. 117–128, 2013.

- [31] C. Pérez Garrido, F. M. L. Rodríguez, and G. R. D. García, “Tratamiento de aguas manual de laboratorio,” p. 130, 2013.
- [32] C. Alberto, S. Sierra, M. Enrique, and C. Bertel, “Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas,” p. 101, 2013.
- [33] V. Luisa, U. M. F. G. Nancy, F. Maritza, and V. Verónica, “Eliminación de los metales pesados de las aguas residuales mineras utilizando el bagazo de caña como biosorbente,” pp. 43–49, 2016.
- [34] I. R. Rico, G. E. Pérez, and J. L. Mas, “Caracterización y evaluación del bagazo de caña de azúcar como biosorbente de hidrocarburos,” pp. 57–62, 2014.
- [35] H. M. Espitia Sibaja, “Aislamiento de nanofibrillas de celulosa a partir de residuos agroindustriales de fique y caña de azúcar, con potencial aplicación en reforzamiento de polímeros termoplásticos,” Universidad Nacional de Colombia, 2010.
- [36] D. Dopico-ramírez, V. León-fernández, C. Díaz-lópez, and E. Peña-sartorio, “Meollo del bagazo : caracterización físico-química y potencialidades como biosorbente de especies catiónicas en solución,” *ICIDA*, vol. 50, no. 2, pp. 29–34, 2016.
- [37] A. Morillas, “Muestreo en poblaciones finitas,” pp. 1–30, 2013.
- [38] I. A. Silva and I. A. Silva, “Determinando la población y la muestra,” p. 14, 2013.
- [39] M. A. E. Ana, M. Gómez, C. A. Eduardo, and C. Medina, “Propuesta de un sistema de biofiltración de cromo hexavalente en agua, utilizando olote de maíz,” Universidad Autónoma del Estado de México, 2015.
- [40] “NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2169 : 2013 Primera revisión,” p. 26, 2013.
- [41] L. P. Salinas and L. U. Z. Y. Vargas, “Adsorbentes a base de cascarilla de arroz en la retención de cromo de efluentes de la industria de curtiembres,” vol. 10, no. 1, pp. 146–156, 2012.

2. ANEXOS

2.1. IMÁGENES DE LOS MATERIALES



Imagen 18. Tanque plástico perforado



Imagen 19. Tanque plástico con válvula



Imagen 20. Recipiente plástico



Imagen 21. Material de soporte (arena de cuarzo)



Imagen 22. Lámina de tol



Imagen 23. Malla sobre la lámina de tol



Imagen 24. Bagazo de caña de azúcar en el recipiente plástico

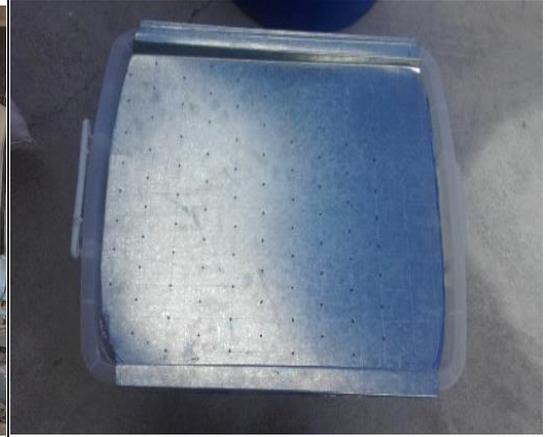


Imagen 25. Lámina de tol perfotada



Imagen 26. Estructura metálica



Imagen 27. Tanque con el sistema de tubería



Imagen 28. Prototipo Filtro



Imagen 29. Llenado del tanque



Imagen 30. Agua residual en el tanque pasado por tamiz



Imagen 31. Bagazo de caña de azúcar después del filtrado



Imagen 32. Agua residual filtrada

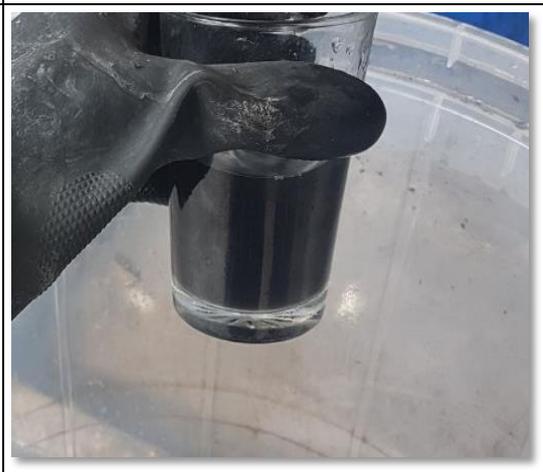


Imagen 33. Agua residual no filtrada



Imagen 34. Recolección de la muestra del agua residual



Imagen 35. Muestra del efluente



2.2. DISEÑO DEL MODELO DE FILTRACIÓN FICM -UPICIC -2017



1. REFERENCIAS PARA EL MODELO DE 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 Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA) y filtros anaerobios 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 y/o prototipo.

TULSMA

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

- TRH = 0.5 *días* = 12 *horas*, cuando se toma en cuenta características del material filtrante, como:
 - Porosidad,
 - Volumen de vacíos,
 - Granulometría, etc.
- TRH = 5.25 *horas*, cuando el material se encuentra totalmente empacado y se omite las características del material, por la variedad de materiales usados, cada uno con sus respectivas características, se redujo la mayor cantidad de vacíos al momento de la conformación del filtro para hacer uso del presente criterio. (granulometría realizada).

[1]

Ecuación No. 1

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35lt}{0.105 lt/min} = 333,33 \text{ min} \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5,55 \text{ horas} = 0.23 \text{ días}$$

MANUAL DE AGUA POTABLE ALANTARILLADO Y SANEAMIENTO - FAFA

Tabla 1. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el nost tratamiento de

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

Fuente: Chernicharo de Lemos, 2007

Se ha elegido el uso de un TRH = FAFA = 5 – 10 horas correspondiente a un gasto promedio.

Por facilidad constructiva se ha asumido un volumen de medio filtrante igual a 35 lt. reduciendo mayor cantidad de vacíos para poder tomar como referencia el valor de TRH de un medio filtrante empacado citada anteriormente.

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

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

TRH = Se ha tomado un valor de la Ecuación 1 de 5,55 horas

Ecuación 2

$$Q = \frac{35lt}{5,55horas} = 6,30 \frac{lt}{h} = 0,105 \text{ lt}/min$$

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.

TANQUE DE ABASTECIMIENTO – HOMOGENEIZACION

El volumen del tanque de abastecimiento del filtro ha sido dimensionado de tal manera que éste pueda almacenar el volumen y proveer al filtro el caudal calculado en la sección anterior durante 24 horas. Adicionalmente, se prevé un volumen adicional que sirva como factor de seguridad para que el filtro se encuentre siempre en funcionamiento.

TANQUE DE 55 GALONES



Gráfico 1. Tanque de 55 galones

55 galones garantizan un volumen durante las 24 horas del día

$$Q = 0,105 \frac{lt}{min} = \frac{60min}{1 h} = \frac{24 h}{1 día}$$

Caudal en 24 horas:

$$Q = 151.2 \frac{lt}{día} = \frac{1 gal}{3,78 lt} = 40 \frac{gal}{día}$$

+ 15 gal para garantizar que alrededor de que 1/ 3 del tanque este lleno, esto para que no se quede sin agua el filtro y no deje de funcionar.

Ecuación 3

$$V_{Tanque} = 40 + 15 = 55 galones$$

DIMENSIONES DEL FILTRO

MEDIDAS DEL MEDIO FILTRANTE

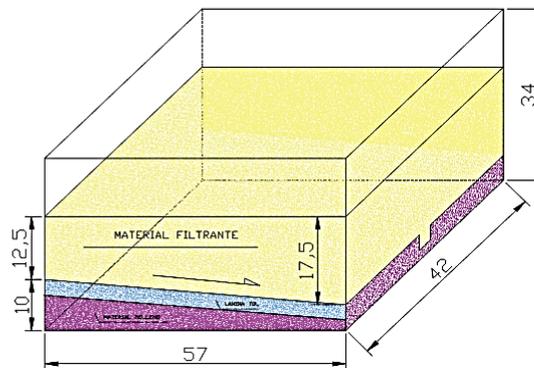


Gráfico 2. Medidas

Asumimos el trapecio lateral donde:

AT= Área Trapecio

VT = Volume trapecio

Base = 57 cm

Lado menor = 12,5cm

Lado mayor= 17,5 cm

$$AT = 57x \frac{(12,5 + 17.5)}{2}$$

Ecuación 4

$$AT = 855 \text{ cm}^2$$

$$VT = 855 \times 42$$

Ecuación 5

$$VT = 35910 \text{ cm}^3 \cong 35.91 \text{ lt}$$

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

Por facilidades constructivas y a la vez porque esta **etapa de proyecto consiste en el análisis del material filtrante** mas no del diseño del filtro se tomó las medidas comerciales de un recipiente plástico “GUARDAMOVIL GRANDE” con dimensiones (57x 42 x34) cm.



Gráfico 3. Guardamovil grande

En cuyo interior está dividido en dos partes:

1. Material filtrante a analizar.

2. Material de soporte utilizado como relleno sin contacto con el material.

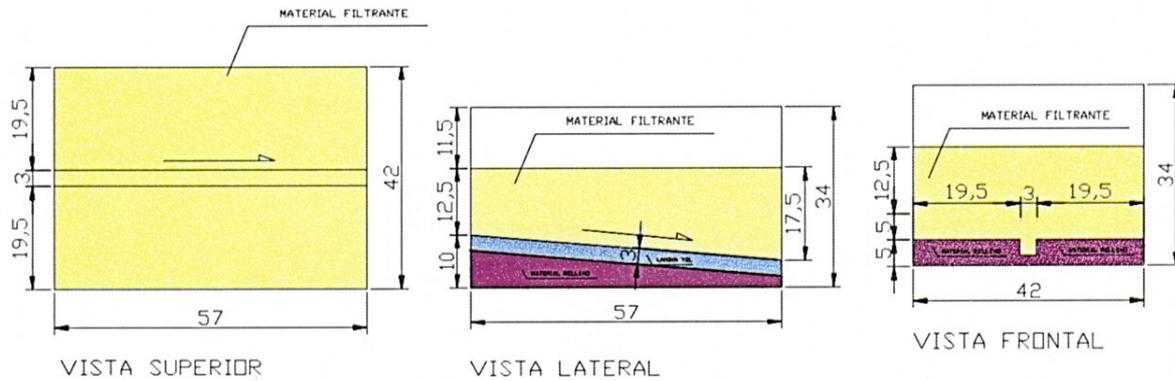


Gráfico 4. Especificaciones

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

Ing. MEng. Lenin Maldonado

DOCENTE - FICM-UTA - Proyecto "Aguas Residuales" UPICIC



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Comisión Nacional del Agua , Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Mexico: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales , 2015.
- [2] "Registro Oficial 387," Norma 387, Noviembre miércoles, 2015.

2.3. INFORMES DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS



Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales



Cumplimos y colaboramos con la legislación vigente



Respetamos la confidencialidad y respondemos en el futuro de nuestros clientes



Pensamos en el futuro de nuestros clientes



Contribuimos a la protección del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Análisis de agua confiables

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	-----	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Srta. Jessica Ger	Código: REG TEC 018
DIRECCIÓN:	Huachi Chico	Fecha formato: 20/03/2017
TELÉFONO:		NUMERO DE INFORME:
CELULAR:	0984726664	LACQUA 1 7 1 8 6 4
e - mail:	jessicager23@gmail.com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 51	TEM. AMBIENTE(°C): 19
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual Entrada a la Planta de Curtiduría
RESPONSABLE MUESTREO: Cliente **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 30 de mayo de 2017
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
FECHA DE ANALISIS: Desde el 30 de mayo al 08 de junio de 2017
FECHA EMISION DE INFORME: 08 de junio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cromo Hexavalente*	mg/l	0,535	PRO TEC 041 / HACH 8023	± 18 %
DQO	mg/l	8569	PRO TEC 014/ APHA 5220D	± 14,1 %
DBO5***	mg/l	3750,56	PA-45.00	---

* Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado; OAE LE 2C 05-005
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Ing. Marcelo Tirado
ANALISTA


 Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio


Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202. Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 · info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN Nº OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	-----
REPRESENTANTE:	Srta. Jessica Ger
DIRECCION:	Huachi Chico
TELEFONO:	
CELULAR:	0984726664
e - mail:	jessicager23@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7 1 8 6 5

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	51	TEM. AMBIENTE(°C):	19
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual de Curtiembre Filtrada
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente FECHA TOMA DE MUESTRA: 30 de mayo de 2017
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 30 de mayo al 08 de junio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 08 de junio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cromo Hexavalente*	mg/l	0,038	PRO TEC 041 / HACH 8023	± 18 %
DQO	mg/l	2081	PRO TEC 014/ APHA 5220D	± 14,1 %
DBO5**	mg/l	1362,44	PRO TEC 066/ HACH 8043	---

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

*** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A

**** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


Ing. Marcelo Tirado
ANALISTA




Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:

El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN Nº OAE LE C 11-010	DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
	CLIENTE:	UTA- FICM	Pág. 1 de 1
	REPRESENTANTE:	Srta. Jessica Ger	Código: REG TEC 018
	DIRECCIÓN:	Huachi Chico	Fecha formato: 20/03/2017
	TELÉFONO:		NUMERO DE INFORME:
	CELULAR:	0984726664	LACQUA 1 7 1 8 9 3
	e - mail:	jessicager23@gmail.com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 54	TEM. AMBIENTE(°C): 19
--------------------------------	------------------------	------------------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual de Curtiembre Filtrada
RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
FECHA DE ANÁLISIS: Desde el 19 al 28 de junio de 2017
FECHA EMISIÓN DE INFORME: 28 de junio de 2017
FECHA TOMA DE MUESTRA: 19 de junio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cromo Hexavalente*	mg/l	0,037	PRO TEC 041 / HACH 8023	± 18 %
DQO	mg/l	4218	PRO TEC 014/ APHA 5220D	± 14,1 %
DBO5**	mg/l	1110,73	PRO TEC 066/ HACH 8043	---

* Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Ing. Marcelo Tirado
ANALISTA




 Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Srta. Jessica Ger
DIRECCION:	Huachi Chico
TELEFONO:	
CELULAR:	0984726664
e - mail:	jessicager23@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7 - 1 9 1 4

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	54	TEM. AMBIENTE(°C):	20
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual de Curtiembre Filtrada
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 28 de junio al 13 de julio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 13 de julio de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 28 de junio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,320	PRO TEC 041 / HACH 8023	± 18 %
DQO	mg/l	6653	PRO TEC 014/ APHA 5220D	± 14,1 %
DBO5	mg/l	1263,49	PRO TEC 066/ HACH 8043	± 3,72 %

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

*** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A

**** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Ing. María Jose Tapia
 ANALISTA




 Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Srta. Jessica Ger
DIRECCION:	Huachi Chico
TELEFONO:	
CELULAR:	0984726664
e - mail:	jessicager23@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7- 1 9 3 9

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	42	TEM. AMBIENTE(°C):	19
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual de Curtiembre Filtrada
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 12 al 21 de julio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 21 de julio de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 12 de julio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,052	PRO TEC 041 / HACH 8023	± 18 %
DQO	mg/l	6209	PRO TEC 014/ APHA 5220D	± 14,1 %
DBO5	mg/l	2623,17	PRO TEC 066/ HACH 8043	± 3,72 %

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Srta. Jessica Ger
DIRECCION:	Huachi Chico
TELEFONO:	
CELULAR:	0984726664
e - mail:	jessicager23@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 17- 1 9 5 2

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	52	TEM. AMBIENTE(°C):	21
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual de Curtiembre Filtrada
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 19 al 28 de julio de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 28 de julio de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 19 de julio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

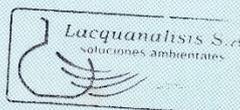
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,047	PRO TEC 041 / HACH 8023	± 18 %
DQO	mg/l	6772	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 14,1 %
DBO5*	mg/l	2230,98	PRO TEC 066/ HACH 8043	± 3,72 %

* Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Marcelo Tirado
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN Nº OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Srta. Jessica Ger
DIRECCION:	Huachi Chico
TELEFONO:	
CELULAR:	0984726664
e - mail:	jessicaqr23@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7- 1 9 7 1

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	45	TEM. AMBIENTE(°C):	19
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual de Curtiembre Filtrada
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 27 de julio al 07 de agosto de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 07 de agosto de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 27 de julio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cromo Hexavalente*	mg/l	0,023	PRO TEC 041 / HACH 8023	± 18 %
DQO	mg/l	6011	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 14,1 %
DBOS*	mg/l	2399,53	PRO TEC 066/ HACH 8043	± 3,72 %

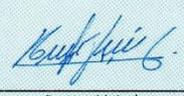
* Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Ing. María José Tapia
 ANALISTA




 Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Srta. Jessica Ger
DIRECCION:	Huachi Chico
TELEFONO:	
CELULAR:	0984726664
e - mail:	jessicager23@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-19184

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	50	TEM. AMBIENTE(°C):	19
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual de Curtiembre Filtrada
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 03 al 14 de agosto de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 14 de agosto de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 03 de agosto de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,336	PRO TEC 041 / HACH 8023	± 9 %
DQO	mg/l	5533	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5	mg/l	433,03	PRO TEC 066/ HACH 8043	± 3,72 %

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Jng. Marcelo Tirado
ANALISTA




 Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Srta. Jessica Ger
DIRECCION:	Huachi Chico
TELEFONO:	
CELULAR:	0984726664
e - mail:	jessicager23@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-1-995

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	48	TEM. AMBIENTE(°C):	19
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual de Curtiembre Filtrada
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 10 al 21 de agosto de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 21 de agosto de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 10 de agosto de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,069	PRO TEC 041 / HACH 8023	± 9 %
DQO	mg/l	7363	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5*	mg/l	1734,40	PRO TEC 066/ HACH 8043	± 3,72 %

Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia
 ANALISTA



Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Srta. Jessica Ger
DIRECCION:	Huachi Chico
TELEFONO:	
CELULAR:	0984726664
e - mail:	jessicager23@gmail.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7 - 2 0 1 3

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	45	TEM. AMBIENTE(°C):	21
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual de Curtiembre Filtrada
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 17 al 28 de agosto de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 28 de agosto de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 17 de agosto de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cromo Hexavalente	mg/l	0,064	PRO TEC 041 / HACH 8023	± 9 %
DQO	mg/l	3693	PRO TEC 014/ APHA 5220 D	± 12,18 %
DBO5*	mg/l	2746,05	PRO TEC 066/ HACH 8043	± 3,72 %

* Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Ing. Marcelo Tirado
 ANALISTA




 Dr. Harold Jiménez
 DIRECTOR TECNICO

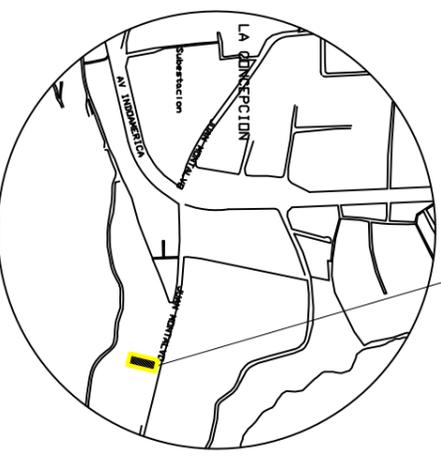
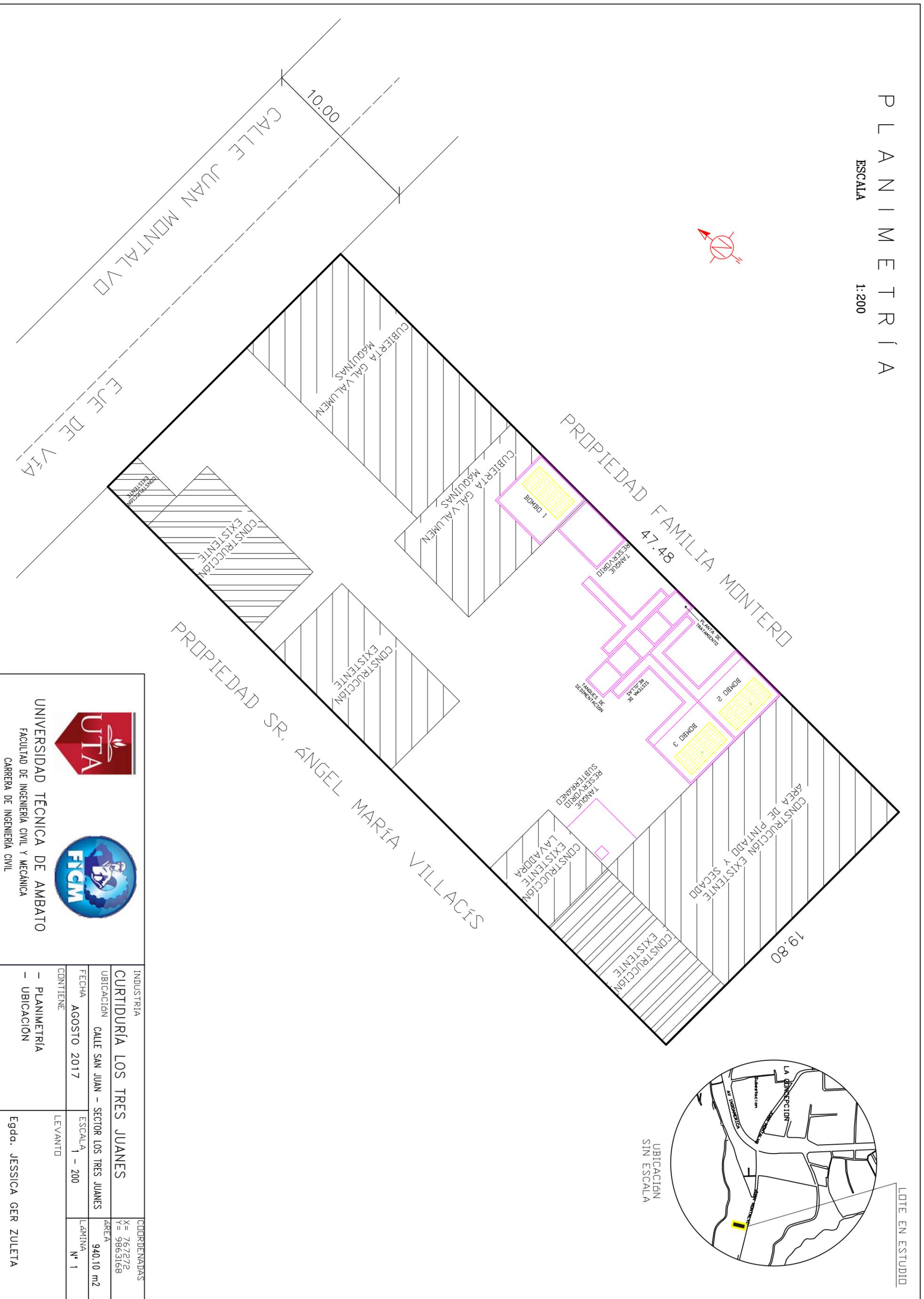
NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

2.4. PLANOS

PLANIMETRÍA

ESCALA

1:200



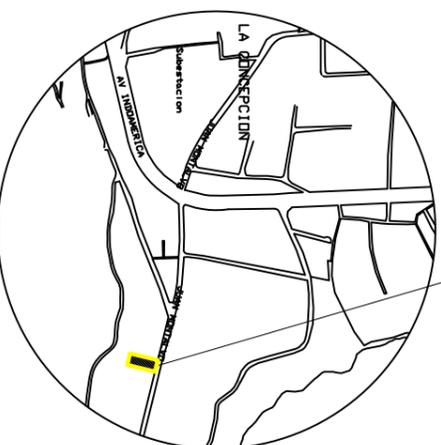
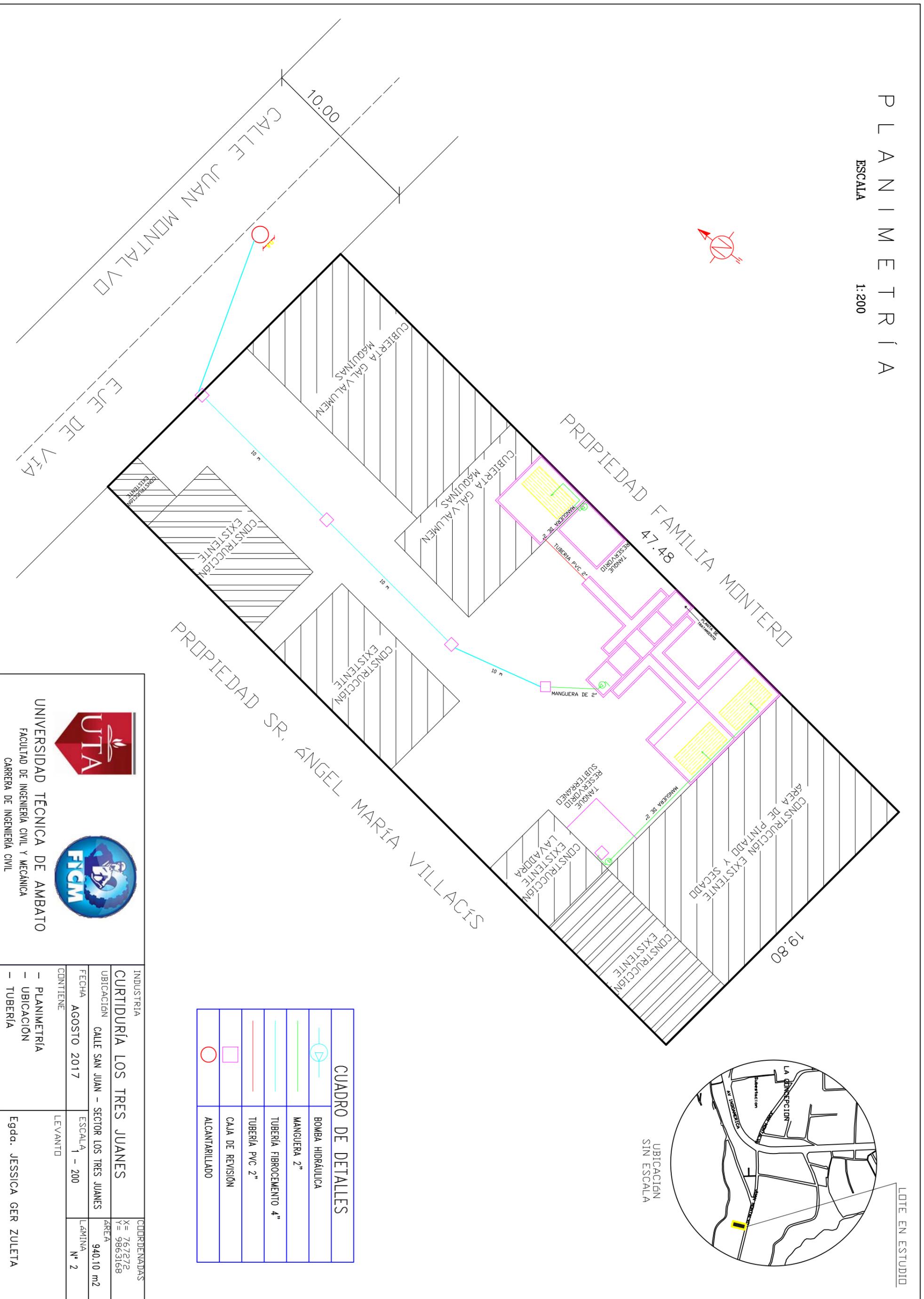
LOTE EN ESTUDIO

  <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p>		INDUSTRIA CURTIDURÍA LOS TRES JUANES UBICACION CALLE SAN JUAN - SECTOR LOS TRES JUANES FECHA AGOSTO 2017 CONTIENE - PLANIMETRÍA - UBICACION		COORDENADAS X= 767272 Y= 9863168 AREA 940,10 m2 LAMINA Nº 1	
		LEVANTO		Egda. JESSICA GER ZULETA	

PLANIMETRÍA

ESCALA

1:200



LOTE EN ESTUDIO

UBICACION SIN ESCALA

CUADRO DE DETALLES	
	BOMBA HIDRAULICA
	MANGUERA 2"
	TUBERIA FIBROCEMENTO 4"
	TUBERIA PVC 2"
	CAJA DE REVISION
	ALCANTARILLADO

<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p>		COORDENADAS X= 767272 Y= 9863168	
INDUSTRIA		CURTIIDURÍA LOS TRES JUANES	
UBICACION		CALE SAN JUAN - SECTOR LOS TRES JUANES	
FECHA	AGOSTO 2017	ESCALA	1 - 200
CONTIENE	- PLANIMETRÍA - UBICACION - TUBERÍA		
LEVANTO		Egda. JESSICA GER ZULETA	
ÁREA		940,10 m ²	
LÁMINA		N° 2	