



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

**TEMA:**

---

---

ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO  
DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LAVADO  
DE JEANS “TINTEX RIVER” SITUADO EN EL BARRIO EL TAMBO CENTRAL  
DEL CANTÓN PELILEO.

---

---

**AUTOR:** GALARZA VILLALBA CARLOS ALBERTO.  
**TUTOR:** ING. MG. PAREDES CABEZAS GEOVANNY ANIBAL.

**Ambato - Ecuador**  
**2017**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Mg. Paredes Cabezas Geovanny Anibal certifico que el presente Informe Final del Trabajo Experimental “ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LAVADO DE JEANS “TINTEX RIVER” SITUADO EN EL BARRIO EL TAMBO CENTRAL DEL CANTÓN PELILEO”, realizado por el Sr. Galarza Villalba Carlos Alberto, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, septiembre del 2017

---

Ing. Mg. Paredes Cabezas Geovanny Anibal

TUTOR

II

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo, Galarza Villalba Carlos Alberto, con CI. 180460743-8 Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo experimental con el tema:

“ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LAVADO DE JEANS “TINTEX RIVER” SITUADO EN EL BARRIO EL TAMBO CENTRAL DEL CANTÓN PELILEO” es de mi completa autoría.

Ambato, Agosto del 2017

---

Galarza Villalba Carlos Alberto

AUTOR

## **DERECHOS DEL 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 del 2017

**AUTOR**

Galarza Villalba Carlos Alberto

CI: 1804607438

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LAVADO DE JEANS “TINTEX RIVER” SITUADO EN EL BARRIO EL TAMBO CENTRAL DEL CANTÓN PELILEO” realizado por Galarza Villalba Carlos Alberto, egresado de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman

---

**PROFESOR CALIFICADOR**

Ing. Mg. Dilon Moya

---

**PROFESOR CALIFICADOR**

Ph.D. Diana Coello

## **DEDICATORIA**

*Este gran logro alcanzado se lo dedico primero a Dios, por brindarme la fortaleza, sabiduría y perseverancia para alcanzar que este gran sueño se cumpla.*

*A mis padres José y Nelly, quienes con su apoyo incondicional, han sembrado valores de respeto, responsabilidad y enmarcando el valor de la humildad, por brindarme la confianza para culminar con cada una de los objetivos que me he propuesto.*

*A mi hermano, que siempre ha estado junto a mí, brindándome su apoyo con un consejo o con palabras de aliento para no darme por vencido y por su apoyo incondicional.*

*A mi novia, por ser parte muy importante en el logro de este sueño por estar siempre presente con palabras motivadoras y por brindarme su ayuda desinteresada.*

*Galarza Carlos*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco de todo corazón a Dios por permitir estar vivo, por brindarme sus bendiciones para que este proyecto haya sido un triunfo y un logro más en la vida*

*Agradezco a mis padres por todo el apoyo que me han brindado, por el esfuerzo que los dos han hecho para lograr alcanzar todos mis objetivos que me he propuesto, por toda la confianza depositada en mí. Queridos padres José y Nelly siempre han sido un ejemplo para mí. Les doy gracias por todo lo que incondicionalmente me han brindado.*

*A mi hermano, por todos esos momentos que supiste darme un consejo y palabras de aliento han estado y siempre has estado conmigo apoyándome de manera incondicional.*

*A mi novia, por ser mi compañía y por darme palabras de motivación para no darme por vencido y luchar por mis metas.*

*Al Ing. Mg. Paredes Cabezas Geovanny Aníbal, y todos los ingenieros de la unidad UPICIC que supieron siempre como instruirme en este proyecto, para su correcto desarrollo.*

*A toda mi familia y amigos, que de una u otra manera me han brindado el más sincero cariño y apoyo durante el desarrollo del proyecto*

**GRACIAS A TODOS**

*Galarza Carlos*

## ÍNDICE

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO .....	III
DERECHOS DEL AUTOR .....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
ÍNDICE .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XV
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	XVI
RESUMEN EJECUTIVO .....	XVII
EXECUTIVE SUMMARY .....	XVIII
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1    TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL .....	1
1.2    ANTECEDENTES .....	1
1.3    JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4    OBJETIVOS.....	5
1.4.1    Objetivo General: .....	5
1.4.2    Objetivos Específicos:.....	5
CAPITULO II .....	6
FUNDAMENTACIÓN .....	6
2.1    FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	6
2.1.1    Contaminación hídrica .....	6
2.1.2    Agentes Contaminantes.....	6



2.1.3	Aguas residuales.....	7
2.1.4	Clasificación de aguas residuales.....	7
2.1.5	Análisis físico-químico .....	8
2.1.6	Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días (DBO <sub>5</sub> ).....	8
2.1.7	Demanda química de oxígeno (DQO) .....	9
2.1.8	Color.....	9
2.1.9	Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. ....	10
2.1.10	Industria de lavado de jeans .....	11
2.1.11	Filtro de carbón activado.....	11
2.1.12	Filtración .....	11
2.1.13	Carbón activado .....	12
2.1.13.1	Activación del carbón.....	14
2.1.13.2	Objetivos de la activación .....	15
2.1.13.3	Características físico-químicas.....	16
2.1.13.4	Importancia de la química superficial de los carbones activados.....	17
2.2	HIPÓTESIS .....	19
2.2.1	Hipótesis Nula.....	19
2.2.2	Hipótesis Alternativa .....	19
2.3	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS .....	19
2.3.1	Variable independiente.....	19
2.3.2	Variable dependiente.....	19
CAPITULO III.....		20
METODOLOGÍA .....		20
3.1	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	20
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	21
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	22

3.3.1	Variable Independiente .....	22
3.3.2	Variable Dependiente.....	23
3.4	PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	24
3.5	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	25
3.5.1	Estructura y funcionamiento del filtro.....	25
3.5.1.1	Obtención del material .....	25
3.5.1.2	Elaboración del filtro.....	25
3.5.1.3	Instalación y Funcionamiento del Filtro .....	28
3.5.2	Descripción del funcionamiento básicos de la industria.....	31
3.5.2.1	Proceso del Stone 1 .....	31
3.5.2.2	Proceso del Stone 2, 3.....	32
3.5.2.3	Proceso de desgomado.....	33
3.5.2.4	Proceso de sucio tono – oscuro directo.....	34
3.5.2.5	Proceso de sucio + manualidades .....	34
3.5.2.6	Proceso de tinturado disperso .....	36
CAPÍTULO IV.....		39
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....		39
4.1	RECOLECCIÓN DE DATOS .....	39
4.1.1	Determinación del lugar de estudio.....	40
4.1.2	Comportamiento de caudales en la industria .....	41
4.1.2.1	Cálculo del consumo diario de agua para el proceso de la industria ...	41
4.1.3	Generación de efluentes líquidos .....	45
4.1.3.1	Manejo de efluentes líquidos .....	46
4.1.4	Número de muestras.....	48
4.1.5	Resultados de los análisis.....	48
4.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	57

4.2.5	Análisis de la Eficiencia del Filtro .....	62
4.2.5.1	Análisis de la eficiencia del filtro con respecto a la primera muestra de agua residual sin ser filtrada .....	62
4.2.5.2	Análisis de la eficiencia del filtro con respecto a la segunda muestra de agua residual sin ser filtrada .....	66
4.2.5.3	Análisis de la eficiencia del filtro con respecto al promedio de muestras de agua residual sin ser filtrada.....	71
4.2.5.4	Eficiencia de la Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	73
4.2.5.5	Eficiencia del COLOR .....	75
4.3	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		78
5.1	CONCLUSIONES.....	78
5.2	RECOMENDACIONES .....	79
MATERIALES DE REFERENCIA .....		80
1.	BIBLIOGRAFÍA .....	80
2.	ANEXOS .....	84
2.1.	DISEÑO DEL FILTRO .....	84
2.2.	ESTRUCTURA DEL FILTRO.....	89
2.3.	DETALLE DEL MEDIO FILTRANTE .....	90
2.4.	ANEXO FOTOGRÁFICO .....	91
2.5.	INFORME DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL Y DEL AGUA RESIDUAL FILTRADA .....	99
2.6.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CARBÓN ACTIVADO .....	109
2.7.	PLANOS .....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: DBO <sub>5</sub> Y DQO: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público y COLOR: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce .....	10
Tabla 2: Operacionalización de la Variable Independiente .....	22
Tabla 3: Operacionalización de la Variable Dependiente.....	23
Tabla 4: Plan de Recolección de Datos.....	24
Tabla 5: Tabla de Resumen de Consumo de Agua en Procesos de Lavado .....	38
Tabla 6: Resumen de Tiempo de Funcionamiento de las Bombas .....	42
Tabla 7: Volumen de Agua por bombeo .....	43
Tabla 8: Alturas de Agua en la Cisterna al Comienzo del Día .....	44
Tabla 9: Agua Consumida en 7 Días.....	45
Tabla 10: Parámetros Analizados en el Tiempo de Funcionamiento del Filtro.....	48
Tabla 11: Resultados de la primera muestra. ....	49
Tabla 12: Resultados de la segunda muestra. ....	49
Tabla 13: Resultados de la segunda muestra. ....	49
Tabla 14: Resultados de la tercera muestra.....	50
Tabla 15: Resultados de la cuarta muestra.....	50
Tabla 16: Resultados de la quinta muestra.....	51
Tabla 17: Resultados de la sexta muestra. ....	51
Tabla 18: Resultados de la séptima muestra. ....	51
Tabla 19: Resultados de la octava muestra. ....	52
Tabla 20: Resultados de la novena muestra. ....	52
Tabla 21: Resultados de la novena muestra. ....	53
Tabla 22: RESUMEN DE RESULTADOS .....	53
Tabla 23: % De Eficiencia del DBO <sub>5</sub> de la Muestra 1 sin Filtrar.....	62
Tabla 24: % De Eficiencia del DQO de la Muestra 1 sin Filtrar .....	64
Tabla 25: % De Eficiencia del COLOR de la Muestra 1 sin Filtrar .....	65
Tabla 26: % De Eficiencia del DBO <sub>5</sub> de la Muestra 2 sin Filtrar .....	67
Tabla 27: % De Eficiencia del DQO de la Muestra 2 sin Filtrar .....	68
Tabla 28: % De Eficiencia del COLOR de la Muestra 2 sin Filtrar .....	70
Tabla 29: % De Eficiencia del DBO <sub>5</sub> del Promedio de MSF .....	72

Tabla 30: % De Eficiencia del DQO del Promedio de MSF.....	73
Tabla 31: % De Eficiencia del COLOR del Promedio de MSF.....	75

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Datos de DBO <sub>5</sub> del estudio de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en carbón activado. ....	54
Gráfico 2: Datos de DQO del estudio de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en carbón activado. ....	54
Gráfico 3: Datos del Color del estudio de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en carbón activado. ....	55
Gráfico 4: Resumen de resultados obtenidos del proceso de Filtración del Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en carbón activado. ....	56
Gráfico 5: Comportamiento del DBO <sub>5</sub> durante el Proceso de Filtración de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en Carbón Activado. ....	58
Gráfico 6: Comportamiento del DQO Durante el Proceso de Filtración de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en Carbón Activado. ....	59
Gráfico 7: Comportamiento del COLOR Durante el Proceso de Filtración de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en Carbón Activado. ....	60
Gráfico 8: Resumen de Resultados de Análisis de DBO <sub>5</sub> , DQO Y Color del Proceso de Filtración de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en Carbón Activado. ....	61
Gráfico 9: % De Eficiencia del DBO <sub>5</sub> de la Muestra 1 sin Filtrar .....	63
Gráfico 10: % De Eficiencia del DQO de la Muestra 1 sin Filtrar .....	64
Gráfico 11: % De Eficiencia del COLOR de la Muestra 1 sin Filtrar .....	66
Gráfico 12: % De Eficiencia del DBO <sub>5</sub> de la Muestra 2 sin Filtrar .....	67
Gráfico 13: % De Eficiencia del DQO de la Muestra 2 sin Filtrar .....	69
Gráfico 14: % De Eficiencia del COLOR de la Muestra 2 sin Filtrar .....	70
Gráfico 15: % De Eficiencia del DBO <sub>5</sub> del Promedio de MSF .....	72
Gráfico 16: % De Eficiencia del DQO del Promedio de MSF .....	74
Gráfico 17: % De Eficiencia del COLOR del Promedio de MSF .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del carbón .....	12
Figura 2: Adsorción .....	13
Figura 3: Esquema del carbón activo antes y después de la activación: (a) Antes de la activación, y (b) Después de la activación. ....	15
Figura 4: Representación esquemática de los principales grupos superficiales que pueden encontrarse en un carbón. ....	17
Figura 5: Representación esquemática de grupos superficiales dentro de un poro, y de los puentes de hidrógeno que forman las moléculas de agua con ellos y entre sí.....	18
Figura 6: Estructura de Madera y Tanque.....	26
Figura 7: Conexiones del Filtro.....	27
Figura 8: Estructura del medio filtrante .....	28
Figura 9: Estructura de Filtro. ....	30
Figura 10: Taller de Manualidades .....	37
Figura 11: Estructura del Filtro .....	39
Figura 12: Ubicación de la Industria de lavado de jeans “TINTEX RIVER” .....	40
Figura 13 : Lavadora "TINTEX RIVER" .....	40
Figura 14: Planta de Tratamiento de Aguas Industriales Pertenciente a la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” .....	47
Figura 15: Diseño del Filtro .....	89
Figura 16: Vista Lateral del Medio .....	90
Figura 17: Vista Frontal del Medio Filtrante .....	90
Figura 18: Vista Superior del Medio Filtrante .....	90

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Cisterna 1 de la Industria.....	91
Fotografía 2: Cisterna 2 de la Industria.....	91
Fotografía 3: Colocación de material de soporte .....	91
Fotografía 4: Carbón Activado.....	92
Fotografía 5: Recipientes de medición del carbón activado 35 l .....	92
Fotografía 6: Estructura del recipiente del filtro .....	92
Fotografía 7: Medición de los 35 l.....	93
Fotografía 8: Medición de los 35 l del Carbón Activado.....	93
Fotografía 9: Medición del Caudal 0,105 l/min .....	93
Fotografía 10: Colocación del Carbón Activado al Filtro.....	94
Fotografía 11: Distribución del Carbón Activado en el Filtro .....	94
Fotografía 12: Filtro .....	94
Fotografía 13: Recogida del Agua Residual .....	95
Fotografía 14: Cernida del Agua Residual.....	95
Fotografía 15. Llenado del Tanque .....	96
Fotografía 16: Toma de Muestras .....	96
Fotografía 17: Muestras para el Laboratorio.....	97
Fotografía 18: En el Laboratorio Laqcuanálisis.....	97
Fotografía 19: Agua sin Filtrar, Agua Filtrada .....	97
Fotografía 20: Carbón Activado a los 69 Días de Funcionamiento del Filtro .....	98
Fotografía 21: Preparación para el Lavado del Carbón Activado.....	98
Fotografía 22: Lavado del Carbón Activado.....	98



## RESUMEN EJECUTIVO

**TEMA:** ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LAVADO DE JEANS “TINTEX RIVER” SITUADO EN EL BARRIO EL TAMBO CENTRAL DEL CANTÓN PELILEO.

**AUTOR:** GALARZA VILLALBA CARLOS ALBERTO

**TUTOR:** ING. MG. PAREDES CABEZAS GEOVANNY ANIBAL.

La industria textil es una de las principales causas de contaminación del agua debido a su gran cantidad de uso para la terminación de las prendas de vestir al utilizar una gran cantidad de químicos y colorantes. Por lo tanto este estudio tiene como objetivo el analizar el carbón activado como material utilizado en un filtro para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de lavado de Jeans “TINTEX RIVER”.

El filtro se construyó a escala y estuvo en funcionamiento 90 días con un caudal de 0,105 l/min para monitorear las características de biodegradabilidad tales como Demanda Bioquímica de Oxígeno a las Cinco Días (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Color para lo cual se tomaron muestras del agua del proceso de filtración, para poder comparar los valores de los análisis físico-químicos considerados en el presente estudio, que fueron analizados en un laboratorio especializado (Lacquanálisis S.A) y comparadas con los límites permisibles para la descarga a un sistema de alcantarillado establecido en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Los resultados obtenidos con el filtro de carbón activado muestra una eficiencia de alrededor de 54%, 66% y 31% para los parámetros DBO<sub>5</sub>, DQO y Color respectivamente, lo que indica que el carbón activado ayuda a la descontaminación del agua proveniente de la industria lavadora jeans, dado que volumen total de agua residual de 18,76 m<sup>3</sup> que fue filtrada en el tiempo de funcionamiento que tuvo el filtro reduce hasta un promedio de 51% de los parámetros estudiados en este trabajo de investigación. Por lo cual se recomienda el uso de carbón activado en la industria de lavado de Jeans “TINTEX RIVER”

## **EXECUTIVE SUMMARY**

**THEME:** ANALYSIS OF THE ACTIVATED COAL AS A FILTER IN THE SEWAGE WATER TREATMENT FROM THE JEANS WASHING INDUSTRY "TINTEX RIVER" LOCATED AT THE CENTRAL TAMBO NEIGHBORHOOD IN PELLEO.

**AUTHOR:** GALARZA VILLALBA CARLOS ALBERTO

**TUTOR:** ING. MG. PAREDES CABEZAS GEOVANNY ANIBAL.

The textile industry is one of the main causes of water pollution due to its large amount of use for the completion of clothing, using a lot of chemicals and dyes. Therefore, this study aims to analyze the activated carbon as a material used in a filter for the wastewater treatment from the "TINTEX RIVER" jeans washing industry.

The filter was scale built and was operating for 90 days with a caudal rate of 0.105 l/min to monitor the biodegradability characteristics such as Biochemical Oxygen Demand in Five Days (BOD<sub>5</sub>), Chemical Oxygen Demand (COD) and Color for which water samples were taken from the filtration process, to be able to compare the values of the physical-chemical analyzes considered in the present study, which were analyzed in a specialized laboratory (Lacquanálisis S.A) and compared with the permissible limits for discharge to a sewage system established in the Unified Text of Secondary Legislation from the Environment Ministry (TULSMA).

The obtained results with the activated carbon filter show an efficiency of about 54%, 66% and 31% for the parameters BOD<sub>5</sub>, COD and Color respectively, indicating that the activated coal helps to the water decontamination coming from the jeans washing industry, since the total volume of residual water of 18,76 m<sup>3</sup> which was filtered in the operating time of the filter, it reduces an average of 51% of the parameters in this work. Therefore is recommendable to use activated carbon in the jeans washing industry "TINTEX RIVER".

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL**

ANÁLISIS DEL CARBÓN ACTIVADO COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LAVADO DE JEANS “TINTEX RIVER” SITUADO EN EL BARRIO EL TAMBO CENTRAL DEL CANTÓN PELILEO.

### **1.2 ANTECEDENTES**

Para el desarrollo del siguiente proyecto experimental se ha realizado la siguiente indagación bibliográfica:

Una alternativa para disminuir el consumo del agua potable de los edificios residenciales, comerciales y públicos, es la reutilización de las aguas grises. En consecuencia el objetivo de la investigación es analizar las eficiencias de los tratamientos empleados para la reutilización de las aguas grises.

El uso de arena lenta y de residuos de pizarra, ambos seguidos por filtros de carbón activado granular [1].

Un estudio de un sistema se realizó en un tiempo de 28 semanas, se analizó los siguientes parámetros: pH, turbidez, color aparente, DBO, DQO, tensioactivos, coliformes totales y coliformes termotolerantes. El sistema se realizó a dos velocidades de filtración diferentes: 6 y 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día, obteniendo los mismo resultados [1].

En el trabajo de tratamiento de aguas grises por filtros lentos de arena y residuos de pizarra seguidos de carbón activado granular tuvo eficiencias medias de eliminación de la turbidez, color aparente, DQO y DBO fueron 61, 54, 56 y 56%, respectivamente, para el filtro de arena, y 66, 61, 60 y 51%, respectivamente, para el filtro de residuos de pizarra. Los dos sistemas mostraron un porcentaje considerable de eliminación de los tensioactivos, alrededor del 70%, mientras que el pH alcanzó valores de alrededor

de 7,80. Las eficiencias de eliminación promedio de los coliformes totales y termotolerantes fueron de 61 y 90%, respectivamente, para el filtro de arena, y 67 y 80%, respectivamente, para el filtro de residuos de pizarra, concluyendo que los residuos de pizarra pueden ser sustituidos por la arena [1].

Según un estudio realizado las aguas residuales son efluentes domésticos que aportan con una gran cantidad de aguas residuales de tintorerías. La utilización y recirculación del carbón activado en polvo (CAP) como el tratamiento para la eliminación del parámetro del color tiene un peculiaridad que el CAP no es desechado antes de ser recirculado varias veces. Por consiguiente, permite el uso de una gran parte de la total capacidad de adsorción del CAP. Los compuestos orgánicos halogenados y refractarios que no son degradados en una planta de tratamiento por microorganismos, también son eliminados [2].

En los resultados del estudio hubo una decoloración de aproximadamente el 57% luego de 20 min y una decoloración del 70% luego de 60 minutos demostrando que una mayor parte de la decoloración tiene lugar durante los primeros minutos [2].

En los estudios realizados se confirmó que el CAP es muy apropiado para eliminar el color y otras sustancias orgánicas refractarias compuestos de aguas residuales en plantas de tratamiento municipales [2].

Este trabajo evalúa la eliminación de DQO, amoníaco y color en aguas residuales de tinte utilizando carbón activado granular (CAG) [1,2] y zeolita. Se utilizaron distintas velocidades de carga superficial, la altura del adsorbente y el tiempo de contacto del lecho para investigar la eficiencia del proceso de adsorción. La eficiencia máxima de eliminación se encontró a la velocidad de carga superficial de 2,84 ml/cm<sup>2</sup>.min y la altura del lecho de 10 cm. Debido a las características de CAG y zeolita, una secuencia de combinación con ambos adsorbentes produce una mejor eliminación de contaminantes. La mejor eliminación de los contaminantes entre todos los tratamientos de adsorción se encontró usando CAG (capa inferior) y zeolita (capa superior) en una

columna de 6,35 cm de diámetro con un 59,46% de eliminación de DQO, 60,82% de eliminación de amoníaco y 58,4% de eliminación de color [3].

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El agua es uno de las riquezas de la naturaleza más importantes para el desarrollo de cada uno de los países; es el recurso natural más abundante del planeta e importante para el desarrollo de la vida. Debido a la contaminación por diferentes industrias este recurso es paulatinamente menor, dando así un impacto ambiental, económico y social [4].

En los últimos años, la contaminación proveniente a los tintes de las industrias textiles forma una gran amenaza para la vida, generando enfermedades graves debido a la descarga de los efluentes tóxicos y colorantes.

Los tintes son utilizados en muchas de las industrias tales como en alfombras, plásticos, cosméticos, papel, alimentos y para colorear sus productos. El banco mundial nos dice una estimación entre el 17% y 20% que la contaminación del agua se debe o es generada por industrias de teñido de textiles y el tratamiento. La descarga de aguas residuales en los ríos de estas industrias causa problemas considerables, como tintes da toxicidad a la vida acuática y también dañan la naturaleza estética del medio ambiente [5].

San Pedro de Pelileo se caracteriza por el desarrollo de la industria Textil, específicamente en la fabricación de los Jeans, la problemática de esta actividad industrial de este Cantón se refiere al acabado de prendas confeccionadas [6].

El tratamiento de las aguas residuales provenientes de las industrias textiles son muy importantes para el medio ambiente y necesarios para la reutilización de estas aguas ya que en este tipo de industrias el recurso agua es el más utilizado para la fabricación y terminado del textil.

En el proceso de la industria textil genera unas cantidades grandes de colorantes que son procesadas por plantas de tratamiento o descargados al medio ambiente en forma dispersada o soluciones verdaderas. Los procesos biológicos son una alternativa de menor costo para tratar eficientemente estos efluentes [7].

El rendimiento del método de los biofiltros está generando un gran impacto positivo global en el tratamiento de aguas residuales debido a su propiedades y características del medio de soporte, incluyendo la capacidad de retención de agua y capacidad de separar los microorganismos contaminantes de las aguas residuales así también como la descomposición de los contaminantes que se encuentran en las aguas residuales por medio de la fijación de los microorganismos [8].

El método de adsorción con diferentes tipos de materiales es hasta ahora la manera más adecuada para la eliminación de contaminantes de las aguas residuales debido a su eficiencia; alta capacidad de adsorción y baja capacidad de costo. El adsorbente tal como el carbón activado es muy apropiado para minimizar las sustancias orgánicas (tales como DBO / DQO) y color [3].

Son dos las características esenciales que tiene el carbón activado para su aplicación: la elevada capacidad y baja selectividad de retención. En la elevada capacidad de eliminación de sustancias tiene que ver a su alta superficie interna que posee, si bien porosidad y distribución de tamaño de poros juegan un papel importante. En general, los microporos le confieren la elevada superficie y capacidad de retención, mientras que los mesoporos y macroporos son necesarios para retener moléculas de gran tamaño, como pueden ser colorantes o fluidos [9].

Este proyecto de investigación proyecta verificar la eficiencia del carbón activado como medio filtrante para la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER”, el cual es de fácil adquisición y económico por lo que es conveniente para que lo diferentes dueños de las industrias de lavado de Jeans puedan implementarlo en sus industrias.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General:**

- Analizar el carbón activado como material utilizado en un filtro para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de lavado de Jeans “TINTEX RIVER” situado en el barrio el Tambo Central del Cantón Pelileo.

### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básicos de la industria de lavado de Jeans “TINTEX RIVER”.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la industria de lavado de Jeans “TINTEX RIVER”.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO<sub>5</sub>, DQO) y color de las aguas residuales proveniente de la industria de lavado de Jeans “TINTEX RIVER” en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si el carbón activado puede utilizarse para el tratamiento de aguas residuales de la industria de lavado de Jeans “TINTEX RIVER”.

## **CAPITULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

##### **2.1.1 Contaminación hídrica**

La contaminación hídrica es uno de los problemas más alarmantes a nivel mundial como la progresión de población e industrialización, las cuales se encuentran afectando más el impacto ambiental debido a la descarga de efluentes de los diferentes tipos de industrias y de aguas residuales domésticas que intensifican la contaminación de del agua dulce [10].

La contaminación hídrica es la alteración dañina del agua al introducir materiales directa o indirectamente perjudicando su calidad en relación a sus usos o sus servicios ambientales [11].

La contaminación hídrica inicia a partir de fuentes naturales o de procesos provocados por el hombre. Hoy en día la actividad humana es la que tiene as afectación. La industrialización y el desarrollo tienen un porcentaje alto de consumo de agua, una gran cantidad de formación de residuos que van a parar directamente en el agua y el crecimiento de transporte fluvial y marítimo que, en la mayoría de las veces son la principal causa de contaminación de las aguas [12].

##### **2.1.2 Agentes Contaminantes**

Agentes contaminantes se puede entender, de forma amplia, todo producto químico sintético o de origen natural o todo microorganismo que no se supervisa o regula normalmente en el medio ambiente y que puede tener efectos adversos, demostrados o supuestos, en el plano ecológico y para la salud humana. Entre estos contaminantes



existen una gran variedad de productos químicos de empleo cotidiano, como productos farmacéuticos, artículos de cuidado personal, pesticidas, productos químicos de uso industrial o doméstico, metales, tensoactivos, aditivos para uso industrial y disolventes [13].

### 2.1.3 Aguas residuales

Las aguas residuales son aquellas aguas que han sido modificadas por diversos factores en actividades domésticas, industriales y comunitarias. Las aguas residuales es la composición del líquido con residuos sólidos las cuales son llevados por el agua que proviene de oficinas, industrias, actividades agrícolas de las aguas superficiales, subterráneas y las de precipitación [14].

Las aguas residuales son utilizadas en actividades agrícolas, las cuales al estar con gran porcentaje de contaminación y al no ser tratadas anteriormente (en la mayoría de los casos) o al tener un tratamiento no muy eficiente, pueden ocasionar la proliferación de enfermedades al ofrecer productos contaminados [14].

### 2.1.4 Clasificación de aguas residuales

Las aguas residuales pueden tener varios orígenes:

**Aguas residuales domésticas:** Se definen a las aguas residuales domesticas a las aguas que provienen de áreas residenciales, comerciales e instituciones, las cuales incluyen los residuos que provienen de los baños, lavado de ropa, de cocinas y drenaje de pisos. Las cuales son descargadas a un sistema de alcantarillado público [12].

**Aguas residuales industriales:** Son aquellas aguas que provienen de diferentes actividades en las cuales en su proceso se utilice el agua. El uso de agua en las diferentes industrias varía en consideración en cuanto a su caudal y composición. Este

tipo de aguas son más contaminadas que las aguas urbanas las cuales demandan a ser tratadas y no ser descargados directamente al sistema de alcantarillado [15].

**Aguas de lluvia:** Son aquellas a guas que son producto de la precipitación pluvial, en la cual se produce el lavado de las calles y tejado de las casas contaminando las aguas. Estas aguas son menos contaminadas que las aguas domiciliare e industriales por la cual ellas reciben poca o ningún tratamiento previo a la descarga a los colectores de agua lluvias. Tiene varios factores las cuales varia la cantidad de desagüe de este tipo de aguas como son: le época del año, la caracterización del terreno, y duración de tormentas que se produzcan [12].

### **2.1.5 Análisis físico-químico**

Se refiere al estudio de las propiedades físicas y químicas del agua, que puede ser afectada por diferentes factores externos como pueden ser el aire, el suelo o la vegetación cambiando así en su estructura sus propiedades. El agua dulce posee una composición química natural, como integrantes mayoritarios los carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos [16].

### **2.1.6 Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días (DBO<sub>5</sub>)**

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO), es el oxígeno necesario que se necesita para la descomposición de la materia orgánica producida por los microorganismos aerobios que se encuentran en el agua, la DBO se mide en mg/l. Para la medición de consumo de oxígeno generado por los microorganismos en cinco días se emplea la DBO<sub>5</sub>, que es el parámetro de contaminación orgánica más comúnmente utilizado. En el proceso de oxidación bioquímica de materia orgánica [17].

### **2.1.7 Demanda química de oxígeno (DQO)**

La Demanda Química de Oxígeno, DQO, es la cantidad de oxígeno consumido en la oxidación de materia orgánica en una alícuota de agua en medios determinados de agente oxidante, temperatura y tiempo, el DQO se mide en mg/l. [17], [18]. Para la determinación de la demanda química de oxígeno (DQO), se requiere oxidantes químicos, como puede ser el dicromato de potasio. Y se la puede determinar en muestras de agua ya sea natural o residual [17]. Puesto a que en este ensayo se utiliza un agente químico fuertemente oxidante, las condiciones son drásticas ejecutadas en el proceso de oxidación, en la determinación del oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse y cambiar a bióxido de carbono y agua [17], [19]. Sustancias difíciles de digerir biológicamente como la lignina, debido a la oxidación completa de a causa de los agentes oxidantes, los valores de la demanda química de oxígeno (DQO) es siempre mayor a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en una agua residual específica [19].

### **2.1.8 Color**

El color es aquella propiedad o parámetro que permite saber cuáles son las propiedades o de donde proviene el agua, por ejemplo si tiene un color rojizo podemos decir que en esa agua existe la presencia de óxidos metálicos tales como el óxido de fierro, también otro ejemplo sería cuando se encuentran la presencia de algas que es una materia orgánica provocando un color verdoso.

Los parámetros físicos tales como el olor, el sabor, el color y la turbidez definen la calidad del agua en temas de la apariencia del agua el cual son de vital importancia para la aceptación de consumo por parte del usuario [19].

### 2.1.9 Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Para el desarrollo de la investigación utilizamos el documento TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTAL (TULSMA).

El control y prevención a la contaminación del agua se ve reflejado en el TULSMA, que tiene por objetivo principal: “Proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar los usos asignados, la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.”[20].

A continuación mostramos la tabla de los límites de descarga al sistema de alcantarillado público de los parámetros requeridos para la presente investigación [20].

Tabla 1: DBO<sub>5</sub> Y DQO: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público y COLOR: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

<b>Parámetro</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Color	Color	Unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20 *(La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida)

**Fuente:** Tabla N° 9 y Tabla N° 10 TULSM, 2014 [20].

### **2.1.10 Industria de lavado de jeans**

Es una industria que se dedica principalmente en el lavado y tinturado de prendas de vestir más comúnmente las jeans.

Presenta diferentes procesos de producción como son:

- Stone 1,2,3
- Stone 2,3 + manualidades
- Proceso de desgomado
- Proceso de sucio tono-oscuro directo
- Proceso de sucio + manualidades
- Proceso de tinturado disperso

### **2.1.11 Filtro de carbón activado**

Un filtro de agua es un dispositivo que tiene como material filtrante al carbón activado que su objetivo es tratar de mejorar la calidad del agua por medio de un sistema de retención de partículas y sustancias contaminantes que puede contener, pero que dejan circular el líquido [16] .

Los filtros de carbón activado separan todos los compuestos orgánicos volátiles (COV), los pesticidas y herbicidas, los compuestos con radón, los solventes y otros productos fabricados por el hombre y que encontramos en las aguas [21].

### **2.1.12 Filtración**

La filtración es un proceso el cual es relativamente nueva, y se trata de un proceso de tratamiento de aguas que consiste en la eliminación de los sólidos en suspensión que se encuentran en los efluentes de los procesos biológicos y químicos, otro uso que también tienen los filtros es para la eliminación de fósforo precipitado por medio de proceso químico y como etapa previa de un proceso de electrodiálisis [22].

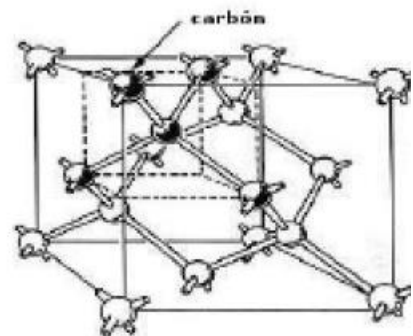
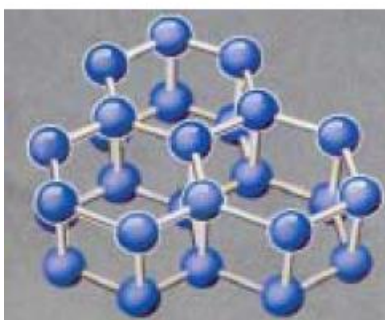
Para un mejor tratamiento de las aguas residuales puede realizarse un proceso previo de coagulación floculación que permita la separación de los sólidos más pequeños y la materia disuelta o también puede realizarse como única etapa en la remoción de los sólidos en suspensión. Por lo tanto la finalidad que tiene la filtración es la de separar los sólidos y los microorganismos que no han pasado en los procesos anteriores de coagulación y sedimentación. En fin la eficiencia de los filtros dependen directamente de los procesos previos a este tratamiento de las aguas residuales (Arboleda, 2000) [22].

Desde el siglo XIX , la filtración lenta en arena era uno de los procesos de tratamiento de agua que se utilizaba habitualmente [23].

### 2.1.13 Carbón activado

El carbón es un mineral de origen orgánico compuesto fundamentalmente por carbono. A todos los compuestos que están constituidos en su estructuración por el elemento carbono (C) ordenada regularmente se les conoce con el término genérico de carbón. En los átomos de la parte exterior de la estructura cristalina existen fuerzas de atracción libre capaz de extraer compuestos que se encuentren en su alrededor [24].

Figura 1: Estructura del carbón

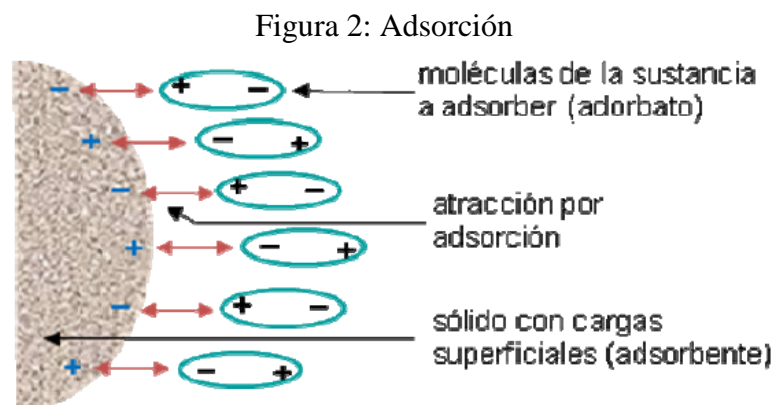


**Fuente:** MANUAL DEL CARBÓN ACTIVO [24]

Cada uno de los átomos de carbono de una estructura cristalina se atrae unos a otros, adquiriendo una estructura ordenada [24].

El carbón activado es un producto que tiene una estructuración cristalina reticular casi igual a la del grafito; es considerablemente poroso y puede llegar a desarrollar áreas superficiales de 1,500 metros cuadrados, por gramo de carbón [24].

El carbón activado (CA) es uno de los materiales que poseen unas excelentes propiedades para adsorbentes, que es una propiedad de atraer y atrapar del fluido ciertas moléculas que envuelve al carbón Fig. 1 , también un medio bien reconocidos de tratamiento de lixiviados, [25][26] gracias a su alta superficie interna, y una muy buena distribución de los poros, la cual es una propiedad que permite la retener una gran variedad de moléculas, es por eso que el carbón activado es un material de gran uso en la industria [27].



**Fuente:** [26]

Las industrias utilizan el carbón activado para la separación y purificación de líquidos y gases, ya que este material posee una gran área superficial interna y debido a que es un material poroso, también la usan para la eliminación de sustancias tóxicas, entre otras (Henning y Schäfer, 1993). Hoy en día la comercialización del carbón activado es grande y es reflejo a que este material la utiliza como material adsorbente [27].

Para la elaboración del carbón activado, las propiedades de la materia prima son muy importantes y tienen que ser específicas tales como la abundancia, dureza, estructura

inherente de poros, alto contenido de carbono, bajo contenido de cenizas y alto rendimiento en masa durante el proceso de carbonización [27].

Las materias primas tales como la madera, lignito, endocarpios y huesos de algunas frutas como el coco (cáscara) y los huesos de olivas, según estudios realizados presentan buenas propiedades para la activación [27].

El carbón activado puede fabricarse de muchísimos materiales que tengas buenas propiedades de activación son pocos los que se utilizan a nivel comercial, puesto a su bajo coste, su disponibilidad y a que los pocos materiales utilizados cubren eficientemente las aplicaciones requeridas que debe tener el carbón activado [27].

La utilización o aplicación que generalmente tiene el carbón activado es la descontaminación de aguas, para la decoloración de líquidos, eliminación de olores, control de emisiones y muchos otros procesos (Groso y Brosa, 1999) [27]; como también la desinfección de líquidos y gases que se encuentren afectados por alguna molécula orgánica [26].

#### **2.1.13.1 Activación del carbón.**

La activación del carbón activado es un proceso que genera la porosidad en el carbón natural generando superficies internas. Existen dos tipos de activación del carbón:

**Activación física (térmica):** La activación es el producto de la reacción química de un oxidante como el aire, agua, CO<sub>2</sub> etc, con el carbono del material que va a ser activado [26].

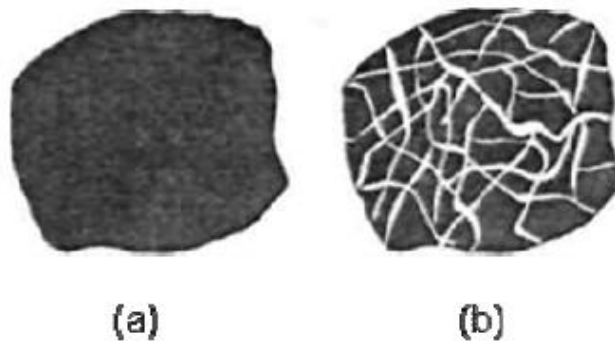
Dos etapas son por las cuales el carbón puede ser activado, la carbonización es la primera etapa que consiste en la producción de un material conocido como coke, el cual al eliminar en su proceso hidrogeno y oxígeno da lugar a la estructuración porosa



y rudimentaria del material, para ser calificado como material adsorbente. La segunda etapa se la conoce como la etapa de alargamiento de la estructura porosa que consiste en la creación de la superficie interna accesible, por medio de un proceso de gasificación del carbonizado [27].

**Activación química:** La aplicación de este método solo puede darse en materiales orgánicos que son blandos, formado por moléculas de celulosa. Se humedece el material con un agente químico que disminuye la formación de material volátil para luego calentar el mismo en un horno a una temperatura entre 500 a 700 °C. Por último se lava el material para la eliminación de agente activante [27].

Figura 3: Esquema del carbón activo antes y después de la activación: (a) Antes de la activación, y (b) Después de la activación.



**Fuente:** [26].

### 2.1.13.2 Objetivos de la activación

El objetivo de la activación del carbón es el de aumentar el área superficial de hasta 300 veces más, a causa de la formación de los poros internos, alcanzando así áreas de 1200 -1500 m<sup>2</sup>/g de carbón por cualquiera de los dos métodos, preparando al carbón activado mediante la activación química por medio con un agente activante [24].

### **2.1.13.3 Características físico-químicas**

#### **Composición química**

Químicamente el carbón activo es un carbón puro, como por ejemplo otros materiales como el grafito, el negro de humo y la variedad de carbones minerales, los cuales tienen una propiedad físicoquímica que consiste en la adsorción. Fenómeno en el cual un adsorbente atrapa en sus paredes moléculas llamadas adsorbatos contenidas en líquido o gas.

La composición química del carbón activo es aproximadamente un 75-80% en carbono, 5-10% en cenizas, 60% en oxígeno y 0,5% en hidrógeno [24].

#### **Estructura Física**

El carbón activo posee una estructura micro cristalina que recuerda en cierta medida a la del grafito la cual da paso a una distribución de tamaño de poro bien determinada. Existen tres tipos de poros según su radio: macroporos ( $r > 25$  nm), mesoporos ( $25 > r > 1$  nm) y microporos ( $r < 1$  nm) [24].

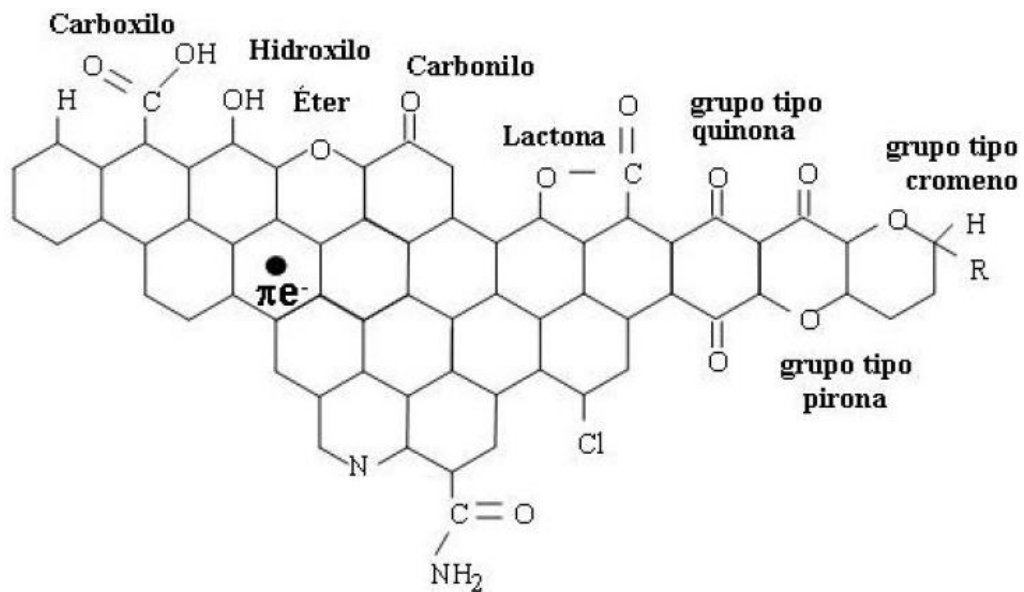
#### **Contenido de platelets (plaquetas)**

La función de las plaquetas para el carbono activado es capturar algunas de las características heterogéneas de carbono microporoso, es decir, en el enlace de los poros, y diferentes formas de los poros. Por otra parte no tiene en cuenta la estructura atómica de los planos de grafeno (*Estructura laminar y átomo de grosor, de forma de un panal de abejas que están constituidos a partir de la superposición de los carbones enlazados*[28]) en carbonos reales [29].

#### 2.1.13.4 Importancia de la química superficial de los carbones activados

Los carbones pueden estar combinada otros átomos diferentes al carbono, formando grupos superficiales.

Figura 4: Representación esquemática de los principales grupos superficiales que pueden encontrarse en un carbón.



**Fuente:** MANUAL DEL CARBÓN ACTIVO [24]

La mayoría de estos grupos son grupos oxigenados, por la tendencia de los carbones a oxidarse incluso a temperatura ambiente.

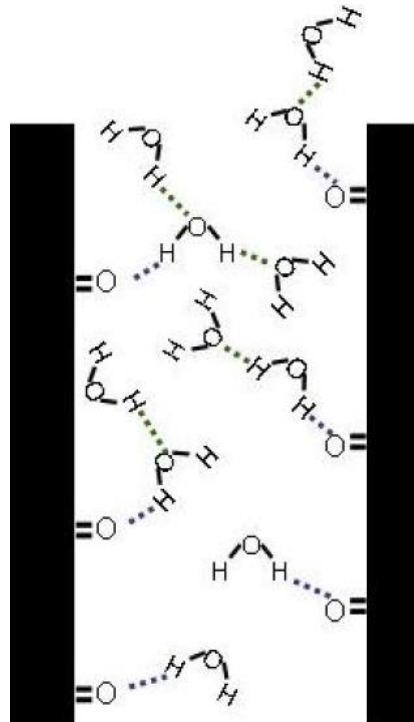
En la figura 4 Por ejemplo, todos los carbones presentan no presenta afinidad o atracción con el agua, es decir presentan un carácter hidrófobo, por lo tanto podemos disminuir este carácter hidrófobo adicionando grupos superficiales polares.

Esta reacción se la puede obtener por medio de agentes oxidantes. Para aumentar el carácter hidrófilo y mojabilidad de los carbones existen grupos oxigenados que dan lugar a centros esenciales de adsorción de moléculas de agua que al mismo tiempo adsorberán moléculas nuevas por medio de la formación de puentes de hidrógeno.

En el caso de la adsorción de compuestos inorgánicos en fase acuosa esto podría resultar favorable. No obstante pese a que el carbón se encuentre ocupado o incluso

bloqueado por moléculas de agua, estos pueden disminuir sustancialmente la capacidad de adsorción del carbón si es el caso que vayan a usar para adsorber compuestos en fase gas [24].

Figura 5: Representación esquemática de grupos superficiales dentro de un poro, y de los puentes de hidrógeno que forman las moléculas de agua con ellos y entre sí.



**Fuente:** MANUAL DEL CARBÓN ACTIVO [24]

Efectivamente la combinación de oxidación/adsorción de humedad de los carbones activamos es conocida como efecto de envejecimiento (ageing effect) y es algo a evitar en la medida de lo posible, especialmente para las aplicaciones en fase gas [24].

## **2.2 HIPÓTESIS**

### **2.2.1 Hipótesis Nula**

La elaboración de un filtro con carbón activado no disminuirá los agentes contaminantes de los parámetros DBO<sub>5</sub>, DQO y Color en las aguas residuales provenientes de la industria de lavado de Jeans “TINTEX RIVER” situado en el barrio el Tambo Central del Cantón Pelileo.

### **2.2.2 Hipótesis Alternativa**

La elaboración de un filtro con carbón activado sirve para tratar aguas residuales provenientes de la industria de lavado de Jeans “TINTEX RIVER” situado en el barrio el Tambo Central del Cantón Pelileo, reduciendo los agentes contaminantes de los parámetros DBO<sub>5</sub>, DQO y Color.

## **2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **2.3.1 Variable independiente**

Filtro con carbón activado.

### **2.3.2 Variable dependiente**

Agentes contaminantes en las aguas residuales.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El siguiente proyecto requiere de dos métodos de investigación que son: la investigación experimental, descriptiva y la investigación de laboratorio.

**Investigación experimental:** Para poder determinar la eficiencia del material como medio filtrante al ser utilizada específicamente para reducir los agentes de contaminación en las distintas muestras que se obtendrá durante los 90 días en las que estará en funcionamiento el filtro. Dadas las circunstancias que afectan al medio ambiente por el motivo de las aguas residuales, este documento busca una manera para perfeccionar los métodos de tratamientos de aguas residuales.

**Investigación Descriptiva:** Es descriptiva puesto que de esta investigación se obtuvo resultados puntuales para establecer si el uso del material (carbón activado) es conveniente o no como medio filtrante, además se espera que sirvan como base a investigaciones futuras.

**Investigación de laboratorio:** Debido a que se va a tomar diferentes muestras de aguas que hayan pasado por el filtro y que no hayan pasado por el mismo para poder comparar los resultados de los determinados análisis físico-químicos dispuestos para este proyecto; y para esto se necesitara un laboratorio especializado.

### 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### **Población:**

La población es un conjunto de elementos de los cuales se desea investigar, el cual se delimita en el proceso de la formulación del problema [30] .

Para el proyecto en estudio será el efluente que produce la industria de lavado de jeans “TINTEX RIVER” el cuál esta expresado en función del tiempo del funcionamiento del filtro.

$$V_{AR} = x * t$$

Donde:

$V_{AR}$ = Volumen del Efluente

$x$ = Cantidad de Agua Residual Producido por la Industria

$t$ = Tiempo de Funcionamiento del Filtro

$$V_{AR} = 707,05m^3/día * 90 \text{ días}$$

$$V_{AR} = 63634,5m^3$$

#### **Muestra:**

La muestra es una parte de la población, que debe estar en representación de la población para poder investigar sobre las propiedades y características de la muestra [31].

$$V_{AR} = 55 \text{ gal/día} * 90 \text{ días}$$

$$V_{AR} = 4950 \text{ galones}$$

$$V_{AR} = 18,76 \text{ m}^3$$

### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1 Variable Independiente

Filtro con carbón activado.

Tabla 2: Operacionalización de la Variable Independiente

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e Instrumento
Un filtro con carbón activado es un mecanismo que sirve para el mejoramiento de la calidad del agua mediante un proceso de separación de sólidos y microorganismos existentes en efluentes de los procesos biológicos y químicos.	Calidad del agua	Caracterización apta para la descarga al sistema de alcantarillado	¿El agua se encuentra en los límites permisibles?	Ensayos de laboratorio. TULSMA
	Separación de sólidos y microorganismos de efluentes	Filtración	¿La filtración es un proceso eficaz?  ¿La filtración disminuirá los agentes contaminantes de las aguas residuales?	Ensayos de laboratorio.  Ensayos de laboratorio.

Elaborado por: Galarza Villalba Carlos Alberto



### 3.3.2 Variable Dependiente

Agentes contaminantes en las aguas residuales.

Tabla 3: Operacionalización de la Variable Dependiente

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e Instrumento
Los agentes contaminantes en las aguas residuales son sustancias que afectan los parámetros físico-químicos del agua, ocasionando la contaminación hídrica.	Parámetros físico-químicos el agua	DBO <sub>5</sub>	¿Cuál es el valor proveniente de DBO <sub>5</sub> del agua en estudio?	Ensayo de Laboratorio
		DQO	¿Cuál es el valor proveniente de DQO del agua en estudio?	Ensayo de Laboratorio
		COLOR	¿Cuál es el valor proveniente de COLOR del agua en estudio?	Ensayo de Laboratorio
	Contaminación	Industrial	¿Qué tratamiento será el más efectivo para el mejoramiento de las propiedades del agua contaminada?	Investigación Bibliográfica

**Elaborado por:** Galarza Villalba Carlos Alberto

### 3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 4: Plan de Recolección de Datos

<b>PREGUNTAS BÁSICAS</b>	<b>EXPLICACIÓN</b>
<b>¿Qué evaluar?</b>	El filtro elaborado para la disminución de agentes contaminantes de las aguas residuales.
<b>¿Sobre qué evaluar?</b>	La eficiencia del material que se ha designado como material filtrante en la elaboración del filtro.
<b>¿Sobre qué aspectos?</b>	La influencia del filtro en el cumplimiento de los límites máximos de descarga a un sistema de alcantarillado en los análisis de las aguas en estudio antes y después del filtrado, de los parámetros físico-químicos designados como son el DBO <sub>5</sub> , DQO y Color.
<b>¿Quién evalúa?</b>	Carlos Alberto Galarza Villalba
<b>¿A quiénes evalúa?</b>	A varias muestras antes y después de pasar por el proceso de filtración del agua residual que provienen de la industria de lavado de jeans "TINTEX RIVER", que se tomaran durante el tiempo que esté en funcionamiento el filtro en estudio.
<b>¿Dónde evalúa?</b>	Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato. Lacquanálisis S.A.
<b>¿Cómo y con qué?</b>	Por medio de análisis físico-químico, realizado en un laboratorio especializado.

**Elaborado por:** Galarza Villalba Carlos Alberto

## **3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

### **3.5.1 Estructura y funcionamiento del filtro**

#### **3.5.1.1 Obtención del material**

El carbón activado de cáscara de coco, se obtuvo de la compañía ADISOL CIA LTDA, en la ciudad de Guayaquil, adjuntándose las especificaciones técnicas del material en los anexos.

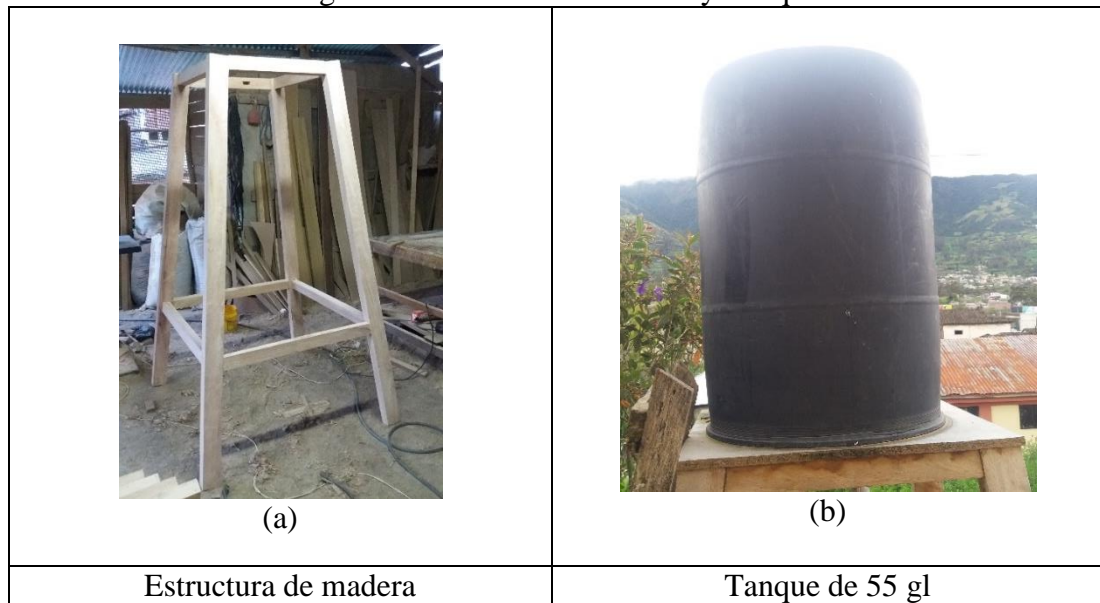
#### **3.5.1.2 Elaboración del filtro**

Para la elaboración del filtro en estudio a escala se la realizó con el diseño especificado en los anexos 2.1 en el cual se obtiene las medidas de la estructuración del filtro.

#### **Estructura de madera**

La estructura se la construyó en un taller de madera en la ciudad de Pelileo, en el cual descansara un tanque de 55 gal.

Figura 6: Estructura de Madera y Tanque



**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

### **Materiales:**

- Piezas de madera
- Pegamento de madera
- Clavos
- Lija
- Tornillos
- Tablas de encofrado
- Triple de 9 mm

### **Conexiones**

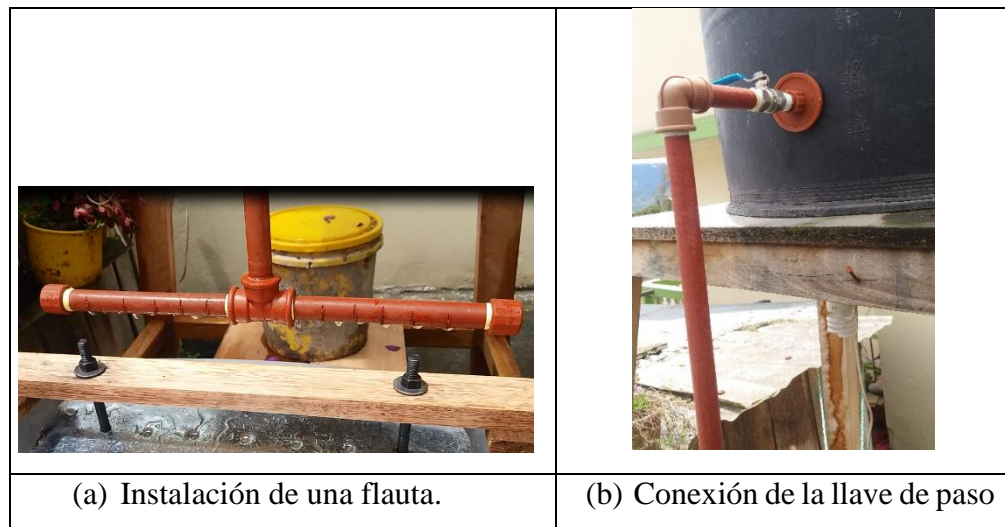
Se realizó diferentes conexiones a lo largo de toda la estructuración del filtro.

### **Materiales:**

- Tubería de ½" de polipropileno
- Codo de polipropileno rosca ½" x 90°
- Llave de paso de bola de ½"

- Adaptador de ½” de polipropileno enroscada para tanques
- Tapa hembra de polipropileno de ½”
- Te 90 de polipropileno enroscado ½”
- Niple de ½” de polipropileno inyectados
- Herramienta para roscar tubo de ½” de polipropileno
- Teflón

Figura 7: Conexiones del Filtro



**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

### Estructura del medio filtrante

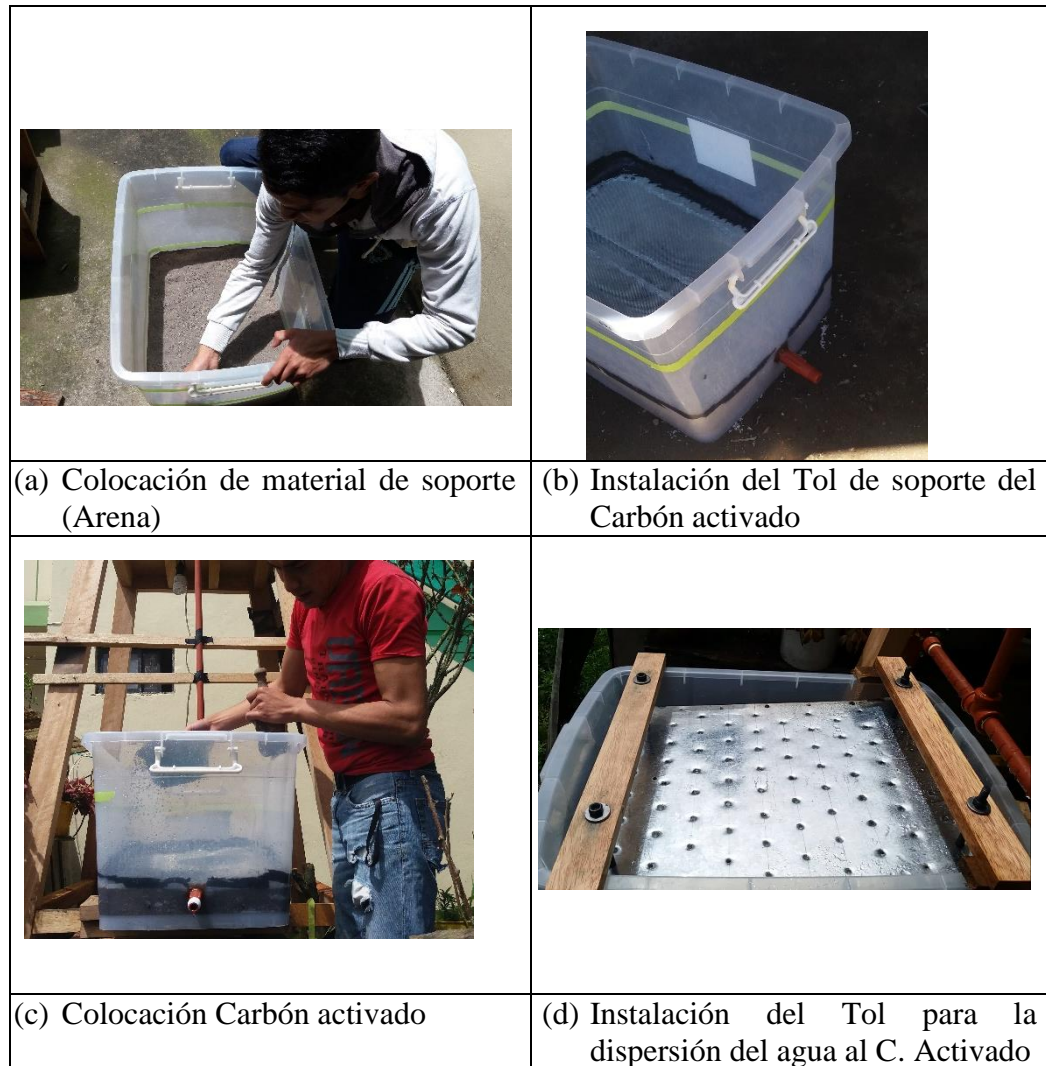
La estructura del medio filtrante donde el agua que va hacer tratada descargara, contendrá el material filtrante que es el carbón activado.

### Materiales:

- Recipientes plásticos “Guarda Móvil Grande” (42cm x 57cm x 34cm) PIKA.
- Lamina de tol galvanizado de 3mm
- Pernos de 2”
- Madera

- Arena
- Sikaflex 252 Polyurethane Adhesive

Figura 8: Estructura del medio filtrante



**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

### 3.5.1.3 Instalación y Funcionamiento del Filtro

El filtro en estudio consta con una estructura de madera 2 m de alto Fig. 6 (a), el cual descansa un tanque de 55 galones Fig. 6 (b), de agua aproximadamente, la cual contiene el agua que proviene del lavado de jeans, que tiene una conexión de salida de agua a 15cm de altura desde su base para que sirve a la vez como un sedimentador ya que las partículas más pesadas se van al fondo del recipiente [32]. El agua sale por una

tubería de ½”, la caída de esta es por una conexión de una tubería a una altura de 1 metro hasta llegar a la conexión de una flauta Fig. 7 (a), elaborada con un estilete en un tubo de ½” que sirve como un dispersor del agua. El agua descarga a un recipiente de 42cm x 57cm x 34cm el cual contiene en la parte superior del recipiente una pequeña estructura de tol. Al tol se le realizó perforaciones Fig. 8 (d), en un orden uniforme para una distribución en toda el área del recipiente, esta estructura de tol se conectó al recipiente con dos pedazos de madera sujeta con pernos reguladores, con el fin de darle al tol una inclinación para que con efecto de la gravedad el agua recorra toda la superficie del tol y caiga al el material filtrante que es el carbón activado que está a 5cm por debajo del tol. En el recipiente de plástico vertimos arena que sirve como soporte para el tol que contendrá carbón activado con una altura de 5cm a una cara del recipiente y a 10 cm al posterior dando una inclinación para la descarga del agua filtrada. Por encima de la arena colocamos el tol que tendrá un canal de 3cm de ancho y profundidad y por último vertimos una única capa de carbón activado en una cantidad de volumen que es de 35 litros de material filtrante.

El filtro tuvo un funcionamiento de 90 días con un caudal de 0,105 l/min en los cuales se tomaron muestras del agua antes y después de pasar por el proceso de filtración, para poder comparar los valores de los análisis físicos químicos mencionados anteriormente los cuales se analizaran en un laboratorio especializado.

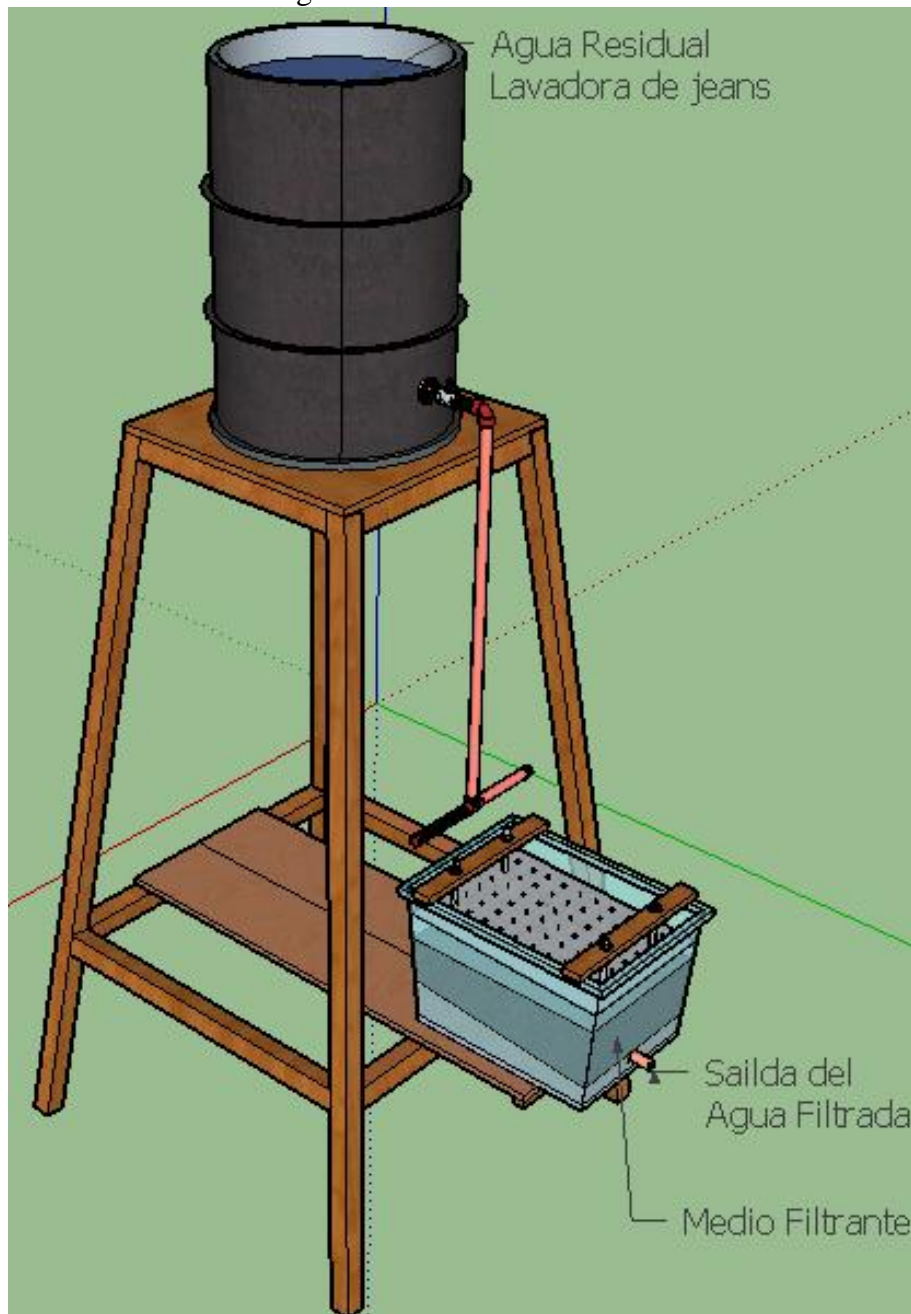
Los resultados de los análisis fueron tabulados y comparados con los límites permisibles para la descarga a un sistema de alcantarillado que se encuentran en Tabla N°9 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Los parámetros que se tomaron en cuenta para realizar los análisis físico-químicos del agua residual antes y después de pasar por el proceso de filtración son:

- ✓ Demanda Bioquímica de Oxígeno a los Cinco Días (DBO<sub>5</sub>)
- ✓ Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- ✓ Color

Para llevar la muestra que va a ser analizada en el laboratorio es necesario llevarlo en botellas ámbar y a una temperatura de 2 °C a 5°C la cual debe ser entregada al laboratorio a un tiempo máximo de dos horas de haberla tomado para preservar sus características tal cual dispone la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2169:98: AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS [33], para la transportación de la misma.

Figura 9: Estructura de Filtro.



**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba



### 3.5.2 Descripción del funcionamiento básicos de la industria

Para conocer la infraestructura y el funcionamiento básico de la industria se realizaron visitas a la industria para obtener información para posteriormente realizar los planos respectivos que se encuentran en los anexos y el funcionamiento básico de la industria.

#### 3.5.2.1 Proceso del Stone 1

Para el Stone 1 se realizan los siguientes procedimientos:

**Prelavado.-** El objetivo del prelavado es la eliminación de sustancias como son la goma de yuca, pectinas, grasas del algodón (tela jeans) que se encuentren en la tela antes de ser procesado; y para esto se necesita las siguientes materias primas:

Alfamilaza + Antiquiebre + Humectante + Agua

La temperatura en el proceso del prelavado es de 70°C en un tiempo de 12 min, en el cual se vierte 560 l de agua, determinados para dos enjuagues de 280 l respectivamente.

**Stoneado.-** El objetivo del stoneado es definir los contrastes a la prenda jean, y para esto se necesita las siguientes materias primas:

Enzima Ácida + Dispersante + Ácido Fórmico + Humectante + Agua

La temperatura en el proceso del stoneado es de 55°C en un tiempo de 40 min, en el cual se vierte 480 l de agua, determinados para dos enjuagues de 240 l respectivamente, dependiendo el tono al que se quiera llegar [34].

**Lavado.-** El objetivo del lavado es eliminar residuos de materias primas utilizadas en el proceso de stoneado de las prendas jeans; las materias primas que se utilizan son:

Jabón + Carbonato de Sodio + Agua

La temperatura en el proceso de lavado es de 50°C en un tiempo de 5 min, en el cual se vierte 480 l de agua, determinadas para dos enjuagues de 240 l respectivamente.

**Abrillantado.-** Los productos químicos que se utilizan es este proceso son:

Hidróxido de Sodio + Metasilicato de Sodio + Brillo Neutro + Detergente +  
Dispersante + Peróxido de Hidrógeno + Agua

La temperatura en el proceso de lavado es de 60°C en un tiempo de 15 min, en el cual se vierte 480 l de agua, determinadas para dos enjuagues de 240 l respectivamente.

**Suavizado.-** El objetivo del suavizado es dar suavidad a las prendas de jeans, utilizando:

Suavizante + Agua

La temperatura en el proceso de lavado es de 40°C en un tiempo de 5 min, en el cual se vierte 200 l de agua para un enjuague.

### 3.5.2.2 Proceso del Stone 2, 3

Para el Stone 2. 3 se realizan de la misma manera el primer procedimiento del Stone 1 que son: el prelavado para seguir con el siguiente proceso.

**Stoneado.-** El objetivo del stoneado es definir los contrastes a la prenda jean, y para esto se necesita las siguientes materias primas:

Enzima Ácida + Dispersante + Ácido Fórmico + Humectante + Agua

La temperatura en el proceso del stoneado es de 55°C en un tiempo de 40 min, en el cual se vierte 560 l de agua, determinados para dos enjuagues de 280 l respectivamente, dependiendo el tono al que se quiera llegar [34].

**Bajado Ecológico.-** Los productos químicos que se utilizan es este proceso son:

Hidróxido de Sodio + Agua

La temperatura en el proceso del stoneado es de 90°C en un tiempo de 10 min, en el cual se vierte 480 l de agua, determinados para dos enjuagues de 240 l respectivamente, dependiendo el tono al que se quiera llegar [34].

**Acidulado.-** Los productos químicos que se utilizan es este proceso son:

Ácido Fórmico + Detergente + Humectante + Agua

La temperatura en el proceso de lavado es de 40°C en un tiempo de 5 min, en el cual se vierte 240 l de agua para un enjuague.

El siguiente proceso es el de abrillantado y suavizado que se la realiza de la misma manera que la del Stone 1.

### **3.5.2.3 Proceso de desgomado**

Solo son dos operaciones para el desgomado con el objetivo de retener el índigo de la prenda jeans que es el desengomado y el suavizado.

**Desengomado.-** Es una operación unitaria en la cual se retira las gomas y pectinas de las prendas de vestir para ello se utiliza:

Alfamilasa + Antiquiebre + Humectante + Brillo Neutro + Agua

La temperatura en el proceso de lavado es de 70°C en un tiempo de 12 min, en el cual se vierte 640 l, determinados para dos enjuagues de 320 l respectivamente.

El proceso de suavizado es el mismo descrito anteriormente en los stones.

#### **3.5.2.4 Proceso de sucio tono – oscuro directo**

Para el proceso de sucio tono – oscuro directo se realizan de la misma manera los primeros procedimientos del Stone 1 que son: el prelavado, el stoneado y el lavado; para dar paso al siguiente proceso.

**Tinturado (sucio).**- En esta operación unitaria se utilizan auxiliares textiles como:

Secuestrante + Colorante + Agua

La temperatura en el proceso de lavado es de 90°C en un tiempo de 15 min, en el cual se vierte 480 l, determinados para dos enjuagues de 240 l respectivamente.

**Fijado.**- Es un proceso utilizado para que el colorante no abandone rápidamente la prenda de vestir lo cual se utiliza:

Fijador + Ácido Fórmico + Agua

La temperatura en el proceso de lavado es de 50°C en un tiempo de 5 min, en el cual se vierte 240 l de agua para un enjuague.

El siguiente proceso es el suavizado que es el mismo que lo hemos descrito anteriormente en el Stone 1, Stone 2,3.

#### **3.5.2.5 Proceso de sucio + manualidades**

**Prelavado.-** El objetivo del prelavado es la eliminación de sustancias como son la goma de yuca, pectinas, grasas del algodón (tela jeans) que se encuentren en la tela antes de ser procesado; y para esto se necesita las siguientes materias primas:

Alfamilaza + Antiquiebre + Humectante + Agua

La temperatura en el proceso del prelavado es de 70°C en un tiempo de 12 min, en el cual se vierte 640 l de agua, determinados para dos enjuagues de 320 l respectivamente.

**Stoneado.-** El objetivo del stoneado es definir los contrastes a la prenda jean, y para esto se necesita las siguientes materias primas:

Enzima Ácida + Dispersante + Ácido Fórmico + Humectante + Agua

La temperatura en el proceso del stoneado es de 55°C en un tiempo de 40 min, en el cual se vierte 640 l de agua, determinados para dos enjuagues de 320 l respectivamente, dependiendo el tono al que se quiera llegar [34].

**Samblas y esponjado / mega sucios.-** En esta aplicación unitaria se aplica permanganato de potasio con una pistola a presión o de otra manera con una esponja dando diferentes contrastes a las prenda jeans.

**Neutralizado.-** Es una operación unitaria en la cual se utiliza:

Metabisulfito de Sodio + Ácido Oxálico + Agua

La temperatura en el proceso del stoneado es de 50°C en un tiempo de 10 min, en el cual se vierte 640 l de agua, determinados para dos enjuagues de 320 l respectivamente.

**Lavado.-** El objetivo del lavado es eliminar residuos de materias primas utilizadas en el proceso de stoneado de las prendas jeans; las materias primas que se utilizan son:

Jabón + Carbonato de Sodio + Agua

La temperatura en el proceso de lavado es de 50°C en un tiempo de 5 min, en el cual se vierte 640 l de agua, determinadas para dos enjuagues de 320 l respectivamente.

**Tinturado (sucio).**- En esta operación unitaria se utilizan auxiliares textiles como:

Secuestrante + Colorante + Agua

La temperatura en el proceso de lavado es de 90°C en un tiempo de 15 min, en el cual se vierte 640 l, determinados para dos enjuagues de 320 l respectivamente.

El siguiente proceso es el fijado y suavizado que es el mismo que hemos descrito en el proceso de sucio tono – oscuro directo.

### 3.5.2.6 Proceso de tinturado disperso

**Stoneado.**- El objetivo del stoneado es definir los contrastes a la prenda jean, y para esto se necesita las siguientes materias primas:

Enzima Ácida + Dispersante + Ácido Fórmico + Humectante + Agua

La temperatura en el proceso del stoneado es de 70°C en un tiempo de 12 min, en el cual se vierte 640 l de agua, determinados para dos enjuagues de 320 l respectivamente.

**Bajado ecológico.**- Es una operación unitaria que sirve para aclarar la prenda es decir se trata de bajar de un tono oscuro a un tono más claro utilizando soda caustica, a 50°C durante 20 min [34].

**Tinturado (sucio).**- En esta operación unitaria se utilizan auxiliares textiles como:

Secuestrante + Colorante + Agua

La temperatura en el proceso de lavado es de 90°C en un tiempo de 20 min, en el cual se vierte 560 l, determinados para dos enjuagues de 280 l respectivamente.

El siguiente proceso de suavizado es el mismo que hemos descrito en procesos anteriores.

Figura 10: Taller de Manualidades



**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

Tabla 5: Tabla de Resumen de Consumo de Agua en Procesos de Lavado

<b>Procesos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Agua Necesaria en Actividad (litros)</b>	<b>Vol. Total (litros)</b>
<b>Stone 1</b>	Prelavado	560	2200
	Stoneado	480	
	Lavado	480	
	Abrillantado	480	
	Suavizado	200	
<b>Stone 2,3 y Stone 2,3 + manualidades</b>	Prelavado	560	3000
	Stoneado	560	
	Lavado	480	
	Bajado Ecológico	480	
	Acidulado	240	
	Abrillantado	480	
	Suavizado	200	
<b>Proceso de desgomado</b>	Desengomado	640	840
	Suavizado	200	
<b>Proceso de sucio tono-oscuro directo</b>	Prelavado	560	2680
	Stoneado	480	
	Lavado	480	
	Tinturado	480	
	Fijado	480	
	Suavizado	200	
<b>Proceso de sucio + manualidades</b>	Prelavado	640	3720
	Stoneado	640	
	Samblas y esponjado/mega sucios	-	
	Neutralizado	640	
	Lavado	640	
	Tinturado	640	
	Fijado	320	
	Suavizado	200	
<b>Proceso de tinturado disperso</b>	Stoneado	640	2040
	Bajado Ecológico	640	
	Tinturado	560	
	Suavizado	200	

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba



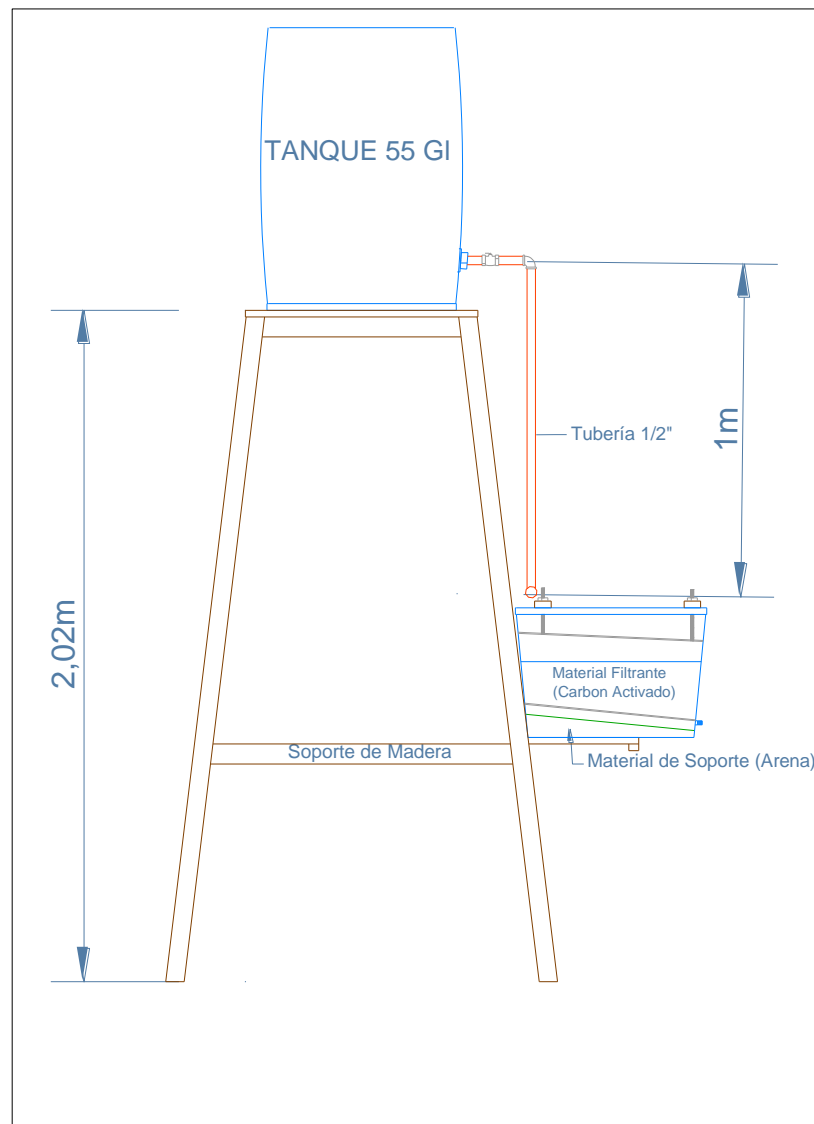
## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

El filtro elaborado para este proyecto contiene un material que es el carbón activado para la determinación de eficiencia del tratamiento de efluente que proviene de la industria de lavado de jeans “TINTEX RIVER”.

Figura 11: Estructura del Filtro



Elaborado por: Galarza Villalba Carlos Alberto

#### 4.1.1 Determinación del lugar de estudio

La Industria de lavado de jeans “TINTEX RIVER” considerado para el presente proyecto se encuentra situado en el Barrio el Tambo Central del cantón Pelileo, presentando una planimetría en anexos.

Figura 12: Ubicación de la Industria de lavado de jeans “TINTEX RIVER”



Fuente: Google Earth

1°20'09,94" S

78°32'28,35" O

Elevación= 2635 m

Figura 13 : Lavadora "TINTEX RIVER"



Elaborado por: Galarza Villalba Carlos Alberto

#### **4.1.2 Comportamiento de caudales en la industria**

La industria de lavado de jeans “TINTEX RIVER” que está representado en los planos dispuestos en los anexos 2.7, cuenta con 3 cisternas en su infraestructura. Dos de ellas se encuentra fuera de la industria en la parte posterior del taller, la primera cisterna tiene dimensiones de 15m x 12m x 3m y la segunda cisterna tiene dimensiones de 19m x 8m x 3m. La primera cisterna es llenada con agua que proviene del canal de riego de Ambato Huachi Pelileo y por aguas lluvias. La segunda cisterna es llenada por medio de bombeo con agua de la primera cisterna para así tener un llenado de las dos cisternas.

La tercera cisterna se encuentra en la parte interior de la industria a -3,0msnm, con dimensiones de 9m x 6m x 3m. Esta cisterna se encuentra conectadas por bombas de agua y es llenada con agua de las dos primeras cisternas descritas con anterioridad. Existen en la industria también conexiones a la tercera cisterna para las aguas lluvia y para el canal de Ambato Huachi Pelileo que son descargadas por una tubería. Todos los proceso de la industria que necesitan de agua la toman de la cisterna que se encuentra en el interior de la industria la cual reparte a todas las maquinas por medio de bombeo.

##### **4.1.2.1 Cálculo del consumo diario de agua para el proceso de la industria**

Para el llenado de la tercera cisterna es necesario dos bombas conectadas a cada una de las otras dos; la primera bomba tiene un flujo de 100 m<sup>3</sup>/h y la segunda bomba tiene un flujo de 60 m<sup>3</sup>/h. Para la determinación del caudal diario que ocupan en la industria se conoció la hora de encendido y apagado de las bombas que se han utilizado para llenar la tercera cisterna en el día de producción y de que bomba se llenó.

Tabla 6: Resumen de Tiempo de Funcionamiento de las Bombas

N°	Día	Bomba 1	Bomba 2	H. Bomba 1		H. Bomba 2	
				h:min	Horas	h:min	Horas
1	Viernes	07:30 a 12:10, 15:00 a 17:30	-	6:40	6,67	-	-
2	Miércoles	-	12:30 a 17:30, 17:10 a 22:00	-	-	9:50	9,83
3	Jueves	18:20 a 22:00	07:30 a 18:20	3:40	3,67	10:50	10,83
4	Viernes	-	07:30 a 22:00	-	-	14:30	14,5
5	Miércoles	07:30 a 10:00	10:00 a 22:00	2:30	2,5	12:00	12,0
6	Jueves	-	09:30 a 19:00	-	-	9:30	9,5
7	Viernes	-	17:30 a 22:00	-	-	4:30	4,5

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Cálculo de volumen de agua bombeado a la cisterna**

Para el cálculo de volumen de agua se realizó de la siguiente manera:

Flujo Bomba 1= 100 m<sup>3</sup>/h

Flujo Bomba 2= 60 m<sup>3</sup>/h

*Nota: Para le cálculo de volumen de agua durante los siete días que se realizó el estudio, no hubo flujo de agua descargado por la conexión existente al canal de riego de Ambato Huachi Pelileo, por lo tanto no hubo variación en la suma total del volumen de agua.*

$$VT= FB*Th$$

Donde:

VT: Volumen total de agua emitida por las bombas de agua a la cisterna tres

FB: Flujo de bomba

Th: Total de horas

Tabla 7: Volumen de Agua por bombeo

<b>VOLUMEN DE AGUA POR BOMBEO</b>				
<b>N°</b>	<b>DÍA</b>	<b>BOMBA 1 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>BOMBA 2 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>
<b>1</b>	Viernes	716,67	-	716,67
<b>2</b>	Miércoles	-	590,00	590,00
<b>3</b>	Jueves	366,67	650,00	1016,67
<b>4</b>	Viernes	-	870,00	870,00
<b>5</b>	Miércoles	250,00	720,00	970,00
<b>6</b>	Jueves	-	570,00	570,00
<b>7</b>	Viernes	-	270,00	270,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Alturas de agua**

Se conoció la altura de agua que queda en la tercera cisterna para el siguiente día de producción durante siete días para tener un volumen promedio de consumo de agua en los procesos de lavado.

*NOTA: El volumen del comienzo del día de producción es el volumen final del día anterior de producción*

Tabla 8: Alturas de Agua en la Cisterna al Comienzo del Día

N°	Día	Medidas de cisterna				Dif. (m <sup>3</sup> )
		Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	
1	Viernes	9,0	6,0	0,50	27,00	123,12
				2,78	150,12	
2	Miércoles	9,0	6,0	2,78	150,12	49,68
				1,86	100,44	
3	Jueves	9,0	6,0	1,86	100,44	3,24
				1,80	97,20	
4	Viernes	9,0	6,0	1,80	97,20	35,64
				2,46	132,84	
5	Miércoles	9,0	6,0	2,46	132,84	54,54
				1,45	78,30	
6	Jueves	9,0	6,0	1,45	78,30	54,00
				0,45	24,30	
7	Viernes	9,0	6,0	0,45	24,30	56,7
				1,50	81,00	

Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Cálculo del promedio diario de consumo de agua**

Para el cálculo del consumo diario de agua se usara lo siguiente:

$$VTD = VT + V_{hi} - V_{hf}$$

Donde:

VTD: Volumen total de agua por día.

VT: Volumen total de agua emitida por las bombas de agua a la cisterna tres.

V<sub>hi</sub>= Volumen de agua de la cisterna al comienzo del día.

V<sub>hf</sub>= Volumen de agua de la cisterna al final del día.

Tabla 9: Agua Consumida en 7 Días

<b>RESUMEN DE RESULTADOS DE AGUA CONSUMIDA</b>		
<b>N°</b>	<b>DÍA</b>	<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b>
1	Viernes	593,55
2	Miércoles	639,68
3	Jueves	1019,91
4	Viernes	834,36
5	Miércoles	1024,54
6	Jueves	624,00
7	Viernes	213,30
<b>SUMA=</b>		4949,33
<b>PROMEDIO=</b>		707,05

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

#### 4.1.3 Generación de efluentes líquidos

Los efluentes líquidos generados durante las diferentes actividades en la industria de lavado textil “TINTEX RIVER” provienen de los siguientes procesos:

1. Efluentes domésticos de los baños y baterías sanitarias.
2. Procesos industriales como: stone 1-2-3, stone 2,3 + manualidades, desgomados, sucios directos, sucios + manualidades, tinturados dispersos.
3. Limpieza de pisos.

#### 4.1.3.1 Manejo de efluentes líquidos

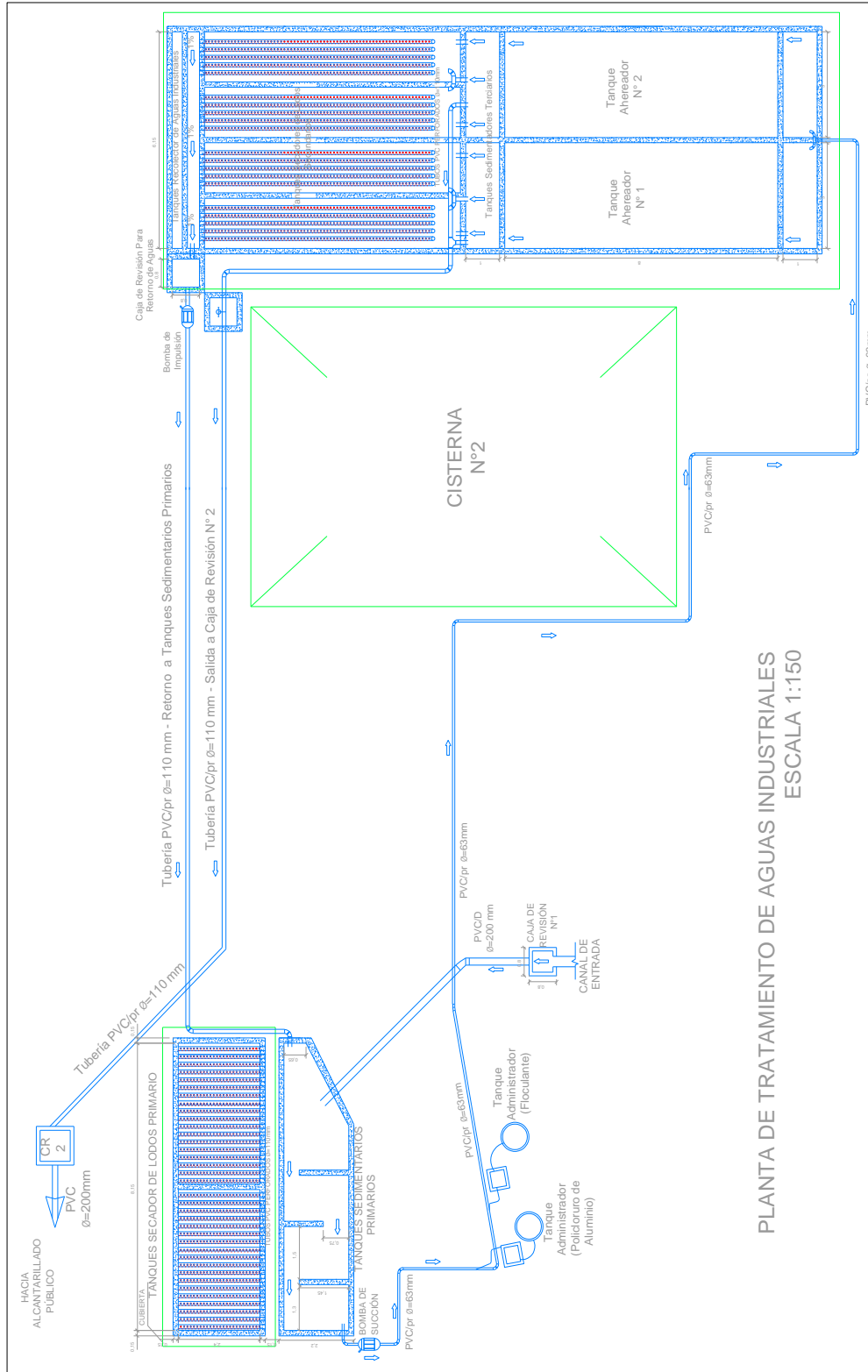
Los efluentes líquidos generados durante las diferentes actividades de la lavandería provienen de los siguientes procesos:

**Efluentes domésticos:** provenientes de los baños de mismos que son descargados directamente hacia el alcantarillado público.

**Efluentes Industriales:** Mediante la información facilitada por la industria de lavado de jeans “TINTEX RIVER” en lo que se refiere al manejo de efluentes generados por dicha industria, esta cuenta con una planta de tratamiento de aguas industriales mostrada en la fig. 14. Los efluentes líquidos son conducidos al sistema de alcantarillado pasando por compuertas tipo cernidoras cuya función es retener los sólidos gruesos, tanques sedimentadores que retienen las arenas provenientes de las operaciones unitarias de stoneado y neutralizado del proceso de sucios, para luego llegar a un tanque administrador; este sistema representa el pre tratamiento que realiza la empresa a las aguas residuales. Una vez que el agua residual ha pasado por el pre tratamiento ingresa al tratamiento físico químico que consiste en la adición de productos químicos como el policloruro de aluminio y un floculante como la poliacrilamida colocada en el agua residual, para luego conducir al agua a tanques sedimentadores secundarios posteriormente a tanques ahreadores y por último a tanques sedimentadores terciarios para luego ser descargados al alcantarillado público.



Figura 14: Planta de Tratamiento de Aguas Industriales Pertenciente a la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER”



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

#### 4.1.4 Número de muestras

El tiempo de funcionamiento del filtro fue de 90 días, la toma de muestras se realizó a los 10 días de funcionamiento del filtro, luego tomamos la muestra a los 30 días con una muestra sin filtrar y de ahí en adelante cada 7 días; para la última toma también obtenemos una muestra sin filtrar para poder comparar resultados.

Tabla 10: Parámetros Analizados en el Tiempo de Funcionamiento del Filtro

Número de muestras		1.er Mes	2.do Mes					3.er Mes			
		24/05/17	20/06/17	27/06/17	04/07/17	11/07/17	18/07/17	25/07/17	01/08/17	08/08/17	
Parámetros		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	
DBO <sub>5</sub>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DQO		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
COLOR		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		MUESTRAS ANTES DEL PROCESO DE FILTRACIÓN									
		MUESTRAS DESPUÉS DEL PROCESO DE FILTRACIÓN									

Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

#### 4.1.5 Resultados de los análisis

Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores de la tabla 9. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público, del Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes recurso: Agua del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA).

- **Resultados de la primera muestra.**

Resultados del primer análisis después del proceso de filtración.

Tabla 11: Resultados de la primera muestra.

<b>RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS N° 1</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	210,85
<b>DQO</b>	mg/l	500	283,00
<b>COLOR</b>	Unidades de color	-	989,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Resultados de la segunda muestra.**

Resultados del segundo análisis antes del proceso de filtración.

Tabla 12: Resultados de la segunda muestra.

<b>RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS N°2</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	66,73
<b>DQO</b>	mg/l	500	66,73
<b>COLOR</b>	Unidades de color	-	1220

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

Resultados del segundo análisis después del proceso de filtración.

Tabla 13: Resultados de la segunda muestra.

<b>RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS N° 2</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	21,87
<b>DQO</b>	mg/l	500	288,00
<b>COLOR</b>	Unidades de color	-	1016,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Resultados de la tercera muestra.**

Resultados del tercer análisis después del proceso de filtración.

Tabla 14: Resultados de la tercera muestra.

<b>RESULTADO DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS N° 3</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	30,79
<b>DQO</b>	mg/l	500	310,00
<b>COLOR</b>	Unidades de color	-	1035,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Resultados de la cuarta muestra.**

Resultados del cuarto análisis después del proceso de filtración.

Tabla 15: Resultados de la cuarta muestra.

<b>RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS N° 4</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	20,35
<b>DQO</b>	mg/l	500	108,00
<b>COLOR</b>	Unidades de color	-	1515,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Resultados de la quinta muestra.**

Resultados del quinto análisis después del proceso de filtración.

Tabla 16: Resultados de la quinta muestra.

<b>RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS N° 5</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	15,72
<b>DQO</b>	mg/l	500	125,00
<b>COLOR</b>	Unidades de color	-	2462,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Resultados de la sexta muestra.**

Resultados del sexto análisis después del proceso de filtración.

Tabla 17: Resultados de la sexta muestra.

<b>RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS N° 6</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	49,23
<b>DQO</b>	mg/l	500	82,00
<b>COLOR</b>	Unidades de color	-	410,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Resultados de la séptima muestra.**

Resultados del séptimo análisis después del proceso de filtración.

Tabla 18: Resultados de la séptima muestra.

<b>RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS N° 7</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	12,58
<b>DQO</b>	mg/l	500	114,00
<b>COLOR</b>	Unidades de color	-	1349,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Resultados de la octava muestra.**

Resultados del octavo análisis después del proceso de filtración.

Tabla 19: Resultados de la octava muestra.

<b>RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS N° 8</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	23,31
<b>DQO</b>	mg/l	500	79,00
<b>COLOR</b>	Unidades de color	-	800,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Resultados de la novena muestra.**

Resultados del noveno análisis antes del proceso de filtración.

Tabla 20: Resultados de la novena muestra.

<b>RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS N° 9</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	42,11
<b>DQO</b>	mg/l	500	202,00
<b>COLOR</b>	Unidades de color	-	1887,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

Resultados del noveno análisis después del proceso de filtración.

Tabla 21: Resultados de la novena muestra.

<b>RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS N° 9</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	250	20,76
<b>DQO</b>	mg/l	500	99,00
<b>COLOR</b>	Unidades de color	-	1549,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

- **Resumen de resultados**

Tabla 22: RESUMEN DE RESULTADOS

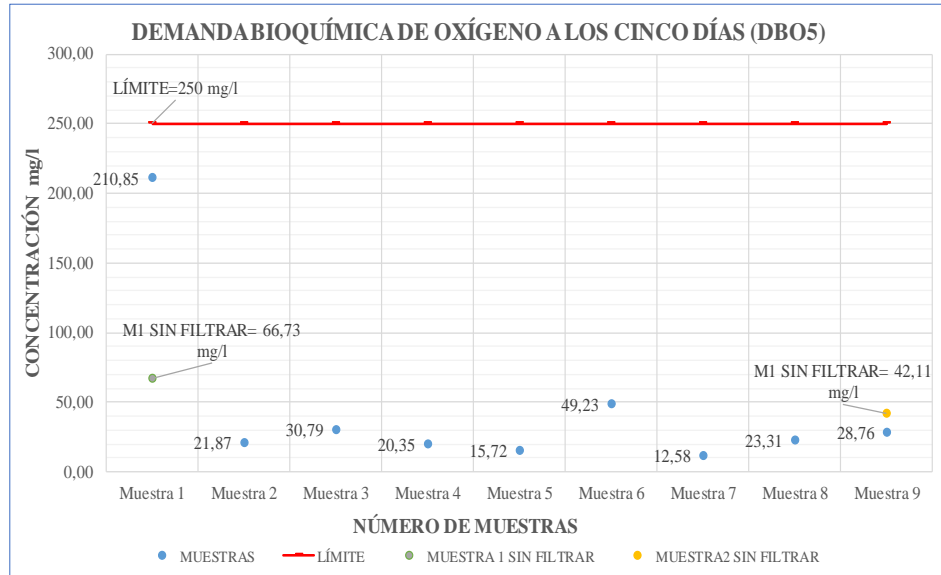
<b>RESUMEN DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>DQO</b>	<b>COLOR</b>
<b>UNIDADES</b>	mg/l	mg/l	U. de color
<b>LÍMITES</b>	250	500	-
<b>Agua sin filtrar N° 1</b>	66,73	388,00	1220,00
<b>Agua sin filtrar N° 2</b>	42,11	202,00	1887,00
<b>Muestra N° 1</b>	210,85	283,00	989,00
<b>Muestra N° 2</b>	21,87	288,00	1016,00
<b>Muestra N° 3</b>	30,79	310,00	1035,00
<b>Muestra N° 4</b>	20,35	108,00	1515,00
<b>Muestra N° 5</b>	15,72	125,00	2462,00
<b>Muestra N° 6</b>	49,23	82,00	410,00
<b>Muestra N° 7</b>	12,58	114,00	1349,00
<b>Muestra N° 8</b>	23,31	79,00	800,00
<b>Muestra N° 9</b>	28,76	99,00	1549,00

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

Los análisis del DBO<sub>5</sub>, DQO Y Color fueron analizados en un laboratorio especializado acreditado llamado (*Laquuanálisis S.A*)

## Gráficos de los resultados de los análisis

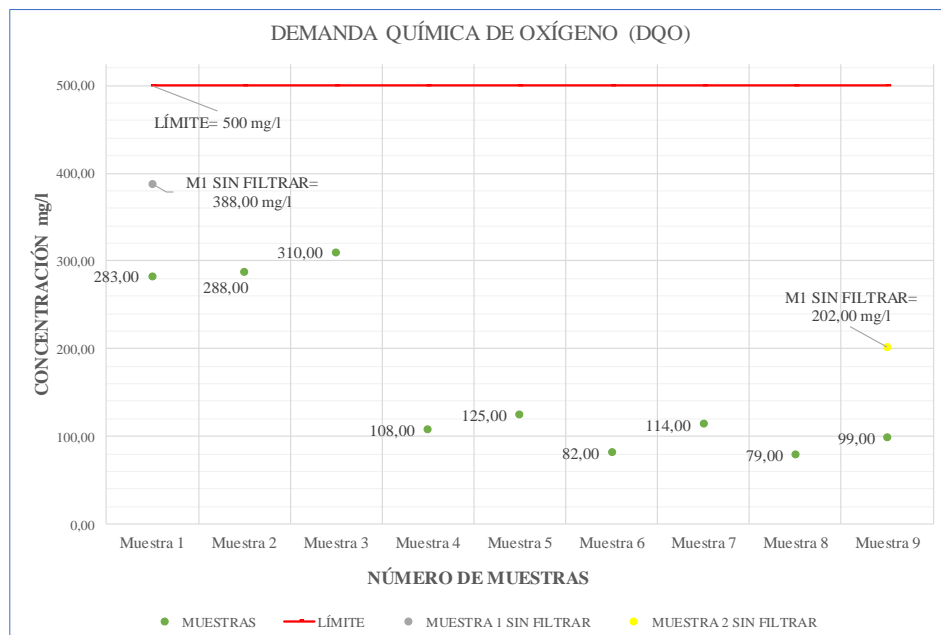
Gráfico 1: Datos de DBO<sub>5</sub> del estudio de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en carbón activado.



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

## Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Gráfico 2: Datos de DQO del estudio de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en carbón activado.

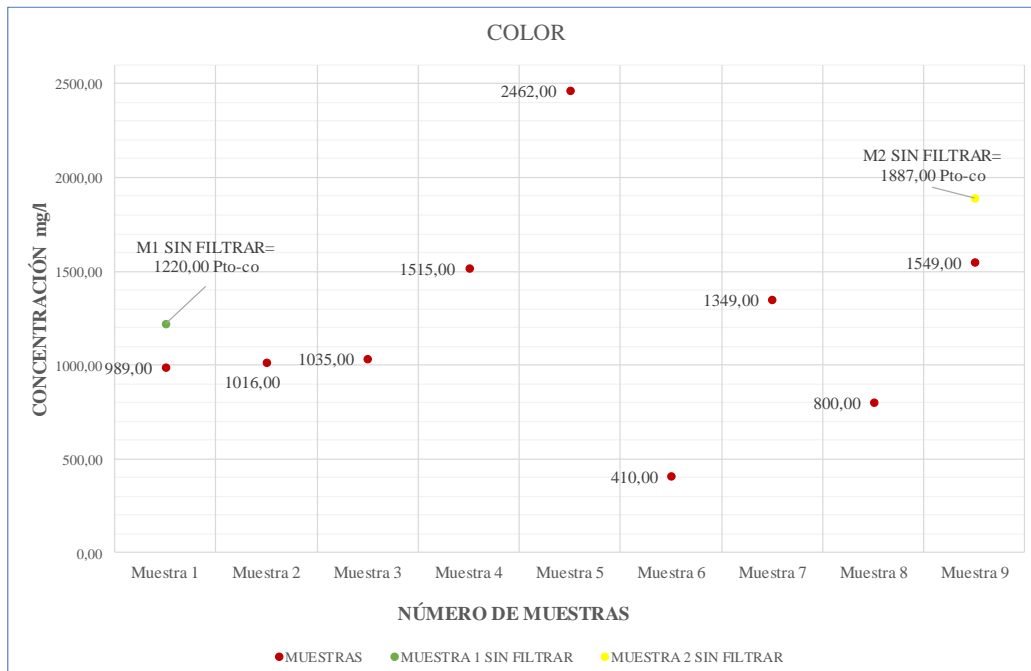


Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba



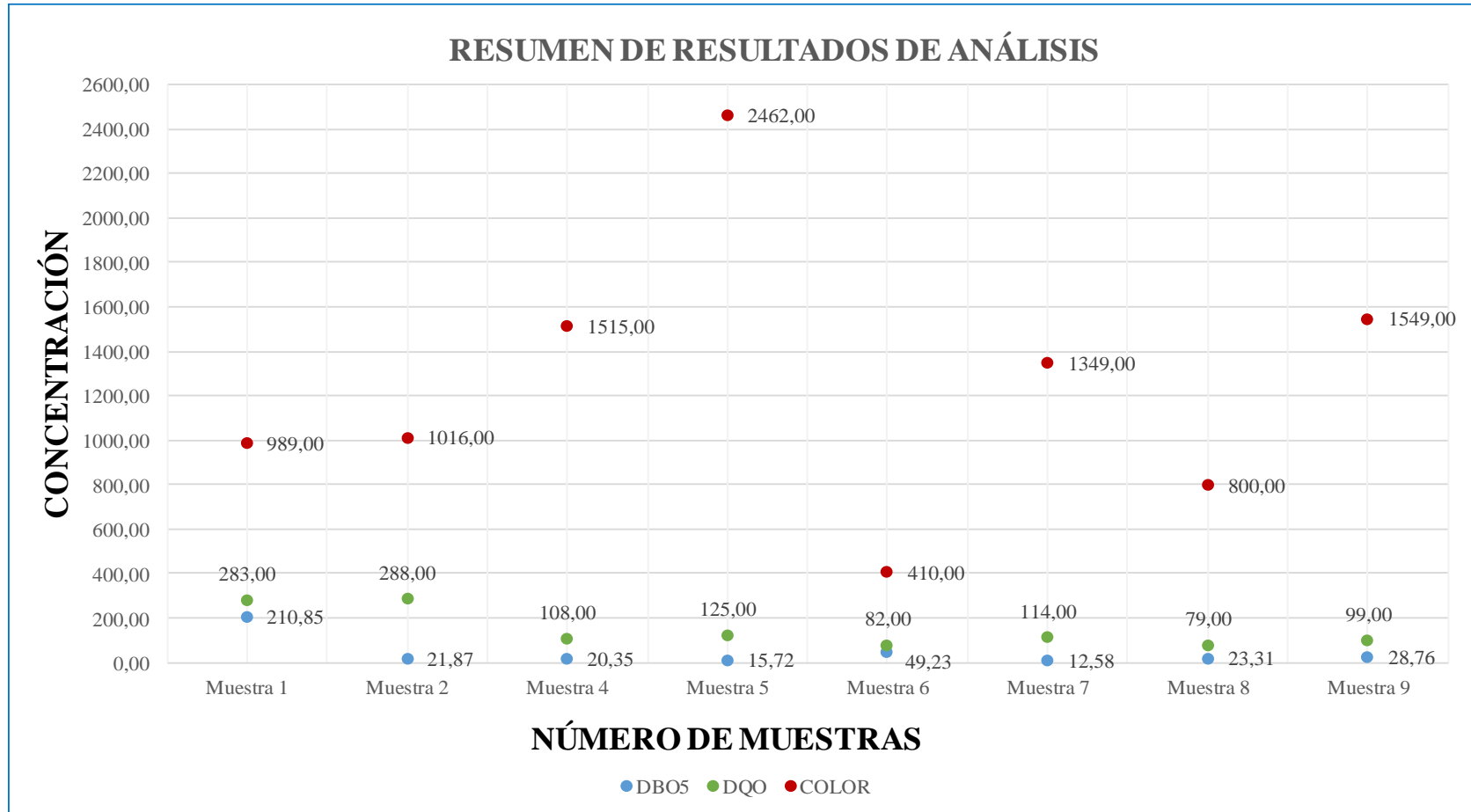
### Color

Gráfico 3: Datos del Color del estudio de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en carbón activado.



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

Gráfico 4: Resumen de resultados obtenidos del proceso de Filtración del Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en carbón activado.



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

## **4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Es importante conocer cuáles son las características de las aguas residuales provenientes de la industria de lavado “TINTEX RIVER”, para conocer si los resultados obtenidos están dentro de los límites dispuesta por la normativa para la evacuación hacia el sistema de alcantarillado (TULSMA).

El estudio realizado para reducir los parámetros DBO<sub>5</sub>, DQO y Color se hacen in situ con el carbón activado dejándolo en funcionamiento diez días para que se establezca el material filtrante de las cuales se analizaron el agua filtrada obteniendo valores elevados de 210,85 mg/l, 283,0 mg/l y 989,0 pto-co respectivamente.

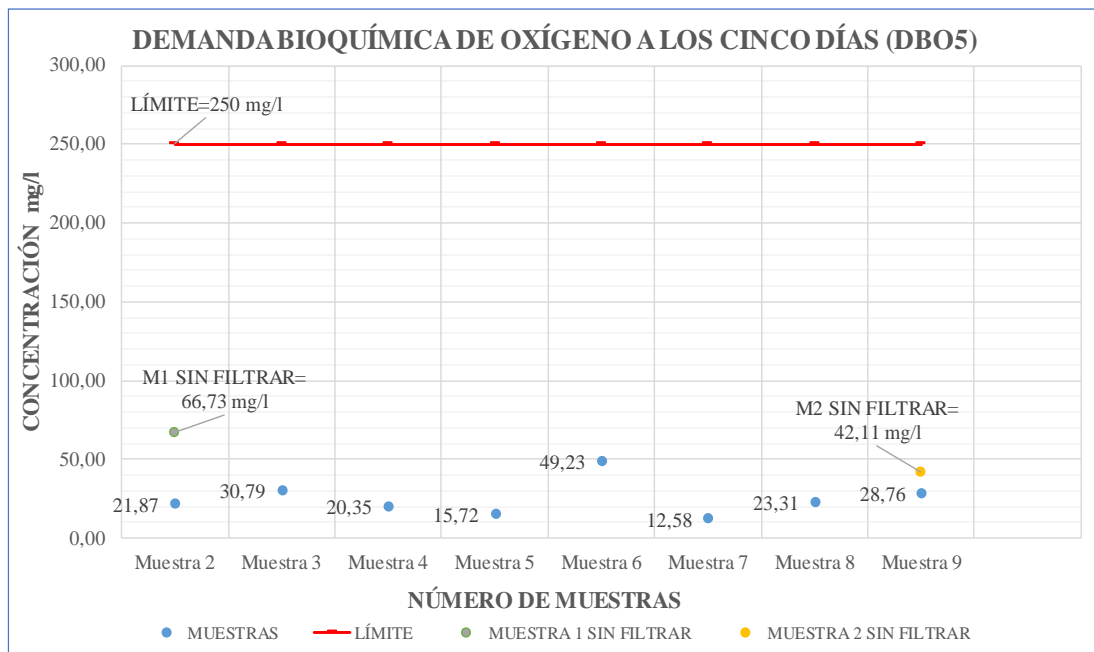
### **4.2.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO A LOS CINCO DIAS (DBO<sub>5</sub>)**

Durante el funcionamiento del filtro se obtuvo dos muestras del agua residual de la industria de lavado “TINTEX RIVER”, que fueron analizados sin haber pasado por el proceso de filtración, obteniendo valores de 66,73 mg/l y 42,11 mg/l para DBO<sub>5</sub>. Lo que significa que los valores de DBO<sub>5</sub> se encuentran dentro del límite según el TULSMA.

El gráfico 5 muestra ocho análisis realizados al agua residual después de haber pasado por el proceso de filtración en carbón activado, se observa una reducción considerable en comparación a los valores de las muestras sin filtrar. Cabe recalcar que el valor más bajo de los análisis realizados es de 12,58 mg/l.

La concentración de DBO<sub>5</sub> después del filtrado se mantienen entre 20mg/l y 30mg/l, solo se muestra un incremento en una muestra que alcanza aproximadamente los 50 mg/l debido a la alta concentración de químicos utilizados en ese día.

Gráfico 5: Comportamiento del DBO<sub>5</sub> durante el Proceso de Filtración de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en Carbón Activado.



**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

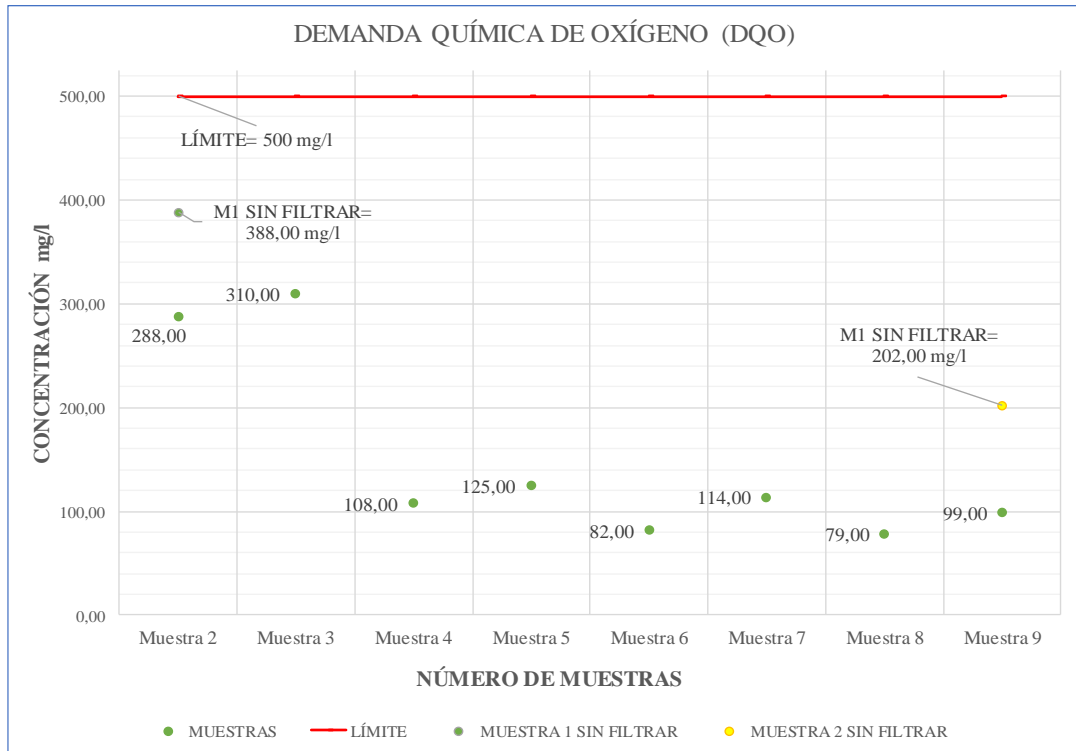
#### 4.2.2 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Durante el funcionamiento del filtro se obtuvo dos muestras del agua residual de la industria de lavado “TINTEX RIVER”, que fueron analizados sin haber pasado por el proceso de filtración, obteniendo valores de 388,00 mg/l y 202,00 mg/l para DQO. Lo que significa que los valores de DQO se encuentran dentro del límite según el TULSMA.

El gráfico 6 muestra ocho análisis realizados al agua residual después de haber pasado por el proceso de filtración en carbón activado, se observa una concentración alta en las primeras muestras para luego tener una reducción considerable, manteniéndose hasta un valor de 125 mg/l. Cabe recalcar que el valor más bajo de los análisis realizados es de 79,0 mg/l.

La concentración de DQO después del filtrado se manteniéndose entre 90mg/l y 100mg/l, hasta la última toma de muestra.

Gráfico 6: Comportamiento del DQO Durante el Proceso de Filtración de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en Carbón Activado.



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

### 4.2.3 COLOR

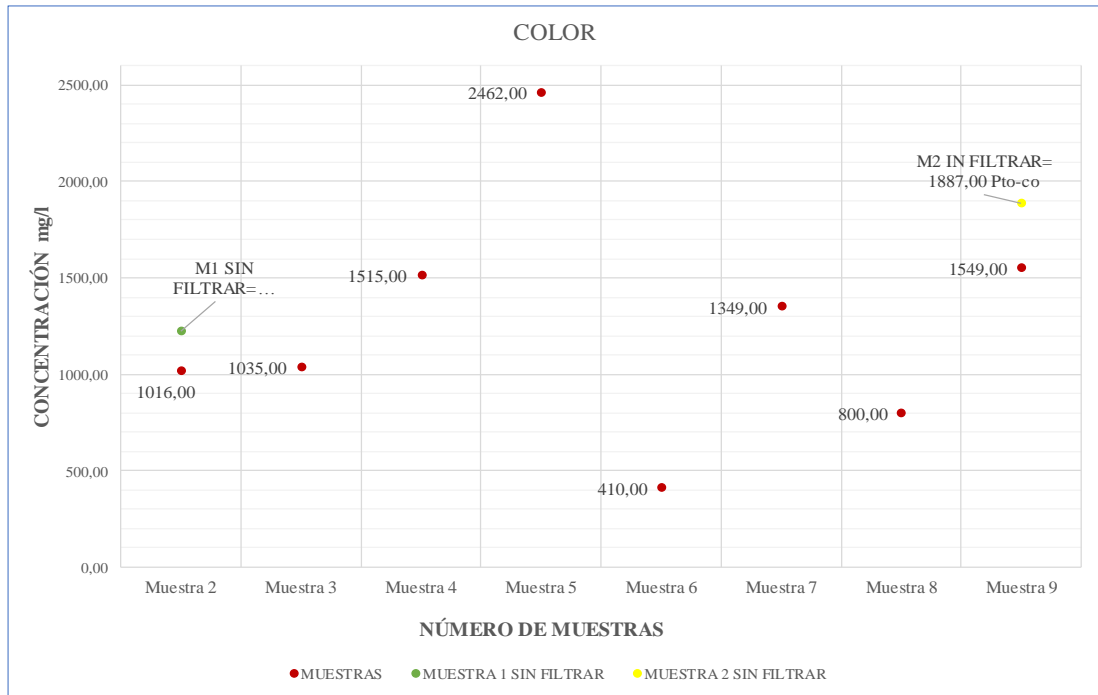
Durante el funcionamiento del filtro se obtuvo dos muestras del agua residual de la industria de lavado “TINTEX RIVER”, que fueron analizados sin haber pasado por el proceso de filtración, obteniendo valores de 1220,0 Pto-co y 1887,0 Pto-co para el color.

El gráfico 7 muestra ocho análisis realizados al agua residual después de haber pasado por el proceso de filtración en carbón activado, se observa una variación considerable en comparación a los valores de las muestras sin filtrar. Cabe recalcar que el valor más bajo de los análisis realizados es de 410,0 Pto-co.

La concentración del color después del filtrado se tiene siempre una variación, solo se muestra un incremento abrupto en una muestra que alcanza aproximadamente los 2462,0 Pto-co debido a la alta concentración de químicos y colorantes utilizados en

industria el cual el carbón activado adsorbe con facilidad las moléculas voluminosas de colorante pero su desorción es muy dificultosa[35] a la alta concentración de químicos utilizados en ese día.

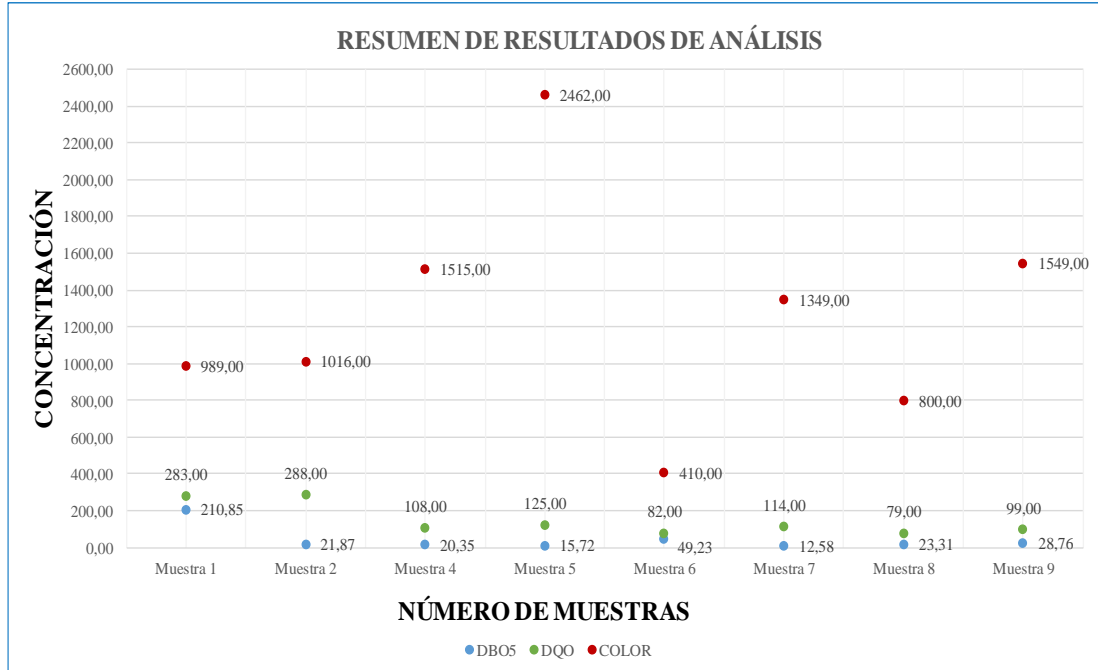
Gráfico 7: Comportamiento del COLOR Durante el Proceso de Filtración de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en Carbón Activado.



**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

#### 4.2.4 RESULTADOS TOTALES

Gráfico 8: Resumen de Resultados de Análisis de DBO<sub>5</sub>, DQO Y Color del Proceso de Filtración de Agua Residual de la Industria de Lavado de jeans “TINTEX RIVER” en Carbón Activado.



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

- Se observa que el parámetro del color tiene variación en todos sus resultados desde los resultados de los análisis de las muestras que se tomó antes de ser tratada por el filtro en estudio.
- En el parámetro del DQO, los resultados de los análisis de las muestras que se tomó antes de ser filtradas tienen valores por debajo del límite permisible que es de 500 mg/l, sin embargo se observa una disminución considerable de resultados de los análisis del agua filtrada.
- En el parámetro de DBO<sub>5</sub>, los resultados de los análisis de las muestras que se tomó antes de ser filtradas tienen valores por debajo del límite permisible que es de 250 mg/ se observa en la primera muestra filtrada un aumento de valor de DBO<sub>5</sub>, posteriormente los resultados de los análisis disminuyen considerablemente.

#### 4.2.5 Análisis de la Eficiencia del Filtro

##### 4.2.5.1 Análisis de la eficiencia del filtro con respecto a la primera muestra de agua residual sin ser filtrada

Para la eficiencia del filtro se empleará la siguiente muestra relacionando con la primera muestra de agua residual antes de pasar por el proceso de filtración.

$$\text{➤ } \% \text{ Eficiencia} = \frac{MSF1 - \text{Muestra } n}{P} * 100$$

Donde:

MSF1= Muestra 1 sin filtrar.

Muestra n= Valor del análisis de la muestra correspondiente, n= 1 al 9

#### Eficiencia 1 de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los Cinco Días (DBO<sub>5</sub>)

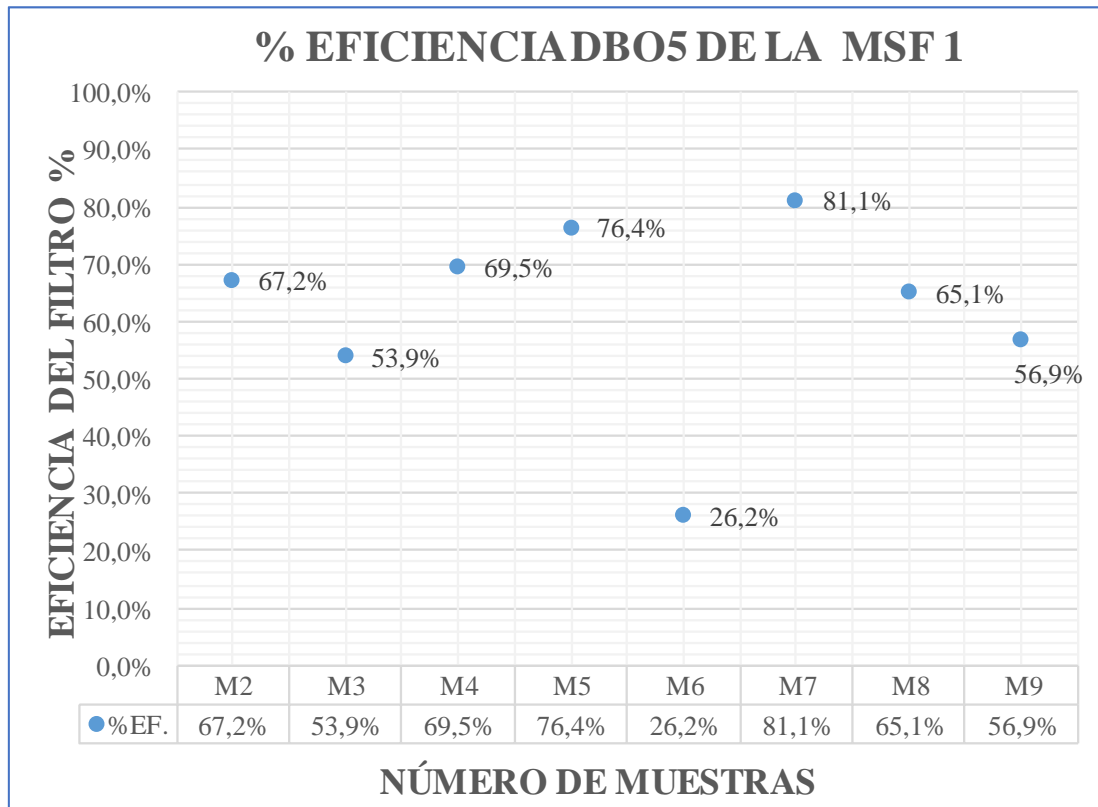
Tabla 23: % De Eficiencia del DBO<sub>5</sub> de la Muestra 1 sin Filtrar

N° DE MUESTRA	DBO <sub>5</sub>	% DE EFICIENCIA
MSF 1	66,73	-
Muestra N° 2	21,87	67,2%
Muestra N° 3	30,79	53,9%
Muestra N° 4	20,35	69,5%
Muestra N° 5	15,72	76,4%
Muestra N° 6	49,23	26,2%
Muestra N° 7	12,58	81,1%
Muestra N° 8	12,58	65,1%
Muestra N° 9	23,31	56,9%

Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba



Gráfico 9: % De Eficiencia del DBO<sub>5</sub> de la Muestra 1 sin Filtrar



**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

Durante el funcionamiento del filtro se obtuvo dos valores de muestra de agua residual de la industria de lavado de jeans sin filtrar el cual en el gráfico 9 se muestra la eficiencia del filtro de carbón activado con respecto a la primera muestra sin filtrar, se observa un valor de eficiencia sobre el 54% aproximadamente excepto en la muestra número seis que tiene un valor de eficiencia del 26%.

La efectividad del filtro se mantiene entre los 60 y 65%, solo se muestra un incremento en su efectividad que alcanza aproximadamente el 81%.

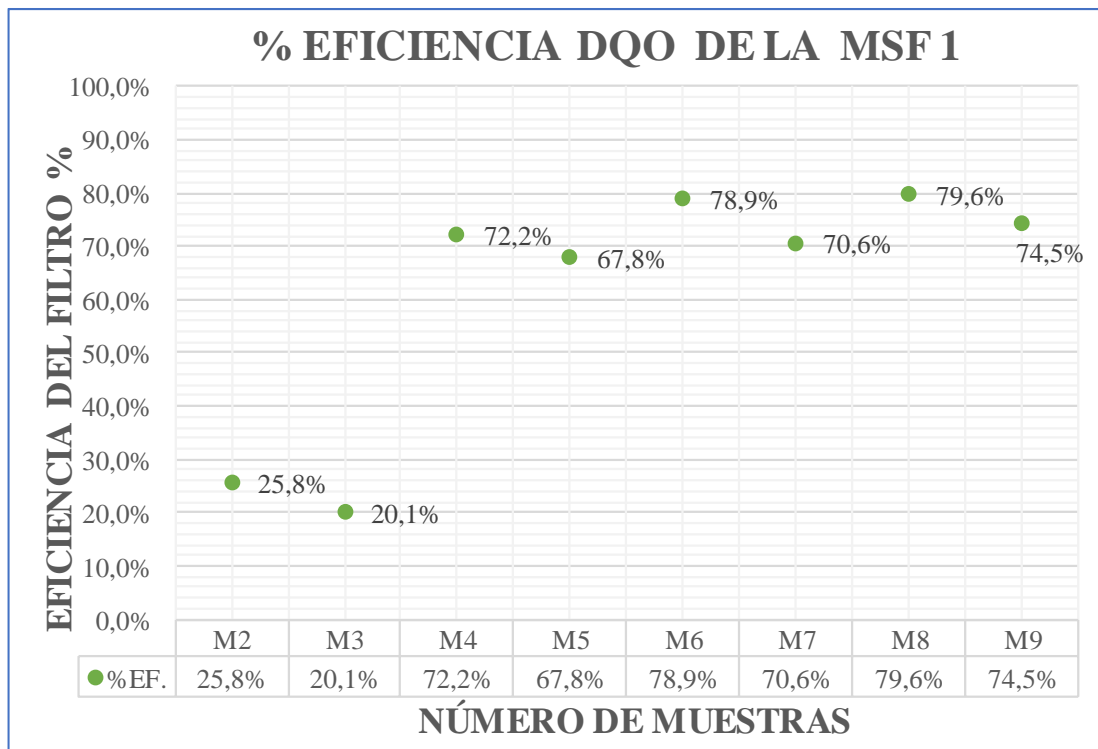
## Eficiencia 1 de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Tabla 24: % De Eficiencia del DQO de la Muestra 1 sin Filtrar

N° DE MUESTRA	DQO	% DE EFICIENCIA
MSF1	388,00	-
Muestra N° 2	288,00	25,8%
Muestra N° 3	310,00	20,1%
Muestra N° 4	108,00	72,2%
Muestra N° 5	125,0	67,8%
Muestra N° 6	82,00	78,9%
Muestra N° 7	114,00	70,6%
Muestra N° 8	79,00	79,6%
Muestra N° 9	99,00	74,5%

Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

Gráfico 10: % De Eficiencia del DQO de la Muestra 1 sin Filtrar



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

Durante el funcionamiento del filtro se obtuvo dos valores de muestra de agua residual de la industria de lavado de jeans sin filtrar el cual en el gráfico 10 se muestra la eficiencia del filtro de carbón activado con respecto a la primera muestra sin filtrar, se observa valores sobre el 20% aproximadamente y que es el valor más bajo durante los 90 días de funcionamiento del filtro; seguidamente la eficiencia del filtro aumenta considerablemente a un 72,2%. La eficiencia del filtro se mantiene entre el 67% y 80% durante su funcionamiento.

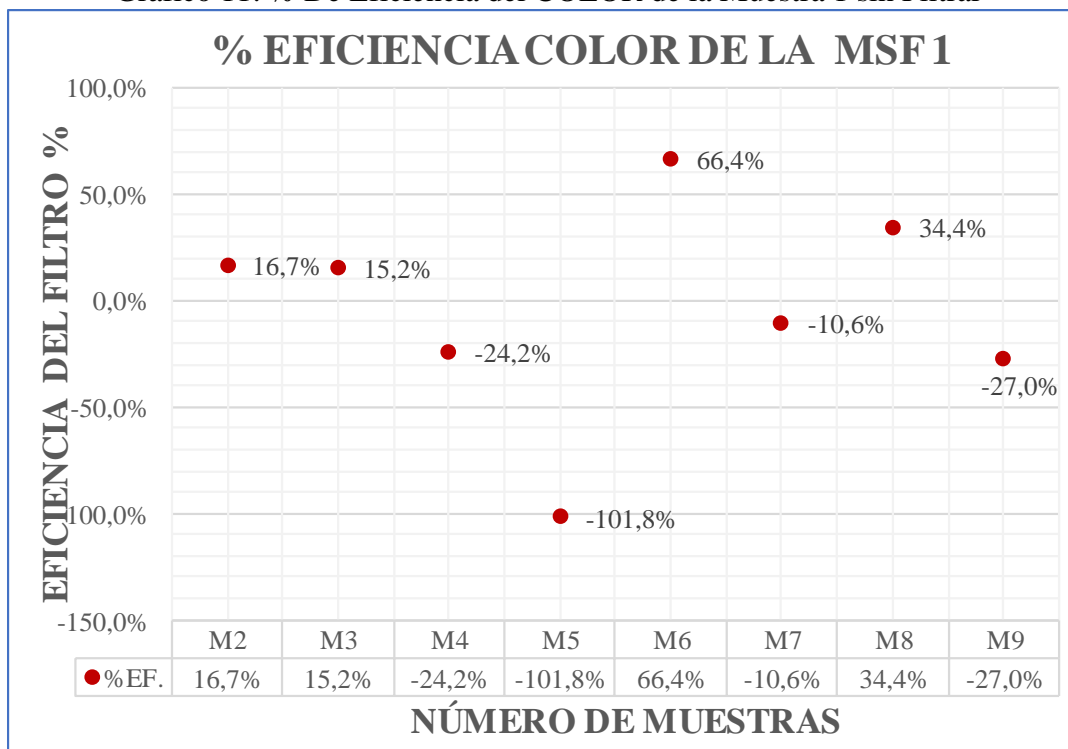
### **Eficiencia 1 del COLOR**

Tabla 25: % De Eficiencia del COLOR de la Muestra 1 sin Filtrar

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>COLOR</b>	<b>% DE EFICIENCIA</b>
<b>MSF1</b>	1220,00	
<b>Muestra N° 2</b>	1016,00	16,7%
<b>Muestra N° 3</b>	1035,00	15,2%
<b>Muestra N° 4</b>	1515,00	-24,2%
<b>Muestra N° 5</b>	2462,00	-101,8%
<b>Muestra N° 6</b>	410,00	66,4%
<b>Muestra N° 7</b>	1349,00	-10,6%
<b>Muestra N° 8</b>	800,00	34,4%
<b>Muestra N° 9</b>	1549,00	-27,0%

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

Gráfico 11: % De Eficiencia del COLOR de la Muestra 1 sin Filtrar



**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

Durante el funcionamiento del filtro se obtuvo dos valores de muestra de agua residual de la industria de lavado de jeans sin filtrar el cual en el gráfico 11 se muestra la eficiencia del filtro de carbón activado con respecto a la primera muestra sin filtrar, se observa que la eficiencia se mantiene en los primeros valores en un 15% aproximadamente. Posteriormente el filtro varía en los valores mostrando dos comportamientos para tener una variación entre -101,8 y 66,4% pero la reducción del color en este proceso en la mayoría de los casos esta entre 50 y -15%.

#### 4.2.5.2 Análisis de la eficiencia del filtro con respecto a la segunda muestra de agua residual sin ser filtrada

Para la eficiencia del filtro se empleará la siguiente muestra relacionando con la segunda muestra de agua residual antes de pasar por el proceso de filtración.

$$\text{➤ } \% \text{ Eficiencia} = \frac{MSF2 - \text{Muestra } n}{P} * 100$$

Donde:

MSF2= Muestra 2 sin filtrar.

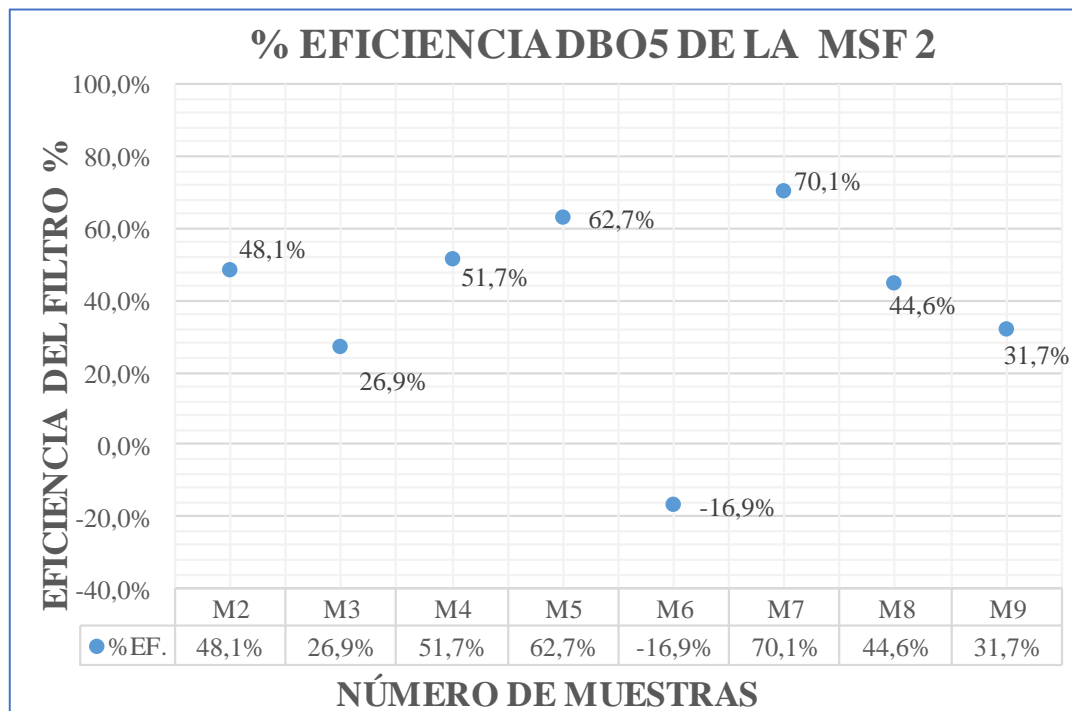
Muestra n= Valor del análisis de la muestra correspondiente, n= 1 al 9

Tabla 26: % De Eficiencia del DBO<sub>5</sub> de la Muestra 2 sin Filtrar

N° DE MUESTRA	DBO <sub>5</sub>	% DE EFICIENCIA
MSF 2	42,11	-
Muestra N° 2	21,87	48,1%
Muestra N° 3	30,79	26,9%
Muestra N° 4	20,35	51,7%
Muestra N° 5	15,72	62,7%
Muestra N° 6	49,23	-16,9%
Muestra N° 7	12,58	70,1%
Muestra N° 8	12,58	44,6%
Muestra N° 9	23,31	31,7%

Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

Gráfico 12: % De Eficiencia del DBO<sub>5</sub> de la Muestra 2 sin Filtrar



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

Durante el funcionamiento del filtro se obtuvo dos valores de muestra de agua residual de la industria de lavado de jeans sin filtrar el cual en el gráfico 12 se muestra la eficiencia del filtro de carbón activado con respecto a la segunda muestra sin filtrar, se observa un valor de eficiencia sobre el 26% aproximadamente excepto en la muestra número seis que tiene un valor de eficiencia del -16,9%.

Posteriormente el filtro varia en los valores mostrando dos comportamientos para tener una variación entre -16,9 y 70.01% pero la reducción en este proceso en la mayoría de los casos esta entre 50 y 60%.

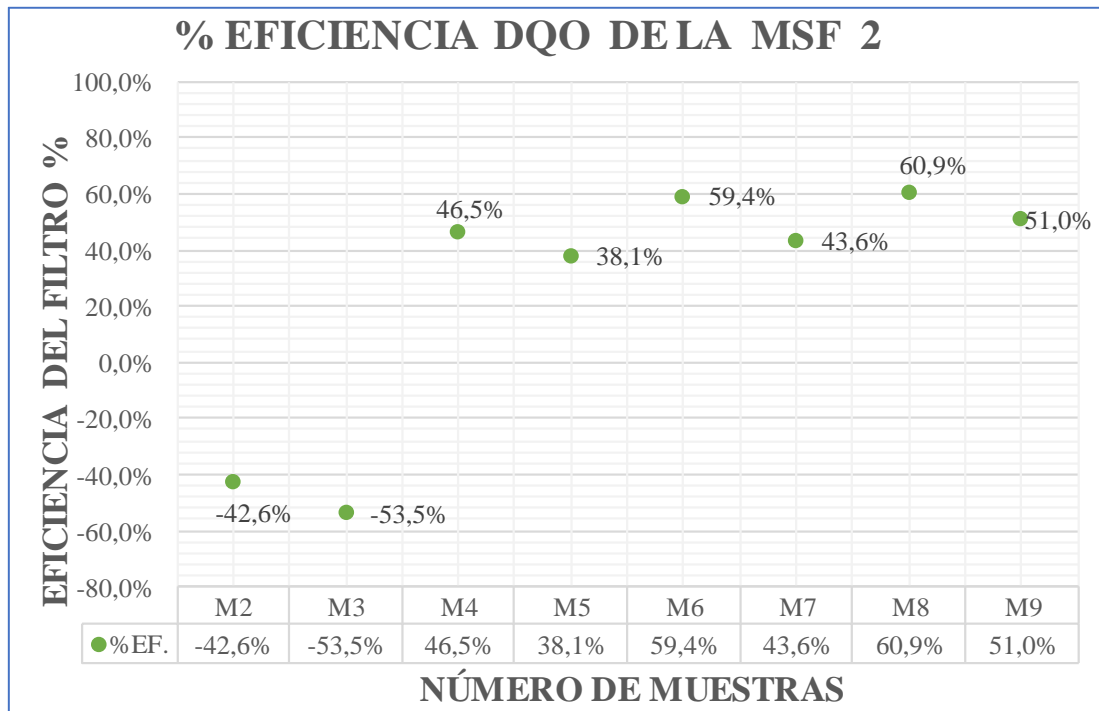
### **Eficiencia 2 de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Tabla 27: % De Eficiencia del DQO de la Muestra 2 sin Filtrar

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>DQO</b>	<b>% DE EFICIENCIA</b>
<b>MSF1</b>	202,00	-
<b>Muestra N° 2</b>	288,00	-42,6%
<b>Muestra N° 3</b>	310,00	-53,5%
<b>Muestra N° 4</b>	108,00	46,5%
<b>Muestra N° 5</b>	125,0	38,1%
<b>Muestra N° 6</b>	82,00	59,4%
<b>Muestra N° 7</b>	114,00	43,6%
<b>Muestra N° 8</b>	79,00	60,9%
<b>Muestra N° 9</b>	99,00	51,0%

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

Gráfico 13: % De Eficiencia del DQO de la Muestra 2 sin Filtrar



**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

Durante el funcionamiento del filtro se obtuvo dos valores de muestra de agua residual de la industria de lavado de jeans sin filtrar el cual en el gráfico 13 se muestra la eficiencia del filtro de carbón activado con respecto a la segunda muestra sin filtrar, se observa valores negativos de eficiencia, seguidamente la eficiencia del filtro aumenta considerablemente a un 46,5% manteniéndose en un 40% aproximadamente.

La eficiencia del filtro se mantiene entre el 40 y 50% durante su funcionamiento.

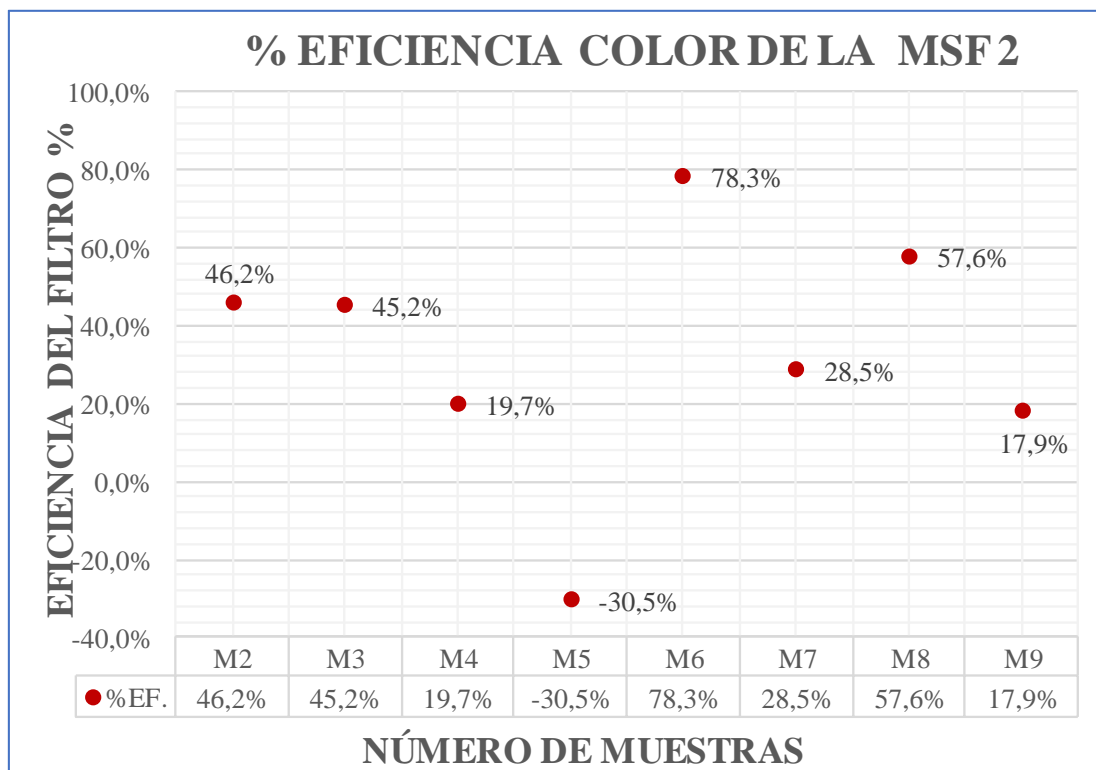
## Eficiencia 2 del COLOR

Tabla 28: % De Eficiencia del COLOR de la Muestra 2 sin Filtrar

N° DE MUESTRA	COLOR	% DE EFICIENCIA
MSF2	1887,00	-
Muestra N° 2	1016,00	46,2%
Muestra N° 3	1035,00	45,2%
Muestra N° 4	1515,00	19,7%
Muestra N° 5	2462,00	-30,5%
Muestra N° 6	410,00	78,3%
Muestra N° 7	1349,00	28,5%
Muestra N° 8	800,00	57,6%
Muestra N° 9	1549,00	17,9%

Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

Gráfico 14: % De Eficiencia del COLOR de la Muestra 2 sin Filtrar



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba



Durante el funcionamiento del filtro se obtuvo dos valores de muestra de agua residual de la industria de lavado de jeans sin filtrar el cual en el gráfico 14 se muestra la eficiencia del filtro de carbón activado con respecto a la segunda muestra sin filtrar, se observa que el filtro inicia con un 46,2% de reducción de color, el filtro muestra dos comportamientos para tener una variación entre 78% y -30,5%, pero la reducción del color en este proceso en la mayoría de los casos esta entre 25 y 60%.

#### **4.2.5.3 Análisis de la eficiencia del filtro con respecto al promedio de muestras de agua residual sin ser filtrada**

Para la eficiencia del filtro se promediara los resultados de los dos análisis realizados antes del proceso de filtración, comparado con los análisis realizados durante el tiempo que el filtro estuvo en funcionamiento. Es decir

$$\text{➤ } P = \frac{\text{Muestra sin filtrar 1} - \text{Muestra sin filtrar 2}}{2}$$

Y luego:

$$\text{➤ } \% \text{ Eficiencia} = \frac{P - \text{Muestra } n}{P} * 100$$

Donde:

P= Promedio de las dos muestras analizadas sin filtrar.

Muestra n= Valor del análisis de la muestra correspondiente, n= 1 al 9

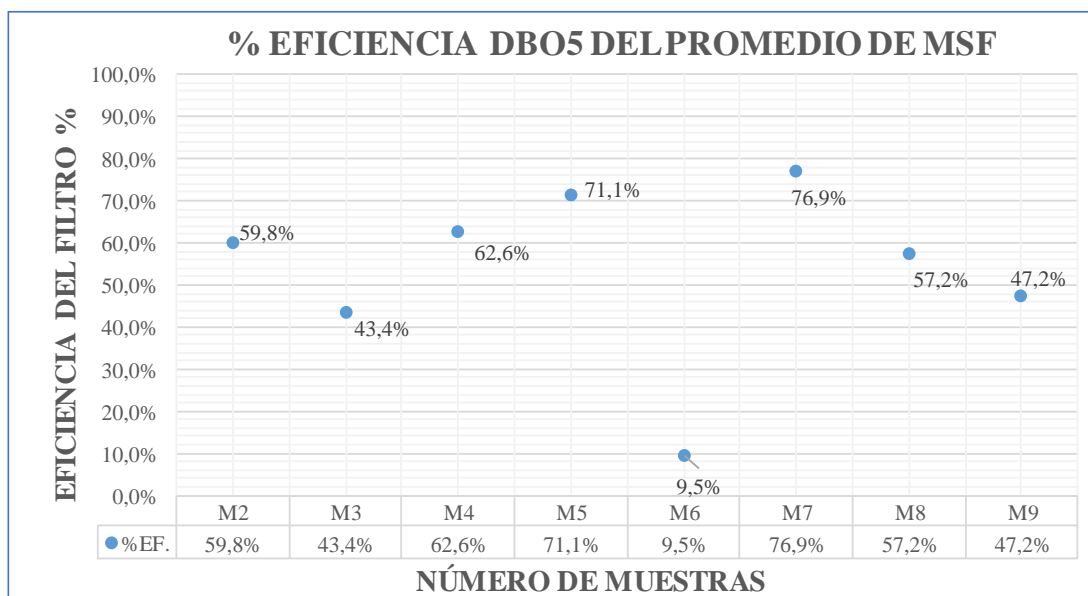
## Eficiencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los Cinco Días (DBO<sub>5</sub>)

Tabla 29: % De Eficiencia del DBO<sub>5</sub> del Promedio de MSF

N° DE MUESTRA	DBO <sub>5</sub>	% DE EFICIENCIA
<b>PROMEDIO</b>	54,42	-
<b>Muestra N° 2</b>	21,87	59,8%
<b>Muestra N° 3</b>	30,79	43,4%
<b>Muestra N° 4</b>	20,35	62,6%
<b>Muestra N° 5</b>	15,72	71,1%
<b>Muestra N° 6</b>	49,23	9,5%
<b>Muestra N° 7</b>	12,58	76,9%
<b>Muestra N° 8</b>	12,58	57,2%
<b>Muestra N° 9</b>	23,31	47,2%

Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

Gráfico 15: % De Eficiencia del DBO<sub>5</sub> del Promedio de MSF



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

Durante el funcionamiento del filtro se obtuvo dos valores de muestra de agua residual de la industria de lavado de jeans sin filtrar el cual en el gráfico 15 se muestra la eficiencia del filtro de carbón activado con respecto al promedio de las muestras sin

filtrar, se observa valor de efectividad sobre el 43% aproximadamente excepto en la muestra número seis que tiene un valor de eficiencia del 9,5%.

Posteriormente el filtro varia en los valores mostrando dos comportamientos para tener una variación entre 9,5 y 76,9% pero la reducción en este proceso en la mayoría de los casos esta entre 50 y 60%. Dando un promedio del 54% de eficiencia.

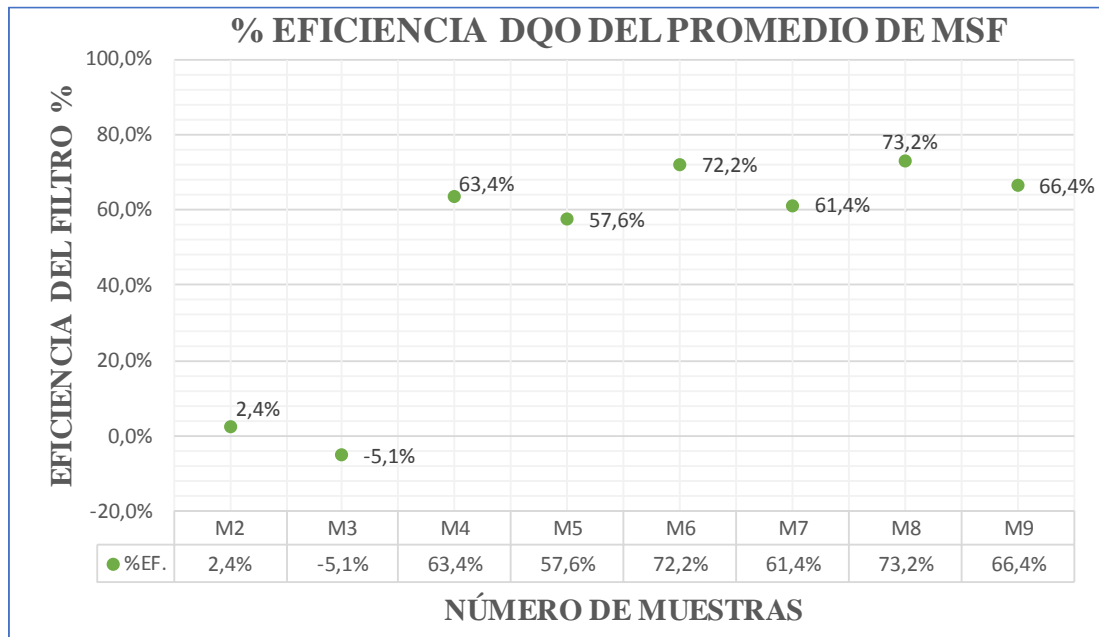
#### 4.2.5.4 Eficiencia de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Tabla 30: % De Eficiencia del DQO del Promedio de MSF

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>DQO</b>	<b>% DE EFICIENCIA</b>
<b>PROMEDIO</b>	295,00	-
<b>Muestra N° 2</b>	288,00	2,4%
<b>Muestra N° 3</b>	310,00	-5,1%
<b>Muestra N° 4</b>	108,00	63,4%
<b>Muestra N° 5</b>	125,0	57,6%
<b>Muestra N° 6</b>	82,00	72,2%
<b>Muestra N° 7</b>	114,00	61,4%
<b>Muestra N° 8</b>	79,00	73,2%
<b>Muestra N° 9</b>	99,00	66,4%

**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

Gráfico 16: % De Eficiencia del DQO del Promedio de MSF



**Elaborado por:** Carlos Alberto Galarza Villalba

Durante el funcionamiento del filtro se obtuvo dos valores de muestra de agua residual de la industria de lavado de jeans sin filtrar el cual en el gráfico 16 se muestra la eficiencia del filtro de carbón activado con respecto al promedio de las muestras sin filtrar, los valores de porcentajes de eficiencia obtenidos tienen una mejora significativa en cuanto tiene que ver con la acción del carbón activado. La eficiencia en los primeros valores es muy bajo e incluso tiene un valor negativo de -5,1%, posteriormente los valores de los análisis aumentan considerablemente en su eficiencia y están por encima del 57,6 % de efectividad, manteniéndose en un valor promedio de 65%.

La reducción en este proceso en la mayoría de los casos esta entre 60 y 70%. Dando un promedio del 66% de eficiencia.

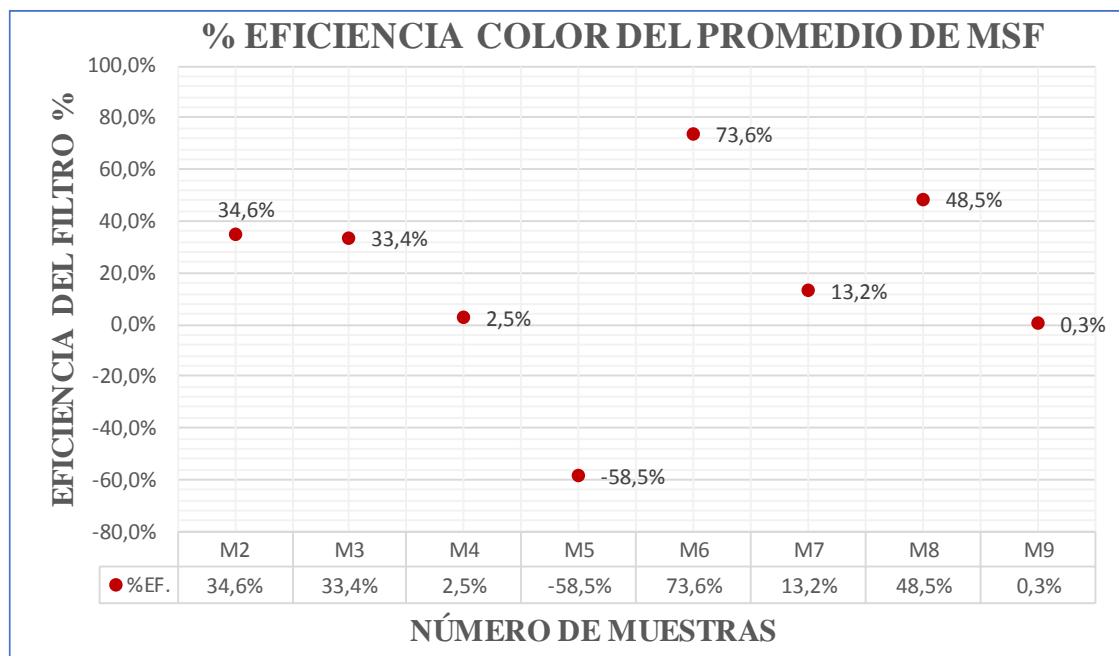
#### 4.2.5.5 Eficiencia del COLOR

Tabla 31: % De Eficiencia del COLOR del Promedio de MSF

N° DE MUESTRA	COLOR	% DE EFICIENCIA
<b>PROMEDIO</b>	1553,50	-
<b>Muestra N° 2</b>	1016,00	34,6%
<b>Muestra N° 3</b>	1035,00	33,4%
<b>Muestra N° 4</b>	1515,00	2,5%
<b>Muestra N° 5</b>	2462,00	-58,5%
<b>Muestra N° 6</b>	410,00	73,6%
<b>Muestra N° 7</b>	1349,00	13,2%
<b>Muestra N° 8</b>	800,00	48,5%
<b>Muestra N° 9</b>	1549,00	0,3%

Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

Gráfico 17: % De Eficiencia del COLOR del Promedio de MSF



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

En cuanto se refiere al gráfico 17 los porcentajes de eficiencia obtenidos tienen una variación significativa. En este caso la eficiencia del filtro en las primeras tres muestras

presenta un porcentaje aceptable de sobre el 33%, luego la eficiencia del filtra baja a un porcentaje del 2,5% y -58,5 % siendo el valor más bajo de eficiencia. Al bajar el porcentaje de eficiencia por debajo del 0% fue necesario el retro lavado del carbón activado para disminuir las moléculas voluminosas de color lo cual tuvo una mejoría en cuanto a la eficiencia de adsorción del color por parte del carbón activado. La reducción en este proceso en la mayoría de los casos esta entre 30 y 40%. Dando un promedio del 30% de eficiencia.

### **Discusión de Resultado**

En este estudio con el filtro de carbón activado se ha reducido los parámetros estudiados como la DBO<sub>5</sub> teniendo un 54%, de eficiencia al utilizar el proceso establecido en esta tesis que es superior al obtenido por Mariah Siebert Zipf, Ivone Gohr Pinheiro, Mariana Garcia Conegero donde obtiene una eficiencia de una DBO<sub>5</sub> de 56% al utilizar filtro lento de arena y 51% al utilizar filtro lento de residuos de pizarra seguidos de carbón activado granular [1]. Para el DQO se obtuvo un valor de eficiencia de 66% que es mayor a las reportadas en trabajos anteriores como las de Mariah Siebert Zipf, Ivone Gohr Pinheiro, Mariana Garcia Conegero donde reporta una eficiencia del 56% [1] y a diferencia del trabajo realizado por Syafalni S. con el estudio realizado referente a un lecho con CAG y zeolita donde obtiene un valor de eficiencia menor al establecido que es de 59,46% [3]. Para el color se obtuvo una eficiencia del 31% que no supera a la eficiencia del color de los estudios de Mariah Siebert Zipf, Ivone Gohr Pinheiro, Mariana Garcia que obtuvo un valor de 54% [1] ni de Syafalni S que obtuvo un valor de 58,4% [3].

Se trató un volumen de agua de 18,76 m<sup>3</sup> y se mantiene la eficiencia del filtro en un 50% de todos los parámetros aun después del volumen tratado en el filtro de carbón activado viendo que es eficaz que dura un largo tiempo la cantidad de carbón que se ocupó; así que podemos recomendar a la industria de lavado de jeans “TINTEX RIVER”, la utilización de un filtro de carbón activado.

### **4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Una vez realizado los análisis en el laboratorio especializado *Laqcuánálisis S.A.*, de las muestras respectivas de las aguas residuales provenientes de la industria de lavado de Jeans “TINTEX RIVER”, tomadas durante los 90 días que estuvo en funcionamiento el filtro en estudio, se observó que el DBO<sub>5</sub>, DQO y Color disminuye con la utilización del carbón activado como material filtrante. En la mayoría de los casos para el color se verificó variación considerable. Deduciendo que es necesario un mantenimiento del filtro después de ese período de uso y volver a las condiciones iniciales del carbón activado para la reducción de los parámetros en estudio.

Entonces con los resultados obtenidos se justifica la validez de la hipótesis planteada.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Mediante la visita al lugar donde se encuentra la industria de lavado de jeans “TINTEX RIVER”, se logró conocer la infraestructura y funcionamiento básico de dicha industria poniendo en consideración la importancia de un tratamiento previo a la descarga al sistema de alcantarillado.
- Al realizar la medición del caudal con el mecanismo propuesto en el proyecto se conoció el comportamiento de los caudales para los diferentes procedimientos de lavado que realizan dentro de la industria de lavado “TINTEX RIVER”, concluyendo que el agua que gastan en promedio diario es de 707,05 m<sup>3</sup>/día.
- Al realizar las tomas de muestras del agua residual antes y después de haber pasado por el proceso de filtración se logró conocer las características de biodegradabilidad del DBO<sub>5</sub>, el DQO y el Color al ser llevados a un laboratorio especializado (Lacquanálisis) para realizar sus respectivos análisis.
- Al realizar el estudio se concluyó que el carbón activado es un material capaz de disminuir la contaminación de las aguas residuales provenientes de la industria de lavado de jeans “TINTEX RIVER”.
- Al realizar el estudio de un filtro con carbón activado como material filtrante durante un tiempo de 90 días de funcionamiento y una toma de 11 muestras en total del agua residual antes y después de pasar por el proceso de filtración se concluyó que el material dispuesto para la remoción o disminución de agentes contaminantes en los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO y Color funciona



considerablemente puesto a que la eficiencia del filtro en el parámetro del  $\text{DBO}_5$  tiene un valor promedio de eficiencia alrededor del 54% con respecto a las dos muestras sin filtrar que se tomó para el análisis, en el parámetro del DQO su valor promedio de eficiencia es alrededor del 66% con respecto a las dos muestras sin filtrar que se tomó para el análisis, y en el parámetro del Color su valor promedio de eficiencia es alrededor del 31% con respecto a las dos muestras sin filtrar que se tomó para el análisis, dando resultados satisfactorios para el estudio realizado.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar los análisis en el los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato para monitorear los cambios que se van presentando en los análisis.
- Es recomendable combinar materiales filtrantes con diferentes espesores para obtener un mayor porcentaje de reducción de  $\text{DBO}_5$ , DQO y Color de las aguas residuales de las industrias de lavado de jeans.

## MATERIALES DE REFERENCIA

### 1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. S. Zipf, I. G. Pinheiro, and M. G. Conegero, “Simplified greywater treatment systems: Slow filters of sand and slate waste followed by granular activated carbon,” *J. Environ. Manage.*, vol. 176, pp. 119–127, 2016.
- [2] L. Nicolet and U. Rott, “Recirculation of powdered activated carbon for the adsorption of dyes in municipal wastewater treatment plants,” *Water Sci. Technol.*, vol. 40, no. 1, pp. 191–198, 1999.
- [3] S. Syafalni, I. Abustan, I. Dahlan, C. K. Wah, and G. Umar, “Treatment of dye wastewater using granular activated carbon and zeolite filter,” *Mod. Appl. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 37–51, 2012.
- [4] E. S. y M. L. O. Mariana ROMERO–AGUILAR<sup>1</sup>, Arturo COLÍN–CRUZ<sup>2</sup>, “Mariana ROMERO–AGUILAR,” Mexico, p. 16, 2009.
- [5] U. a Isah and a I. Gatawa, “A kinetic study of the adsorption of reactive Yellow 21 dye on flamboyant shells activated carbon,” vol. 3, no. 6, pp. 4036–4040, 2012.
- [6] C. Torres, “Estudio de impacto ambiental ex – post para la industria textil del Canton Pelileo- provincia de Tungurahua- Ecuador,” p. 13, 2012.
- [7] R. M. M.-A. y R. D. LA CRUZ-GONZÁLEZ and Centro, “TRATAMIENTO DE UN EFLUENTE TEXTIL POR MEDIO DE UN BIOFILTRO DISCONTINUO SECUENCIADO ANAEROBIO/AEROBIO.,” vol. 3, no. 1, pp. 1–10.
- [8] N. K. Srivastava and C. B. Majumder, “Novel biofiltration methods for the treatment of heavy metals from industrial wastewater,” *J. Hazard. Mater.*, vol. 151, no. 1, pp. 1–8, 2008.
- [9] F. Rodríguez and M. Molina, “El carbón activado en procesos de descontaminacion,” *Catalizadores para la Protección Ambient.*, pp. 163–168, 2002.

- [10] S. Mor, K. Chhoden, P. Negi, and K. Ravindra, "Utilization of nano-alumina and activated charcoal for phosphate removal from wastewater," *Environ. Nanotechnology, Monit. Manag.*, vol. 7, pp. 15–23, 2017.
- [11] M. BERMUDEZ, "Contaminación Y Turismo Sostenible," *Revista*, p. 25, 2010.
- [12] L. Barba and L. Edith, "Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición," 2002.
- [13] D. de C. del A. P. H. Internacional, "Contaminantes emergentes en la reutilización de aguas residuales en los países en desarrollo Ejecutado," p. 4.
- [14] M. I. Orjuela Gutierrez and J. M. Lizarazo Becerra, "Sistemas De Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales En Colombia," p. 82, 2013.
- [15] A. Muñoz, "Caracterización y tratamiento de aguas residuales," *Inst. Ciencias Básicas e Ing.*, p. 114, 2008.
- [16] M. N. J. Navas., "EVALUACIÓN DE UN FILTRO ARTESANAL DEL EFLUENTE DE UNA LAVADORA DE AUTOS A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE MAÍZ, ASERRÍN, CENIZA DE CARBÓN VEGETAL Y GRAVA.," UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 2016.
- [17] Hanna Instruments, "Demanda química de oxígeno y materia orgánica," no. 5411, pp. 1–2, 2005.
- [18] R. Hernán, "Demanda química de oxígeno por reflujo cerrado y voluntaria," *Inst. Hidrol. Meteorol. y Estud. Ambient.*, p. 11, 2007.
- [19] "Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas," pp. 1–22.
- [20] M. 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*. 2014, pp. 1–37.
- [21] C. La Fragua, P. Indu, and S. Ana, "Filtración por Carbón Activado Carbón Activado ( Adsorción ) Soluciones de Filtración," pp. 1–2, 2015.
- [22] N. Otero, "Filtración de aguas residuales para reutilización," *Soportes*

*audiovisuales e informáticos / Universidad de La Laguna. Tesis doctorales.*, vol. 29, p. 432, 2009.

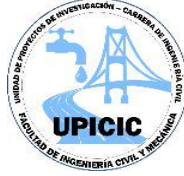
- [23] A. A. Ruiz, “La biofiltración , una alternativa para la potabilización del agua.,” *Lasallista Investig.*, vol. 1, no. 2, p. 6, 2004.
- [24] U. P. Sevilla, “Manual Del Carbón Activo,” *Aula.Aguapedia.Org*, pp. 1–89, 2002.
- [25] Z. A. Ghani, M. S. Yusoff, N. Q. Zaman, M. F. M. A. Zamri, and J. Andas, “Optimization of preparation conditions for activated carbon from banana pseudo-stem using response surface methodology on removal of color and COD from landfill leachate,” *Waste Manag.*, vol. 62, pp. 177–187, 2017.
- [26] I. V. Niño Arias and D. Ortiz Ramirez, “Evaluación de dos clases de carbón activado granular para su aplicación efectiva en la remoción de fenoles en los vertimientos de una empresa de jabones,” p. 129, 2008.
- [27] R. Padrón, C. Rodríguez, A. Gómez, A. García, and C. L. González, “El Carbón Activado, un material adsorbente,” vol. 2013, no. c, p. 16, 2013.
- [28] Wikipedia, “Que es el grafeno,” *Wikipedia*, pp. 1–2, 2010.
- [29] J.-C. Liu and P. a. Monson, “Molecular Modeling of Adsorption in Activated Carbon: Comparison of Monte Carlo Simulations with Experiment,” *Adsorption*, vol. 11, no. 2003, pp. 5–13, 2005.
- [30] E. Ander-Egg, “Aprender a investigar- Nociones básicas para la investigación social,” p. 16, 2011.
- [31] C. Ludewig, “Universo y muestra,” *Cmo*, pp. 23–28, 2012.
- [32] M. Molina, “Elaboración de un filtro artesanal de agua utilizando materiales no convencionales, evaluando su eficiencia para la disminución de los niveles de contaminación de aguas resi,” 2016.
- [33] M. DEL AMBIENTE, “E P U B L I C O F C U a D O R,” *AGUA. Calid. DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y Conserv. MUESTRAS. Prim.*, vol. 2127, 1998.

- [34] E. K. G. LÓPEZ, “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES PRODUCIDAS POR LA LAVADORA Y TINTURADORA DE JEANS ‘TINTEX RIVER’ Y SU REUTILIZACIÓN PARA EL RIEGO DE CULTIVOS EN LA PARROQUIA LA MATRIZ DEL CANTÓN PELILEO DE LA PROVINCIA DEL TUNGURAHUA.,” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA: INGENIERÍA CIVIL, 29015.
- [35] M. Vilaseca, V. López-Grimau, C. Gutiérrez-Bouzán, and M. Crespi, “Métodos de eliminación del color en efluentes de tintura textil,” *Rev. Quim. Text.*, no. 212, pp. 22–26, 2015.

## 2. ANEXOS

### 2.1. DISEÑO DEL FILTRO

#### 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 consideran 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.)

**Ecuación N° 1**

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35lt}{0.105 \frac{lt}{min}} = 333,33 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5,55 \text{ horas} = 0,23 \text{ dias}$$

**MANUAL DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO-AFA**

Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post tratamiento de afluentes de reactores anaerobios.

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

**Fuente:**

Se ha elegido el uso de un TRH = AFA = 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.

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

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

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

**Ecuación N° 2.**

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

Se ha considerado de TRH<sub>s</sub> 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 la eficiencia bajo estas condiciones.

### **TANQUE DE ABASTECIMIENTO-HOMOGENIZACIÓN.**

El volumen del tanque de abastecimiento del filtro ha sido dimensionado de tal manera que este pueda almacenar el volumen y proveer al filtro el caudal calculado en la sección anterior durante 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**



Tanque de 55 galones.

- Los 55 galones garantizan un volumen durante las 24 horas del día.

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

**Caudal en 24 horas:**

$$Q = 151,2 \frac{\text{lt}}{\text{dia}} = \frac{1 \text{ gal}}{3,78 \text{ lt}} = 40 \frac{\text{gal}}{\text{dia}}$$



+ 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.**

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

**DIMENSIONES DEL FILTRO**

**MEDIDAS DEL MEDIO FILTRANTE**

Asumimos el trapecio lateral donde:

AT= Area Trapecio

VT= Volumen trapecio

Base= 57 cm

Lado menor= 12,5 cm

Lado mayor= 17,5 cm

$$AT = 57 * \frac{(12,5 + 17,5)}{2}$$

**Ecuación 4.**

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

$$VT = 855 * 42$$

**Ecuación 5.**

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

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 (57x42x34) cm.



En cuyo interior está dividido en dos partes.

1. Material Filtrante a analizar.
2. Material de soporte utilizado como relleno sin contacto.

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

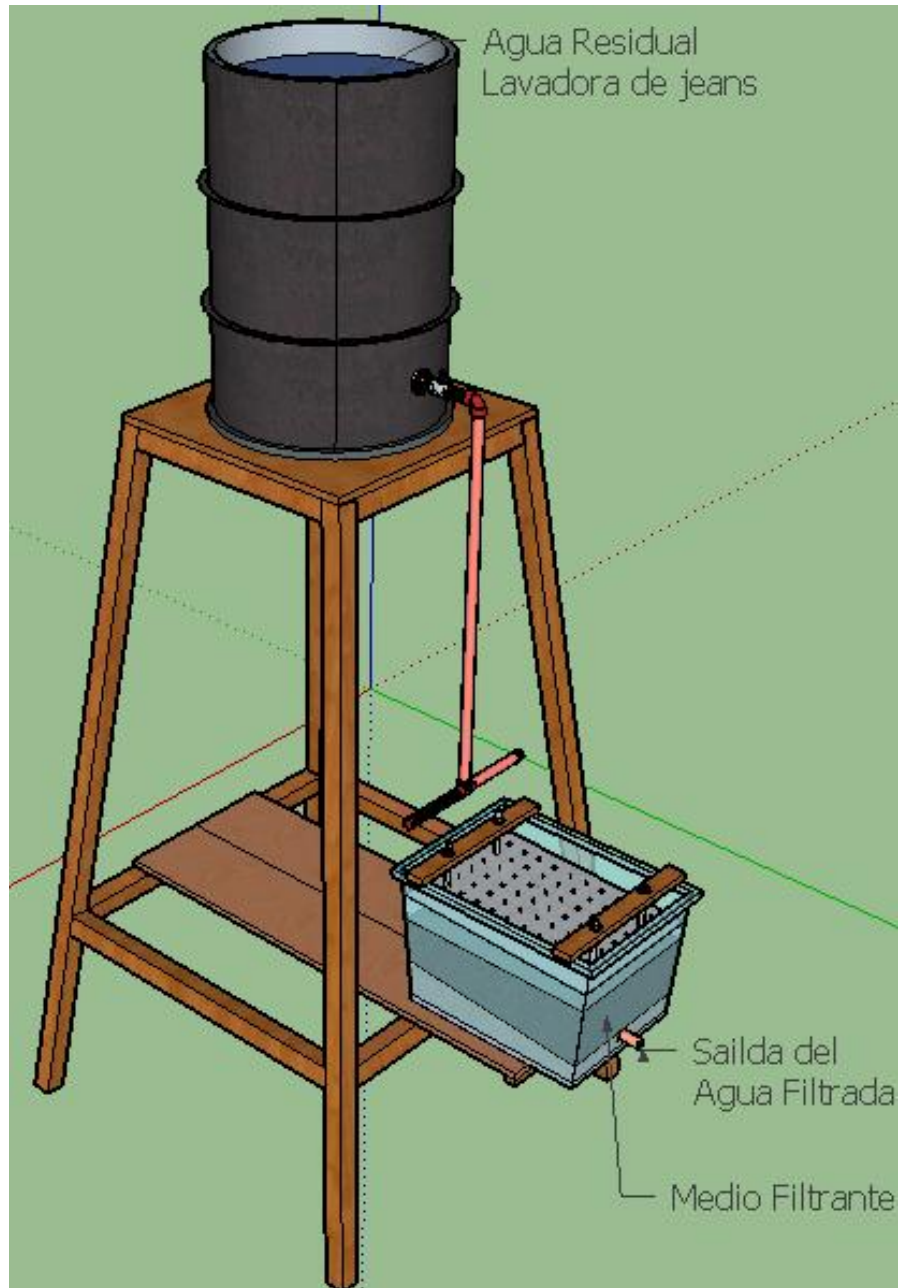
A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature appears to read 'Lenin Maldonado'.

Ing. MEng. Lenin Maldonado

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

## 2.2. ESTRUCTURA DEL FILTRO

Figura 15: Diseño del Filtro



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

Fuente: Programa de Dibujo

### 2.3. DETALLE DEL MEDIO FILTRANTE

Figura 16: Vista Lateral del Medio

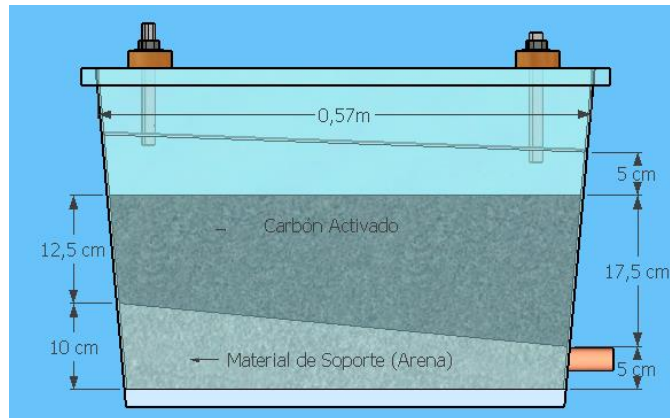


Figura 17: Vista Frontal del Medio Filtrante

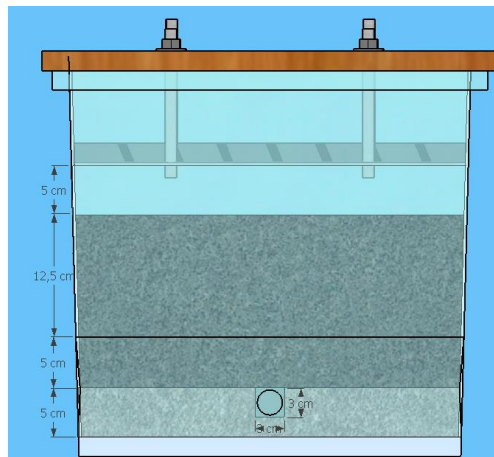
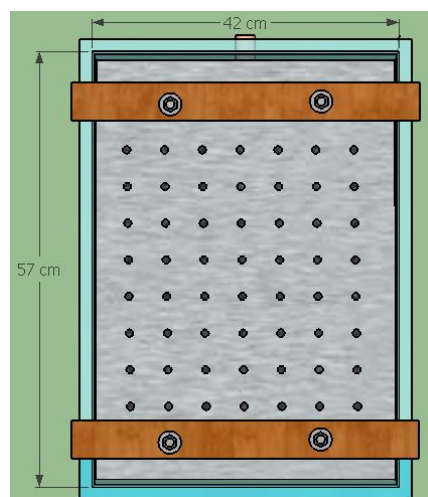


Figura 18: Vista Superior del Medio Filtrante



Elaborado por: Carlos Alberto Galarza Villalba

## 2.4. ANEXO FOTOGRÁFICO

Fotografía 1: Cisterna 1 de la Industria



Fotografía 2: Cisterna 2 de la Industria



Fotografía 3: Colocación de material de soporte





Fotografía 4: Carbón Activado



Fotografía 5: Recipientes de medición del carbón activado 35 l



Fotografía 6: Estructura del recipiente del filtro



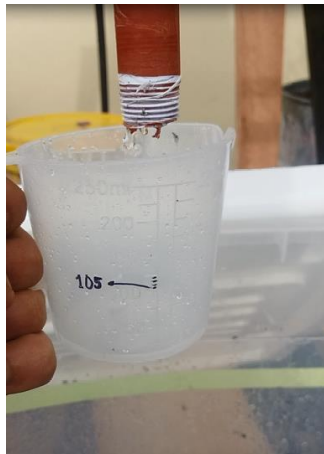
Fotografía 7: Medición de los 35 l



Fotografía 8: Medición de los 35 l del Carbón Activado



Fotografía 9: Medición del Caudal 0,105 l/min



Fotografía 10: Colocación del Carbón Activado al Filtro



Fotografía 11: Distribución del Carbón Activado en el Filtro



Fotografía 12: Filtro





Fotografía 13: Recogida del Agua Residual



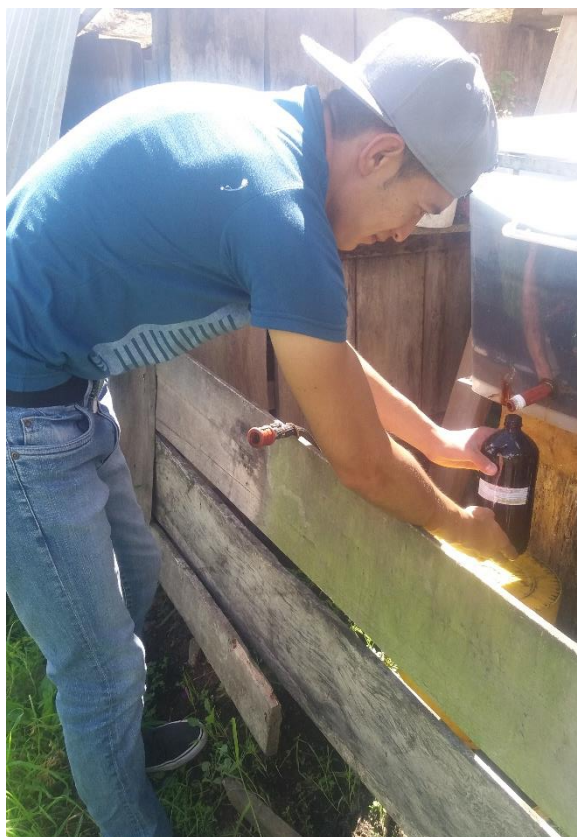
Fotografía 14: Cernida del Agua Residual



Fotografía 15. Llenado del Tanque



Fotografía 16: Toma de Muestras



Fotografía 17: Muestras para el Laboratorio



Fotografía 18: En el Laboratorio Laquianálisis



Fotografía 19: Agua sin Filtrar, Agua Filtrada





Fotografía 20: Carbón Activado a los 69 Días de Funcionamiento del Filtro



Fotografía 21: Preparación para el Lavado del Carbón Activado



Fotografía 22: Lavado del Carbón Activado



## 2.5. INFORME DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL Y DEL AGUA RESIDUAL FILTRADA

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

### INFORME DE RESULTADOS

<b>LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN</b> Nº OAE LE C 13-010	<b>DATOS DEL CLIENTE</b>	Versión: 9 Pág. 1 de 1 Código: REG TEC 018 Fecha formato: 20/03/2017 NÚMERO DE INFORME: LACQUA   1   7   1   1   8   5   3
	CLIENTE: _____ REPRESENTANTE: Carlos Galarza DIRECCIÓN: Huambalo TELÉFONO: _____ CELULAR: 098 4733 864 e-mail: carlos.galarza_6@outlook.com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 53	TEM. AMBIENTE(°C): 19
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Lavadora jeans  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Funtual  
 FECHA DE ANÁLISIS: Desde el 24 de mayo al 05 de junio de 2017  
 FECHA EMISIÓN DE INFORME: 05 de junio de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 24 de mayo de 2017

### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBOS**	mg/l	210,85	PRO TEC 030 / APHA 5220 B	---
DQO	mg/l	283	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Color**	mg/l	989	PRO TEC 027 / HACH 8025	---

\* Parámetro acreditado fuera del alcance  
 \*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro Subcontratado Acreditado: OAE LE 2C 05-005  
 \*\*\*\* Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

**PERSONAL RESPONSABLE:**

  
 Ing. Maria Jose Tapla  
 ANALISTA

Dr. Harold Jimenez  
 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

<b>LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR GAE CON ACREDITACIÓN Nº 048 LE C 11-010</b>	<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>Versión: 9</b>	
	<b>CLIENTE:</b>	UTA- FICM	<b>Pág.</b>	1 de 1
	<b>REPRESENTANTE:</b>	Carlos Galarza	<b>Código:</b>	REG TEC 018
	<b>DIRECCIÓN:</b>	Huambalo	<b>Fecha formato:</b>	20/03/2017
	<b>TELÉFONO:</b>		<b>NÚMERO DE INFORME:</b>	
	<b>CELULAR:</b>	098 4733 864	LACQUA	1   7 - 1   9   0   0
<b>e - mail:</b>	carlos.galarza.6@outlook.com			

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>HUMEDAD (%):</b> 55	<b>TEM. AMBIENTE(°C):</b> 19
--------------------------------	------------------------	------------------------------

**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual Filtrada - Lavadora Jeans  
**RESPONSABLE MUESTREO:** Cliente  
**TIPO DE TOMA DE MUESTRA:** Puntual  
**FECHA DE ANÁLISIS:** Desde el 20 al 29 de junio de 2017  
**FECHA EMISIÓN DE INFORME:** 29 de junio de 2017  
**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 20 de junio de 2017

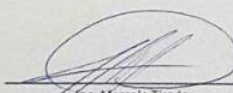
### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

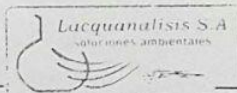
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5**	mg/l	21.87	PRO TEC 066 / HACH 8043	-----
DQO	mg/l	288	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Color**	Unid. Pt -Co	1016	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

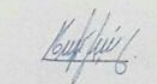
\* Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

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

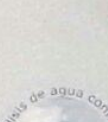
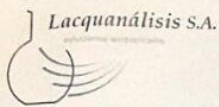
#### PERSONAL RESPONSABLE:

  
 Ing. Marcelo Tirado  
**ANALISTA**



  
 Dr. Harold Jiménez  
**DIRECTOR TÉCNICO**

**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:	Carlos Galarza
DIRECCION:	Huambalo
TELEFONO:	
CELULAR:	098 4733 864
e - mail:	carlos_galarza_6@outlook.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-1899

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	55	TEM. AMBIENTE(°C):	19
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua Cruda residual - Lavadora jeans  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 20 al 29 de junio de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 29 de junio de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 20 de junio de 2017

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS


PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5***	mg/l	66,73	PA - 45.00	-----
DQO	mg/l	388	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Color**	Unid. Pt -Co	1220	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

\* 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.

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

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Carlos Galarza
DIRECCION:	Huambalo
TELEFONO:	
CELULAR:	098 4733 864
e - mail:	carlos_galarza_8@outlook.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-1911

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

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Filtrada - Lavadora Jeans  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 27 de junio al 06 de julio de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 08 de julio de 2017

### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

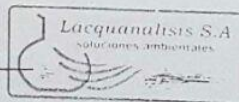
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	30,79	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	310	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Color**	Unid. Pt -Co	1035	PRO TEC 027 / HACH 8025	---

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



Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio certificados  
[www.lacquanalisis.com](http://www.lacquanalisis.com)

**INFORME DE RESULTADOS**



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Carlos Galarza
DIRECCION:	Huambalo
TELEFONO:	
CELULAR:	098 4733 864
e-mail:	carlos_galarza@ficom.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	1   7   1   9   2   5

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

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Filtrada - Lavadora jeans  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 04 al 13 de julio de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 13 de julio de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 04 de julio de 2017

**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	20,35	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	108	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Color**	Unid. Pt -Co	1515	PRO TEC 027 / HACH 8025	—

Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance  
 \*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A  
 \*\*\*\* Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

**PERSONAL RESPONSABLE:**

Jefe, Marcello 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

**INFORME DE RESULTADOS**



DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	UTA- FICM
REPRESENTANTE:	Carlos Galarza
DIRECCIÓN:	Huambalo
TELÉFONO:	
CELULAR:	098 4733 864
e-mail:	carlos_galarza_6@outlook.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   4

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

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Filtrada - Lavadora Jeans  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 11 al 20 de julio de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 20 de julio de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 11 de julio de 2017

**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBOS	mg/l	15,72	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	125	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Color**	Unid. Pt-Co	2462	PRO TEC 027 / HACH 8025	---

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:	Carlos Galarza
DIRECCION:	Huambalo
TELEFONO:	
CELULAR:	098 4733 864
e - mail:	carlos.galarza_@outlook.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-11950

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 48	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua - residual Filtrada - Lavadora Jeans  
 RESPONSABLE MUESTRO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 18 al 27 de julio de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 27 de julio de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 18 de julio de 2017

**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	49,23	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DOO	mg/l	82	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Color**	Unid. Pt -Co	410	PRO TEC 027 / HACH 8025	---

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 conmatón  
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:	Carlos Galarza
DIRECCION:	Huambalo
TELEFONO:	
CELULAR:	098 4733 864
e - mail:	carlos_galarza_66@outlook.com

Versión:	9
Pág:	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	17.11967

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

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Filtrada - Lavadora Jeans  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 25 de julio al 03 de agosto de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 03 de agosto de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 25 de julio de 2017

**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5*	mg/l	12,58	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	114	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Color**	Unid. Pt -Co	1349	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

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:	Carlos Galarza
DIRECCION:	Huambalo
TELEFONO:	
CELULAR:	098 4733 864
e - mail:	carlos_galarza_6@outlook.com

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

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

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Filtrada - Lavadora Jeans  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 01 al 10 de agosto de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 10 de agosto de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 01 de agosto de 2017

**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBO5	mg/l	23,31	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	79	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
Color**	Unid. Pt -Co	800	PRO TEC 027 / HACH 8025	---

\* 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:	Carlos Galarza
DIRECCION:	Huambalo
TELEFONO:	
CELULAR:	098 4733 864
e - mail:	carlos_galarza_6@outlook.com

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

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 52	TEM. AMBIENTE(°C): 20
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Filtrada - Lavadora Jeans  
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente  
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual  
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 08 al 18 de agosto de 2017  
 FECHA EMISION DE INFORME: 18 de agosto de 2017  
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 08 de agosto de 2017

**INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS**

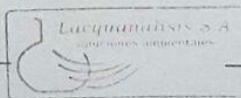
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
DBOS	mg/l	28,76	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	99	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 12,18 %
Color**	Unid. Pt -Co	1549	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

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



## 2.6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CARBÓN ACTIVADO

Norit Digital Library

Norit Electronic Version

Hoja técnica

### Norit GCN 612 G

Norit GCN 612 G es un carbón activado por vapor, y producido a partir de cascara de coco. Especialmente seleccionado para la refinación en la industria alimentaria y sistemas de purificación de agua, donde se requiera un adsorbente de alta pureza. Una característica especial de este grado de carbón es el bajo contenido de finos o platelets, por lo que no requiere de preacondicionamiento y ofrece pocas pérdidas de producto.

#### ESPECIFICACIONES

Número de lodo	min. 950	-
Dureza (método ball-pan)	min. 98	-
Humedad (al empacar)	máx. 5	mass-%

#### CARACTERISTICAS GENERALES

Actividad, tetracloruro de carbono	60	g/100 g
Densidad aparente	500	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de platelets	2	mass-%
Tamaño de partícula > 3.35 mm.	2	mass-%
Tamaño de partícula 2.36 - 3.35 mm.	50 - 70	mass-%
Tamaño de partícula 1.7 - 2.36 mm.	20 - 40	mass-%
Tamaño de partícula < 1.70 mm.	3	mass-%
Cenizas	3	mass-%

**Document No**  
GCN6G

**Product / Application**  
Carbón activado granular

**Version**  
19 Mayo 2011

**Norit Nederland BV**  
Naverheidsweg/ivoorde 72  
3812 PM Amersfoort  
P.O. Box 105  
3800 AC Amersfoort  
The Netherlands

T +31 33 46 48 911  
F +31 33 46 37 429  
E sales@norit.com  
I www.norit-ac.com

Activated Carbon

leading in purification

#### NOTAS

1. Todos los análisis se efectúan de acuerdo a los Norit Standard Test Methods (NSTM).
2. Las especificaciones son valores garantizados basados en un control de calidad lote a lote, cuyo procedimiento se encuentra detallado y cubierto en la certificación ISO 9001:2000 de Norit.
3. Las características generales reflejan los valores promedio de la calidad del producto.

#### EMPAQUE

El carbón activado granular Norit GCN 612 G está disponible en las siguientes presentaciones:

- Sacos de yute con 25 kg. de contenido neto, 40 sacos por pallet.
- Bultos con 500 kg. de contenido neto, un bulto por pallet.

La disponibilidad del producto depende del tipo de empaque solicitado.



# HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES PELIGROSOS

**ADISOL CIA. LTDA.**



## 1. IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL Y DEL PROVEEDOR

Nombre comercial:	Carbón activado GCN 612.
Nombre químico:	Carbón activado GCN 612.
Sinónimos:	Carbón activado GCN 612.
Uso recomendado del producto químico y restricciones de uso:	Adsorbente, catalizador
Nombre proveedor:	ADISOL Cía. Ltda.
Dirección proveedor:	Cdla. Vernaza Norte Mz. 14 S. 1-2
Teléfonos proveedor:	042-924260
Fórmula química:	C
Número CAS:	7440-44-0
Número de identificación SGA:	No aplica

MSDS No. 017

**TELÉFONOS DE EMERGENCIA:**  
(593 4) 2924260

Celular:  
(593) 999405239

Bomberos: 102  
Emergencias: 911

## 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

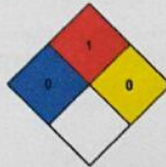
Este producto no tiene clasificación SGA.

No requiere elementos específicos de etiquetado.

Símbolos o descripción de los peligros:

Bajo ciertas condiciones la mezcla de polvo de carbón con aire puede producir una atmósfera explosiva. El producto húmedo reduce el oxígeno disponible del aire, por lo tanto, se producen niveles peligrosamente bajos de oxígeno.

Las altas concentraciones de contaminantes en la corriente de gas pueden causar una cantidad considerable de calor de adsorción, lo que puede dar lugar a incendios espontáneos del lecho de carbón o a puntos calientes. Bajo ciertas circunstancias, algunos compuestos químicos pueden, en contacto con carbón activado, oxidarse, descomponerse o polimerizarse. Esto puede resultar en condiciones potencialmente inflamables.



3. COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES PELIGROSOS				
SUSTANCIA	%	NUM. CAS	LÍMITES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL	
			TLV	TLV-TWA
Carbón activado	100	7440-44-0	10 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>

4. PRIMEROS AUXILIOS	
<input checked="" type="checkbox"/> INHALACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> CONTACTO CON LA PIEL
<input checked="" type="checkbox"/> CONTACTO CON LOS OJOS	<input checked="" type="checkbox"/> INGESTIÓN
Inhalación: Posible leve irritación del tracto respiratorio debida a la acción secante y abrasiva del polvo.	
Contacto con la piel: No corrosivo, se puede presentar leve irritación debido a la acción abrasiva del polvo.	
Contacto con los ojos: No corrosivo pero como cualquier material particulado puede causar irritación leve.	
Ingestión: No se conocen efectos nocivos.	
Otros: No produce carcinogénesis, mutagénesis, o teratogénesis.	
PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS	
Inhalación: Ubíquese en una área con aire fresco. Obtenga atención médica.	
Contacto con la piel: Quitarse la ropa contaminada. Lave con agua y jabón. Consulte a un médico.	
Contacto con los ojos: Enjuague con agua abundantemente (remueva lentes de contacto, siempre que se pueda sacar fácilmente). Obtenga atención médica.	
Ingestión: Lavar la boca y tomar dos vasos de agua. Buscar ayuda médica.	
Información para el médico: No necesita tratamiento específico.	

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS		
Es inflamable?: <input type="checkbox"/> SÍ <input checked="" type="checkbox"/> NO	Punto de inflamación (°C): > 1000	Temperatura autoignición (°C): > 140
Lím. superior de inflamabilidad (%): No aplicable	Lím. inferior inflamabilidad (%): No aplicable	
Medios de extinción recomendados: Spray de agua, espuma.		
Procedimientos especiales para combatir fuego: Evitar levantar nubes de polvo. Bajo ciertas condiciones las mezclas de aire/carbón pueden producir una atmósfera combustible.		
Equipo de protección personal recomendado: El personal de lucha contra incendios debe tener equipo de protección personal estándar que incluye un aparato de respiración autónoma.		
Productos peligrosos por descomposición térmica: CO <sub>2</sub> y CO.		



#### 6. MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

Procedimientos de emergencia: Limpie el derrame a modo de no dispersar el polvo en el aire. Se puede emplear algún material absorbente para limpiar y barrer el área afectada, finalmente lavar con agua.

Equipo de protección personal que debe usarse: Ver sección 8.

Precauciones medioambientales: No requiere precauciones específicas.

Métodos y materiales de aislamiento y limpieza: Para prevenir la formación de polvo, rosee con agua antes de limpiar. Aspirar el producto y el producto restante lavar con abundante agua.

#### 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Precauciones para el manejo: El producto húmedo reduce el oxígeno disponible del aire, por lo tanto, se producen niveles peligrosamente bajos de oxígeno. Siempre que los trabajadores entren en un contenedor que contiene carbón activado, el contenido de oxígeno de la embarcación se debe determinar y seguir los procedimientos de trabajo para las áreas potencialmente bajas de oxígeno.

Equipo de protección adecuado debe ser usado.

Evite levantar nubes de polvo.

Mantenga las nubes de polvo, lejos de fuentes de ignición.

Condiciones de almacenamiento seguro: Mantener alejado de agentes oxidantes, aceites insaturados, sales metálicas, vapores o gases fácilmente adsorbibles, fuentes de calor directa, flamas abiertas, otras fuentes de ignición o luz solar directa.

Almacenamiento seco (70% HR), en el envase original sin daños.

Almacenar a temperaturas debajo 50°C.

Si se almacena fuera de su embalaje original primero realizar un análisis de riesgos adecuado.

Incompatibilidades: Agentes oxidantes como ozono, oxígeno líquido, permanganato de cloro, etc., puede resultar una combustión rápida. Evite el contacto con ácidos fuertes.

#### 8. CONTROL DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Ventilación local: Natural o forzada. Sistema de ventilación de escape local.

Protección respiratoria: Máscara con filtro P2

Protección de los ojos: Para prevenir la irritación por los polvos, utilice lentes de seguridad con protecciones laterales

Protección de las manos: Guantes.

Otros equipos de protección personal: En el caso de la exposición a grandes cantidades de producto húmedo, el nivel de oxígeno debe ser revisado. En condiciones bajas de oxígeno se debe utilizar un aparato de respiración autónomo.

Parámetros de control: TLV=10 mg/m<sup>3</sup> 8 h

#### 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico: Sólido

Apariencia y color: Gránulo negro

Temperatura de fusión (°C): >1000

Temperatura de ebullición (°C): >1000

Solubilidad en agua: Insoluble en agua y en solventes orgánicos

Olor: Ninguno

% de volátiles por volumen: No determinados

Presión de vapor (mm Hg): No aplicable
Densidad de vapor: No aplicable
Densidad relativa: 2100 kg/m <sup>3</sup>
Densidad aparente: 200 - 600 kg/m <sup>3</sup>
pH: Alcalino
Temperatura de ignición espontánea: >350°C
Temperatura de descomposición: >1000°C
Conductividad: Conductor eléctrico

#### 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química: Estable bajo las condiciones de almacenamiento y manipulación indicadas.
Posibilidad de reacciones peligrosas: No aplicable
Materiales incompatibles: Agentes oxidantes
Productos peligrosos por descomposición química: CO <sub>2</sub> , CO, K <sub>2</sub> O, HI
Polimerización peligrosa: No ocurrirá
Condiciones que se debe evitar: Contacto con sustancias oxidantes o fuentes de ignición.

#### 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

LDSO: KI rata oral = 2779 mg/kg

#### 12. INFORMACIÓN ECOTOXICOLÓGICA

Biodegradabilidad/Persistencia: Es una material refractorio y no se descompone por ningún proceso natural químico o enzimático.
Biotoxicidad: KI = LC50 986 mg/l - 96h - Pez - <i>Oncorhynchus mykiss</i>
Potencial de bioacumulación: No determinado. Las partículas no son solubles y su tamaño impide pasar membranas, al tener un tamaño aproximadamente > 0.5 um.
Movilidad en el suelo: No aplicable. La sustancia es altamente insoluble en agua.
Otros efectos adversos: Desconocidos.
Comportamiento en plantas de tratamiento: DBO = 1 a 2 mg O <sub>2</sub> /g carbón. DQO = 2700 mg O <sub>2</sub> /g carbón.

#### 13. INFORMACIÓN RELATIVA A LA ELIMINACIÓN DE PRODUCTOS

Descripción de los desechos: Sacos con residuo de la sustancia.
Procedimientos de manejo y métodos de eliminación: Eliminación a través de empresas de eliminación de profesionales. Póngase en contacto con las autoridades locales para conocer los requisitos específicos. Evitar la escorrentía en alcantarillas o cursos de agua abiertos.
Procedimientos de eliminación de recipientes contaminados: Una de las opciones es enterrar los envases dañados (vacíos).

#### 14. INFORMACIÓN RELATIVA DEL TRANSPORTE

Designación oficial de transporte de las naciones unidas: No clasificado
Número de identificación un (naciones unidas): No clasificado
Clase(s) de peligro en el transporte: No clasificado

Grupo de embalaje/envase, si se aplica: No clasificado
Contaminante marino: (si/no) No clasificado
Precauciones especiales durante el transporte: No clasificado

**15. INFORMACIÓN SOBRE LA REGLAMENTACIÓN**

No aplicable.

**16. OTRA INFORMACIÓN**

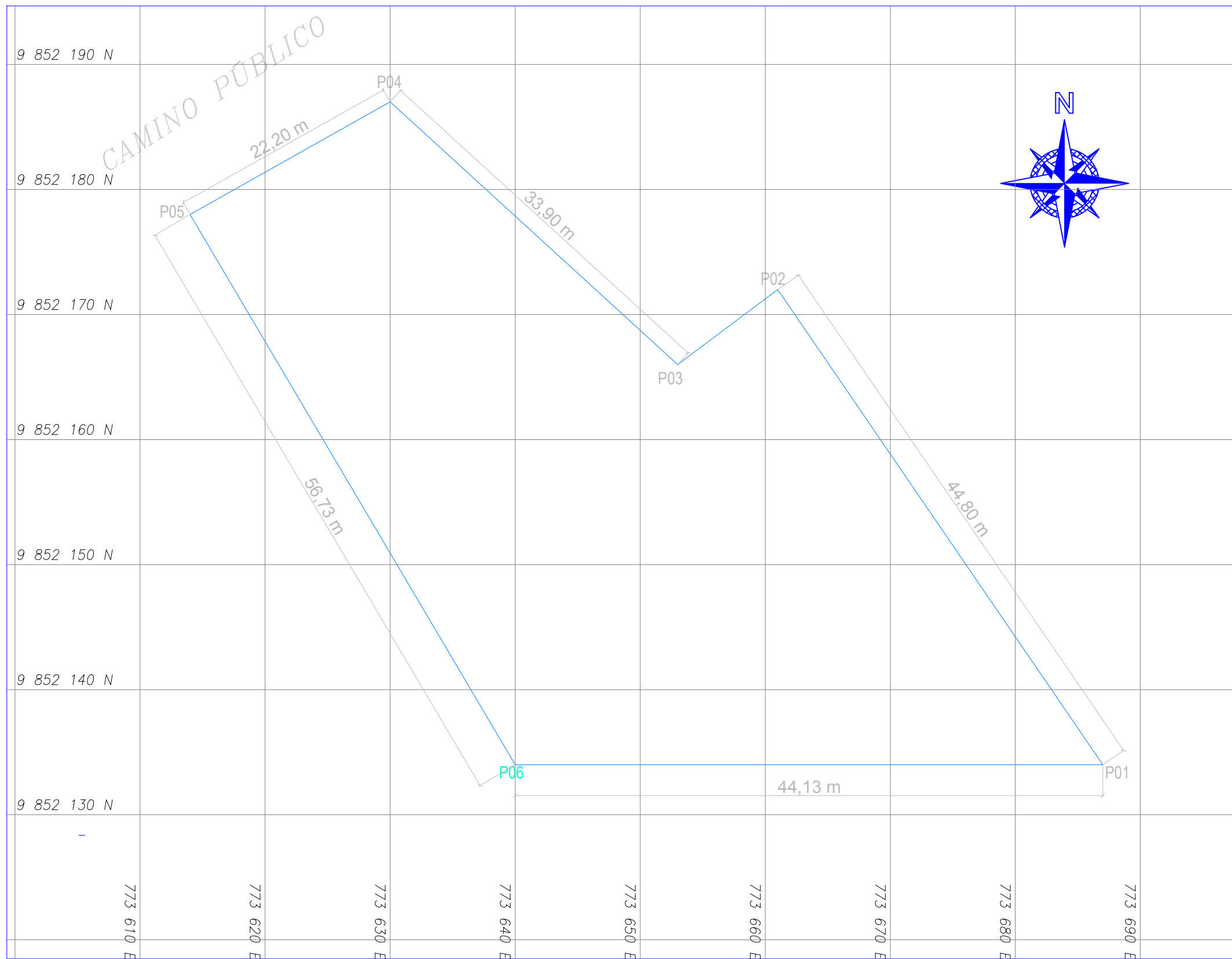
La información presentada aquí, se basa en nuestro estado actual de conocimiento y pretende describir el producto desde el punto de vista de los requisitos para el manejo seguro; podría resultar insuficiente a las circunstancias de algún caso particular, por tanto el uso de esta información y las condiciones de uso del producto es responsabilidad del Cliente. No aceptamos responsabilidad legal por cualquier pérdida o daño derivado del uso inadecuado, de prácticas inapropiadas o bien de peligros inherentes a la naturaleza del producto. Sin embargo nuestro personal técnico estará complacido en responder preguntas relacionadas con los procedimientos de manejo y uso seguro.

ELABORADO POR: Ing. Mariela Muentes	FECHA: 05-01-17
REVISADO POR: Ing. Elena Cabezas	FECHA: 13-01-17

## **2.7. PLANOS**



# LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO



UBICACIÓN:



SIMBOLOGIA Y DATOS

REFERENCIAS:

VERTICE	CUADRO DE COORDENADAS	
	X	Y
P01	E 773687.00	N 9852134.00
P02	E 773661.00	N 9852172.00
P03	E 773653.00	N 9852166.00
P04	E 773630.00	N 9852187.00
P05	E 773614.00	N 9852178.00
P06	E 773640.00	N 9852134.00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

REFERENCIA:  
Sur: 1°20'09,24"  
Oeste: 78°32'28,35"

DIBUJO:  
Galarza Carlos

ARCHIVO:

REVISADO:  
Ing. M. Sc. Paredes Geovanny

CONTIENE  
**LEVANTAMIENTO  
PLANIMÉTRICO DE LA  
INDUSTRIA DE LAVADO  
DE JEANS "TINTEX  
RIVER" SITUADO EN EL  
TAMBO CENTRAL DEL  
CANTÓN PELILEO.**

APROBADO:  
Ing. M. Sc. Paredes Geovanny

ESCALA:  
1:250

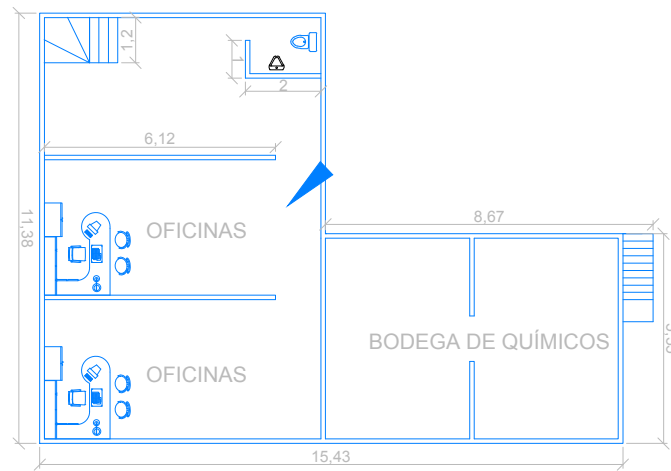
FECHA:  
25/08/2017

HOJA N°:  
1/3

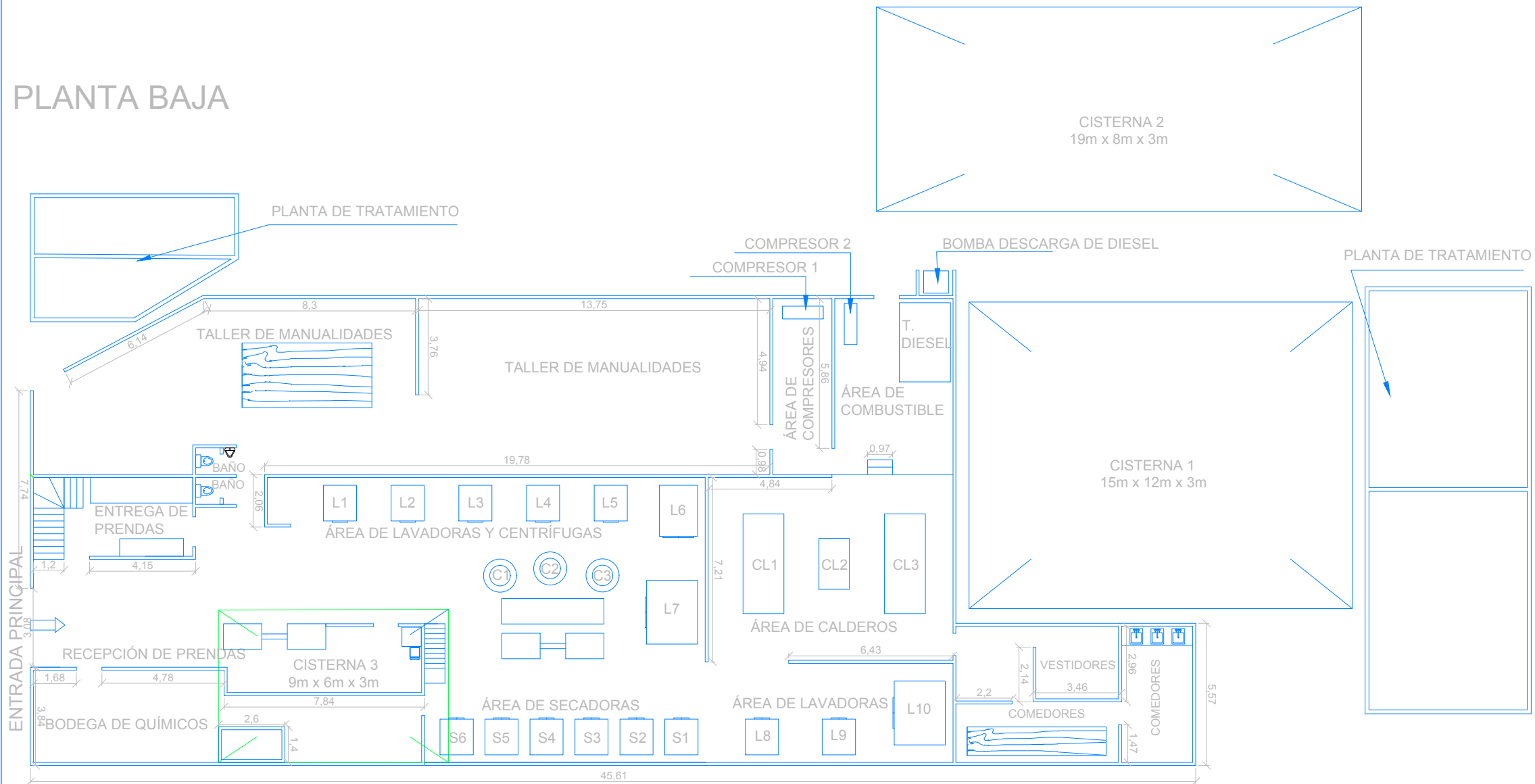
JEFATURA:

<u>EQUIPO UTILIZADO:</u> CINTA MÉTRICA GPS	<u>ÁREA</u> 1955,5 m <sup>2</sup>	<u>ESCALA</u> 1:350	<u>ALTURA:</u> 2642 m.s.n.m.	<u>FECHA</u> 22-06-2017
--	--------------------------------------	------------------------	------------------------------------	----------------------------

## PRIMER PISO



## PLANTA BAJA



UBICACIÓN:



SIMBOLOGIA Y DATOS

L: LAVADORA

C: CENTRÍFUGA

S: SECADORAS

CL: CALDEROS

REFERENCIAS:

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

REFERENCIA:  
Sur: 1°20'09,24"  
Oeste: 78°32'28,35"

DIBUJO:  
Galarza Carlos

ARCHIVO:

REVISADO:  
Ing. M. Sc. Paredes Geovanny

CONTIENE  
**PLANO  
ARQUITECTÓNICO DE  
LA INDUSTRIA DE  
LAVADO DE JEANS  
"TINTEX RIVER"  
SITUADO EN EL TAMBO  
CENTRAL DEL CANTÓN  
PELILEO.**

APROBADO:  
Ing. M. Sc. Paredes Geovanny

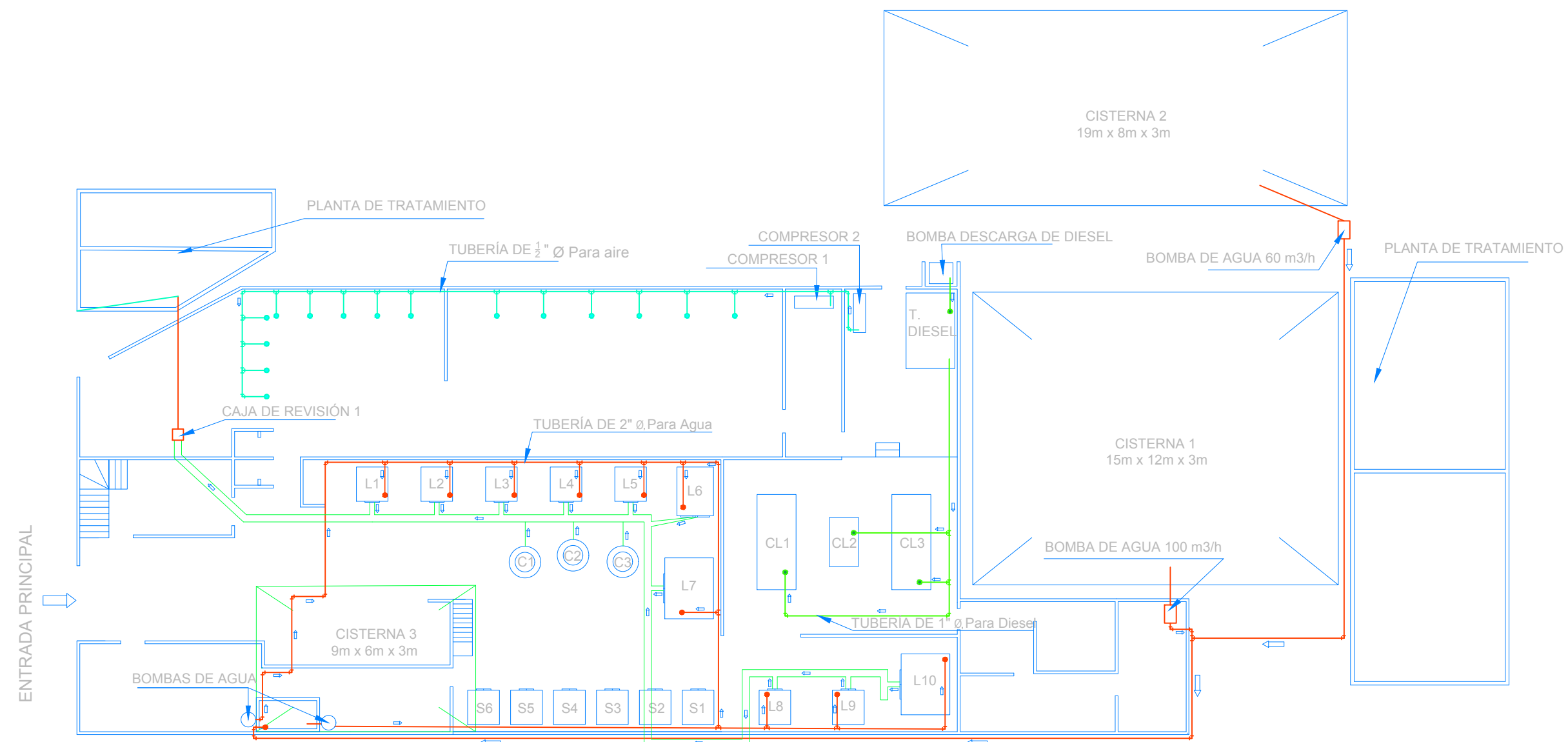
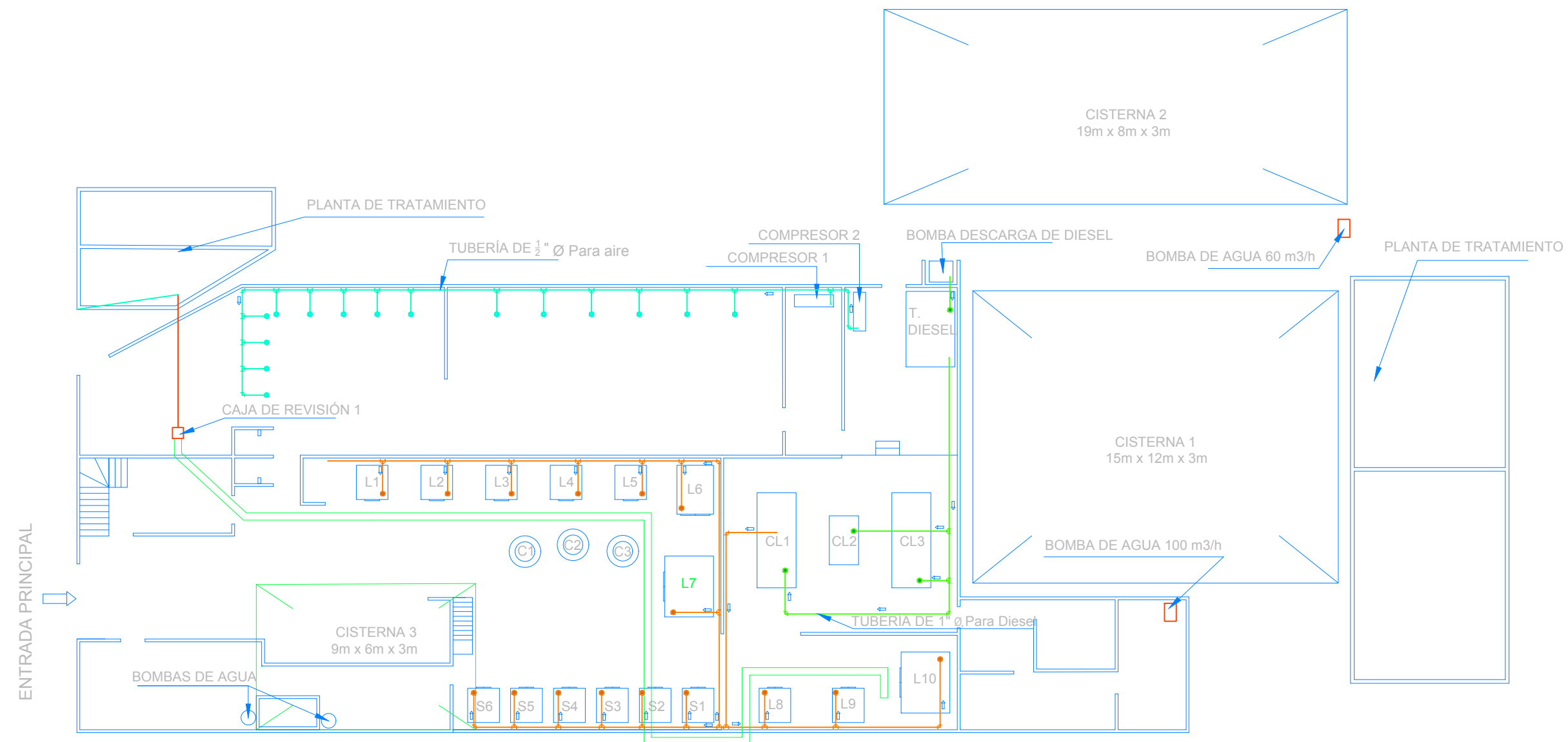
ESCALA:  
1:250

FECHA:  
25/08/2017

HOJA N°:  
2/3

JEFATURA:





UBICACIÓN:



SIMBOLOGIA Y DATOS

- DIRECCIÓN DE FLUJO
- BOMBAS DE AGUA
- BOMBAS DE AGUA
- CAJA DE REVISIÓN
- T DE 90°
- CODO DE 90°

REFERENCIAS:

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
REFERENCIA: Sur: 1°20'09.24" Oeste: 78°32'28.35"	CONTIENE <b>TUBERÍA DE DESAGUE          DE LA INDUSTRIA DE          LAVADO DE JEANS          "TINTEX RIVER"          SITUADO EN EL TAMBO          CENTRAL DEL CANTÓN          PELILEO.</b>	ESCALA: 1:200
DIBUJÓ: Galarza Carlos	FECHA: 25/08/2017	HOJA N°: 3/3
ARCHIVO:	APROBADO: Ing. M. Sc. Paredes Geovanny	JEFATURA:
REVISADO: Ing. M. Sc. Paredes Geovanny	APROBADO: Ing. M. Sc. Paredes Geovanny	JEFATURA: