



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental”

Título del proyecto

**“ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ PARA LA REDUCCIÓN
DEL COLOR EN AGUAS RESIDUALES DE LA HILANDERÍA GUIJARRO CANTÓN
GUANO”**

Autor: (es)

NICOLE TORRES TAPIA

KARLA GAIBOR VELASCO

Director

ING. MARIO CABRERA

Riobamba – Ecuador

AÑO 2015

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título **“ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ PARA LA REDUCCIÓN DEL COLOR EN AGUAS RESIDUALES DE LA HILANDERÍA GUIJARRO CANTÓN GUANO”**, presentado por: Nicole Priscila Torres Tapia y Karla Estefanía Gaibor Velasco y dirigida por el Ing. Mario Vicente Cabrera Vallejo.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

MsC. Patricia Andrade
Presidente del Tribunal



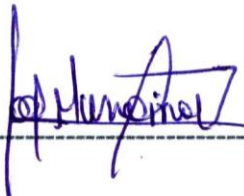
Firma

Ing. Mario Cabrera Vallejo
Director del Proyecto



Firma

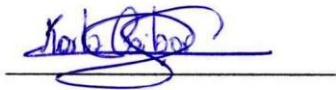
Ing. Marco Pino Vallejo
Miembro del Tribunal




Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Nicole Priscila Torres Tapia y Karla Estefanía Gaibor Velasco; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Karla Estefanía Gaibor Velasco
CI: 0202096384



Nicole Priscila Torres Tapia
CI: 1721458899

AGRADECIMIENTO

Al momento de haber llegado a la Facultad de Ingeniería Ambiental, siempre desde un comienzo nos inculcaron nuevos conocimientos para nuestra vida laboral, tuvimos Ingenieros que son grandes educadores, y fueron personas que a más de ser nuestros maestros llegaron hacer nuestros amigos.

Recibimos un gran apoyo al momento de realizar nuestra tesis encontramos a personas gratas que nos brindaron su apoyo y nos fueron aportando sus conocimientos para ayudarnos, tuvimos esa suerte que a cada paso que dábamos siempre nos encontrábamos con Ingenieros de la Facultad prestos en ayudarnos.

Gracias a cada uno de ellos por todo su apoyo, por brindarnos sus conocimientos hacia nosotras, por habernos ayudado en esta investigación, Muchas Gracias.

DEDICATORIA

Una sincera gratitud a mi Madre, Padre y Hermana por estar siempre conmigo, por darme ese apoyo fundamental, gracias a ellas estoy aquí y a cada una de esas personas que aunque no nombro no dejan de ser importante para mí, gracias por estar a mi lado.

Esta tesis se la dedico a Dios quién me dio fuerzas y me ha guiado para seguir adelante y no desmañar, también a mis padres y mi tía quienes siempre me apoyaron incondicionalmente, y a todos los que creyeron en mí, ya que por ellos soy lo que soy.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	VI
INDICE DE ABREVIATURAS	XII
ÌNDICE DE CUADROS	XIV
ÌNDICE DE FIGURAS	XIX
ÌNDICE DE GRAFICOS	XX
ÌNDICE DE TABLAS.....	XXIII
ÌNDICE DE IMÁGENES	XXIV
IMÁGENES FOTOGRAFICAS	XXVI
ÌNDICE DE ANEXOS	XXVII
RESUMEN.....	1
SUMMARY	¡Error! Marcador no definido.
GLOSARIO.....	3
INTRODUCCIÓN	7
TEMA	9
CAPITULO I	9
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
1.1. Antecedentes de la contaminación en aguas residuales por color.	9
1.2. Caracterización de efluentes industriales.	10
1.3. Aguas residuales con color provenientes de las descargas de la Hilandería Guijarro.....	12
1.3.1. Receptar y almacenar:	12
1.3.2. Lavado.....	12
1.3.3. Hilado y peinado	12
1.3.4. Tinturado y lavado.....	12
1.3.5. Secado y despacho.....	12
1.4. Proceso en el cual se origina la introducción de colorantes.	13
1.4.1. Teñido.....	13
1.4.2. Teñido y blanqueo.....	13
1.5. Alternativas para eliminar el color de las aguas residuales.	13
1.6. Alternativas renovables para eliminar el color de las aguas residuales.....	15
1.7. El olote o tusa de maíz como alternativa renovable para eliminar el color de las aguas residuales.	15
1.7.1. Composición química del olote o tusa de maíz.	15
1.8. Procesos y parámetros para la caracterización del olote o tusa de maíz.	16
1.8.1. Proceso de Tamizado para el olote o tusa de maíz.	16

1.8.2. La densidad de los materiales porosos.	17
1.8.3. Porosidad de la partícula (ϵ_p).	18
1.8.4. Tamizado.	18
1.8.5. Contenido de Humedad.	19
1.8.6. Porcentaje de Vacíos.	19
1.8.7. Microscopia electrónica de barrido.	19
1.8.7.1. El Microscopio SEM con cañón de emisión de campo (FESEM).	20
1.9. Tratamiento utilizado en el proceso de investigación.	21
1.9.1. Filtración.	21
1.9.1.1. Descripción de la filtración.	23
1.9.1.2. Tipos de filtros.	24
1.9.1.3. Criterios de Diseño.	25
1.9.1.4. Características típicas de diseño para filtros monomedio.	25
1.9.1.5. Características típicas de diseño para filtros de medio dual y múltiple para tratamiento de aguas residuales.	26
1.9.1.6. Fuerza impulsora.	28
1.9.1.7. Tasa de filtración.	28
1.10. Carbón Activado.	28
1.10.1. Propiedades.	29
1.10.2. Tamaño de poros.	30
1.11. Equipos utilizados para determinar la caracterización de las aguas residuales.	31
1.11.1. Espectrofotómetro.	31
1.11.2. Conductímetro.	31
1.11.3. Ph-metro.	31
1.2. OBJETIVOS	32
Objetivo General.	32
Objetivos Específicos.	32
1.3. HIPÓTESIS	33
Hipótesis Alternativa (Hi).	33
Hipótesis Nula (Ho).....	33
CAPITULO II	34
2. METODOLOGÍA	34
2.1. Tipo de Estudio	34
2.2. Población y Muestra.....	34
2.3. Operacionalización de Variables	35
2.4. Procedimientos	36

2.4.1. Procedimientos para la caracterización de las aguas residuales	36
2.4.2. Procedimiento para determinar las características del olote o tusa de maíz.....	38
2.4.2.1. Proceso para la trituration del olote o tusa de maíz.	39
2.4.2.2. Proceso para la tamización del olote o tusa de maíz.	40
2.4.2.3. Proceso para la determinación de la estructura, forma y porosidad del olote o tusa de maíz.....	41
2.4.2.4. Procedimiento para encontrar el porcentaje de vacíos para el lecho filtrante del olote o tusa de maíz.	41
2.4.2.5. Procedimiento para determinar la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.....	44
2.4.3. Procedimiento para la aplicación y evaluación de la eficiencia del olote o tusa de maíz en la remoción del color de las aguas residuales.	52
2.4.3.1. Procedimiento para determinar los parámetros en el laboratorio, del agua filtrada a través del lecho filtrante del olote o tusa de maíz.	53
2.4.3.2. Procedimiento para realizar los filtros de olote o tusa de maíz utilizando envases cilíndricos de plástico.	53
2.4.3.3. Procedimiento para la realización de carbón activado de olote o tusa de maíz en el laboratorio.....	54
2.4.4. Diseño del Filtro.....	54
2.4.4.1. Diseño del prototipo (filtros de olote o tusa de maíz a base de envases cilíndricos de plástico).....	54
2.4.4.2. Diseño del filtro o prototipo real	62
CAPITULO III.....	70
3. RESULTADOS	70
3.1. Resultados de la Caracterización de las aguas residuales de la Hilandería Guijarro.....	70
3.2. Resultados de la Caracterización del olote o tusa de maíz.	72
3.2.1. Resultados en la trituration y tamizado del olote o tusa de maíz.....	72
3.2.2. Resultados al determinar la estructura, forma y porosidad del olote o tusa de maíz.....	73
3.2.3. Resultados generales del análisis del olote o tusa de maíz.....	86
3.3. Resultados obtenidos en el Diseño del filtro (Prototipo).....	87
3.3.1 Plano del prototipo	88
3.4. Resultados de la aplicación y evaluación de la eficiencia del olote o tusa de maíz en la remoción de color.	90
3.4.1. Resultados generales de cálculos del diseño de Filtros de Olote o tusa de maíz a base de envases cilíndricos de plástico.....	90
3.4.2. Resultado del ensayo para el porcentaje de vacíos del olote o tusa de maíz.	92

3.4.3. Resultado en la determinación de la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.....	94
3.4.4. Resultados de los parámetros obtenidos del agua filtrada a través del lecho filtrante de tusa. ..	96
3.4.4.1. Pruebas de laboratorio (filtros de olote o tusa de maíz a base de botellas plásticas).	96
3.4.5. Resultado de las pruebas en el laboratorio con carbón activado de olote de maíz (CAT).	182
3.5. Resultados generales.	184
3.5.1. Resultados obtenidos de acuerdo al tamizado para obtención de N_{RE} , CD, h.	184
3.5.2. Resultados generales de los parámetros del agua residual de la Hilandería Guijarro con el prototipo-filtro real.	184
3.5.3. Resultados generales de solidos suspendidos y solidos totales del prototipo (Filtros de Olote).	187
CAPITULO IV	188
4. DISCUSIÓN.....	188
4.1. Caracterización de las aguas residuales de la Hilandería Guijarro.....	188
4.2. Caracterización del olote o tusa de maíz.	191
4.2.1. Trituración y tamizado.	191
4.2.2. Estructura, Forma y Porosidad del Olote o Tusa.....	191
4.3. Aplicación y evaluación de la eficiencia del olote o tusa de maíz en la remoción.....	192
4.3.1. Resultado del ensayo para el porcentaje de vacíos.....	192
4.4. Densidad de la tusa y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.	193
4.5. Resultados generales.	193
4.5.1. Pruebas de laboratorio con filtros de Olote o tusa de maíz, a base de botellas de plástico.	193
4.5.2. Pruebas de laboratorio prototipo real.	195
4.5.3. Resultados obtenidos de acuerdo al tamizado para obtención de N_{RE} , CD, h.	195
4.5.4. Comparación entre porcentaje de vacíos sueltos y compactados, con diferentes tamaños de partícula del olote o tusa de maíz.....	196
4.5.5. Comparación de precios	196
4.5.5.1. Carbón activado del olote o tusa de maíz en el laboratorio.....	196
4.5.5.2. Utilización del laboratorio de servicios ambientales.....	196
4.5.5.3. Reactivos e insumos	197
CAPITULO V.....	198
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	198
5.1. CONCLUSIONES.....	198
5.2. RECOMENDACIONES	200
CAPITULO VI	201

6. PROPUESTA.....	201
6.1. Título de la propuesta.....	201
6.2. Introducción.....	201
6.3. Objetivos.....	202
6.4. Fundamentación Científico – Técnica.....	203
6.4.1. Tipo de estudio.....	203
6.4.1.1. Investigación Descriptiva.....	203
6.5. Descripción de la propuesta.....	204
6.5.1. Establecer un procedimiento adecuado para la obtención del carbón activado del olote o tusa de maíz.....	204
6.5.1.1. Procedimiento para la realización de carbón activado de olote o tusa de maíz en el laboratorio.....	204
6.5.1.2. Diseño del Filtro.....	206
6.5.2. Obtener carbón activado de olote o tusa de maíz.....	214
6.5.3. Realizar un análisis de costos comparando el carbón activado con el CAT (carbón activado de olote o tusa de maíz).....	218
CAPITULO VII.....	221
7. BIBLIOGRAFÍA.....	221
CAPITULO VIII.....	224
8. ANEXOS.....	224
Anexo 1: Análisis de resultados del agua residual de la Hilandería Guijarro, muestra inicial y muestra final.....	224
Anexo 2: Método de ensayo para determinar la densidad y el porcentaje de absorción del olote o tuza de maíz y descripción fotográfica.....	226
Anexo 3: Método de ensayo para el porcentaje de vacíos y descripción fotográfica.....	235
Anexo 4: Informe de resultados del laboratorio de microscopia.....	242
Anexo 5: Imágenes fotográficas del proceso de trituración.....	258
Anexo 6: Imágenes fotográficas del proceso tamizado.....	259
Anexo 7: Informe de resultados de laboratorio (prototipo).....	260
Anexo 8: Informe de resultados de solidos suspendidos del agua residual de la Hilandería Guijarro, prototipo filtros de tusa.....	335
Anexo 9: Plano del diseño del filtro (Prototipo) real.....	336
Anexo 10: Imágenes fotográficas del proceso de la Hilandería Guijarro.....	337
Anexo 11: Imágenes fotográficas del proceso de filtrado por cada uno de los prototipos a base de envases cilíndricos de plástico.....	338

Anexo 12: Imágenes fotográficas del tanque de filtración-prototipo real	347
Anexo 13: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 858:2010 (Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos)	352
Anexo 14: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 156 (Determinación de la densidad relativa (gravedad específica) y absorción).	360
Anexo 15: Anteproyecto de Tesis.	369

INDICE DE ABREVIATURAS

A	Área
%h	Contenido de humedad
μ	Viscosidad cinemática
μm	Micras
1CAV-2,3TP	CAV y tusa de maíz 2(4,5 mm), 3(2,36 mm) y grava.
2, 3TP	Olote o Tusa de maíz 2(4,5 mm), 3(2,36 mm) y grava.
2,3T_{CT}	Olote o Tusa de maíz 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), y color total.
2,3TCVA	Olote o Tusa de maíz 2(4,5 mm), 3(2,36 mm) y C.A.V.
2,3TP_{CT}	Olote o Tusa de maíz 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), grava y C.T.
2,3TPCVA	Olote o Tusa de maíz 2(4,5 mm), 3(2,36 mm) y C.A.V.
2CAV-2,3T	CAV y tusa de maíz 2(4,5 mm), 3(2,36 mm)
3CAV-TT	Carbón activado vegetal y olote o tusa total
4CAV- TTP	Carbón activado vegetal y olote o tusa de maíz total y grava
A	Masa de la muestra seca
ARI	Aguas Residuales Industriales
B	Masa del picnómetro lleno con agua
C	Masa del picnómetro lleno con muestra y agua.
CA	Carbón activado.
CAT	Carbón activado de olote o tuza de maíz.
CD	Coefficiente Arrastre.
CD	Coefficiente de arrastre
Cr,	Cromo
ct	Color Total.
CV	Carbón vegetal.
CVA o CAV	Carbón vegetal activado o Carbón activado vegetal.
D	Diámetro partícula
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
e	Espesor
FEG	Field Emission Gun
g	Gravedad
h	Perdidas por fricción.

ht	Pérdidas totales
IUPAC	International Unión of Pureand Applied Chemists
L	Profundidad del lecho
MA	Masa del agregado
mm	Milimicras
N_{RE}	Número de Reynolds.
Pa	Peso del agua que contiene una muestra.
ph	Potencial de hidrogeno
Ph	Peso del suelo húmedo
Ps	Peso del suelo seco
Q	Caudal
r	Radio
S	Masa de la muestra saturada.
∫	Densidad
SEM	Scanning Electron Microscope
T2	Olote o Tusa de maíz 2(4,5 mm)
T3	Olote o Tusa de maíz 3(2,36 mm)
TP2	Olote o Tusa de maíz 2(4,5 mm) y grava.
TP3	Olote o Tusa de maíz 3(2,36 mm) y grava
TT	Olote o Tusa de maíz todos los tamaños de partícula
TT_{CT}	Olote o Tusa total y agua residual de color total.
TTCVA	Olote o Tusa de maíz total y Carbón vegetal activado.
TTP	Olote o Tusa de maíz todos los tamaños de partícula y grava.
TTP_{CT}	Olote o Tusa total, grava y agua residual de color total.
TTPCVA	Tusa total, grava y Carbón vegetal activado.
V	Volumen
Va	Volumen aparente
Vt	Volumen total
Vu	Volumen ultimo del solido
ε_p	Porosidad de la partícula
v	Velocidad

ÍNDICE DE CUADROS

GENERAL

Cuadro 1.	Análisis bromatológicos de la tusa.....	19
Cuadro 2.	Análisis mineralógico de los residuales.....	20
Cuadro 3.	Porcentaje de lignina y celulosa.....	20
Cuadro 4.	Procedimiento de los parámetros obtenidos de las aguas residuales....	41
Cuadro 5.	Procesos para la caracterización del olote o tusa de maíz.....	43
Cuadro 6.	Fórmulas para el porcentaje de vacíos sueltos y compactado.....	48
Cuadro 7.	Fórmulas para determinar la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.....	51
Cuadro 8.	Muestra 1 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.....	52
Cuadro 9.	Muestra 2 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.....	53
Cuadro 10.	Muestra 3 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.....	53
Cuadro 11.	Muestra 4 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.....	54
Cuadro 12.	Muestra 5 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.....	54
Cuadro 13.	Muestra 6 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.....	55
Cuadro 14.	Muestra 7 de la tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.....	56
Cuadro 15.	Muestra 8 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.....	56
Cuadro 16.	Muestra 9 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.....	57
Cuadro 17.	Muestra 10 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.....	57
Cuadro 18.	Diferencia de pesos, peso seco y peso húmedo.....	58
Cuadro 19.	Procedimiento mediante imágenes para determinar la densidad del	

	olote o tusa de maíz.....	59
Cuadro 20.	Procedimiento de los parámetros para realizar la caracterización de las aguas residuales.....	61
Cuadro 21.	Fórmulas utilizadas para el diseño del filtro a base de botellas de plástico.....	70
Cuadro 22.	Comparación de resultados del TULSMA.....	202
Cuadro 23.	Resultados generales del análisis del olote o tusa de maíz con el microscopio electrónico de barrido.....	203
Cuadro 24.	Precios de reactivos, materiales, equipos técnico e infraestructura.....	208
Cuadro 25.	Equipo técnico e infraestructura.....	208
Cuadro 26.	Precios de reactivos y materiales.....	209

POR RESULTADOS

Cuadro 1.	Resultados generales de los parámetros del agua residual con el prototipo-filtro real.....	78
Cuadro 2.	Trituración y tamizado de la tusa.....	80
Cuadro 3.	Resultados generales del análisis del olote o tusa de maíz.....	94
Cuadro 4.	Resultados generales del diseño del filtro prototipo real.....	97
Cuadro 5.	Resultados generales del diseño para el prototipo a base de botellas plásticas.....	99
Cuadro 6.	Determinación de porcentaje de vacíos sueltos y compactado del olote o tusa de maíz, T2 (tamaño de partícula de 4,5 mm).....	100
Cuadro 7.	Determinación de porcentaje de vacíos sueltos y compactado del olote o tusa de maíz, T2 (tamaño de partícula de 2,36 mm).....	101
Cuadro 8.	Comparación entre porcentaje de vacíos sueltos y compactados, con diferentes tamaños de partícula del olote o tusa.....	102
Cuadro 9.	Fórmulas para determinar la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.....	102
Cuadro 10.	Densidad del olote o tusa de maíz.....	103
Cuadro 11.	Porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.....	103
Cuadro 12.	Agua residual color verde oscuro pasado por el filtro T2.....	106
Cuadro 13.	Agua residual de color verde oscuro, pasado por el filtro TP2.....	107

Cuadro 14.	Agua residual de color verde oscuro, pasado por el filtro T3.....	108
Cuadro 15.	Agua residual de color verde oscuro, pasado por el filtro TP3.....	109
Cuadro 16.	Agua residual de color verde lechuga, pasado por el filtro T3.....	110
Cuadro 17.	Agua residual de color verde lechuga, pasado por el filtro TP3.....	111
Cuadro 18.	Agua residual de color verde lechuga, pasado por el filtro T2.....	112
Cuadro 19.	Agua residual de color verde lechuga, pasado por el filtro TP2.....	113
Cuadro 20.	Agua residual de color rojo, pasado por el filtro T2.....	115
Cuadro 21.	Agua residual de color rojo, pasado por el pasada por el filtro TP2..	116
Cuadro 22.	Agua residual de color rojo, pasado por el pasada por el filtro T3...	117
Cuadro 23.	Agua residual de color rojo, pasado por el pasada por el filtro TP3..	118
Cuadro 24.	Agua residual de color habano pasada por el filtro T2.....	120
Cuadro 25.	Agua residual de color habano pasada por el filtro TP2.....	121
Cuadro 26.	Agua residual de color habano pasada por el filtro T3.....	122
Cuadro 27.	Agua residual de color habano pasada por el filtro TP3.....	123
Cuadro 28.	Agua residual de color negro pasada por el filtro T2.....	125
Cuadro 29.	Agua residual de color negro pasada por el filtro TP2.....	126
Cuadro 30.	Agua residual de color negro pasada por el filtro T3.....	127
Cuadro 31.	Agua residual color negro pasada por el filtro TP3.....	128
Cuadro 32.	Agua residual de color verde militar pasada por el filtro TP2.....	129
Cuadro 33.	Agua residual de color verde militar pasada por el filtro T2.....	130
Cuadro 34.	Agua residual de color verde militar pasada por el filtro T3.....	131
Cuadro 35.	Agua residual de color verde militar pasada por el filtroTP3.....	132
Cuadro 36.	Agua residual de color verde oliva pasada por el filtroT2.....	134
Cuadro 37.	Agua residual de color verde oliva pasada por el filtro TP2.....	135
Cuadro 38.	Agua residual color verde oliva pasada por el filtro T3.....	136
Cuadro 39.	Agua residual de color verde oliva pasada por el filtro TP3.....	137
Cuadro 40.	Agua residual de color vino pasada por el filtro T3.....	138
Cuadro 41.	Agua residual de color vino pasada por el filtro TP3.....	139
Cuadro 42.	Agua residual de color vino pasada por el filtro T2.....	140
Cuadro 43.	Agua residual de color vino pasada por el filtro TP2.....	141
Cuadro 44.	Agua residual de color celeste pasada por el filtro T3.....	143
Cuadro 45.	Agua residual de color celeste pasada por el filtro TP3.....	144
Cuadro 46.	Agua residual de color celeste pasada por el filtro T2.....	145

Cuadro 47.	Agua residual de color celeste pasada por el filtro TP2.....	146
Cuadro 48.	Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro T2...	148
Cuadro 49.	Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro TP2.....	149
Cuadro 50.	Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro T3...	150
Cuadro 51.	Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro TP3.	151
Cuadro 52.	Agua residual de color café pasada por el filtro TT.....	153
Cuadro 53.	Agua residual de color plomo pasada por el filtro TT.....	155
Cuadro 54.	Agua residual de color rosado pasada por el filtro TT.....	156
Cuadro 55.	Agua residual de color café pasada por el filtro TT.....	157
Cuadro 56.	Agua residual de color rosado pasada por el filtro TTP.....	158
Cuadro 57.	Agua residual de color plomo pasada por el filtro TTP.....	159
Cuadro 58.	Agua residual de color lila pasada por el filtro TTP.....	161
Cuadro 59.	Agua residual de color café pasada por el filtro 2,3TP.....	162
Cuadro 60.	Agua residual de color rosado pasada por el filtro 2,3TP.....	163
Cuadro 61.	Agua residual de color plomo pasada por el filtro 2,3TP.....	164
Cuadro 62.	Agua residual de color lila pasada por el filtro 2,3 TP.....	165
Cuadro 63.	Agua residual de Color total pasada por el filtro TTP _{CT}	166
Cuadro 64.	Agua residual de Color total pasada por el filtro TT _{CT}	167
Cuadro 65.	Agua residual de Color total filtro 2,3TP _{CT}	168
Cuadro 66.	Agua residual de Color total pasada por el filtro 2,3T _{CT}	169
Cuadro 67.	Agua residual de color celeste pasada por el filtro CA.....	170
Cuadro 68.	Agua residual de color café pasada por el filtro CA.....	171
Cuadro 69.	Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro CA.	172
Cuadro 70.	Agua residual de color lila pasada por el filtro CV.....	173
Cuadro 71.	Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro CV.	174
Cuadro 72.	Agua residual de color celeste pasada por el filtro CV.....	175
Cuadro 73.	Agua residual de color café pasada por el filtro CV.....	176
Cuadro 74.	Agua residual de color vino pasada por el filtro CV.....	177
Cuadro 75.	Agua residual de color rosado pasada por el filtro CV.....	178
Cuadro 76.	Agua residual de color lila pasada por el filtro CV.....	178
Cuadro 77.	Agua residual de Color Total pasada por el filtro 2,3 TPCVA.....	179
Cuadro 78.	Agua residual de Color Total pasada por el filtro TTCVA.....	181

Cuadro 79.	Agua residual de Color Total pasada por el filtro 2,3TCVA.....	182
Cuadro 80.	Agua residual de Color Total pasada por el filtro TTPCVA.....	183
Cuadro 81.	Agua residual, de Color Total pasada por el filtro 1CVA.....	185
Cuadro 82.	Agua residual de Color Total pasada por el filtro 1CAV 2,3TP.....	186
Cuadro 83.	Agua residual de Color Total pasada por el filtro 2CAV.....	187
Cuadro 84.	Agua residual de Color Total pasada por el filtros 2CAV-2,3T.....	188
Cuadro 85.	Agua residual de Color Total pasada por el filtro 3CAV.....	189
Cuadro 86.	Agua residual de Color Total pasada por el filtro 3CAV.....	190
Cuadro 87.	Agua residual de Color Total pasada por el filtro 4CAV.....	191
Cuadro 88.	Agua residual, de Color Total pasada por el filtro TTP.....	192
Cuadro 89.	Agua residual de Color Total CAT.....	193
Cuadro 90.	Resultados obtenidos de N_{RE} , CD, h.....	195
Cuadro 91.	Resultados generales para A.R de colores claros.....	195
Cuadro 92.	Resultados generales de colores oscuros.....	196
Cuadro 93.	Resultados generales de color total.....	197
Cuadro 94.	Resultados generales de color total con CAT.....	197
Cuadro 95.	Resultados generales de solidos totales del prototipo (filtros de olote o tusa de maíz).....	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Plano del prototipo parte lateral.....	96
Figura 2.	Plano del prototipo parte superficial.....	96
Figura 3.	Filtros a base de botellas de plástico.....	98

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1.	Muestra inicial de agua residual procedentes de la Hilandería Guijarro ...	79
Grafico 2.	Muestra final de agua residual procedentes de la Hilandería Guijarro.....	79
Gráfico 3.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	106
Grafico 4.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	107
Gráfico 5.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	108
Gráfico 6.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	109
Grafico 7.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	110
Grafico 8.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	111
Grafico 9.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	113
Grafico 10.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	114
Grafico 11.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	115
Grafico 12.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	116
Grafico 13.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	118
Grafico 14.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	119
Grafico 15.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	120
Grafico 16.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	121
Grafico 17.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	123
Grafico 18.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	124
Grafico 19.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	125
Grafico 20.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	126
Grafico 21.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	127
Grafico 22.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	128
Grafico 23.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	130
Grafico 24.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	131
Grafico 25.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	132
Grafico 26.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	133
Grafico 27.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	134
Grafico 28.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	135
Grafico 29.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	136
Grafico 30.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	137
Grafico 31.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	138
Grafico 32.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	139
Grafico 33.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	141
Grafico34.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	142

Grafico 71.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	187
Grafico 72.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	188
Grafico 73.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	189
Grafico 74.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	190
Grafico 75.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	191
Grafico 76.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	192
Grafico 77.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	194
Grafico 78.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	196
Grafico 79.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	196
Grafico 80.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	197
Grafico 81.	Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración.....	198
Grafico 82.	Comparación de costos del Carbón Activado de Olote o Tusa de maíz con el Carbón Activado.....	271

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Variables principales en el diseño de filtros.....	26
Tabla 2.	Mecanismo de remoción en un filtro.....	26
Tabla 3.	Características típicas de diseño para filtros monomedio.....	30
Tabla 4.	Características típicas de diseño para filtros de medio dual y múltiple para tratamiento de aguas residuales.....	31
Tabla 5.	Velocidades y cargas hidráulicas diseño	32
Tabla 6.	Simbología de los filtros.....	104
Tabla 7.	Tipos de filtros del olote o tusa de maíz	104
Tabla 8.	Límites permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	200

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.	Diseño y características de un filtro convencional de arena.....	28
Imagen 2.	Diagrama del sistema de filtración con medios múltiples.....	29
Imagen 3.	Muestra 1 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 9,5 mm de diámetro.....	81
Imagen 4.	Muestra 1 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 9,5 mm de diámetro.....	82
Imagen 5.	Muestra 1 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 9,5 mm de diámetro.....	82
Imagen 6.	Muestra 2 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 4,5 mm de diámetro.....	83
Imagen 7.	Muestra 2 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 4,5 mm de diámetro.....	83
Imagen 8.	Muestra 2 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 4,5 mm de diámetro.....	84
Imagen 9.	Muestra 2 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 4,5 mm de diámetro.....	84
Imagen 10.	Muestra 2 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 4,5 mm de diámetro.....	85
Imagen 11.	Muestra 3 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 2,36 mm de diámetro.....	85
Imagen 12.	Muestra 3 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 2,36 mm de diámetro.....	86
Imagen 13.	Muestra 3 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 2,36 mm de diámetro.....	86
Imagen 14.	Muestra 4 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 2,00 mm de diámetro.....	87
Imagen 15.	Muestra 4 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 2,00 mm de diámetro.....	87
Imagen 16.	Muestra 5 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 1,18 mm de diámetro.....	88
Imagen 17.	Muestra 5 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 1,18	

	mm de diametro.....	88
Imagen 18.	Muestra 6 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 0,425 mm de diametro.....	89
Imagen 19.	Muestra 6 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 0,425 mm de diametro.....	89
Imagen 20.	Muestra 7 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 0,25 mm de diametro.....	90
Imagen 21.	Muestra 7 de olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 0,25 mm de diametro.....	90
Imagen 22.	Carbón Activado de olote o tusa de maíz.....	91
Imagen 23.	Carbón Activado de olote o tusa de maíz.....	91
Imagen 24.	Carbón Activado de olote o tusa de maíz.....	92
Imagen 25.	Carbón Activado de olote o tusa de maíz.....	92
Imagen 26.	Carbón Activado de olote o tusa de maíz.....	93
Imagen 27.	Carbón Activado de olote o tusa de maíz.....	93
Imagen 28.	Carbón Activado de olote o tusa de maíz.....	94
Imagen 29.	Beneficios del carbón activado de tusa	220
Imagen 30.	Proceso de la aplicación del carbón activado de olote o tusa de maíz..	221

IMÁGENES FOTOGRAFICAS

Imagen

fotográfica 1. Trituración del olote o tusa de maíz..... 45

Imagen

fotográfica 2. Proceso de tamizado..... 46

Imagen

fotográfica 3. Procedimiento para determinar el porcentaje de vacíos del olote o tusa de maíz..... 49

Imagen

fotográfica 4. Procedimiento mediante imágenes para determinar la densidad del olote o tusa de maíz..... 59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Análisis de resultados del agua residual de la Hilandería Guijarro, muestra inicial y muestra final.....	225
Anexo 2.	Método de ensayo para determinar la densidad y el porcentaje de absorción del olote o tuza de maíz y descripción fotográfica.....	227
Anexo 3.	Método de ensayo para el porcentaje de vacíos y descripción fotográfica.....	236
Anexo 4.	Informe de resultados del laboratorio de microscopia.....	243
Anexo 5.	Imágenes fotográficas del proceso de trituración.....	259
Anexo 6.	Imágenes fotográficas del proceso tamizado.....	260
Anexo 7.	Informe de resultados de laboratorio (prototipo).....	261
Anexo 8.	Informe de resultados de solidos suspendidos del agua residual de la Hilandería Guijarro, prototipo (filtros de tusa).....	336
Anexo 9.	Plano del diseño.....	337
Anexo 10.	Imágenes fotográficas del proceso de la Hilandería Guijarro.....	338
Anexo 11	Imágenes fotográficas del proceso de filtrado por cada uno de los prototipos a base de botellas plásticas.....	339
Anexo 12.	Imágenes fotográficas del tanque de filtración-real.....	348
Anexo 13	NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 858:2010 (Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos).....	352
Anexo 14	NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 156 (Determinación de la densidad relativa (gravedad específica) y absorción).....	353

RESUMEN

El presente trabajo de investigación corresponde al estudio de la aplicación del olote o tusa de maíz para la reducción de color de las aguas residuales de la Hilandería Guijarro, Cantón Guano realizado en la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para este estudio se seleccionó una serie de conceptos o variables los mismos que se miden de forma independiente, con el fin de especificar las propiedades importantes del olote o tusa de maíz, para ser utilizado como lecho filtrante en el tratamiento de las aguas residuales de color, de este manera se solucionaría la problemática de la contaminación visual producida por el color utilizado en los diferentes tinturados de lana de borrego, debido a que no son tratadas adecuadamente antes de ser descargadas a los lechos de los ríos.

Para el desarrollo de cada uno de los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, se utilizó diferentes métodos, procedimientos y análisis en el laboratorio para cada uno de los parámetros obtenidos, los cuales permitieron la caracterización de las aguas residuales así como del material filtrante, también se realizó el diseño y la construcción del filtro (prototipo), además se realizó diferentes pruebas del laboratorio y el análisis de los resultados en la aplicación del olote o tusa de maíz como material filtrante para la reducción de color de las aguas residuales.

Como resultado de la investigación se determinó que la mejor aplicación del olote o tusa de maíz como lecho filtrante para reducir el color de las aguas residuales, es filtro de olote o tusa de maíz con tamaño de partícula T2 (4,5 mm), T3 (2,36 mm), grava y carbón activado de olote o tusa de maíz siendo el más óptimo, llegando a reducir un 78,63% de color y un 21,37% de color no reducido, se puede decir que el lecho filtrante es eficiente con lo cual se pretende eliminar el impacto visual y ambiental que se genera al momento de descargar el efluente al lecho del río Guano.



Ms. Hugo Romero.

26 de Febrero del 2016

SUMMARY

The present research corresponds to the study of the application of the “*olote*” or corn cob for the reduction of color of the sewage from the Guijarro Spinning Mill, Canton Guano; it was done in the major of Environmental Engineering at the National University of Chimborazo.

For this research was selected a series of concepts or variables which are measured independently, in order to specify the important properties of the “*olote*” or corn cob, for use as a filter bed in the treatment of color sewage, this way it would be solved the visual pollution problems caused by the color used in the different dyed lambswool, due to which are not properly treated before being discharged to the river beds.

The development of each of the goals in the present research, it was used different methods, procedures and analyses in the laboratory for each of the obtained parameters, which allowed the characterization of sewage as well as of the filtering material, it was also the design and construction of the filter (prototype), it also carried out tests in the laboratory and the analysis of the results in the application of the “*olote*” or corn cob as filter media for the reduction of color of the sewage.

As a result of the research it was determined that the best application of the “*olote*” or corn cob as a filter bed to reduce the color of the sewage it is “*olote*” or corn cob filter with size of particle T2 (4,5 mm), T3 (2,36 mm), gravel and activated coal of “*olote*” or corn cob being the most optimal, to reduce a color 78,63% and a 21.37% of color not reduced, it can say that the filter bed is efficient which tries to eliminate the environmental and visual impact that is generated at the time of discharging the effluent to the river bed Guano.



GLOSARIO

T2: Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm.

TP2: Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm y grava.

T3: Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 2,36 mm.

TP3: Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 2,36 mm y grava.

TT: Olote o tusa de maíz con todos los tamaño de partícula que consta de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm).

TTP: Olote o tusa de maíz con todos los tamaño de partícula que consta de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm) y grava.

2, 3TP: Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm y grava.

CT: Color Total.

TTP_{CT}: Olote o tusa de maíz con todos los tamaño de partícula que consta de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), grava y agua residual con color total.

TT_{CT}: Olote o tusa de maíz con todos los tamaño de partícula que consta de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm) y agua residual con color total.

2,3TP_{CT}: Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm, grava y agua residual con color total.

2,3T_{CT}: Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm y agua residual con color total.

CV: Carbón vegetal.

CA: Carbón activado.

CVA o CAV: Carbón vegetal activado o Carbón activado vegetal.

2,3TPCVA: Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm, grava y con Carbón vegetal activado.

TTCVA: Olote o tusa de maíz con todos los tamaño de partícula que consta de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm) y Carbón vegetal activado.

2,3TCVA: Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm y con Carbón vegetal activado.

TTPCVA: Olote o tusa de maíz con todos los tamaño de partícula que consta de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), grava y Carbón vegetal activado.

1CAV-2,3TP: Diferentes filtros con Carbón activado vegetal y Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm y grava.

2CAV-2,3T: Diferentes filtros con Carbón activado vegetal y Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm y 2,36 mm.

3CAV-TT: Diferentes filtros con Carbón activado vegetal y Olote o tusa de maíz con todos los tamaño de partícula que consta de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm).

4CAV- TTP: Diferentes filtros con Carbón activado vegetal y Olote o tusa de maíz con todos los tamaño de partícula que consta de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm) y grava.

CAT: Carbón activado de olote o tusa de maíz.

N_{RE}: Número de Reynolds.

CD: Coeficiente Arrastre.

h: Perdidas por fricción.

ADSORBATOS: Es decir, es un proceso en el cual un contaminante soluble (adsorbato) es eliminado del agua por contacto con una superficie sólida (adsorbente).

MONOMEDIO: Un solo material

BAFLES: Es una pantalla o pared con muchos orificios.

EQUIDISTANTES: Es un adjetivo empleado para referirse a algo que se encuentra a igual distancia entre dos puntos.

LIGNINA: Sustancia natural que forma parte de la pared celular de muchas células vegetales, a las cuales da dureza y resistencia.

CELULOSA: es un biopolímero compuesto exclusivamente de moléculas de β -glucosa, tiene una estructura lineal o fibrosa. La celulosa es la biomolécula orgánica más abundante ya que forma la mayor parte de la biomasa terrestre.

FOTOSINTÉTICOS: Son organismos autótrofos (plantas) capaz de realizar fotosíntesis. O se transformar la energía luminosa en energía química.

VELLÓN: Conjunto de lana que se le quita a una oveja o a un carnero al esquilarlo.

CATIÓN: Ión que tiene carga positiva y procede de un elemento electropositivo

SURFACTIVOS: Los materiales de mayor importancia industrial contienen cadenas de hidrocarburos saturados unidos directos o indirectamente a grupos sulfonato o sulfato

FOTO-FENTON: Es un proceso de oxidación avanzada que utiliza la luz UV (luz ultravioleta), para la degradación catalítica de material químico presentes en agua residuales descargadas de diversas industrias

FOTOCATÁLISIS: Cuando se habla de fotocatalisis se hace referencia a una reacción catalítica que involucra la absorción de luz por parte de un catalizador o sustrato.

TROMEL O TAMIZ: Clasificador de áridos.

NANOPOROS: Son hoyos de tamaño nanométrico (entre 1 y 100 nm) que pueden ser creados de manera sintética por proteínas (proteínas en forma de embudo) o como huecos en materiales sintéticos como los silicatos o el grafeno (nanoporos de estado sólido).

MACROPOROS: Son extremadamente importantes en el movimiento del agua (infiltración, percolación y drenaje), intercambio gaseoso (oxígeno y dióxido de carbono) y además proveen espacio para el crecimiento de las raíces (canales)

NANOMETROS: Es la unidad de longitud que equivale a una mil millonésima parte de un metro ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

FILAMENTO: es el hilo en espiral que genera luz por acción de la temperatura en las lámparas incandescentes

ELECTROIMANES: Es un tipo de imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica, desapareciendo en cuanto cesa dicha corriente.

GRANATE: Es la denominación común de los colores que se asemejan a los de las variedades rojas y algo purpúreas

FLOC: resultante de la unión de las partículas coloides en suspensión y el coagulante (por ejemplo sulfato de aluminio).

FUERZA ASCENSIONAL: es el empuje que recibe todo cuerpo que flota o desaloja un volumen de líquido a gas haciéndolo subir.

AMORFO: Que no tiene una forma definida.

HETEROÁTOMOS: ES cualquier átomo salvo el carbono y el hidrógeno, que forma parte de un compuesto orgánico.

DESORBEN: Para quitar (o ser quitado) de una superficie sobre la que fue adsorbido o por el que fue absorbido.

ADSORBATO: Sustancia que se pega (adsorbe) en la superficie

ACIDOS FÚLVICOS: Son sustancias naturales que se producen en el suelo mediante la descomposición de materia orgánica.

LUZ MONOCROMÁTICA: A diferencia de la luz blanca, que está formada por muchos componentes, la luz monocromática es aquella que está formada por componentes de un solo color.

ADSORCION: Fenómeno por el cual un sólido o un líquido atraen y retiene en su superficie gases, vapores, líquidos o cuerpos disueltos.

ADSORBENTES: Un adsorbente es un sólido que tiene la capacidad de retener sobre su superficie un componente presente en corrientes líquidas o gaseosas. Se caracterizan por una alta superficie específica y por su inercia química frente al medio en el que se van a utilizar.

PROCESO DE OXIDACION: Pueden definirse como procesos que implican la formación de radicales hidroxilo ($^{\circ}\text{OH}$) de potencial de oxidación ($E = 2.8 \text{ Voltios}$) mucho mayor que el de otros oxidantes tradicionales. Estos radicales son capaces de oxidar compuestos orgánicos principalmente por abstracción de hidrógeno o por adición electrofílica a dobles enlaces generándose radicales orgánicos libres (R°) que reaccionan a su vez con moléculas de oxígeno

formando un peroxiradical, iniciándose una serie de reacciones de degradación oxidativa que pueden conducir a la completa mineralización de los contaminantes.

PROCESO DE FOTO-FENTON: Es un proceso de oxidación avanzada en el cual se producen radicales altamente reactivos del hidroxilo ($\text{OH}\cdot$). Esto se hace en condiciones de ambiente ácido y con presión y temperatura de ambiente, usando peróxido de hidrógeno (H_2O_2) que está catalizado con metales de transición, generalmente hierro. La reacción se aplica para el tratamiento efectivo de aguas residuales.

PROCESO DE FOTOCATALISIS HETEROGENEA: Cuando se habla de fotocatalisis se hace referencia a una reacción catalítica que involucra la absorción de luz por parte de un catalizador o sustrato.

PROCESO DE OZONIZACION: La ozonización es ampliamente utilizada en el tratamiento de las aguas, tanto potables como residuales. Permite la eliminación de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos, reduciéndose el TOC, olor, color, sabor y turbidez de las aguas, así como compuestos refractarios (sustancias tóxicas y compuestos farmacéuticos).

Aunque es necesaria su generación “in situ” (mediante “descargas eléctricas silenciosas”) y su coste inicial es alto, es un potente desinfectante debido a su alta reactividad y poder de reducción.

PROCESO DE FILTACION: Se denomina filtración al proceso unitario de separación de sólidos en una suspensión por medio de un medio mecánico poroso, también llamados tamiz, criba, cedazo, filtro. En una suspensión en un líquido mediante un medio poroso, retiene los sólidos mayores del tamaño de la porosidad y permite el paso del líquido y partículas de menor tamaño de la porosidad.

Generalmente al medio mecánico poroso usado para la separación mecánica se le llama filtros, tamices, cedazos, criba, o popularmente e incorrectamente: mallas o telas.

PROCESO DE INTERCAMBIO IONICO: El intercambio iónico es un intercambio de iones entre dos electrolitos o entre una disolución de electrolitos y un complejo. En la mayoría de los casos se utiliza el término para referirse a procesos de purificación, separación, y descontaminación de disoluciones que contienen dichos iones, empleando para ello sólidos poliméricos o minerales dentro de dispositivos llamados intercambiadores de iones

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se generan grandes cantidades de agua residual contaminada con color que se produce principalmente por diferentes procesos industriales. La cantidad de agua empleada en los procesos textiles, varía en forma considerable, dependiendo del proceso específico y del equipamiento utilizado por la planta. Los colorantes textiles tienen gran persistencia en el ambiente, y los métodos de eliminación clásicos no son útiles debido a que oxidaciones o reducciones parciales pueden generar productos secundarios altamente tóxicos. Muchas veces los efectos se observan a largo plazo, y en la mayoría de los casos son difíciles y costosos de tratar.

La Hilandería Guijarro, para sus procesos de lavado de lana y tinturado del hilo utiliza una gran cantidad de agua y variedad de tintes; además los procesos se manejan en forma discontinua, por lo que las concentraciones de los materiales residuales varían significativamente.

En la última década se ha investigado una gran variedad de materiales para el proceso de adsorción aplicado al tratamiento de aguas residuales, teniendo como resultado una amplia gama de adsorbentes de bajo costo y altas capacidades de carga, siendo aquellos que contienen lignina en su estructura los que demuestran buen desempeño para la remoción de color. (Valencia R. N., 2010).

La tusa u olote de maíz es un material orgánico con un apreciable porcentaje de lignina, el cual por ser considerado como desecho, se convierte en el presente trabajo como material alternativo para ser aplicado en procesos de adsorción. El olote o tusa de maíz actualmente se arroja en campo abierto o se quema, provocando un impacto considerable al ecosistema, por lo tanto se pretende darle un manejo adecuado y aprovecharlo como lecho filtrante en la absorción del color de las aguas residuales.

Con este proyecto de investigación al obtener resultados factibles, el beneficio producido no sólo será económico sino ambiental, ya que se le estaría dando un mejor uso a los recursos generados, debido que en el país el 40% de la obtención de esta plantación es desechada y a la vez se lograría reducir algunos de los problemas de contaminación que ocasionan los desechos agroindustriales en el medio y además se disminuirá el impacto ambiental que se origina por las aguas residuales de los procesos que se dan en la Hilandería Guijarro y al

encontrarse en una zona rural donde la materia prima (olote o tusa de maíz) es de fácil acceso, la aplicación de esta investigación sería beneficiosa.

Se realizó la caracterización de las aguas residuales provenientes de la Hilandería Guijarro y también se realizó la caracterización del olote o tusa de maíz necesario para la comprobación de la hipótesis, la cual manifiesta que se puede reducir o no el 50% de color en las aguas residuales con la aplicación del olote o tusa de maíz.

El siguiente trabajo de investigación se realizó a través de la aplicación de diferentes métodos y técnicas que consistieron en diversas prácticas de laboratorio, lo cual se hizo por medio de diferentes procedimientos para cada uno de los parámetros requeridos como densidad, porcentaje de absorción, porcentaje de vacíos compactados y sin compactar, tamizado, análisis de agua, diseño del prototipo y comprobar que el olote o tusa de maíz reducirá el color de las aguas residuales provenientes de la Hilandería Guijarro.

Mediante la utilización de filtros de base de envases cilíndricos se realizó pruebas con diferente lechos filtrantes, cambiando el tamaño de partícula del olote o tusa de maíz, grava.

A través de diferentes pruebas de laboratorio se determinó que el filtro 2,3T es el más eficiente para la reducción del color total de aguas residuales de la Hilandería Guijarro.

Con los resultados obtenidos se observó que en colores oscuros se reduce fácilmente el color hasta un 67,65%, en cambio que en colores claros su reducción es más complicada a pesar de esto se logró una reducción de color llegando hasta un 55,52% pero teniendo en cuenta que algunos colores fueron más difíciles y así mismo saturándose el lecho filtrante en corto tiempo en comparación a los colores oscuros.

En cambio cuando al utilizar el agua residual con varios colores mezclados denominado CT, siendo difícil la remoción del color con el lecho filtrante 2,3 TP reduciendo un 30,77%, se utilizó un mecanismo diferente que fue el CAT removiendo el 49,28% de color.

Se determinó que el filtro con lecho filtrante de olote o tusa de maíz fue el de tamaño 2 (4,5 mm), 3 (2,36 mm) y grava siendo el más óptimo con el carbón activado de olote o tusa de maíz, llegó a reducir un 78,63% de color y un 21,37% de color no retenido, por lo cual se puede decir que el lecho filtrante es eficiente ya que se logra reducir una cantidad significativa de color

TEMA

“ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ PARA LA REDUCCIÓN DEL COLOR EN AGUAS RESIDUALES DE LA HILANDERÍA GUIJARRO CANTÓN GUANO”

CAPITULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1. Antecedentes de la contaminación en aguas residuales por color.

A nivel mundial, se generan grandes cantidades de agua residual contaminada con color que se produce principalmente por diferentes procesos industriales. La cantidad de agua empleada en los procesos textiles, varía en forma considerable, dependiendo del proceso específico y del equipamiento utilizado por la planta. Los colorantes textiles tienen gran persistencia en el ambiente, y los métodos de eliminación clásicos no son útiles debido a que oxidaciones o reducciones parciales pueden generar productos secundarios altamente tóxicos. Muchas veces los efectos se observan a largo plazo, y en la mayoría de los casos son difíciles y costosos de tratar. (Collaguazo, 2013).

Una gran proporción de los colorantes no son directamente tóxicos para los organismos vivos; sin embargo, la fuerte coloración que imparten a los medios de descarga puede llegar a suprimir los procesos fotosintéticos en los cursos de agua, por lo que su presencia debe ser controlada. En general, las moléculas de los colorantes utilizados en la actualidad son de estructuras muy variadas y complejas. La mayoría de ellos son de origen sintético, muy solubles en agua, altamente resistentes a la acción de agentes químicos y poco biodegradables. (Collaguazo, 2013).

Los efluentes industriales coloreados son un indicador evidente de la contaminación de los cuerpos de agua; la presencia de cantidades mínimas de colorante impacta negativamente la estética del medio y repercute drásticamente en los procesos de auto regeneración del recurso hídrico, afectando gravemente la vida acuática. (Giraldo, 2012)

1.2. Caracterización de efluentes industriales.

La industria textil es muy intensiva en el uso de agua. El agua se utiliza para limpiar las materias primas y para muchos pasos que limpian con chorros de agua durante todo el proceso de producción.

Las aguas residuales industriales (ARI) pueden contener sustancias tóxicas y compuestos que pueden afectar los sistemas de drenaje por los que circulan, y que para ser desechadas necesitan ser tratadas previamente, de manera tal que puedan ser adecuadas para su ubicación en las respectivas redes de vertido, depuradoras o sistemas naturales, tales como lagos, ríos, embalses, etc. (Romero, 2015)

Los caudales de ARI, varían según el tipo y tamaño de la industria y también según el sistema de tratamiento de residuos empleado en la empresa. En industrias en las que no se practica la reutilización interna, puede suponerse que entre el 85% y el 95% del agua utilizada en las distintas operaciones y procesos se convierte en agua residual. Sin embargo se trata de estimaciones generales, ya que las variaciones de caudal en días sucesivos o incluso en un mismo día, son habituales en la industria, así como la variación en carga contaminante. La gran variedad cualitativa y cuantitativa de los efluentes residuales industriales es lo que hace compleja su tratabilidad ya que los tratamientos que se apliquen deben adaptarse aún más específicamente y ser más flexibles que en el caso de las aguas residuales urbanas. (Romero, 2015)

Se conoce que la calidad de los efluentes domiciliarios presentan contaminación orgánica e inorgánica de similar naturaleza y concentración de una ciudad a otra (salvo que tenga descargas clandestinas de efluentes industriales sin tratar) y por lo tanto el lineamiento de los tratamientos es similar, sin embargo, cuando hablamos de efluentes industriales se requiere una investigación propia de cada industria, poniendo énfasis en los productos y procesos que se emplean a fin de intuir los contaminantes a esperar y realizar una caracterización del efluente en calidad y cantidad lo más acertada posible para diseñar el tratamiento más apropiado a fin de cumplir con la legislación de descarga de acuerdo al cuerpo receptor. (Romero, 2015)

Los efluentes industriales varían de industria a industria, aunque se trate del mismo tipo de procesos por lo que la elección de un tratamiento adecuado dependerá de:

- El conocimiento de los diversos contaminantes.
- La caracterización de los distintos efluentes de la industria
- La organización de los desagües y la separación de los efluentes
- La elección entre los diversos métodos de depuración físico químicos y/o biológicos
- La posibilidad de reutilización y recupero del efluente

Lo expuesto implica la necesidad de un minucioso estudio preliminar, ya que cualquier elemento nocivo que no se detecte en esta etapa podrá posteriormente perturbar procesos, inhibirlos o brindar un efluente que no cumpla con las condiciones necesarias para la descarga. (Romero, 2015)

Para la elección de la solución técnica y económica más adecuada para el tratamiento de las ARI es necesario caracterizar el efluente cuidadosamente en cantidad y calidad, considerando:

- Volúmenes diarios (considerando estacionales).
- Caudales horarios mínimo y máximo.
- Composición del efluente.
- Fabricaciones continuas y discontinuas.
- Importancia y periodicidad de los puntos de contaminación.
- Posibilidad de separación de los circuitos.
- Posibilidades de tratamientos o recirculaciones locales o parciales.

Contaminaciones secundarias, ocasionales, que puedan afectar seriamente equipos de tratamiento o el tratamiento en sí (colas, ácidos, alquitranes, fibras, aceites, arenas). Siempre es conveniente comparar la información obtenida con antecedentes de industrias de similares características, aunque los efluentes en general no son los mismos por distintas condiciones de higiene, manipuleo de productos, cantidades utilizadas en el proceso y en la limpieza, métodos de limpieza, vinculación entre los distintos desagües (industriales, cloacales y pluviales), etc. (Mejia, 2009)

1.3. Aguas residuales con color provenientes de las descargas de la Hilandería Guijarro.

La Hilandería Guijarro es una empresa que se encuentra ubicado en la provincia de Chimborazo en la ciudad de Guano, localizado en la parroquia urbana; el área donde está enclavada la instalación tiene una superficie aproximada de 1.5 ha., en dos plantas, la primera que se ubica en la Avenida 20 de Diciembre y la segunda que está junto al Río Guano.

La empresa se dedica a la fabricación de hilo cuya materia prima es la lana. Las actividades productivas o fases de la empresa son:

1.3.1. *Receptar y almacenar:* Se receiptan 16 quintales de lana de oveja semanalmente ésta es clasificada en lana blanca y gris. (Mejia, 2009).

1.3.2. *Lavado:* La cantidad de impurezas que contiene la fibra de lana es importante, en algunos casos, alcanza hasta 60% del peso del vellón por lo tanto, la descarga proveniente de los baños del lavado de la lana sucia resulta ser la de mayor contaminación en la industria textil, posee una elevada DBO y alta concentración de sustancias grasas y sólidos sedimentables o en suspensión y según la opinión de varios autores, son considerados como los más difíciles de tratar de toda la industria textil, tanto por la naturaleza de los polucionantes como por su concentración. (Cifuentes, O., 2006)

1.3.3. *Hilado y peinado:* Se separan los hilos y eliminando las impurezas vegetales e hilos más cortos. El producto final es la cinta de la lana cardada. (Mejia, 2009)

1.3.4. *Tinturado y lavado:* Los productos de lana son teñidos utilizando varios grupos de colorantes: colorantes ácidos, ácido-cromo, metálico-complejo 1:1 y 1:2 y reactivos para fijar el color. La contaminación potencial está en la tintura y en los ácidos orgánicos presentes. La carga inorgánica está formada fundamentalmente por sales de sodio que arrastran grandes cantidades del catión en el efluente. En el caso de utilizar Cromo, el efluente es altamente tóxico. (Mejia, 2009)

1.3.5. *Secado y despacho:* Los hilos son secados y empacados para su comercialización en la ciudad de Guano y Otavalo. (Mejia, 2009)

1.4. Proceso en el cual se origina la introducción de colorantes.

La Hilandería utiliza una gran cantidad de agua para sus actividades, la misma que se toma de dos secciones, la primera que usa el agua del canal de riego que atraviesa la empresa que sirve para el lavado de lana y que luego es descargado al mismo canal 10 metros más adelante, y la segunda sección que es de lavado y tinturado del hilo que toma el agua de un desvío del canal principal y sus residuales líquidos son evacuados hacia el río Guano. (Mejia, 2009)

1.4.1. Teñido.

Los productos de lana, en varias etapas del procesamiento, son teñidos a través de métodos temporales. Se utilizan varios grupos de colorantes: colorantes ácidos, ácido-cromo, metálico-complejo 1:1 y 1:2 y reactivos. (Mejia, 2009)

El teñido con los colorantes ácidos se lleva a cabo en un ambiente ácido. Cuanto más resistentes son las fibras al teñido, más ácido (pH inferior) debe ser el ambiente, para que la absorción del colorante sea la adecuada. Para este fin se aplican ácidos orgánicos, fórmicos y acéticos así como sales ácidas (por ejemplo, sulfato amónico). Para obtener el color uniforme es necesario añadir al baño colorante unas sustancias que permiten igualar el color, que por lo general son los compuestos de aniones o no-iónicos surfactivos. (Mejia, 2009)

1.4.2. Teñido y blanqueo.

En el teñido la contaminación potencial está en la tintura y en los ácidos orgánicos presentes; la concentración de colorante suele ser baja en el remanente pero hay que recordar que se manejan volúmenes muy importantes. La carga inorgánica está formada fundamentalmente por sales de sodio que arrastran grandes cantidades del catión en el efluente. En el caso de utilizar Cr, el efluente es altamente tóxico. Cuando se lleva a cabo el proceso de blanqueo, se realiza por lo general con agua oxigenada. (Mejia, 2009)

1.5. Alternativas para eliminar el color de las aguas residuales.

El tratamiento de efluentes coloreados es un problema ambiental que aún no ha sido resuelto satisfactoriamente para obtener de forma general un rendimiento elevado mediante un proceso estable, sostenible y económico. La elección de la tecnología más conveniente

depende de numerosos factores, como el colorante utilizado, la cantidad y variedad de contaminantes del agua, el caudal vertido, el régimen de producción, etc. (Gregal, 2013)

Diversos métodos fisicoquímicos y biológicos han sido utilizados para el tratamiento de efluentes coloreados y se han obtenido eficiencias considerables; no obstante, sus costos elevados y la generación de subproductos más tóxicos limitan su implementación. La adsorción con adsorbentes alternativos ha mostrado ser una opción eficiente para la eliminación de colorantes en solución. (Giraldo, 2012).

Se estima que los efluentes de las industrias textiles contienen, aproximadamente, el 8-20% de los colorantes usados para el proceso de tinción, como resultado de su consumo incompleto, a lo cual se suman cantidades remanentes de los productos químicos. (Giraldo, 2012).

Existen diversos métodos tanto físicos como químicos para el tratamiento de colorantes en solución, entre los que cabe mencionar: floculación, procesos avanzados de oxidación, fotofenton, fotocátalisis heterogénea, ozonización, filtración, intercambio iónico y adsorción. Se han obtenido con ellos porcentajes de decoloración satisfactorios; sin embargo, la mayoría de estos procesos son costosos e implican una eliminación incompleta del colorante y/o la generación de lodos o especies carcinogénicas y tóxicas. (Giraldo, 2012).

Otra alternativa son los tratamientos biológicos; ellos han mostrado ser eficientes, pero la experimentación con volúmenes considerables es aún no realizable. La adsorción con carbón activado ha sido una de las estrategias más desarrolladas y eficientes, pero su elevado costo restringe su implementación. Este adsorbente es obtenido a partir de materiales que poseen un alto contenido de carbono y se caracteriza por una gran capacidad de adsorción debido a su alta porosidad y gran área superficial específica con alto grado de reactividad; sin embargo, sus propiedades fisicoquímicas son afectadas en medios ácidos, conduciendo a una disminución de su capacidad adsorptiva. Por ello, la investigación de materiales alternativos, de origen natural con propiedades similares, de fácil adquisición y mínimo valor económico se ha fortalecido enormemente en los últimos años. La adsorción con residuos agroindustriales se ha convertido en un método adecuado para la separación de contaminantes en solución, permitiendo su retención eficiente, así como la posible recuperación y reciclaje de los materiales adsorbentes que señalan sus bondades ambientales. (Giraldo, 2012).

1.6. Alternativas renovables para eliminar el color de las aguas residuales.

En la última década se ha investigado una gran variedad de materiales para el proceso de adsorción aplicado al tratamiento de aguas residuales, teniendo como resultado una amplia gama de adsorbentes de bajo costo y altas capacidades de carga, siendo aquellos que contienen lignina en su estructura los que demuestran buen desempeño para la remoción de color. (Q.I., 2006)

1.7. El olote o tusa de maíz como alternativa renovable para eliminar el color de las aguas residuales.

La olote o tusa de maíz es un material orgánico con un apreciable porcentaje de lignina, el cual por ser considerado como desecho, se convierte en el presente trabajo como material alternativo para ser aplicado en procesos de adsorción.

El olote (en náhuatl: *olotl*, ‘corazón’) (por aféresis de *yólotl*), chócolo, marlo, tusa, zuro o la coronta (en quechua: *qurushta*) es el huesete (raquis) de la mazorca del maíz. (Q.I., 2006)

El llamado olote o tusa del maíz es subproducto del maíz. Es un desecho industrial producido a gran escala durante el desgranado que sufre el maíz cuando es procesado. Además se le dan diversos usos domésticos, artesanal, alimento para algunos animales y parte de ellas son para desecho. La tusa seca es abundante en diferentes regiones del país. En grandes cantidades se utiliza como forraje para ganado, también se usa como envoltura para diferentes alimentos. En el campo las utilizan como combustible para encender el fuego, para cocinar, abono etc. (Salazar, 2011)

El III Censo Nacional Agropecuario señala que, en el país se siembran anualmente unas 265.744 ha, de las cuales 54.823 ha, corresponden al callejón interandino y 190.453 ha, en el litoral. La producción de la sierra, principalmente se la dedica al consumo humano, en tanto que la del litoral a la industria de alimentos balanceados.

Por cada seis toneladas de cosecha, que produce una hectárea de cultivo, se queman o desechan dos toneladas de tusa”. Es decir que el 40% de la obtención de esta plantación es desechada. (ESPAC. 2002 – 2003)

1.7.1. Composición química del olote o tusa de maíz.

Se presenta la composición química del olote o tusa de maíz, mostrado a continuación en los siguientes cuadros:

Cuadro 1. Análisis bromatológicos del olote o tusa de maíz.

Parámetros (%)	Tusa100%
Fibra	25,99
Grasa	7,29
Proteína	3,85
Humedad	9,37
Cenizas	10,85

Fuente: Valencia 2002 y Yambay 2000

Cuadro 2. Análisis mineralógico de los residuales.

TUSA	N %	K mg/K g	P mg/Kg	Ca mg/K g	Mg mg/K g	Zn mg/K g	Fe mg/K g	Cu mg/K g	Na mg/K g	Mn mg/K g
	1,7	3654	55	2173	1096	35,48	52,1	1,81	1469	8,13

Fuente: CESTTA 2008

Cuadro 3. Porcentaje de lignina y celulosa.

Análisis	Olote o Tusa 100%
Celulosa (%)	5,28
Lignina (%)	1,57

Fuente: LAB. NUTRICION ANIMAL ESPOCH 2008

1.8. Procesos y parámetros para la caracterización del olote o tusa de maíz.

A continuación se describen los procesos y parámetros que se realizaron para la caracterización del olote o tusa de maíz considerando que se utilizara como lecho filtrante.

1.8.1. Proceso de Tamizado para el olote o tusa de maíz.

El tamiz consiste en una superficie con perforaciones uniformes por donde pasará parte del material y el resto será retenido por él. Para llevar a cabo el tamizado es requisito que exista vibración para permitir que el material más fino traspase el tamiz. De un tamiz o malla se

obtienen dos fracciones, los gruesos y los finos. Estacionarios (generalmente las cribas están inclinadas para permitir el flujo continuo de sólidos en el proceso). Se usan en operaciones intermitentes de pequeña escala. Tamices con giro, tromel o tamiz rotatorio de tambor: La capacidad del tromel aumenta con la velocidad de giro hasta un valor de ésta para el cual resulta “cegado” el tamiz por acumulación y atasco del material en sus orificios, ya que el material no se desliza sino se queda centrifugado en la superficie. Como consecuencia de la definición de tamaños se separa primero el material grueso del fino. Contienen varias series de Tamices unos sobre otros, acoplados en una carcasa; en donde el tamiz más grande está arriba y el más fino en el fondo. Tamizado por vibración, se utilizan para grandes capacidades. La vibración se puede generar mecánica o eléctrica. (Romero, 2015)

1.8.2. La densidad de los materiales porosos.

La densidad de un material es la masa por unidad de volumen que ocupa. Son unidades habituales de densidad el g/cm^3 , kg/m^3 o Mg/m^3 . Sin embargo, los materiales porosos no rellenan todo el espacio. En el volumen que ocupan dejan unos espacios vacíos o huecos que se denominan poros. Normalmente los poros se encuentran llenos de gas o de líquido y van a dificultar la determinación del volumen y de la masa real de sólido a la hora de medir su densidad.

Por muy pequeña que sea una partícula sólida puede contener poros. Al igual que el tamaño de partícula, el tamaño de poro es muy variado: desde los macroporos que se observan a simple vista ($> \text{mm}$) hasta los micro y nanoporos de unos pocos nanómetros. La porosidad es una característica del material que tiene un gran efecto en las propiedades del objeto final. El material va a tener poros cerrados, aquellos que no están abiertos a la superficie externa del sólido, y poros abiertos, los que son accesibles desde la superficie. En un sólido poroso se pueden definir tres tipos de volúmenes:

1. El volumen total (V_t) se determina utilizando instrumentos como un calibre o un micrómetro para medir las dimensiones principales del objeto, y corresponde al volumen que ocupa el sólido con todos sus poros.
2. El volumen aparente (V_a) es el volumen que desplaza el sólido cuando se sumerge en un líquido, el cual será el volumen de sólido y el volumen de poro cerrado ya que el líquido

penetra en los poros abiertos. El volumen último del sólido (V_u) es el volumen real de sólido, y su determinación experimental es bastante más laboriosa.

3. La porosidad es el porcentaje de volumen total de poro ($V_{\text{Poro cerrado}} + V_{\text{Poro abierto}}$) respecto del volumen total (V_t). Asociados a estos tres volúmenes se definen tres tipos de densidades en los materiales porosos:

- Densidad volumétrica: es la densidad calculada cuando se ha medido el volumen total.
- Densidad última del sólido: es la densidad real del sólido. Para sólidos cristalinos se puede determinar una vez conocida la composición química exacta y la estructura cristalina, esto es, conociendo la masa y las dimensiones que tiene la celda unidad del compuesto. (Santos, 2013)

1.8.3. Porosidad de la partícula (ϵ_p).

La porosidad de la partícula representa la fracción del volumen total de la partícula que ocupan los poros. La porosidad de la partícula tiene unidades de cm^3 vacíos / cm^3 partícula. Desde el punto de vista cualitativo la porosidad es la capacidad de una partícula de tener poros, entendiendo por poro cualquier espacio de una masa rocosa que no esté ocupado por un material sólido, sino por un fluido (agua, aire, petróleo,...). Cuantitativamente, la porosidad se define como el espacio total ocupado por poros. (Fundación Wikimedia, Inc, 2014)

1.8.4. Tamizado.

La tamización o tamizar es un método físico para separar mezclas en el cual se separan dos sólidos formados por partículas de tamaño diferente.

Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz o cualquier cosa con la que se pueda colar. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz o colador atravesándolo y las grandes quedan atrapadas por el mismo.

Es un método muy sencillo utilizado generalmente en mezclas de sólidos heterogéneos. Los orificios del tamiz suelen ser de diferentes tamaños y se utilizan de acuerdo al tamaño de las partículas de una solución homogénea, que por lo general tiene un color amarillo el cual lo diferencia de lo que contenga la mezcla. Características de un tejido de tamiz: según la naturaleza del tamiz que es el material del que están hechos los hilos, pueden ser de acero;

bronce y nailon. Los tamices pueden poseer una diversidad de formas geométricas, pudiendo ser cuadrados, rectangulares, redondos, etc. (Fundación Wikimedia, Inc, 2014)

1.8.5. Contenido de Humedad.

El contenido de humedad se lo define como la relación porcentual (%h) del peso de agua contenida en la muestra y el peso de la muestra seca o peso de los sólidos. Para encontrar el contenido de humedad aplicamos la siguiente fórmula:

$$\%h = \frac{Pa}{Ps} * 100$$

$$Pa = Ph - Ps$$

%h = Contenido de humedad

Pa = Peso del agua que contiene una muestra.

Ps = Peso del material seco

Ph = Peso de material húmedo

La humedad puede estar presente como humedad adsorbida en las superficies internas y como agua condensada capilarmente en los poros pequeños. Con una humedad relativa baja, la humedad consta principalmente de agua absorbida. A humedades relativamente más altas, el agua líquida tiende a ser cada vez más importante, dependiendo del tamaño de los poros. En materiales de madera, sin embargo, casi toda el agua es absorbida a humedades por debajo del 98% de humedad relativa. (Fundación Wikimedia, Inc, 2013)

1.8.6. Porcentaje de Vacíos.

Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. (Cisneros, 2009)

1.8.7. Microscopia electrónica de barrido.

Principios generales de la Microscopía Electrónica de Barrido (Scanning Electron Microscope, SEM). El microscopio electrónico de barrido, conocido por sus siglas inglesas SEM, utiliza electrones en lugar de luz para formar una imagen. Para lograrlo, el equipo cuenta con un dispositivo (filamento) que genera un haz de electrones para iluminar la muestra y con diferentes detectores se recogen después los electrones generados de la interacción con la superficie de la misma para crear una imagen que refleja las

características superficiales de la misma, pudiendo proporcionar información de las formas, texturas y composición química de sus constituyentes. (Leyva, 2009)

1.8.7.1. El Microscopio SEM con cañón de emisión de campo (FESEM).

Los nuevos microscopios SEM trabajan utilizando como fuente de electrones un cañón de emisión de campo (Field Emission Gun, FEG) que proporcionan haces de electrones de alta y baja energía más focalizados, lo que permite mejorar la resolución espacial, minimizar cargas sobre el espécimen a observar, causando además menos daños en muestras sensibles.

En el microscopio electrónico de barrido, un campo magnético permite enfocar los rayos catódicos (electrones) y obtener una imagen tridimensional, por el examen de la superficie de las estructuras, permitiendo la observación y la caracterización de materiales orgánicos e inorgánicos, proporciona aumentos de 200.000 diámetros. Los microscopios electrónicos de barrido no proporcionan naturalmente las imágenes en 3D. (Leyva, 2009)

- **Como se utiliza:**

Utiliza un haz de electrones en lugar de un haz de luz para formar una imagen. Tiene una gran profundidad de campo, la cual permite que se enfoque a la vez una gran parte de la muestra. Produce imágenes de alta resolución, que significa que características espacialmente cercanas en la muestra pueden ser examinadas a una alta magnificación. Su resolución está entre 3 y 20 nanómetros, dependiendo del microscopio. Mientras que con el óptico es de 0.2 micrómetros (Leyva, 2009)

- **Cómo funciona:**

La luz se sustituye por un haz de electrones, los lentes por electroimanes y las muestras se hacen conductoras metalizando su superficie. Un detector recoge y amplifica la señal emitida por la interacción del haz de electrones incidente con la muestra y en un tubo de rayos catódicos (TV) se forma la imagen en 3D para ser observada y fotografiada. (Leyva, 2009)

Al incidir el haz de electrones sobre la muestra, interactúa con ella y se producen diversos fenómenos que serán captados y visualizados en función del detector que utilizemos. (Leyva, 2009)

- **Señales generadas en un SEM:**

1. Electrones Secundarios. (Información topográfica de la muestra.)

2. Electrones Retro dispersados (Composición superficial de la muestra)
3. Rayos X (Facilitan información analítica). (Leyva, 2009)

1.9. Tratamiento utilizado en el proceso de investigación.

1.9.1. Filtración.

En el tratamiento de aguas residuales, la filtración de aguas residuales, la filtración es una operación utilizada para remover sólidos, material no sedimentables, turbiedad, fosforo. DBO, DQO, metales pesados, virus; es decir para asegurar una calidad superior del efluente secundario. La mayor experiencia en la utilización de la filtración para tratamiento de aguas proviene del diseño y operación de filtros de medio granular para la obtención de agua potable. Sin embargo, aunque el diseño, la configuración física y la operación de los filtros tienen los mismos principios básicos en ambas aplicaciones, debe tomarse en cuenta que hay diferencias muy importantes entre la aplicación de la filtración para agua potable y para efluentes secundarios de aguas residuales o, en general, aguas residuales pre-tratadas.

La filtración se puede usar para depurar aguas efluentes secundarios, sin agregar coagulantes; con agregación de coagulantes, antes de la filtración o antes del sedimentador secundario, y para depurar agua residuales crudas previamente coaguladas, floculadas y sedimentadas, en una planta de tratamiento físico-químico. La remoción de, los sólidos suspendidos contenidos en el agua residual, dentro del lecho filtrante granular, en todos los casos, es el resultado de un proceso muy complejo que involucra mecanismos de remoción de diferentes como el cribado, la interceptación, la adsorción, floculación y sedimentación. (Tchobanoglous, 1995)

La producción de agua clara y cristalina es prerrequisito para el suministro de agua segura y requiere de la filtración. Aunque cerca del 90% de la turbiedad y el color son removidos por la coagulación y la sedimentación, una cierta cantidad de floculo pasa al tanque de sedimentación y requiere su remoción. Por ello, para lograr la clarificación final se usa la filtración a través de medios porosos; generalmente dichos medios son arena o arena y antracita. (Rojas, 1999)

Tabla 1. Variables principales en el diseño de filtros.

VARIABLE	SIGNIFICADO
----------	-------------

<p>1.- Características del medio filtrante.</p> <p>a) Tamaño del grano.</p> <p>b) Distribución granulométrica.</p> <p>c) Forma, densidad, composición del grano.</p> <p>d) Carga del medio.</p>	<p>Afecta la eficiencia de remoción de partículas y el incremento en pérdidas de carga.</p>
<p>2.- Porosidad del lecho filtrante.</p>	<p>Determinan la cantidad de sólidos que pueden almacenarse en el filtro.</p>
<p>3.- Profundidad del lecho filtrante.</p>	<p>Afecta la pérdida de carga y la duración de la carrera.</p>
<p>4.- Tasa de filtración.</p>	<p>Determina el área requerida y la pérdida de carga.</p> <p>Afecta la calidad del efluente.</p>
<p>5.- Pérdida de carga disponible.</p>	<p>Variable de diseño.</p>
<p>6.- Características del afluente.</p> <p>a) Concentración de sólidos suspendidos</p> <p>b) Tamaño y distribución del floculo.</p> <p>c) Resistencia del floculo.</p> <p>d) Carga eléctrica del floculo.</p> <p>e) Propiedades del fluido.</p>	<p>Afectan las características de emoción del filtro.</p>

Fuente: (Rojas, 1999)

Tabla 2. Mecanismo de remoción en un filtro.

MECANISMO	DESCRIPCIÓN
<p>1.- Cribado.</p> <p>a) Mecánico.</p> <p>b) Oportunidad de contacto.</p>	<p>Partículas más grandes que los poros del medio son retenidos mecánicamente.</p> <p>Partículas más pequeñas que los poros del medio son retenidos por oportunidad de contacto.</p>
<p>2.- Sedimentación.</p>	<p>Las partículas se sedimentan sobre el medio filtrante dentro del filtro.</p>
<p>3.- Impacto inercial.</p>	<p>Las partículas pesadas no siguen las líneas de corriente.</p>
<p>4.- Intercepción.</p>	<p>Muchas partículas que se mueven a lo largo de una línea de corriente son removidas cuando entran en contacto con la superficie del medio filtrante.</p>
<p>5.- Adhesión.</p>	<p>Las partículas floculantes se adhieren a la superficie del medio filtrante. Debido a la fuerza de arrastre del agua, algunas son arrastradas antes de adherirse fuertemente y empujadas más profundamente dentro del filtro. A medida que el lecho se tapona, la fuerza cortante superficial aumenta hasta un límite para el cual no hay remoción adicional. Algún material se fugara a través del fondo del filtro haciendo aparecer, la adsorción, física y química, permite su retención sobre dicha superficie.</p>

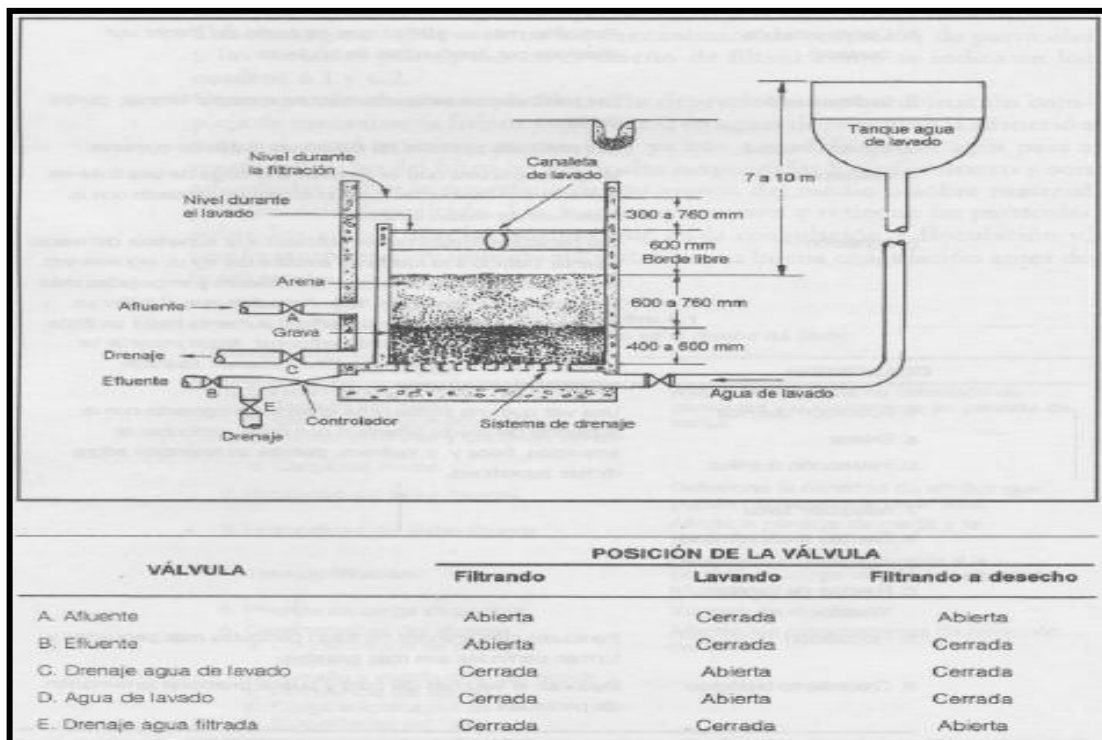
6.- Adsorción química. a) Enlace. b) Interacción química.	Una vez que una partícula ha entrado en contacto con la superficie del medio filtrante o con otras partículas, la adsorción física o química, permite su retención sobre dichas superficies.
7.- Adsorción física. <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza electrostática. • Fuerza electrocinética. • Fuerza de Vander Waals. 	
8.- Floculación.	Partículas más grandes capturan partículas más pequeñas y forman partículas aún más grandes.
9.- Crecimiento biológico.	Reducen el volumen del poro y pueden promover la remoción de partículas.

Fuente: (Rojas, 1999)

1.9.1.1. Descripción de la filtración.

El filtro rápido por gravedad es tipo de filtro más usado en tratamiento de aguas. La operación de filtración supone dos etapas: filtración y lavado; las dos etapas se identifican en el siguiente gráfico:

Imagen 1. Diseño y características de un filtro convencional de arena.

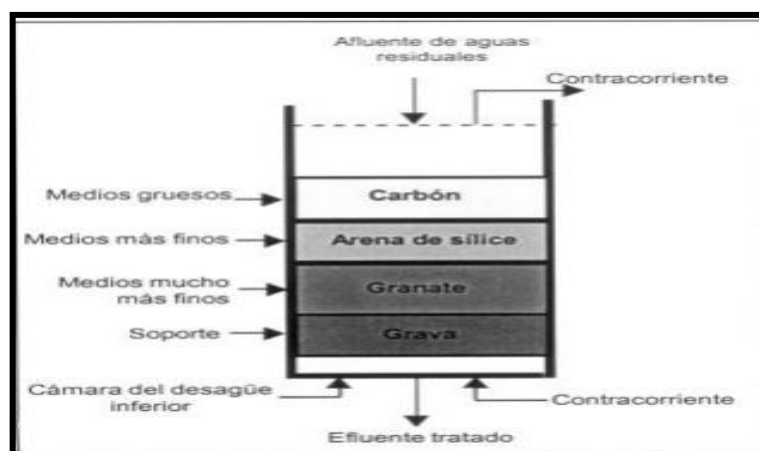


Fuente: (Rojas, 1999)

1.9.1.2. Tipos de filtros

Los filtros duales y con medios múltiples constan de dos o más medios. Un filtro con medios múltiples funciona con medios más finos y densos en la parte inferior y medios más gruesos y menos densos en la parte superior. Generalmente se coloca granate en el fondo del lecho, arena en el medio y carbón de antracita en la parte superior. El patrón de flujo de los filtros con medios múltiples es de arriba hacia abajo con flujo por gravedad. También se usan filtros de flujo ascendente, horizontales y de doble flujo. Los filtros con medios múltiples requieren una contracorriente periódica para mantener su eficiencia. Cuando la obstrucción causada por los sólidos atrapados reduce la tasa de movimiento de aguas residuales a través del lecho del filtro, se llega al final de la carrera del filtro y se debe enjuagar para remover los sólidos suspendidos en el lecho. Durante el lavado por contracorriente, el flujo a través del filtro se revierte para que los sólidos retenidos en los medios se desprendan y puedan salir del filtro. Asimismo, el lecho puede agitarse con aire para ayudar a remover los sólidos. Luego, el agua del enjuague se recicla y vuelve a la corriente que alimenta las aguas residuales. El lavado por contracorriente también puede usarse con filtros de arena. La filtración con medios granulares se usa con mayor frecuencia para el tratamiento terciario en plantas municipales de tratamiento de aguas residuales y para la remoción complementaria de sólidos suspendidos del efluente de los procesos de tratamiento químico. Sin embargo, los sistemas de tratamiento biológico en suelos, pueden considerarse como una forma de filtración natural con medios granulares. En la tendencia actual se prefieren los diseños con tasas de filtración altas, lechos filtrantes más profundos y medio más grueso. (Tchobanoglous, 1995)

Imagen 2. Diagrama del sistema de filtración con medios múltiples.



Fuente:(EPA, 1995)

1.9.1.3. Criterios de Diseño.

La diferencia principal entre los filtros para purificación de agua y filtros para tratamiento de aguas residuales radica en el tamaño del medio filtrante.

Los granos del medio filtrante para aguas residuales deben ser más grandes para el filtro que tenga una velocidad apropiada de filtración y pueda almacenar el volumen del floc. El diseño de un filtro para aguas residuales requiere una selección apropiada del tamaño del medio filtrante, de la profundidad del lecho de filtración.

Evidentemente la mejor manera de seleccionar dichos parámetros y proveer un diseño de costo mínimo es desarrollar un estudio con plata piloto que permita deducir los requisitos del sistema de filtración. Para una operación económica se requiere una tasa de filtración y una duración de la carrera del filtro apropiada. Carreras mayores de 24 horas, a cualquier tasa de filtración, no aumentan la producción neta de agua en forma significativa, mientras que en carreras de filtración menores de 10 horas afectan a la producción neta de agua y tienen incidencia sobre la economía del proceso. (Tchobanoglous, 1995)

1.9.1.4. Características típicas de diseño para filtros monomedio.

Tabla 3. Características típicas de diseño para filtros monomedio.

CARACTERISTICAS	VALOR	
	Intervalo	Típico
Lecho poco profundo (estratificado).		
Arena		20
Profundidad, cm.	25-30	0,45
Tamaño efectivo, mm.	0,35-0,6	1,5
Coefficiente de uniformidad.	1,2-1,6	180
Tasa de filtración, m/d.	120-180	
Antracita		40
Profundidad, cm.	30-50	1,3
Tamaño efectivo, mm.	0,8-1,5	1,6
Coefficiente de uniformidad.	1,3-1,8	180
Tasa de filtración, m/d.	120-180	
Lecho convencional (estratificado).		
Arena		60
Profundidad, cm.	50-75	

Tamaño efectivo, mm.	0,4-0,8	0,65
Coefficiente de uniformidad.	1,2-1,6	1,5
Tasa de filtración, m/d.	120-360	180
Antracita		
Profundidad, cm.	60-90	75
Tamaño efectivo, mm.	03,-2	1,8
Coefficiente de uniformidad.	1,3-1,8	1,8
Tasa de filtración, m/d.	120-480	240
Lecho profundo (estratificado).		
Arena		
Profundidad, cm.	90-180	120
Tamaño efectivo, mm.	2-3	2,5
Coefficiente de uniformidad.	1,3-1,6	1,5
Tasa de filtración, m/d.	120-600	800
Antracita		
Profundidad, cm.	90-210	150
Tamaño efectivo, mm.	2-4	2,75
Coefficiente de uniformidad.	1,3-,1,8	1,6
Tasa de filtración, m/d.	120-600	300

Fuente: (Tchobanoglous, 1995)

1.9.1.5. Características típicas de diseño para filtros de medio dual y múltiple para tratamiento de aguas residuales.

Tabla 4. Características típicas de diseño para filtros de medio dual y múltiple para tratamiento de aguas residuales.

CARACTERISTICAS	VALOR	
	Intervalo	Típico
Medio dual.		
Antracita		
Profundidad, cm.	30-75	60
Tamaño efectivo, mm.	0,8-2	1,3
Coefficiente de uniformidad.	1,3-1,8	1,6
Arena		
Profundidad, cm.	15-30	30
Tamaño efectivo, mm.	0,4-0,8	0,65

Coeficiente de uniformidad.	1,2-1,6	1,5
Tasa de filtración, m/d.	120-600	300
Lecho convencional (estratificado).		
Antracita (capa superior de medio cuádruple)		
Profundidad, cm.	20-50	40
Tamaño efectivo, mm.	1,3-2	1,6
Coeficiente de uniformidad.	1,5-1,8	1,6
Antracita (segunda capa de medio cuádruple)		
Profundidad, cm.	10-40	20
Tamaño efectivo, mm.	1-1,6	1,1
Coeficiente de uniformidad.	1,5-,1,8	1,6
Antracita (capa superior de medio triple)		
Profundidad, cm.	20-50	40
Tamaño efectivo, mm.	1-2	1,4
Coeficiente de uniformidad.	1,4-1,8	1,6
Arena		
Profundidad, cm.	20-40	25
Tamaño efectivo, mm.	0,4-0,8	0,5
Coeficiente de uniformidad.	1,3-1,8	1,6
Granate o Ilmenita		
Profundidad, cm.	5-15	10
Tamaño efectivo, mm.	0,2-0,6	0,3
Coeficiente de uniformidad.	1,5-1,8	1,6
Tasa de filtración, m/d.	120-600	300

Fuente: (Tchobanoglous, 1995)

Tabla 5. Velocidades y cargas hidráulicas diseño.

Flujo	Velocidad, m/s	Caudal máximo por unidad de área de filtro, m³/m²/d
Afluyente.	0,3-1,2	175-470
Efluyente.	0,9-1,8	175-470
Agua de lavado.	1,5-3,0	880-1,470
Drenaje agua de	0,9-2,4	880-1,470

lavado. Desecho agua filtrada.	1,8-3,6	60-350
--------------------------------------	---------	--------

Fuente: (Tchobanoglous, 1995)

1.9.1.6. Fuerza impulsora.

De acuerdo con la fuerza impulsora utilizada para vencer la resistencia friccional ofrecida por el lecho filtrante, los filtros se clasifican como filtros de gravedad o de presión. El filtro por gravedad es el filtro más usado en plantas de purificación de agua. El filtro a presión se ha usado principalmente en la filtración de aguas para piscinas y en pequeñas plantas donde su instalación es ventajosa. (Rojas, 1999)

1.9.1.7. Tasa de filtración.

Los primeros filtros usados para el tratamiento de agua fueron los filtros lentos, los cuales utilizan una capa de arena fina de 1m soportada sobre un lecho de grava de aproximadamente 0,30 m. estos filtros fueron luego reemplazados por los filtros rápidos, filtros de arena generalmente con lavado ascensional, con tasas de filtración mucho mayores y por consiguiente, con requerimientos de área mucho menores. Posteriormente, con el uso de medios filtrante duales o lechos mezclados, se lograron diseños mucho más económicos en área, al usar tasas de filtración todavía mayores que las de los filtros rápidos convencionales. (Rojas, 1999)

1.10. Carbón Activado.

Es un producto obtenido a partir del carbón amorfo, el cual se ha sometido a un tratamiento de activación con el fin de incrementar su área superficial hasta 300 veces debido a la formación de poros internos, pudiendo alcanzarse áreas de 1200 -1500 m²/g de carbón. La actividad del carbón activo en los procesos de adsorción viene dada fundamentalmente, por la naturaleza de la materia prima y el proceso de activación utilizado en la producción del mismo. Su capacidad absorbente se ve muy favorecida por la estructura porosa y la interacción con adsorbatos polares y no polares, dada su estructura química, además las reacciones químicas en su superficie están influenciadas por centros activos, dislocaciones y discontinuidades, donde los carbones tienen electrones desapareados y valencias insaturadas presentando mayor energía potencial. Podemos clasificar el carbón activo en granular y

polvo, dependiendo del tamaño de grano del mismo (grano grueso o grano fino). (Sevilla, 2003)

1.10.1. Propiedades.

Desde tiempos remotos los egipcios descubrieron que el carbón de madera podría utilizarse para purificar otros Productos e incluso usarse con fines medicinales. En la actualidad, el carbón activado es utilizado para remover color, olor y sabor de una infinidad de productos, por lo cual lo podemos encontrar en aplicaciones tan sencillas como peceras o filtros de refrigerador, hasta complejos sistemas industriales como modernas plantas de tratamiento de aguas residuales o delicados sistemas de elaboración de antibióticos. (Sevilla, 2003)

Son dos las características fundamentales en las que se basan las aplicaciones del carbón activado: elevada capacidad de eliminación de sustancias y baja selectividad de retención. La elevada capacidad de eliminación de sustancias se debe a la 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 coloides, y favorecer el acceso y la rápida difusión de las moléculas a la superficie interna del sólido. (Sevilla, 2003)

Por otra parte, el carbón activado tiene escasa especificidad ante un proceso de retención, es un adsorbente “universal”. No obstante, por su naturaleza apolar y por el tipo de fuerzas implicadas en el proceso de adsorción, retendrá preferentemente moléculas apolares y de alto volumen molecular (hidrocarburos, fenoles, colorantes...), mientras que sustancias como nitrógeno, oxígeno y agua prácticamente no son retenidas por el carbón a temperatura ambiente. De ahí que más de 190.000 toneladas al año (de las 375.000 producidas) se destinen a la eliminación de contaminantes procedentes de sectores muy variados, tanto en fase gas (sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, vapores de gasolinas...) como líquida (aguas potables, industriales y residuales, tintorerías...). (Sevilla, 2003)

Las propiedades adsorbentes de un carbón activado no dependen únicamente de la superficie y la porosidad. En particular, las sustancias polares se retienen débilmente sobre la superficie (apolar) del carbón. En estos casos, la fijación al carbono de “heteroátomos”, principalmente oxígeno e hidrógeno, formando estructuras o grupos funcionales tipo ácido carboxílico,

lactosas, carbonilo, etc., elevan la afinidad de las sustancias polares por la superficie del adsorbente y pueden imprimir un carácter ácido-base al carbón. (Sevilla, 2003)

Finalmente, cuando la sustancia a eliminar tiene una polaridad apreciable, bajo volumen molecular y está muy diluida en aire, la retención a temperatura ambiente por el carbón sólo es efectiva si se impregna con reactivos específicos o se aprovechan las propiedades catalíticas del carbón. De esta manera, tras la adsorción se producen unas reacciones químicas que transforman los productos tóxicos en inertes que se desorben o quedan retenidos en la porosidad del carbón. (Sevilla, 2003)

1.10.2. Tamaño de poros.

El carbón activo tiene una gran variedad de tamaños de poros, los cuales pueden clasificarse de acuerdo a su función, en poros de adsorción y poros de transporte.

Los primeros consisten en espacios entre placas graníticas con una separación de entre una y cinco veces el diámetro de la molécula que va a retenerse. En éstos, ambas placas de carbón están lo suficientemente cerca como para ejercer atracción sobre el adsorbato y retenerlo con mayor fuerza.

Los poros mayores que los de adsorción son de transporte, y tienen un rango muy amplio de tamaño, que van hasta el de las grietas que están en el límite detectable por la vista, y que corresponde a 0.1mm. En esta clase de poros, sólo una placa ejerce atracción sobre el adsorbato y entonces lo hace con una fuerza menor, o incluso insuficiente para retenerlo.

Otra clasificación de los de los poros, es el de la IUPAC (International Unión of Pure and Applied Chemists), que se basan en el diámetro de los mismos, de acuerdo a lo siguiente:

- Microporo: Menores a 2 nm
- Mesoporos: Entre 2 y 50 nm.
- Macroporos: Mayores a 50 nm (típicamente de 200 a 2000 nm)

Los microporos tienen un tamaño adecuado para retener moléculas pequeñas que aproximadamente corresponden a compuestos más volátiles que el agua, tales como olores, sabores y muchos solventes. Los macroporos atrapan moléculas grandes, tales como las que son cloradas o las sustancias húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos) que se generan al descomponerse la materia orgánica. (SEVILLA, 2003)

1.11. Equipos utilizados para determinar la caracterización de las aguas residuales.

1.11.1. Espectrofotómetro.

Un espectrofotómetro es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra. También es utilizado en los laboratorios de química para la cuantificación de sustancias y hay varios tipos de espectrofotómetros, puede ser de absorción atómica, de absorción molecular (que comúnmente se conoce como espectrofotómetro UV-VIS), y no debe ser confundido con un espectrómetro de masa. Este instrumento tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática a través de una muestra y medir la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra. Esto le permite al operador realizar dos funciones:

- Dar información sobre la naturaleza de la sustancia en la muestra
- Indicar indirectamente qué cantidad de la sustancia que nos interesa está presente en la muestra. (Fundación Wikimedia, Inc, 2010).

1.11.2. Conductímetro.

El conductímetro es un aparato que mide la resistencia eléctrica que ejerce el volumen de una disolución encerrado entre los dos electrodos, según la siguiente ecuación, para un conductímetro cuyos electrodos sean cuadrados y tengan la misma área. (Fundación Wikimedia, Inc, 2013)

1.11.3. Ph-metro.

El pH-metro es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución. La determinación de pH consiste en medir el potencial que se desarrolla a través de una fina membrana de vidrio que separa dos soluciones con diferente concentración de protones. En consecuencia se conoce muy bien la sensibilidad y la selectividad de las membranas de vidrio delante el pH. . El voltaje en el interior del bulbo es constante, porque se mantiene su pH constante (pH 7) de manera que la diferencia de potencial solo depende del pH del medio externo. (Fundación Wikimedia, Inc, 2015)

1.2. OBJETIVOS

Objetivo General.

- Estudiar la aplicación del olote o tusa de maíz en la remoción de color de las aguas residuales, procedentes de la Hilandería Guijarro del Cantón Guano.

Objetivos Específicos.

- Recolección e identificación de los parámetros físico-químico del agua residual procedente de la Hilandería Guijarro.
- Realizar la caracterización del material filtrante (olote o tusa de maíz).
- Diseñar y construir el filtro (prototipo) para realizar las diferentes prácticas en el laboratorio.
- Analizar los resultados y la aplicación del olote o tusa de maíz para la remoción del color y evaluar su eficiencia.

1.3. HIPÓTESIS

Hipótesis Alternativa (Hi).

- Con el uso del olote o tusa de maíz, se alcanzara a remover en un 50% el color de las aguas residuales.

Hipótesis Nula (Ho).

- Con el uso del olote o tusa de maíz, no se alcanzara a remover en un 50% el color de las aguas residuales.

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Estudio

Investigación Experimental

Está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver. En la investigación experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente). Esto se lleva a cabo en condiciones controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. Los métodos experimentales son los adecuados para poner a prueba hipótesis de relaciones causales (Murillo)

El estudio experimental partió de la aplicación del olote o tusa de maíz (variable independiente), con el fin de observar que situación se produce o como se presenta la reducción de color de las aguas residuales (variable dependiente); se utilizó una serie de procesos y métodos encontrando parámetros, que identifiquen o caractericen el olote o tusa de maíz, obteniendo datos importantes de las propiedades del olote. Del mismo modo se hizo distintas pruebas para lo cual se realizaron diferentes filtros, de este manera a través de análisis de laboratorio se determinó la eficiencia de cada uno en cuanto a la reducción de color de las aguas residuales, con lo cual se hace comparaciones de las misma antes de la filtración y después de esta, determinando así en que porcentaje se logró disminuir el color a través de la utilización de la olote como medio filtrante.

2.2. Población y Muestra

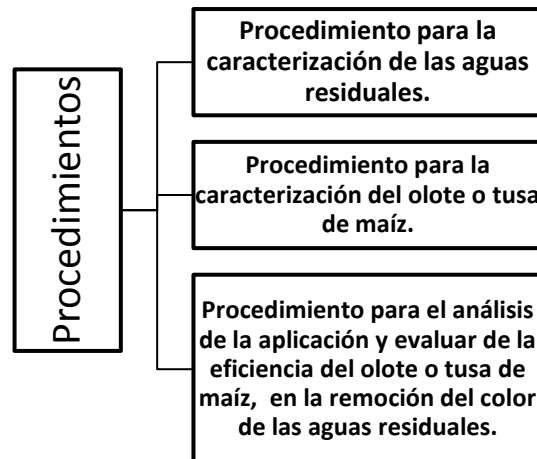
En esta investigación no se cuenta con una población definida, la muestra estará conformada por las aguas residuales procedentes de la Hilandería Guijarro del Cantón Guano de la provincia de Chimborazo.

2.3. Operacionalización de Variables

VARIABLES	CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El Olole o tusa de maíz.	Es el residuo producido luego de desgranar la mazorca del maíz, es decir su tronco.	Material Orgánico	Caracterización del olole. Tamaño y forma de la partícula. Cantidad de olole. Estructura. Porosidad Grado de Absorción Porcentaje de vacíos Densidad	1. Observación 2. Porcentaje de Absorción 3. Microscópico electrónico de barrido 3D 4. Triturado y Tamizado 5. Método Gravimétrico 6. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 858:2010 7. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 156.
Reducción del color de las Aguas residuales	Minimizar la cantidad de sustancias químicas en efluentes o aguas residuales	Parámetro físico	Análisis e Interpretación de resultados Características del agua: cruda *Parámetros Físicos (Color, Turbidez, Conductividad) *Parámetros Químicos pH, Sólidos Disueltos, Sólidos en Suspensión, Sólidos Totales, Demanda Química de Oxígeno Demanda Bioquímica de Oxígeno Porcentaje de reducción de color	*Técnicas del laboratorio 1.- Método de dilución 2. STANDARD METHODS 2120C *Espectrofotómetro 3. PE-LSA-04 4. PE-LSA-02 *(Conductímetro 5. PE-LSA-01 Pehachimetro, potenciómetro. 6. STANDARD METHODS 2540-D 7. STANDARD METHODS 5220-D mod 8. STANDARD METHODS 2540-C 9. STANDARD METHODS 2550 B Comparación de Resultados. Cuadros comparativos

2.4. Procedimientos

En el presente proyecto de investigación para su realización se emplearon una serie de pasos y procedimientos los cuales se describen a continuación:



2.4.1. Procedimientos para la caracterización de las aguas residuales.

Para la caracterización de las aguas residuales a continuación se describen los métodos de los siguientes parámetros a obtener, considerando que estos son relevantes en el tratamiento de reducción de color de las aguas residuales, para lo cual se utilizó la Técnica para Laboratorio de Servicios Ambientales.

Cuadro 4. Procedimientos de los parámetros obtenidos para las aguas residuales.

PARÁMETROS	EQUIPOS	TÉCNICA
pH	pH metro	Usar el pH metro de electrodo determina directamente el valor de pH que posee la muestra a analizar.
Temperatura	Termómetro centígrado con intervalo de 0,5°C equipado con medios de protección.	Introducir el bulbo del termómetro en la muestra esperar unos segundos a que se estabilice el nivel de mercurio, anotar el valor de la lectura.
Conductividad	Conductímetro	Se coloca la muestra en un recipiente, la muestra debe ser agitada anterior mente. Se coloca el electrodo del Conductímetro en la muestra hasta que cobra lo suficiente, anotar el valor de la lectura.

Turbiedad	Equipo de Hash	<p>Se añade agua destilada en un vidal hasta la línea de aforo, se procede a colocar en el equipo de hash y se encera.</p> <p>Se añade en otro vidal la muestra de agua residual hasta la línea de aforo y se procede a realizar la lectura.</p>
Sólidos totales	<p>Pipeta volumétrica capsula de porcelana Estufa Desecador Balanza analítica Pinzas</p>	<p>La determinación se realiza gravimétricamente, la muestra es evaporada en las capsulas después del secamiento, respecto al peso de la mismas cuando está vacía, representa el valor de sólidos totales.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Lavar perfectamente la capsula y secarla 2.-Introducir en una estufa a 105°C por el espacio de 2 horas. 3.- Enfriar en el desecador y luego pesar la capsula. 4.- Homogenizar vigorosamente el recipiente de la muestra. 5.- Tomara 25ml de la muestra, en una capsula tarada y someter a baño maría. 6.- Secar en la estufa a 105°C durante 2 horas, enfriar y pesar.
Sólidos Suspendidos	<p>Erlenmeyer Balanza analítica Estufa Embudo Papel filtro Desecador Pipeta volumétrica</p>	<p>Tomar una alícuota de muestra totalmente homogenizada.</p> <p>Filtrar en un papel filtro, esperar que toda la muestra haya pasado.</p> <p>Sacar y colocar en el desecador.</p> <p>Finalmente pesar el papel que contiene el residuo.</p>
Color	Equipo de Hash	<p>Se añade agua destilada en un vidal hasta la línea de aforo, se procede a colocar en el equipo de hash y se encera.</p> <p>Se añade en otro vidal la muestra de agua residual hasta la línea de aforo y se procede a realizar la lectura.</p>

DBO ₅	Balones de 100ml con cuello y tapa esmerilada, calibrados hasta el reboso. Estufa a temperatura constante (20°C). Insuflador de aire. Pipetas graduadas y volumétricas de diferentes volúmenes. Vasos de precipitación. Buretas Erlenmeyer	Para realizar este análisis se debe primero airear agua destilada con la bomba de vacío durante unos 30 minutos aproximadamente como primer paso en un balón de aforo de 1000ml se añade 500ml de agua destilada aireada con 2ml de buffer, Ph 7, 1ml de MgSO ₄ , 1ml de FeCl ₃ y dependiendo del agua a ser analizada.
DQO	Equipo de reflujo Reverbero Pipetas Buretas Probetas Espátulas	Se utiliza el método de Dicromato al reflujo para la determinación de DQO. Las sustancias orgánicas de una muestra son destruidas en la mezcla y ebullición del Dicromato de potasio en ácido sulfúrico al 50% utilizando el sulfato de plata como catalizador de la oxidación, el exceso de Dicromato de potasio se consume.

Fuente: Técnica para laboratorio de servicios ambientales, ESPOCH.

2.4.2. Procedimiento para determinar las características del olote o tusa de maíz.

A continuación se describen los procesos para la caracterización del olote o tusa de maíz, a través de los cuales se pretende obtener los parámetros que son necesarios para poder utilizar como medio filtrante en la reducción del color de las aguas residuales, por lo cual se ha considerado los siguientes.

Cuadro 5. Procesos para la caracterización del olote o tusa de maíz.

PROCESOS	EQUIPOS	TÉCNICA
Proceso para la trituración del olote o tusa de maíz.	Trituradora de plásticos Bandeja	Se prende la trituradora accionando el interruptor de inicio y a continuación se prosigue al ingreso del material a triturar por la parte superior de la misma y se recoge en material ya triturado en la bandeja de la trituradora por la parte inferior.
Proceso para la tamización del olote o tusa de maíz.	Tamizadora Tamices Fundas plásticas	Se coloca cada uno de los tamices en la tamizadora. Se ingresa desde la parte superior de los tamices el material, se prosigue a tapar y se

		ajusta. Se coloca a un tiempo de vibración de 5min. Luego del tiempo transcurrido se prosigue a retirar el material por separado de cada tamiz.
Proceso para la determinación de la estructura, forma y porosidad del olote o tusa de maíz	Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) Porta muestra Cinta doble faz.	Se coloca el material en un porta muestra. Se prosigue a sujetarla con una cinta doble faz. La muestra es colocada en un pequeño espacio, al cual se le hace vacío después de cerrada la puerta. La puerta tiene tres palancas que el operador usa para: subir y bajar la muestra, rotar la muestra y acercarla o alejarla.
Procedimiento para encontrar el porcentaje de vacíos para el lecho filtrante del olote o tusa de maíz.	Varilla de compactación Placa de vidrio Recipiente Balanza	NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 858:2010 (Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos)
Procedimiento para determinar la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.	Picnómetro Varilla de compactación Placa de vidrio Recipiente Balanza	NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 156 (Determinación de la densidad relativa (gravedad específica) y absorción)

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

2.4.2.1. Proceso para la trituration del olote o tusa de maíz.

Descripción del procedimiento:

1.- Recolección del olote o tusa de maíz, (se obtiene desde la ciudad de Santo Domingo de los Colorados la materia prima que se utilizara como lecho filtrante).

2.- Llevar a la máquina de triturar plásticos, para su trituración se debe ingresar los olotes en la trituradora en pequeñas porciones para evitar que la maquina se pare por alguna obstrucción.

3.-Se procede a vaciar en unas fundas plásticas el material que se obtiene después del proceso de trituración.

Imágenes fotográficas 1. Trituración del olote o tusa de maíz.



Elaborado por: Nicole Torres T. Karla Gaibor Velasco

2.4.2.2. Proceso para la tamización del olote o tusa de maíz.

Se transporta a la maquina tamizadora, se utilizó bandejas o tamices de numeración 3/8, 4, 8, 10, 16, 40 y 60, de este modo se logró determinar el tamaño de las partículas del material (olote o tusa de maíz)

Procedimiento:

- 1.-Se coloca una cantidad uniforme de olote o tusa de maíz en la primera bandeja (que no reboce el recipiente).
- 2.-Luego se procede a cerrar con una tapa.
- 3.-Después se asegura las bandejas, para evitar que con el movimiento se desplome.
- 3.-Encender la maquina tamizadora de 7 - 15 minutos.
- 4.-Luego de haber terminado el tiempo se retiró el producto resultante-

5.-Se colocó en varias fundas los diferentes tamaños que se obtenida por cada

6.-Repitiendo el proceso hasta terminar todo el material triturado.

Imágenes fotográficas 2. Proceso de tamizado.



Elaborado por: Nicole Torres T. Karla Gaibor V.

2.4.2.3. Proceso para la determinación de la estructura, forma y porosidad del olote o tusa de maíz.

Se utilizó el microscopio electrónico de barrido para lo cual las muestras analizadas fueron montadas en un porta muestras por medio de una cinta de doble cara de carbono y recubiertas con una capa fina de carbono usando un recubridor (SPI Supplies, USA) a 2 mbar durante 40 segundos. Las muestras recubiertas (o no recubiertas) se insertaron en la cámara de muestra del microscopio electrónico de barrido (SEM, vega 3 TESCAN, BRUKER) y su morfología superficial observada. Áreas de interés fueron capturadas como imágenes guardadas y sus respectivas dimensiones medidas por el software del Sem *Vegatc*. Parámetros del microscopio utilizados incluyeron: voltaje de 10-30 Kv; velocidad de escaneo: 6; aumentos de magnificación desde 5mm-30 mm).

Nota: mediante este procedimiento se obtuvo la porosidad, estructura y forma del olote o tusa de maíz.

2.4.2.4. Procedimiento para encontrar el porcentaje de vacíos para el lecho filtrante del olote o tusa de maíz.

Se consideró debido a la inexistencia de una norma para encontrar el porcentaje de vacíos del olote o tusa de maíz, que para su obtención se acoplo la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 858:2010 (Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos), con el fin de obtener este valor de este material utilizado por lo cual se describen a continuación los procedimientos realizados.

1. Procedimiento por varillado (Compactado)

Llenar la tercera parte del molde y nivelar la superficie con los dedos. Compactar la capa de áridos, con 25 golpes de la varilla de compactación distribuidos uniformemente sobre la superficie. Llenar los dos tercios del molde, nuevamente nivelar y compactar de la forma indicada anteriormente. Por último, llenar el molde a rebosar y compactar nuevamente en la misma forma mencionada anteriormente. Nivelar la superficie del árido con los dedos o una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde.

En la compactación de la primera capa, no se debe permitir que la varilla golpee fuertemente el fondo del molde. La compactación de la segunda y tercera capas debe ser vigorosa evitando que la varilla de compactación penetre la capa anterior del árido

Nota: En la compactación del árido grueso de tamaños grandes, puede que no sea posible penetrar la capa que se está consolidando, especialmente con los áridos angulares.

2. Procedimiento por paladas (Sin Compactar)

Llenar el molde a rebosar por medio de una pala o cucharón, descargar el árido desde una altura no superior a 50 mm por encima de la parte superior del molde. Tener cuidado para prevenir, tanto como sea posible, la segregación de las partículas que componen la muestra. Nivelar la superficie del árido con los dedos o con una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde.

Determinar la masa del molde y la masa del molde con su contenido. Registrar los valores con una aproximación de 0,05 kg.

3. Ensayo para el porcentaje de vacíos sueltos y compactado

Se realizaron 3 ensayos para porcentaje de vacíos sueltos y porcentaje de vacíos compactados, que a continuación se presenta las fórmulas utilizadas:





Cuadro 6. Fórmulas para el porcentaje de vacíos sueltos y compactado.

$V_{\text{recipiente}}$	$V_{\text{recipiente}} = \frac{\text{Masa del recipiente calibrado mas agua} - \text{Masa del recipiente}}{\text{Densidad del agua}}$
Masa del Agregado más Recipiente	$MAR = \frac{1 \text{ Ensayo} + 1 \text{ Ensayo} + 1 \text{ Ensayo} + \dots}{\text{Numero total de ensayos}}$
Masa del Agregado	$MA = \text{Masa del Agregado más Recipiente} - \text{Masa del recipiente}$
Masa Unitaria	$MU = \frac{\text{Masa del agregado}}{\text{Volumen del recipiente}}$

Fuente: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 858:2010.

Nota: Estas fórmulas pueden ser utilizadas tanto para porcentaje de vacíos sueltos y compactados.

Imágenes fotográficas 3. Procedimiento para determinar el porcentaje de vacíos del olote o tusa de maíz.

Porcentaje de Vacíos Sin Compactar	
Se llena el recipiente y se quita el exceso.	Se pesa y se repite el mismo procedimiento tres veces para obtener un promedio.
	
Porcentaje de Vacíos Compactado	
Se llena en tres partes y se da 25 golpes con una varrilla por cada parte.	
	



Elaborado por: Nicole Torres T. Karla Gaibor V.

2.4.2.5. Procedimiento para determinar la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.

Se consideró debido a la inexistencia de una norma para encontrar la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz, que para su obtención se acoplo la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 156 (Determinación de la densidad relativa (gravedad específica) y absorción), con el fin de obtener este valor de este material utilizado por lo cual se describen a continuación los procedimientos realizados.

1. Preparación de la muestra de ensayo

Colocar la muestra en una bandeja o en otro recipiente apropiado y secarla en el horno a una temperatura de 110°C (+/-) 5°C, dejarla que se enfríe hasta una temperatura que sea confortable para su manipulación (aproximadamente 50°C), luego cubrirla con agua, ya sea por inmersión o por adición de agua, hasta alcanzar al menos el 6% de humedad en la tusa y dejar que repose por 24h (+/-) 4h.

2. Procedimiento Gravimétrico (picnómetro)

Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro 500g (+/-) 10g de tusa superficialmente seco y llenar con agua adicional hasta aproximadamente el 90% de su capacidad. Agitar el picnómetro como se describe, manualmente.

Manualmente rodar, invertir y agitar el picnómetro (o utilizar una combinación de estas tres acciones) para eliminar las burbujas de aire. Luego determinar la masa total del picnómetro, muestra y agua.

Retirar la tusa del picnómetro, secarlo en el horno a una temperatura de 110°C (+/-) 5°C, hasta conseguir una masa constante y enfriarlo a temperatura ambiente por 1h (+/-) ½ h, determinar su masa.

Determinar la masa del picnómetro lleno hasta la marca de calibración, con agua a 23,0°C (+/-) 20°C. Para determinar la absorción, utilizar una porción separada de 500g (+/-) 10g de tusa en condición saturada superficialmente seca, secarlo hasta conseguir una masa constante y determinar su masa seca.

3. Ensayo para determinar la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.

Se describe cada uno de los ensayos realizados a través de diferentes tablas y cálculos para obtener la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz, expresados a continuación:

Se realizaron un total de 10 Ensayos:

Cuadro 7. Fórmulas para determinar la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.

Determinación de la densidad	$SH = \frac{A}{B + S - C}$
Determinación de la absorción	$\% = \frac{(S - A)}{A} \times 100$

Fuente: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 156.

Símbolos

A= masa de la muestra seca al horno, gr.

B= masa del picnómetro lleno con agua, hasta la marca de calibración, gr.

C= masa del picnómetro lleno con muestra y agua hasta la marca de calibración, gr.

S= masa de la muestra saturada superficialmente seca, (utilizada en el procedimiento gravimétrico, para determinar la densidad relativa (gravedad específica) o para determinar la absorción, con ambos procedimientos), gr.

Muestra 1.

Cuadro 8. Muestra 1 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg.
Masa del olote o tusa de maíz	0,1239 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	0,8761 Kg.
Recipiente + Tusa	0,4876 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,3795 Kg.

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,3795}{1,2569+0,4876-0,8761}$$

$$SH = 0,437 \text{ Kg/m}^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,4876-0,3795)}{0,3795} \times 100$$

$$\% = 28,48$$

Muestra 2.

Cuadro 9. Muestra 2 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.

Pirómetro + Agua	1,3691 Kg
Masa del Olote o tusa de maíz	0,1006 Kg.
Pirómetro + Agua + Olote o tusa de maíz	1,3323 Kg.
Recipiente + Olote o tusa de maíz	0,4691 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,3637 Kg.

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,3637}{1,3691+0,4691-1,3323}$$

$$SH = \frac{0,718\text{Kg}}{m^3}$$

Absorción

$$\% = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,4691-0,3637)}{0,3637} \times 100$$

$$\% = 28,97$$

Muestra 3.

Cuadro 10. Muestra 3 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg.
Masa de la Olote o tusa de maíz	0,1085 Kg.
Pirómetro + Agua + Olote o tusa de maíz	1,1765 Kg
Recipiente + Olote o tusa de maíz	0,6244 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,5387 Kg

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{538,7}{1,2569+0,6244-1,1765}$$

$$SH = 0,764\text{Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,6244-0,5387)}{0,5387} \times 100$$

$$\% = 15,90$$

Muestra 4.

Cuadro 11. Muestra 4 del olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.

Pirómetro + Agua	1,3691 Kg
Masa de la Olote o tusa de maíz	0,1089 Kg.
Pirómetro + Agua + Olote o tusa de maíz	0,5389 Kg.
Recipiente + Olote o tusa de maíz	0,6222 Kg
Peso seco (horno 24 horas)	1,3429 Kg.

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,5389}{1,3691+0,6222-1,3429}$$

$$SH = 0,831\text{Kg}/\text{m}^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,6222-0,5389)}{0,5389} \times 100$$

$$\% = 15,45$$

Muestra 5.

Cuadro 12. Muestra 5 del Olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.

Pirómetro + Olote o tusa de maíz	1,2569 Kg.
Masa de la Olote o tusa de maíz	0,1062 Kg.
Pirómetro + Agua + Olote o tusa de maíz	0,3933 Kg.
Recipiente + Olote o tusa de maíz	0,484 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	1,2291 Kg.

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,3933}{1,2569+0,484-1,2291}$$

$$SH = 0,768\text{Kg}/\text{m}^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,484-0,3933)}{0,3933} \times 100$$

$$\% = 23,06$$

Muestra 6.

Cuadro 13. Muestra 6 del Olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.

Pirómetro + Agua	1,3691 Kg.
Masa del Olote o tusa de maíz	0,1055 Kg.
Pirómetro + Agua + Olote o tusa de maíz	1,3726 Kg.
Recipiente + Olote o tusa de maíz	0,6384 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,5525 Kg.

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,5525}{1,3691 + 0,6384 - 1,3726}$$

$$SH = 0,870 \text{Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,6384 - 0,5525)}{0,5525} \times 100$$

$$\% = 15,54$$

Muestra 7.

Cuadro 14. Muestra 7 del Olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg
Masa del Olote o tusa de maíz	0,1031 Kg.
Pirómetro + Agua + Olote o tusa de maíz	1,2235 Kg.
Recipiente + Olote o tusa de maíz	0,8844 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,7889 Kg.

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,7889}{1,2569 + 0,8844 - 1,2235}$$

$$SH = 0,859 \text{Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,8844 - 0,7889)}{0,7889} \times 100$$

$$\% = 12,10$$

Muestra 8.

Cuadro 15. Muestra 8 del olote de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg.
Masa de la Tusa	0,1165 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	1,2094 Kg.
Recipiente + Tusa	0,5923 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,4981 Kg.

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,4981}{1,2569+0,5923-1,2094}$$

$$SH = 0,778\text{Kg}/\text{m}^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,5284-0,4981)}{0,4981} \times 100$$

$$\% = 18,91$$

Muestra 9.

Cuadro 16. Muestra 9 del Olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg.
Masa del Olote o tusa de maíz	0,117 Kg.
Pirómetro + Agua + Olote o tusa de maíz	1,2201 Kg.
Recipiente + Olote o tusa de maíz	0,5284 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,4349 Kg.

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,4349}{1,2569+0,5284-1,2201}$$

$$SH = 0,769\text{Kg}/\text{m}^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,5284-0,4349)}{0,4349} \times 100$$

$$\% = 21,4$$

Muestra 10

Cuadro 17. Muestra 10 del Olote o tusa de maíz para determinar densidad y porcentaje de absorción.

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg.
Masa de la Olote o tusa de maíz	0,1183 Kg.
Pirómetro + Agua + Olote o tusa de maíz	1,1825 Kg.
Recipiente + Olote o tusa de maíz	0,8630 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,7651 Kg.

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,7651}{1,2569+0,863-1,1825}$$

$$SH = 0,816 \text{ Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,863-0,7651)}{0,7651} \times 100$$

$$\% = 12,79$$

Cuadro 18. Diferencia de pesos, peso seco y peso húmedo.

MUESTRA	PESO HUMEDO	PESO SECO
1	0,4876	0,7651
2	0,4691	0,4349
3	0,6244	0,4981
4	0,6222	0,7889
5	0,489	0,5525
6	0,6384	1,2291
7	0,8844	1,3419
8	0,5923	0,5387
9	0,5284	0,3637
10	0,8630	0,3795
Total	0,61938 Kg	0,63953 Kg

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V



Para obtener la diferencia de pesos, se realizó de la siguiente manera:

Dif. de pesos = peso humedo – peso seco

Dif. de pesos = 0,63953 – 0,61938

m = 0,02015 Kg

Imágenes fotográficas 4. Procedimiento mediante imágenes para determinar la densidad del olote o tusa de maíz.

<p>Se sumerge en el agua el olote o tusa de maíz por 48 horas.</p> 	<p>Se llena y se pesa el olote o tusa de maíz en el recipiente.</p> 
<p>Se llena de agua el olote o tusa de maíz hasta la medida y se prosigue a pesar.</p> 	<p>Luego se quita el exceso de agua y se pesa el olote o tusa de maíz para llevarlo al horno por 48 horas y se vuelve a pesar.</p> 

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

2.4.3. Procedimiento para la aplicación y evaluación de la eficiencia del olote o tusa de maíz en la remoción del color de las aguas residuales.

Para la aplicación del lecho filtrante del olote o tusa de maíz se plantea una serie de procesos y procedimientos que permitirán medir la eficiencia del medio filtrante en la reducción del color en las aguas residuales, los cuales se plantean a continuación:

2.4.3.1. Procedimiento para determinar los parámetros en el laboratorio, del agua filtrada a través del lecho filtrante del olote o tusa de maíz.

Cuadro 19. Procedimiento de los parámetros para realizar la caracterización de las aguas residuales.

Parámetros	Equipos	Técnica
pH	pH metro	Usar el pH metro de electrodo determina directamente el valor de pH que posee la muestra a analizar.
Conductividad	Conductímetro	Se coloca la muestra en un recipiente, la muestra debe ser agitada anterior mente. Se coloca el electrodo del Conductímetro en la muestra hasta que cobra lo suficiente, anotar el valor de la lectura.
Sólidos Totales	Pipeta volumétrica Capsula de porcelana Estufa Desecador Balanza analítica Pinzas	La determinación se realiza gravimétricamente, la muestra es evaporada en las capsulas después del secamiento, respecto al peso de la mismas cuando está vacía, representa el valor de sólidos totales. 1.- Lavar perfectamente la capsula y secarla. 2.- Introducir en una estufa a 105°C por el espacio de 2 horas. 3.- Enfriar en el desecador y luego pesar la capsula. 4.- Homogenizar el recipiente de la muestra. 5.- Tomara 25mL de la muestra, en una capsula tarada y someter a baño María. 6.- Secar en la estufa a 105°C durante 2 horas, enfriar y pesar.
Oxígeno disuelto	Medidor de oxígeno disuelto	Se introduce el electrodo en la muestra, esperar unos segundos a que se estabilice, anotar el valor de la lectura.
Color	Equipo de Hash	Se añade agua destilada en un vidal hasta la línea de aforo, se procede a colocar en el equipo de hash y se encera. Se añade en otro vidal la muestra de agua residual hasta la línea de aforo y se procede a realizar la lectura.

Fuente: Técnica para laboratorio de Servicios Ambientales, ESPOCH.

2.4.3.2. Procedimiento para realizar los filtros de olote o tusa de maíz utilizando envases cilíndricos de plástico.

Descripción del procedimiento:

1. Luego de haber triturado y tamizado, se procede a realizar diferentes filtros con envases cilíndricos de plástico.
2. Recolección de botellas plásticas de 3 lt.
3. Realizar una mesa en la que se adapte las botellas plásticas y colocar sobre esta.

4. Realizar varios filtros y proceder a colocar los diferentes tamaños de partícula del olote o tusa de maíz en las botellas plásticas, variando los diferentes tamaños determinados (Como: 9,5 - 4,5 - 2,36 - 2,00 - 1,18 - 0,425 - 0,25 mm).
5. Comprobar la eficiencia y tiempo de saturación de cada uno de los diferentes filtros, como lecho filtrante el olote o tusa de maíz.
6. Luego se procedió a recolectar en diferentes vasos de precipitación el agua filtrada de cada uno de los prototipos y para su posterior análisis en el laboratorio.

2.4.3.3. Procedimiento para la realización de carbón activado de olote o tusa de maíz en el laboratorio

Descripción del proceso:

- 1.- Se prepara la solución con 3.1ml de H_3PO_4 y se afora en un balón de 100ml.
- 2.- Pesar los crisoles y colocar el olote o tusa de maíz triturada.
- 3.- Colocar el agua destilada remojando el olote o tusa de maíz hasta antes que se desborde el crisol y agregar 5ml de la solución de ácido fosfórico.
- 4.- Se prende la mufla a $180^\circ C$ y se pone los crisoles a dentro y se deja por una hora.
- 5.- Luego en la misma mufla se deja por una hora a $480^\circ C$.
- 6.- Se deja enfriar por 24 horas a temperatura ambiente.
- 7.- Finalmente se lava con abundante agua destilada hasta obtener un pH de 7.

2.4.4. Diseño del Filtro

2.4.4.1. Diseño del prototipo (filtros de olote o tusa de maíz a base de envases cilíndricos de plástico).

Se utilizó 14 envases cilíndricos de plástico de 3 litros transparentes debido a que son de fácil acceso, después de cada proceso de filtrado los envases se reutilizaban, además la razón primordial de usar envases cilíndricos transparentes, fue por su mejor apreciación del color de las aguas residuales que al ser colocado en cada filtro hecho de envases cilíndricos de plástico, permitió la observación durante el proceso de filtración en los diferentes lechos filtrantes usados, es decir observar desde su inicio (el color inicial) durante el tiempo de filtrado, luego observar y comparar el color obteniendo de las aguas filtradas.

Para el diseño y construcción del filtro (prototipo) se plantearon una serie de fórmulas y cálculos expresados a continuación:

Cuadro 20. Fórmulas utilizadas para el diseño de filtros de olote o tusa de maíz.

Parámetros de diseño	Nombre	Formula
A	Área	$A = \pi r^2$
V	Volumen	$V = h\pi r^2$
r	Radio	$r = \frac{d}{2}$
Q	Caudal	$Q = \frac{V}{t}$
e	Porosidad del lecho	$e = \frac{V. de vacio}{V. de lecho}$
f	Densidad	$f = \frac{m}{V}$
m (peso húmedo – peso seco)	Diferencia de pesos	$m = \text{peso húmedo} - \text{peso seco}$
NRe T2	Numero de Reynolds de T2	$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$
CD T2	Coefficiente de arrastre de T2	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$
h T2	Perdidas por fricción de T2	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$
NRe T3	Numero de Reynolds de T3	$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$
CD T3	Coefficiente de arrastre de T3	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$
h T3	Perdidas por fricción de T3	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$
NRe grava	Numero de Reynolds de grava	$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$
CD grava	Coefficiente de arrastre de grava	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$
h T2 grava	Perdidas por fricción de grava	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$
ht	Pérdidas totales	$ht = h1 + h2 + h3$

Elaborado por: Nicole Torres T. Karla Gaibor V.

Nota: Para encontrar el coeficiente de arrastre, numero de Reynolds y las pérdidas para cada material, fueron utilizadas las fórmulas del libro de Jaime Alfredo Rojas (1999) (Potabilización del Agua).

PROCESO:

Se determina el área y volumen de los envases cilíndricos de plástico para conocer la capacidad de tusa y grava que se podrá colocar con una altura determinada.

- **Área**

$$A = \pi r^2$$

Dónde:

$$A = \text{área (m}^2\text{)}$$

$$A = \pi(0,06)^2$$

$$\pi = \text{pi (3,14159265)}$$

$$A = 0,0113m^2$$

$$r^2 = \text{radio (m}^2\text{)}$$

- **Volumen lecho**

$$V = h\pi r^2$$

Dónde:

$$V = \text{volumen (m}^3\text{)}$$

$$h = \text{altura (m)}$$

$$V = 0,25\pi(0,06)^2$$

$$\pi = \text{pi (3,14159265)}$$

$$V = 0,0028m^3$$

$$r^2 = \text{radio (m}^2\text{)}$$

- **Radio**

$$r = \frac{d}{2}$$

Dónde:

$$r = \text{radio (m)}$$

$$r = \frac{d}{2}$$

$$d = \text{Diámetro (m)}$$

$$r = \frac{12}{2}$$

$$r = 6\text{cm} \times \frac{1m}{100\text{cm}} = 0,06 m$$

Se determina el caudal de entrada que se coloca en cada una de los filtros (filtros de olote), donde se colocó un caudal de dos litros en cada uno de los diferentes prototipos realizados.

- **Caudal**

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dónde:

$$Q = \text{caudal (m}^3 / \text{h)}$$

$$v = \text{volumen (l)}$$

$$Q = \frac{2l}{20h}$$

$$t = \text{tiempo (h)}$$

$$Q = 0,083 \frac{lt}{h} = 0,000083 m^3/h$$

- **Porosidad del lecho filtrante**

La porosidad es la fracción del volumen de una muestra que es ocupada por un espacio vacío, la porosidad no es una medida de la fracción de vacío sino el tamaño del vacío mismo

$$e = \frac{V. de vacío}{V. de lecho}$$

Dónde:

e = porosidad del lecho

$$V \text{ de vacío} = \text{volumen de vacío (m}^3\text{)} \quad e = \frac{0,02647 \text{ m}^3}{0,0028 \text{ m}^3}$$

$$V. de lecho = \text{volumen de lecho (m}^3\text{)} \quad e = 9,456$$

1. Para determinar las pérdidas de carga a través del lecho filtrante, de la muestra t2 (tusa 2 (4,5mm)), se encuentra el número de Reynolds, coeficiente de arrastre.

- **Numero de Reynolds**

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

Dónde:

N_{Re} = número de Reynolds

d = diámetro de partícula (mm)

μ = viscosidad dinámica (Pa.s)

v = velocidad de filtración (m/s²)

δ = densidad (kg/m³)

Diámetro de la partícula: T2 = 4,5mm

4,5mm = 0,0045m

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{0,0045 \text{ m} \times 0,0001076 \times 999,47 \text{ kg/m.s}}{0,93605 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 0,2705$$

- **Coefficiente de arrastre**

$$CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$$

Dónde:

CD= coeficiente de arrastre

$$CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$$

N_{RE}= número de Reynolds

$$CD = \frac{24}{0,2705} + \frac{3}{\sqrt{0,2705}} + 0,34$$

$$CD = 51,35$$

- **Pérdidas**

$$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

Dónde:

h= pérdidas de carga a través del lecho filtrante (m)

CD= coeficiente de arrastre

e⁴= porosidad de lecho

D= diámetro de partícula (mm)

g = aceleración de la gravedad (m/s²)

L= profundidad del lecho (m)

$$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

$$h = 1,0679 (51,35) \frac{1}{(9,456)^4} + \frac{0,14}{0,0045} + \frac{(0,000107638)^2}{9,8}$$

$$h = 2,341 \times 10^{-6} \rightarrow 0,000002341$$

$$h = 0,000002341 \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$h = 0,000022941 \text{ J/kg}$$

2. Para determinar las pérdidas de carga a través del lecho filtrante, de la muestra T3 (tusa 3 (2,36 mm)), se encuentra el número de Reynolds, coeficiente de arrastre.

- **Numero de Reynolds**

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

Dónde:

N_{Re} = número de Reynolds

d = diámetro de partícula (mm)

μ = viscosidad dinámica (Pa.s)

v = velocidad de filtración (m/s^2)

δ = densidad (kg/m^3)

Diámetro de la partícula: $t_2 = 2,36mm = 0,0236m$

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{0,00236m \times 0,0001076 \times 999,47 \text{ kg/m.s}}{0,93605 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 0,5162$$

- **Coefficiente de arrastre**

$$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

Dónde:

CD = coeficiente de arrastre

N_{Re} = número de Reynolds

$$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34 \quad CD = \frac{24}{0,5162} + \frac{3}{\sqrt{0,5162}} + 0,34$$

$$CD = 94,824$$

- **Pérdidas**

$$h = 1,0679 DC \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

Dónde:

h = pérdidas de carga a través del lecho filtrante (m)

CD= coeficiente de arrastre

e^4 = porosidad de lecho

D= diámetro de partícula (mm)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2)

L= profundidad del lecho (m)

$$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$$

$$h = 1,0679 (94,828) \frac{1}{(9,456)^4} + \frac{0,14}{0,00236} + \frac{(0,000107638)^2}{9,8}$$

$$h = 8,25 \times 10^{-6} \rightarrow 0,00000825$$

$$h = 0,00000825 \times 9,8 m/s^2$$

$$h = 0,0000833 J/kg$$

3. Para determinar las pérdidas de carga a través del lecho filtrante, de la grava (0,4 mm), se encuentra el número de Reynolds, coeficiente de arrastre.

- **Numero de Reynolds**

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

Dónde:

N_{Re} = número de Reynolds

d= diámetro de partícula (mm)

μ = viscosidad dinámica (pa.s)

v = velocidad de filtración (m/s^2)

δ = densidad (kg/m^3)

Diámetro de la partícula: $40/100 = 0,4$ mm

$$N_{Re} = \frac{0,002m \times 0,0001076 \times 999,47 kg/m.s}{0,93605 \times 10^{-3} kg} = 0,229$$

- **Coefficiente de Arrastre**

$$CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$$

Dónde:

CD= coeficiente de arrastre

$$CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$$

N_{Re}= número de Reynolds

$$CD = \frac{24}{0,5162} + \frac{3}{\sqrt{0,5162}} + 0,34$$

$$CD = 111,409$$

- **Pérdidas**

$$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

Dónde:

h= pérdidas de carga a través del lecho filtrante (m)

CD= coeficiente de arrastre

e⁴= porosidad de lecho

D= diámetro de partícula (mm)

g = aceleración de la gravedad (m/s²)

L= profundidad del lecho (m)

$$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

$$h = 1,0679 (111,409) \frac{1}{(9,456)^4} + \frac{0,14}{0,00236} + \frac{(0,000107638)^2}{9,8}$$

$$h = 3,528$$

$$h = 3,528 \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$h = 34,457 \text{ J/kg}$$

4.- Luego de obtener cada una de las pérdidas de carga a través de los diferentes lechos filtrantes se suma cada una de estas para conseguir la pérdida de carga total.

$$h_t = h_1 + h_2 + h_3$$

Dónde:

h_t = pérdida total de carga a través del lecho filtrante (m).

$$h_t = 0,0000833 + 0,000022941 + 34,347 \text{ J/kg}$$

$$h_t = 33,46 \text{ J/kg}$$

2.4.4.2. Diseño del filtro o prototipo real

Las formulas empleadas al igual que las constantes de diseño fueron tomadas de diferentes bibliografías que serán detalladas a continuación:

Cuadro 21. Fórmulas utilizadas para el diseño del filtro.

Parámetros de Diseño	Nombre	Fórmula
A	Área de un prisma	$A = 2 \text{ axb} + 2 \text{ bxc} + 2(\text{cxa})$
V	Volumen de un prisma	$V = \text{axbxc}$
Q	Caudal	$Q = \frac{V}{t}$
e	Porosidad del lecho	$e = \frac{V. \text{de vacío}}{V. \text{de lecho}}$
f	Densidad	$f = \frac{m}{V}$
N_{Re} T2	Numero de Reynolds de T2	$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$
CD T2	Coficiente de arrastre de T2	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$
h T2	Pérdidas por fricción de T2	$h = 1,0679 \text{ CD} \left(\frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g} \right)$
N_{Re} T3	Numero de Reynolds de T3	$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$
CD T3	Coficiente de arrastre de T3	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$
h T3	Pérdidas por fricción de T3	$h = 1,0679 \text{ CD} \left(\frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g} \right)$
N_{Re} grava	Numero de Reynolds de grava	$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$
CD grava	Coficiente de arrastre de grava	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$

h T2 grava	Pérdidas por fricción de grava	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$
ht	Pérdidas totales	$ht = h1 + h2 + h3$

Realizado por: Nicole Torres T. Karla Gaibor Velasco

Nota: para encontrar el coeficiente de arrastre, número de Reynolds y las pérdidas para cada material, fueron utilizadas las fórmulas del libro de Jaime Alfredo Rojas (1999) (Potabilización del Agua).

Proceso:

Se determina el área y volumen del tanque para conocer la capacidad que tiene el tanque para almacenar.

- **Área y volumen de un prisma rectangular.**

$$A = 2 \cdot 15\text{cm} \times 30\text{cm} + 2 \cdot 30\text{cm} \times 20\text{cm} + 2(20\text{cm} \times 15\text{cm})$$

Dónde:

$$A = \text{área (cm}^2\text{)}$$

$$a = \text{ancho (cm)} \quad A = 2 \cdot 15\text{cm} \times 30\text{cm} + 2 \cdot 30\text{cm} \times 20\text{cm} + 2(20\text{cm} \times 15\text{cm})$$

$$b = \text{largo (cm)} \quad A = 2700 \text{ cm}^2$$

$$c = \text{profundidad (cm)} \quad A = 0,27 \text{ m}^2$$

- **Volumen de las zonas de ingreso y zona de salida (Sedimentador).**

$$V = axbxc$$

Dónde:

$$V = \text{volumen (cm}^3\text{)} \quad V = axbxc$$

$$a = \text{ancho (cm)} \quad V = 15\text{cm} * 30\text{cm} * 20\text{cm}$$

$$b = \text{largo (cm)} \quad V = 9000 \text{ cm}^3$$

$$c = \text{profundidad (cm)} \quad V = 0,009 \text{ m}^3$$

Colocando un valor promedio de caudal en el tanque reservorio, para que proceda a pasar el agua residual por el filtro y por las diferentes cámaras de filtrado con sus respectivos lechos filtrantes.

- **Caudal total de agua residual del tanque reservorio**

$$Q = 70 \frac{Lt}{dia}$$

1. Para determinar las pérdidas de carga a través del lecho filtrante, de la muestra T2 (tusa 2 (4,5mm)), se encuentra el número de Reynolds, coeficiente de arrastre.

- **Numero de Reynolds**

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

Dónde:

N_{Re} = número de Reynolds

d = diámetro de partícula (mm)

μ = viscosidad dinámica (Pa.s)

v = velocidad de filtración (m/s^2)

δ = densidad (Kg/m^3)

Diámetro de la partícula: T2 = 4,5mm = 0,0045m

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{0,0045m \times 0,0001076 \times 999,47 \text{ Kg/m.s}}{0,93605 \times 10^{-3} \text{ Kg}} = 0,2705$$

- **Coeficiente de arrastre**

$$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

Dónde:

$$CD = \text{coeficiente de arrastre} \quad CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

$$N_{Re} = \text{número de Reynolds} \quad CD = \frac{24}{0,2705} + \frac{3}{\sqrt{0,2705}} + 0,34$$

$$CD = 48,99$$

- **Pérdidas**

$$h_1 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$$

Dónde:

h= pérdidas de carga a través del lecho filtrante (m)

CD= coeficiente de arrastre

e^4 = porosidad de lecho

D= diámetro de partícula (mm)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2)

L= profundidad del lecho (m)

$$h_1 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$$

$$h_1 = 1,0679 (51,35) \frac{1}{(9,456)^4} + \frac{0,14}{0,0045} + \frac{(0,000107638)^2}{9,8}$$

$$h_1 = 1,0931 \times 10^{-7} m$$

$$h_1 = 1,0931 \times 10^{-7} m \times 9,8 m/s^2$$

$$h_1 = 1,07126 \times 10^{-6} J/kg$$

2. Para determinar las pérdidas de carga a través del lecho filtrante, de la muestra T3 (tusa 3 (2,36 mm)), se encuentra el número de Reynolds, coeficiente de arrastre.

- **Numero de Reynolds**

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

Dónde:

N_{Re} = número de Reynolds

D= diámetro de partícula (mm)

μ = viscosidad dinámica (Pa.s)

v = velocidad de filtración (m/s^2)

δ = densidad (kg/m^3)

Diámetro de la partícula: $t_2 = 2,36mm = 0,0236m$

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{0,00236m \times 0,0001076 \times 999,47 \text{ kg/m.s}}{0,93605 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 0,5162$$

- **Coefficiente de arrastre**

$$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

Dónde:

$$CD = \text{coeficiente de arrastre} \quad CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

$$N_{Re} = \text{número de Reynolds} \quad CD = \frac{24}{0,5162} + \frac{3}{\sqrt{0,5162}} + 0,34$$

$$CD = 94,82$$

- **Pérdidas**

$$h_2 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$$

Dónde:

h= pérdidas de carga a través del lecho filtrante (m)

CD= coeficiente de arrastre

e^4 = porosidad de lecho

D= diámetro de partícula (mm)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2)

L = profundidad del lecho (m)

$$h_2 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$$

$$h_2 = 1,0679 (94,828) \frac{1}{(9,456)^4} + \frac{0,14}{0,00236} + \frac{(0,000107638)^2}{9,8}$$

$$h_2 = 4,00956 \times 10^{-7} m$$

$$h_2 = 4,00956 \times 10^{-7} m \times 9,8 m/s^2$$

$$h_2 = 3,92937 \times 10^{-6} J/kg$$

3.- Para determinar las pérdidas de carga a través del lecho filtrante, de la grava (0,4 mm), se encuentra el número de Reynolds, coeficiente de arrastre.

- **Numero de Reynolds**

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

Dónde:

N_{Re} = número de Reynolds

d = diámetro de partícula (mm)

μ = viscosidad dinámica (Pa.s)

v = velocidad de filtración (m/s^2)

δ = densidad (kg/m^3)

Diámetro de la partícula: $40/100 = 0,4$ mm

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{0,002m \times 0,0001076 \times 999,47 \text{ Kg/m.s}}{0,93605 \times 10^{-3} \text{ Kg}} = 0,229$$

- **Coefficiente de arrastre**

$$CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$$

Dónde:

$$CD = \text{coeficiente de arrastre} \quad CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$$

$$N_{RE} = \text{número de Reynolds} \quad CD = \frac{24}{0,5162} + \frac{3}{\sqrt{0,5162}} + 0,34$$

$$CD = 111,40413$$

- **Pérdidas**

$$h_3 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

Dónde:

h= pérdidas de carga a través del lecho filtrante (m)

CD= coeficiente de arrastre

e^4 = porosidad de lecho

d= diámetro de partícula (mm)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2)

L= profundidad del lecho (m)

$$h_3 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

$$h_3 = 1,0679 (111,409) \frac{1}{(9,456)^4} + \frac{0,14}{0,00236} + \frac{(0,000107638)^2}{9,8}$$

$$h_3 = 5,489913 \times 10^{-4} m$$

$$h_3 = 5,489913 \times 10^{-4} m \times 9,8 m/s^2$$

$$h_3 = 5,380115 \times 10^{-3} J/Kg.$$

4.- Luego de obtener cada una de las pérdidas de carga a través de los diferentes lechos filtrantes se suma cada una de estas para conseguir la pérdida de carga total.

$$h_t = h_1 + h_2 + h_3$$

Dónde:

h_t = pérdida total de carga a través del lecho filtrante (m).

$$h_t = 1,07126 \times 10^{-6} + 3,92937 \times 10^{-6} + 5,380115 \times 10^{-3} \text{ J/Kg}$$

$$h_t = 0,00538511 \text{ J/Kg}$$

La pérdida de carga se debe únicamente al tamaño, forma y porosidad de los granos del lecho filtrante y a la viscosidad, velocidad del agua. Si el agua no tuviera partículas en suspensión, esta pérdida de carga sería constante durante toda la carrera, pero como contiene sólidos estos van a depositarse haciendo que los orificios o poros por donde circula el agua se vayan estrechando, motivo por el cual la velocidad del agua aumenta para conservar el mismo caudal, y con ello hay un incremento en la pérdida de carga a medida que transcurre el tiempo. (Parra, 1990)

CAPITULO III

3. RESULTADOS

3.1. Resultados de la Caracterización de las aguas residuales de la Hilandería Guijarro.

A continuación se presenta a través de una tabla y sus respectivos gráficos, en los cuales se describe los resultados del análisis realizado en el laboratorio a las aguas residuales de color provenientes de la Hilandería Guijarro Canto Guano.

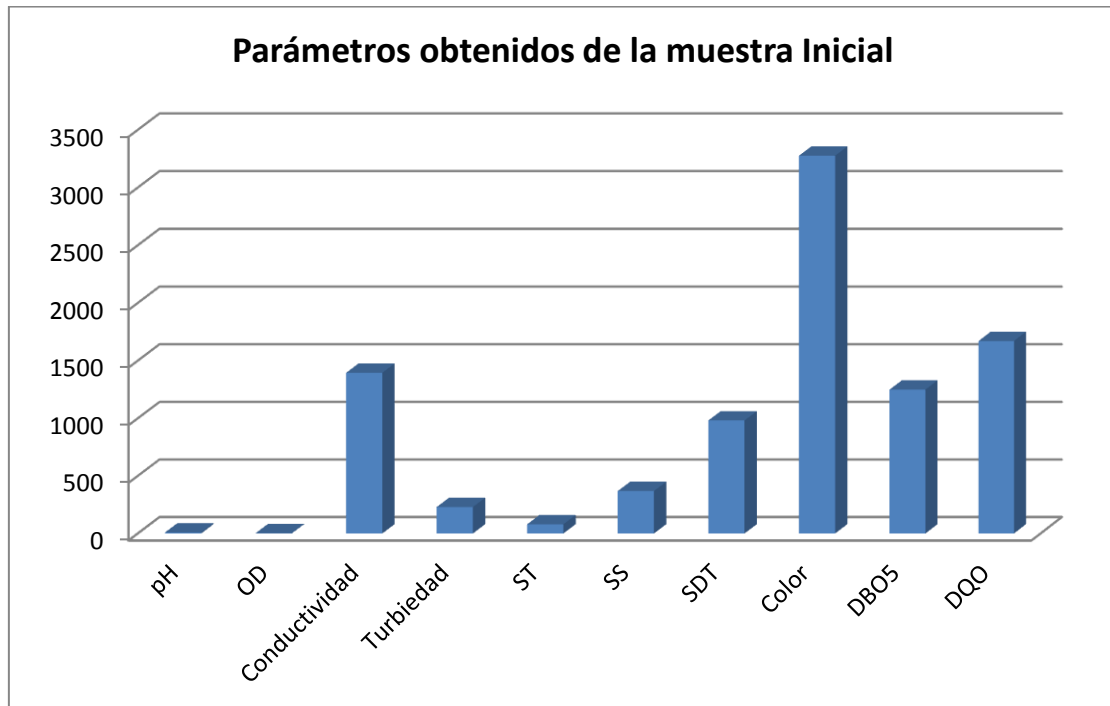
Cuadro 1. Resultados generales de los parámetros del agua residual con el prototipo-filtro real.

PARAMETROS	METODO/PROCE DIMIENTO	UNIDADES	MUESTRA INICIAL	MUESTRA FILTRADA
pH	PE-LSA-01	[H+]	7,83	7,20
Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS 4500-O- G mod	Ppm	1,45	1,39
Conductividad	PE-LSA-02	ms/cm	1394	1442
Turbiedad	STANDARD METHODS 2130 B	FTU – NTU	229	44,55
Sólidos Totales	PE-LSA-04	mg/l	79,4699	79,0447
Sólidos suspendidos	STANDARD METHODS 2540 – D	mg/l	368	74
Sólidos disueltos totales	STANDARD METHODS 2540 - C	mg/l	981	1010
Color	STANDARD METHODS 2120 C (Upt-co)	unit ptCo	3275 (1/25) 100%	700 (1/25) 21,37%
DBO ₅	STANDARD METHODS 5210 - B	mg O ₂ /l	1248	688
DQO	STANDARD METHODS 5220 – D mod	mg/l	1670	960

Elaborado por: Dr. Juan Lara

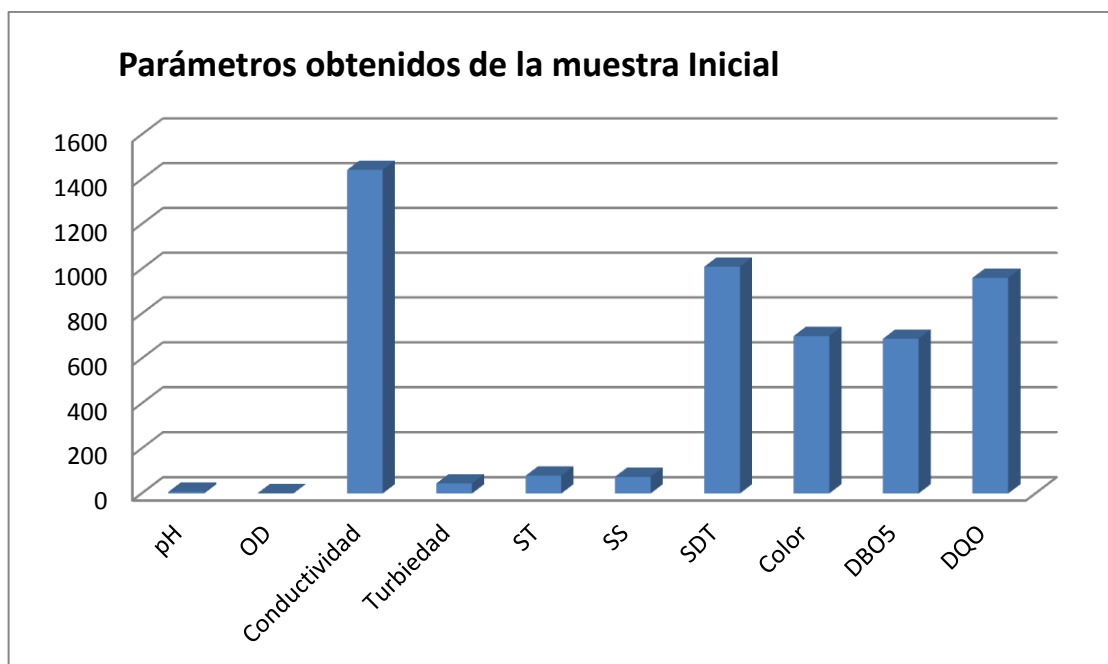
Ver Anexo N°1

Grafico 1. Resultados del análisis realizados a la Muestra inicial de agua residual de la Hilandería Guijarro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

Grafico 2. Resultados del análisis realizados a la Muestra filtrada del agua residual de la Hilandería Guijarro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

Discusión del Cuadro 1, Gráficos 1-2: Se visualiza notablemente una disminución o retención de color en un 78,63% y un 21,37% de color no retenido con los lechos filtrantes óptimos que fueron 2,3 TP y CAT (tamaños de olote o tusa de maíz 2(4,36mm) y 3(2,36mm), grava y carbón activado de olote o tusa de maíz), con estos valores se puede decir que el lecho filtrante es efectivo debido a que logro reducir una cantidad significativa, no obstante los otros parámetros también se refleja una reducción y aumento como: sólidos suspendidos en comparación a la muestra inicial reduciendo un 79,89%, la turbiedad se redujo un 80,55% en comparación a la muestra inicial, la demanda química de oxígeno DQO reduciendo un 57,44% y demanda bioquímica de oxígeno DBO₅ en un 55,13% en comparación a la muestra inicial. En cambio los valores como pH y oxígeno disuelto se observó un ligero descenso en comparación a la muestra inicial y por último los parámetros que existen un leve aumento son sólidos disueltos totales (TSD) se observó que existe un incremento del 2,96% esto se debe a la descomposición de la materia y con respecto a la conductividad hubo un incremento del 3,44%, este parámetro está relacionado con los sólidos disueltos totales (TSD) debido a que hubo un ligero incremento de descomposición de la materia esta se descompone en iones cargados positivamente y negativamente.

3.2. Resultados de la Caracterización del olote o tusa de maíz.

Se detalla los resultados del análisis realizado al olote o tusa de maíz para su respectiva caracterización, además para determinar su estructura, forma y porosidad se realizó a través de las imágenes obtenidas por el MEB (Microscopio Electrónico de Barrido).

3.2.1. Resultados en la trituración y tamizado del olote o tusa de maíz.

A continuación se indica por medio de un cuadro los tamaños de partículas obtenidas después del proceso de tamización, por cada tamiz de una muestra al 100%.

Cuadro 2. Trituración y tamizado del Olote o tusa de maíz.

Muestras	Numero de Tamiz	Tamaño de la partícula (mm)	100% de la Muestra
1	3/2	9,5	8,919
2	4	4,5	41,619
3	8	2,36	33,088

4	10	2	3,421
5	16	1,18	6,262
6	40	0,425	3,836
7	60	0,25	0,439
8	Residuo de la tusa de maíz		0,04
			TOTAL: 100%

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

Se trituro y tamizo el olote o tusa de maíz de una muestra del 100% de un quintal, con los diferentes tamices, lo cual se obtuvo diferentes tamaños de partícula, y los más representativos fueron los números de tamiz 2 y 3 debido a que se obtuvo una mayor cantidad de la muestra total.

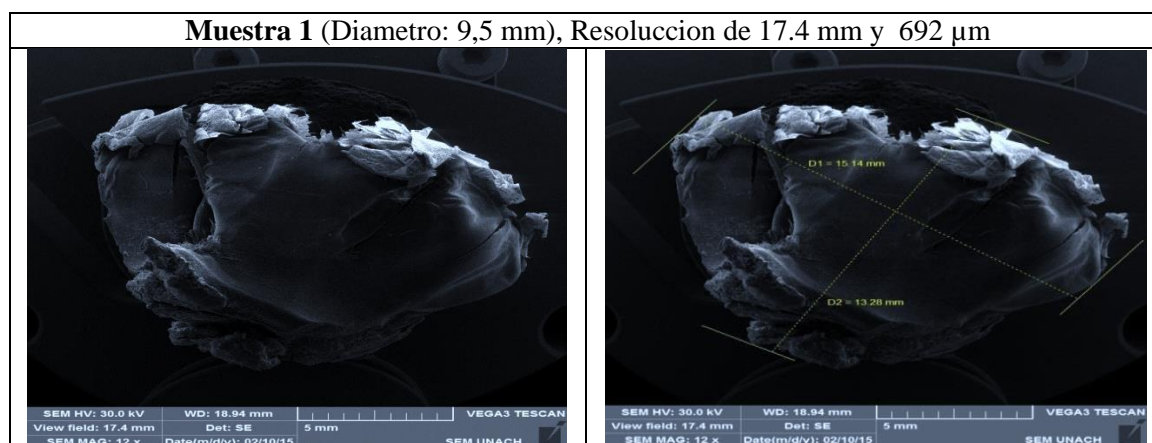
3.2.2. Resultados al determinar la estructura, forma y porosidad del olote o tusa de maíz.

Resultados del Análisis.

Se detalla los resultados del análisis realizado al olote o tusa de maíz para determinar su estructura, forma y porosidad a través de las imágenes obtenidas por el MEB (Microscopio Electrónico de Barrido) a continuación se indica según el número de tamices utilizados, los diferentes tamaños de partículas obtenidos luego del proceso de tamización considerando cada una de las muestras.

1. Tamiz 3/2, muestra de Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 9,5 mm de diámetro.

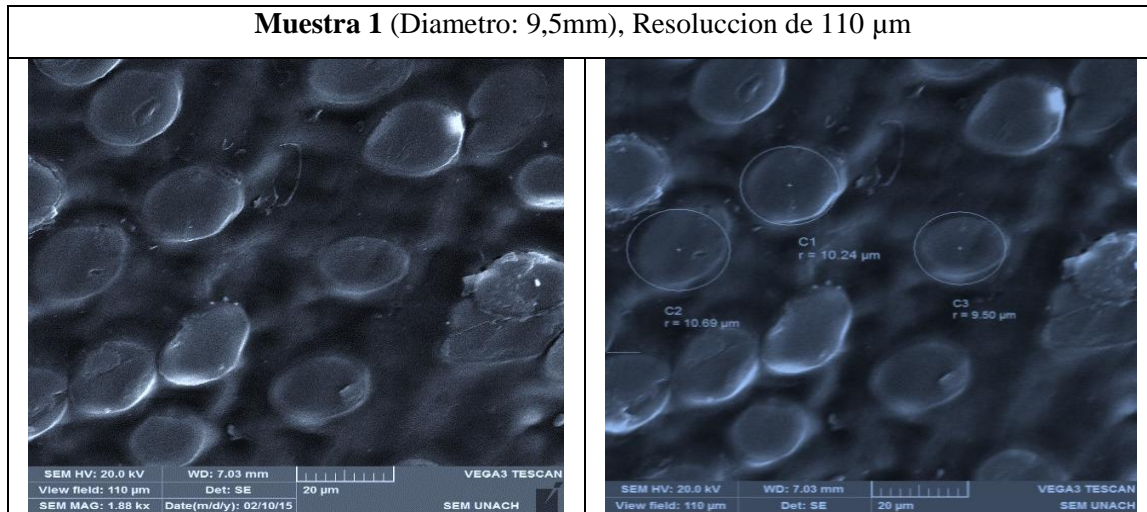
Imagen 3. Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 9,5 mm de diámetro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 3 de la muestra 1 de Olote o tusa de maíz con una magnificación de 18.94mm, se observa que presenta una estructura asimétrica con una textura un poco dura y de forma irregular.

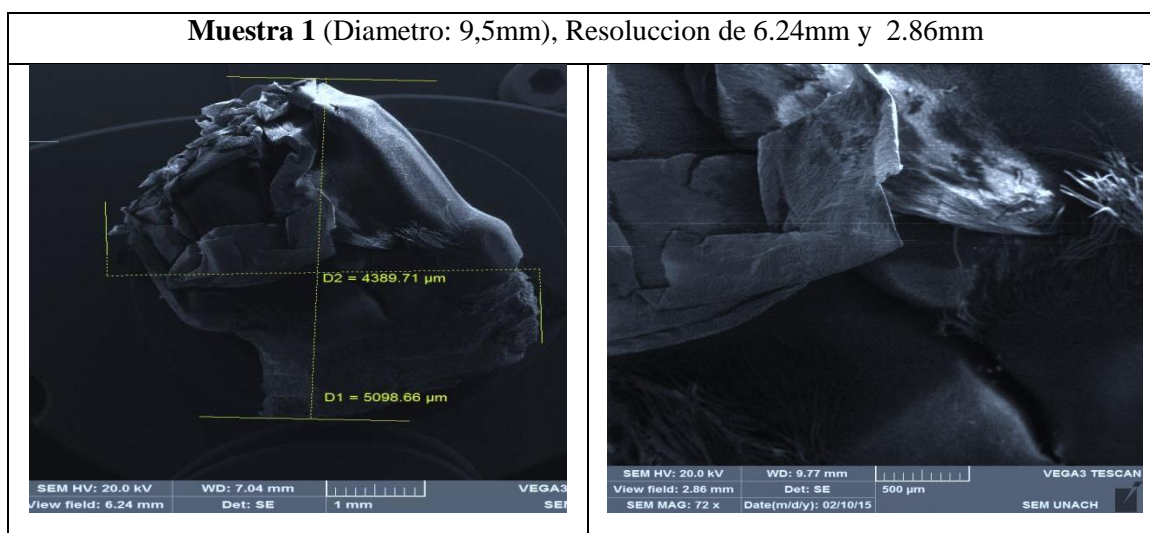
Imagen 4. Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 9,5 mm de diametro



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 4 de la muestra 1 de olote o tusa de maíz se observa con un aumento de magnificación de 7.03mm, que se presenta unos brotes y la mayoría se presentan cortados dejando una forma redonda.

Imagen 5. Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 9,5 mm de diametro.

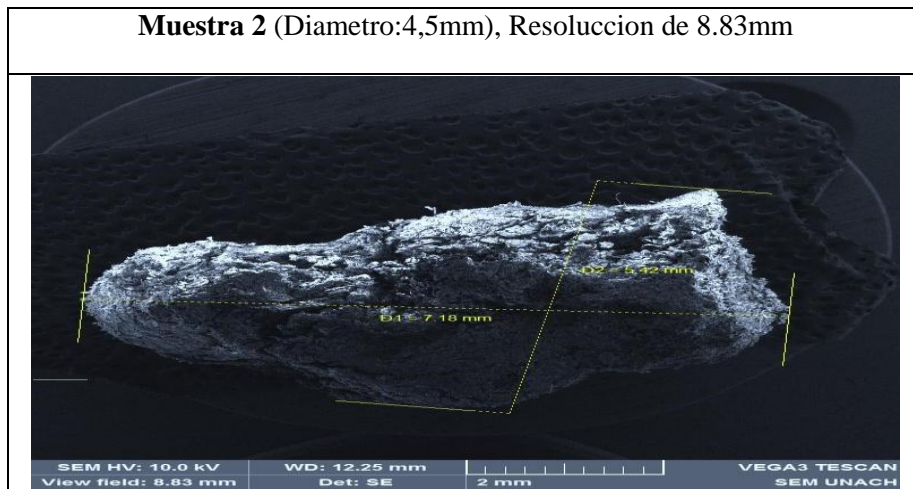


Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 5 de la muestra 1 de olote o tusa de maíz se observa con un aumento de magnificación de 7.04 mm que se presenta de forma irregular y con pequeños pliegues.

2. Tamiz 4, muestra de Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 4,5mm de diametro.

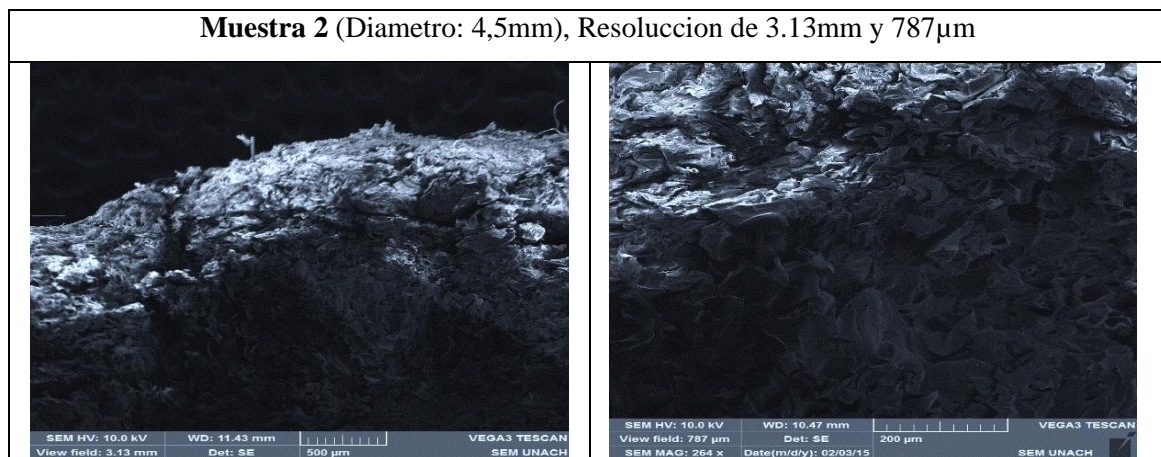
Imagen 6. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 4,5mm de diametro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 6 de la muestra 2 de olote o tusa de maíz se observa con un aumento de magnificación de 12.25mm, se presenta de forma irregular.

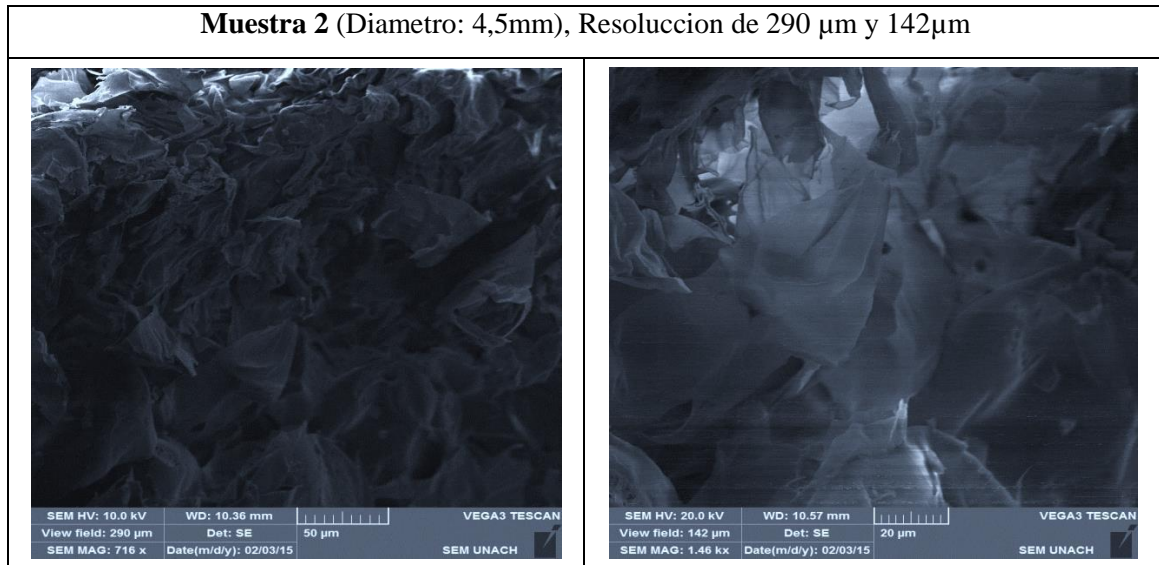
Imagen 7. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 4,5mm de diametro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 7 de la muestra 2 de olote o tusa de maíz se observa con un aumento de magnificación de 11.43mm, que se presenta una estructura irregular.

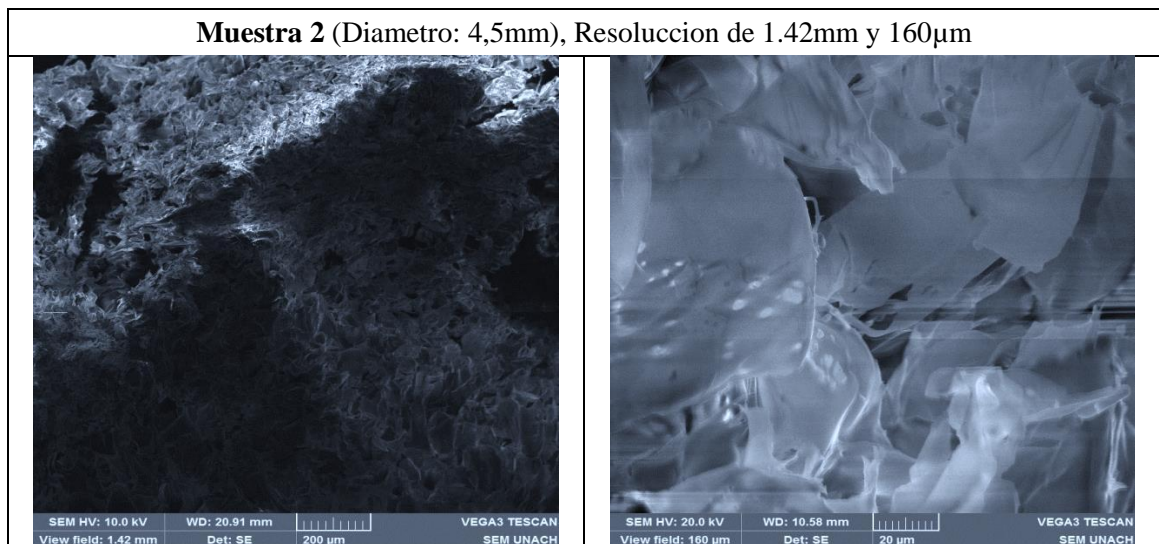
Imagen 8. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 4,5mm de diametro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 8 de la muestra 2 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 10.36 mm, se observa que se presenta como un conjunto de láminas irregulares y una estructura rugosa.

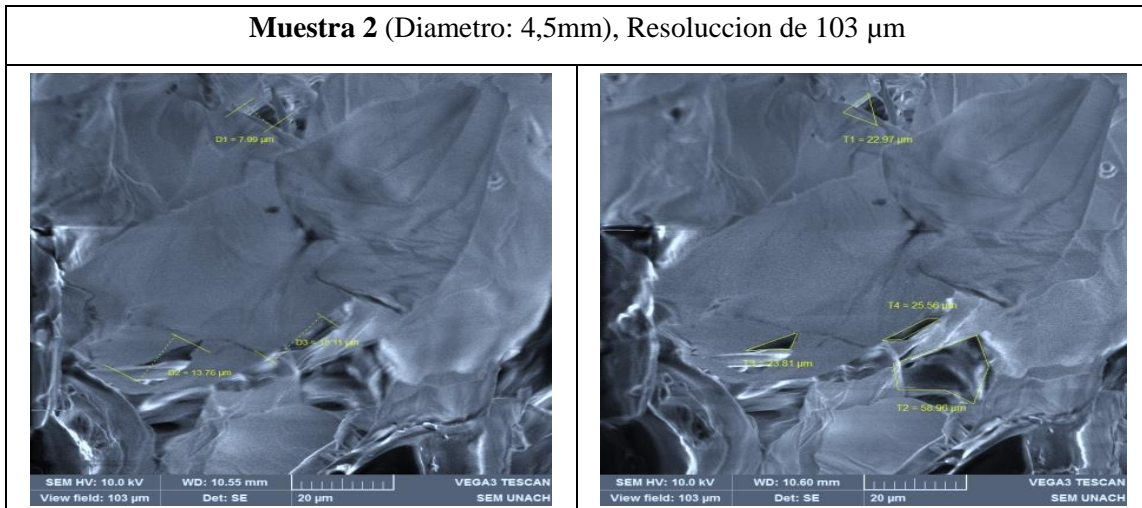
Imagen 9. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 4,5mm de diametro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 9 de la muestra 2 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 10.58mm, se observa una estructura rugosa e irregular.

Imagen 10. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 4,5mm de diametro.

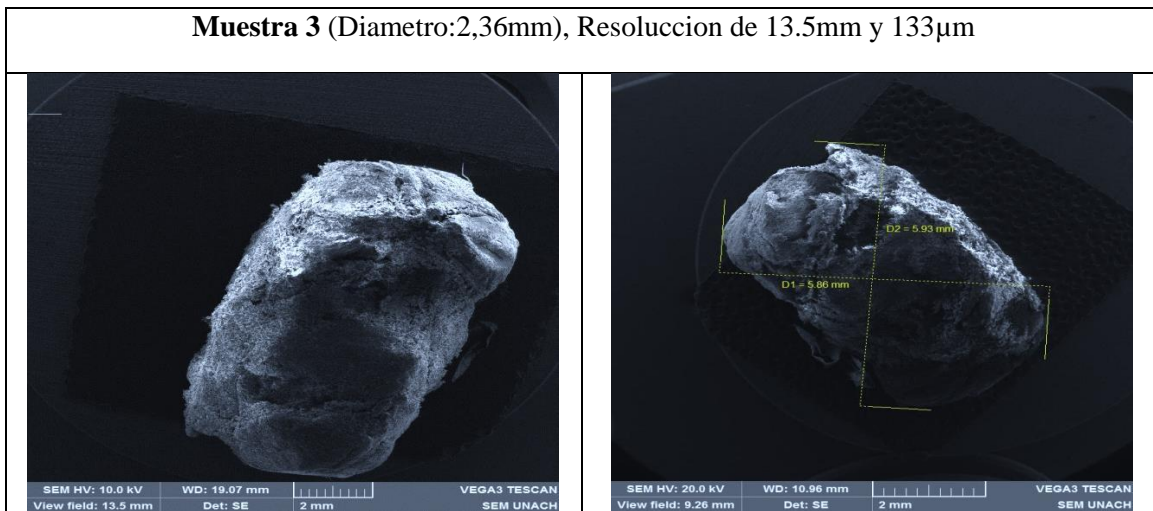


Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 10 de la muestra 2 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 10.55 mm, se observa unos pequeños poros irregulares.

3. Tamiz 8, muestra de Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 2,36mm de diametro.

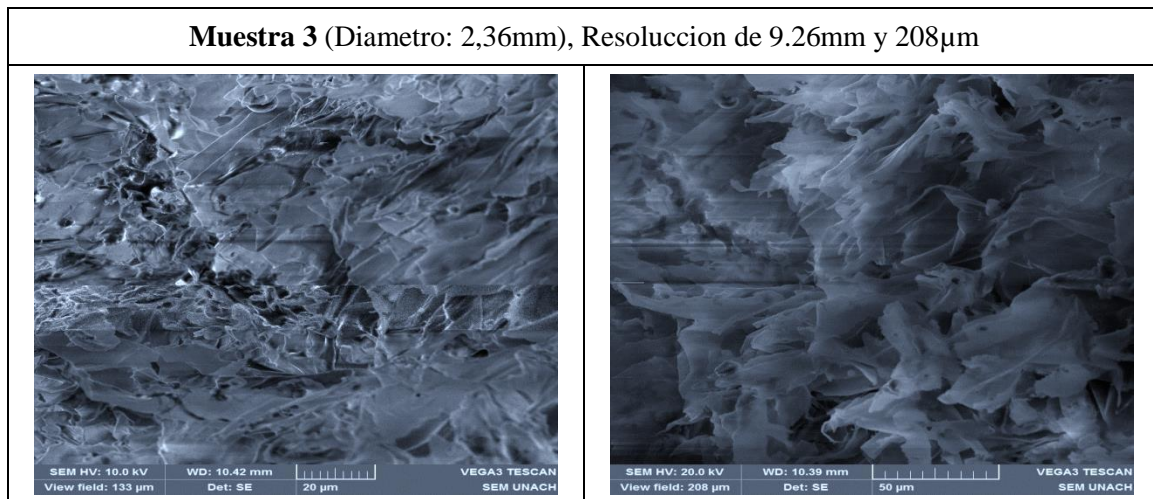
Imagen 11. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 2,36mmde diametro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V y Laboratorio de Microscopia.

En la imagen 11 de la muestra 3 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 19.07 mm, se observa unos pequeños poros irregulares.

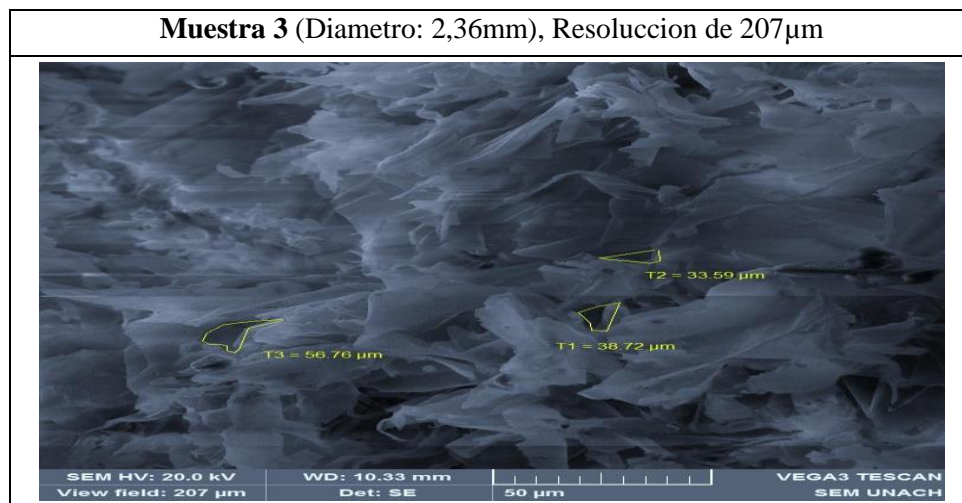
Imagen 12. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 2,36mm de diametro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 12 de la muestra 3 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 10.42 mm, se observa una estructura rugosa completamente irregular.

Imagen 13. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 2,36mm de diametro.

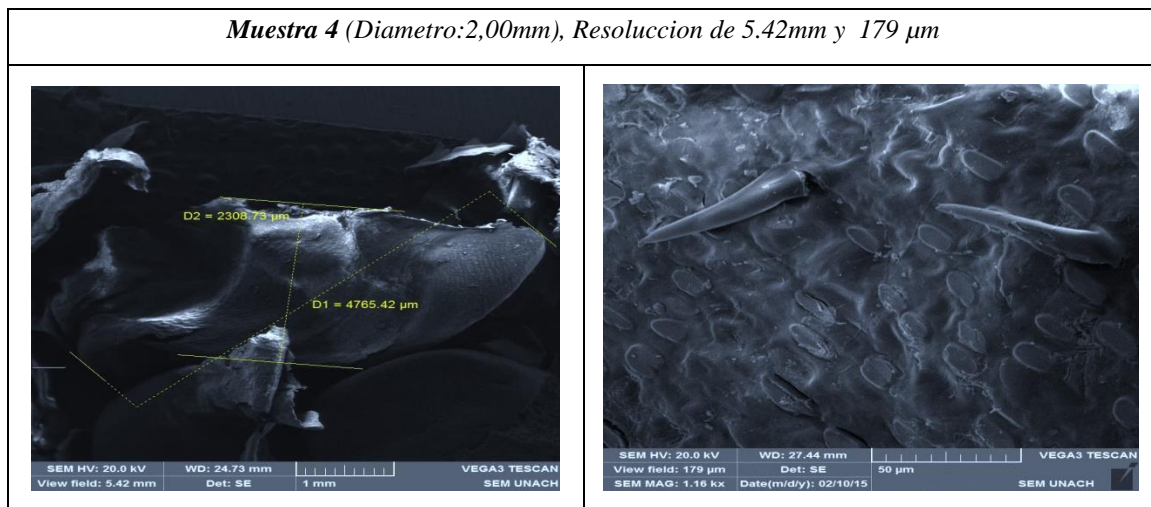


Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 13 de la muestra 3 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 10.33 mm, se observa de forma laminar e irregular.

4. Tamiz 10, muestra de Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula.

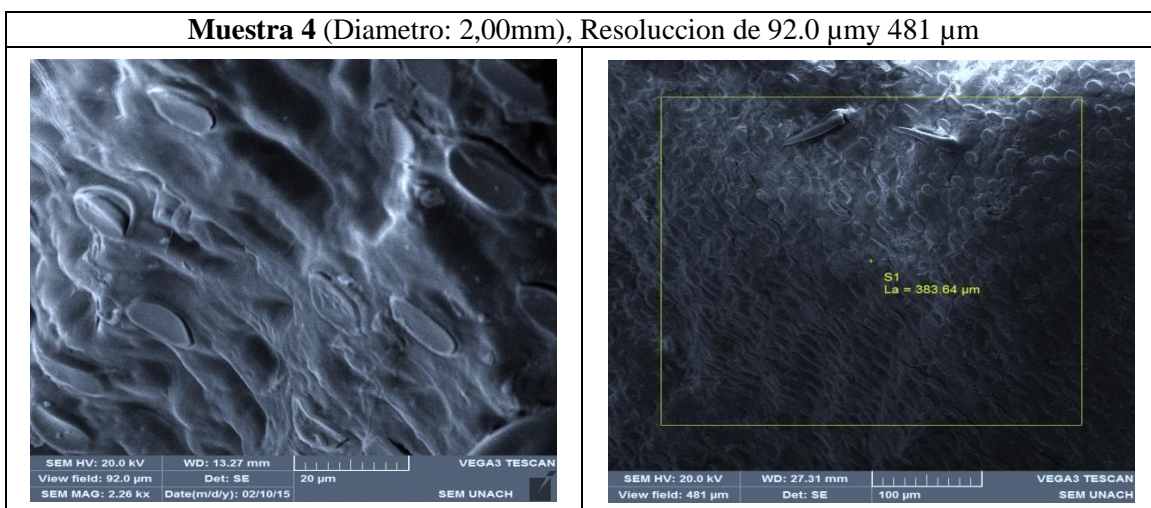
Imagen 14. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 2,36mmde diametro



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 14 de la muestra 4 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 27.44 mm, se observa que al igual que en la muestra 1 se presentan unos brotes cortados y algunos completos, presenta estructura ligeramente plana y de forma irregular.

Imagen 15. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 2,36mmde diametro.

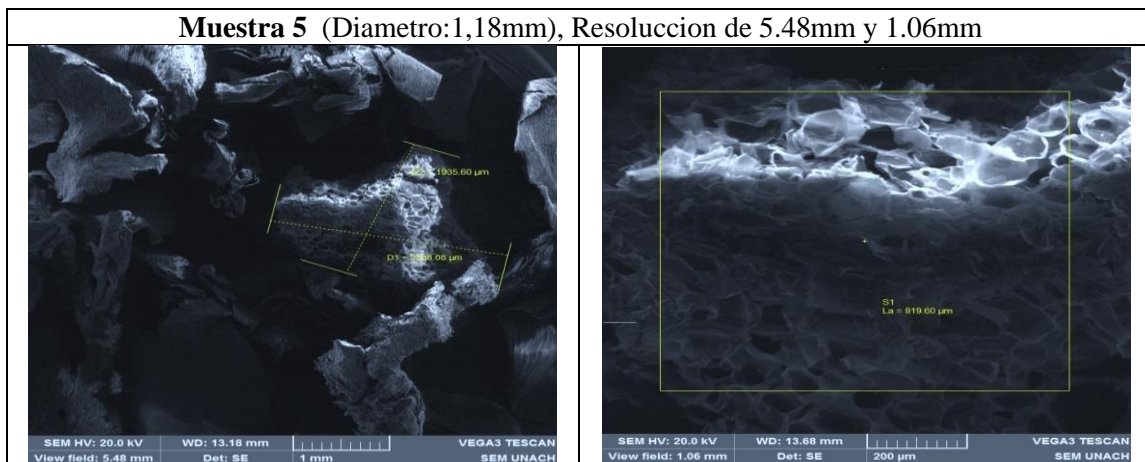


Elaborado: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 15 de la muestra 4 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 92.0 μ m y 481 μ m, se observa que al igual que en la muestra 1 se presentan unos brotes cortados y en otros tantos completos.

5. Tamiz 16, muestra de Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 1,18mm de diametro.

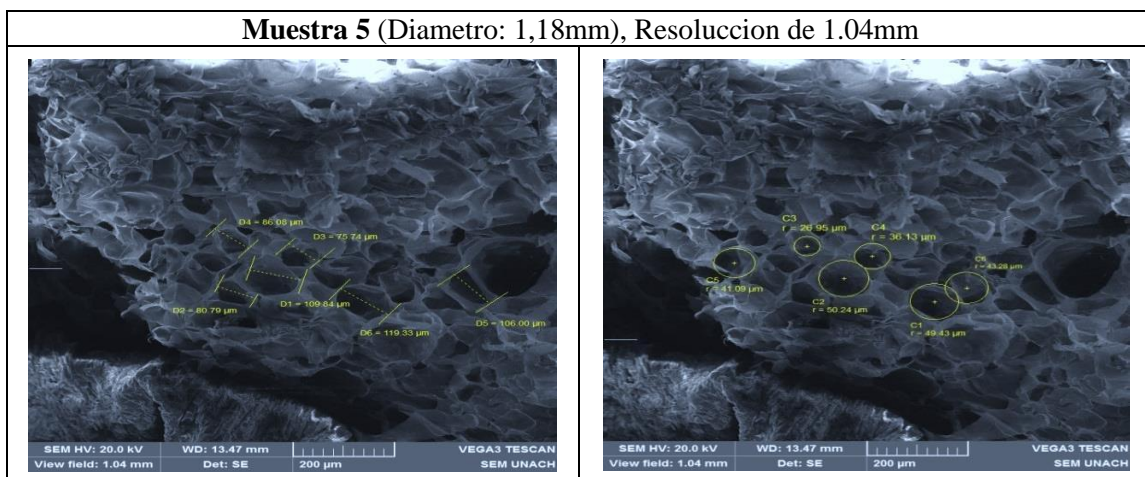
Imagen 16. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 1,18mm de diametro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 16 de de 13.6 mm y 1.06mm, aquí se puede observar la porosidad que presenta una estructura porosa y una forma irregular

Imagen 17. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 1,18mm de diametro.

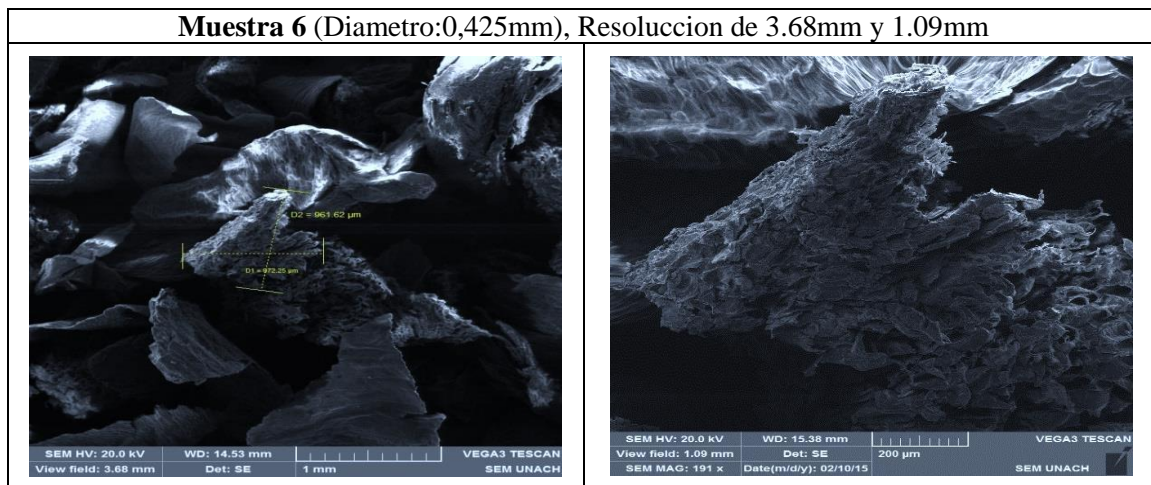


Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 17 de la muestra 5 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 13.47mm, se observar la porosidad que presenta y se prosigue a obtener el diámetro de los poros.

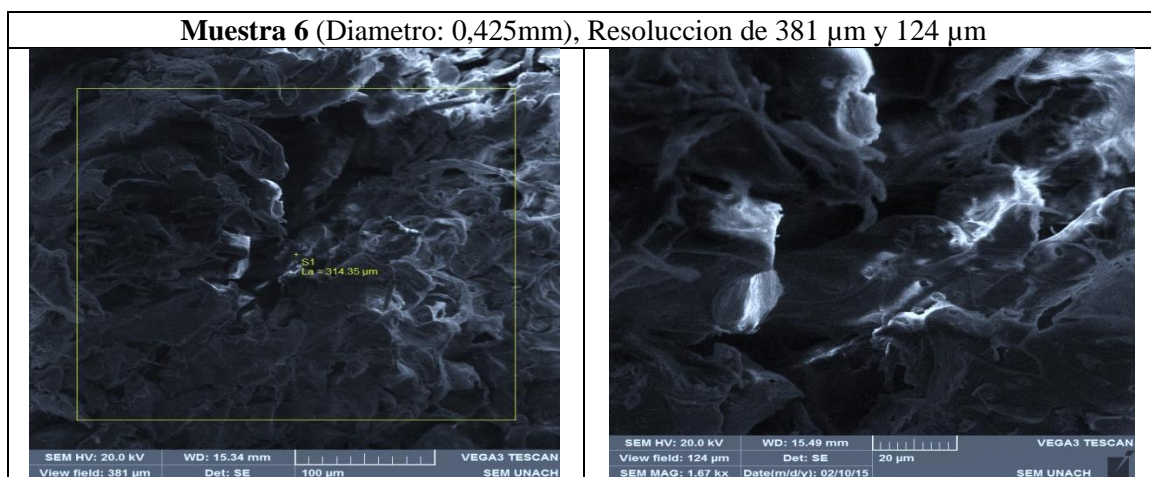
6. Tamiz 40, muestra de Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 1,18mm de diámetro.

Imagen 18. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 0,425 mm de diámetro.



En la imagen 18 de la muestra 6 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 14.33mm y 15.38mm, se observar que presenta de forma irregular y estructura rugosa.

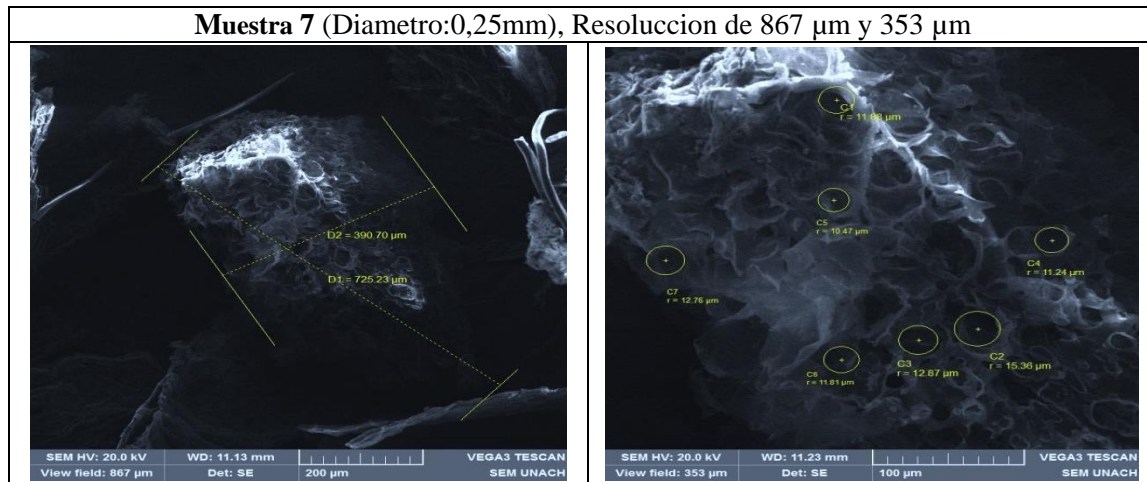
Imagen 19. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 0,425 mm de diámetro.



En la imagen 19 de la muestra 6 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 13.34mm y 13.49mm, se observa estructuras irregulares con muchas cavidades.

5. Tamiz 60, muestra de Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 0,25mm de diametro.

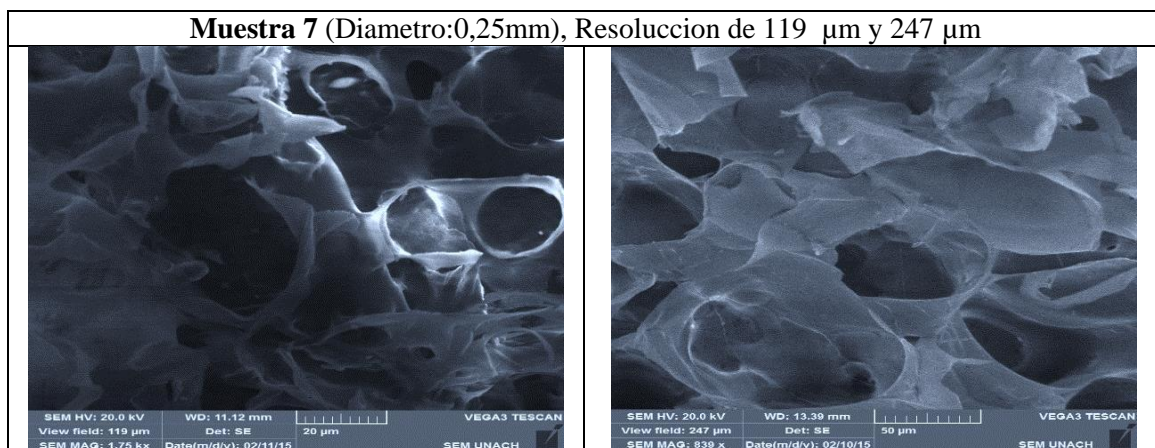
Imagen 20. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 0,25 mm de diametro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 20 de la muestra 7 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 11.13 mm y 11.23mm, se observó la porosidad y se mide el tamaño del diámetro de los poros y se observa que son un poco más grandes que los poros anteriores, se observa estructuras porosa y de formas irregulares con muchas cavidades.

Imagen 21. Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula 0,25 mm de diametro.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 21 de la muestra 7 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 11.12 mm y 13.39mm, se observa la porosidad pero en gran parte destruidos los poros.

Observación y Descripción del Carbón Activado de Olote o tusa de maíz (CAT).

Se realiza la descripción de la forma y estructura del carbón activado de olote o tusa de maíz, a continuación se muestran en las siguientes imágenes:

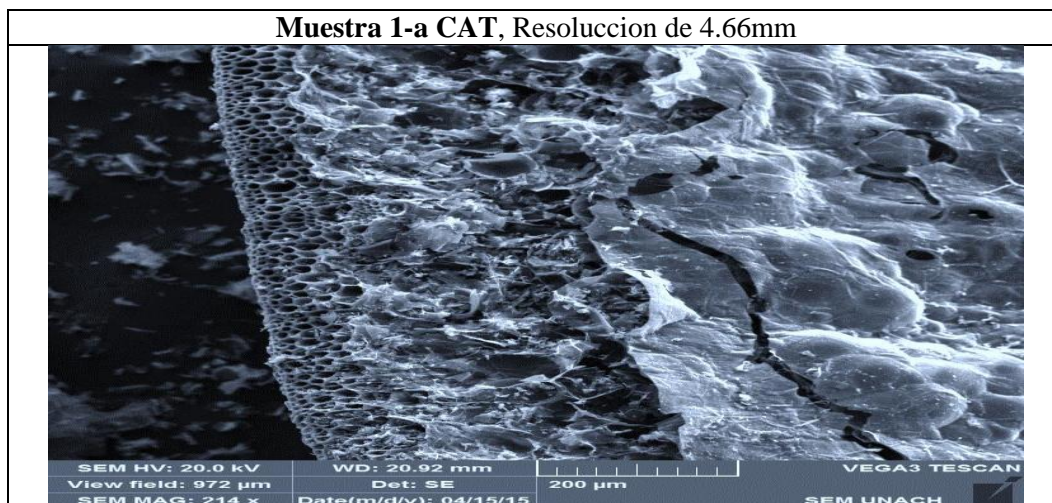
Imagen 22. Carbón activado de Olote o tusa de maíz.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 22 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 20.29mm, se observa una estructura erosionada y de forma irregular.

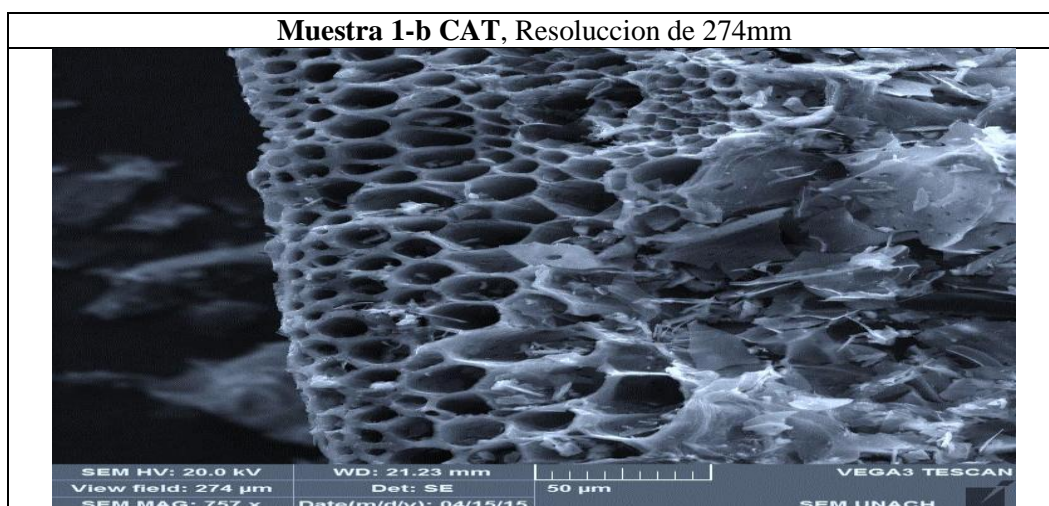
Imagen 23. Carbón activado de Olote o tusa de maíz.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

En la imagen 23 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 20.92mm, se observa que presenta varias capas porosas la primera con poros pequeños la otra con poros destruidos y cavidades irregulares, además presenta una capa u poco dura.

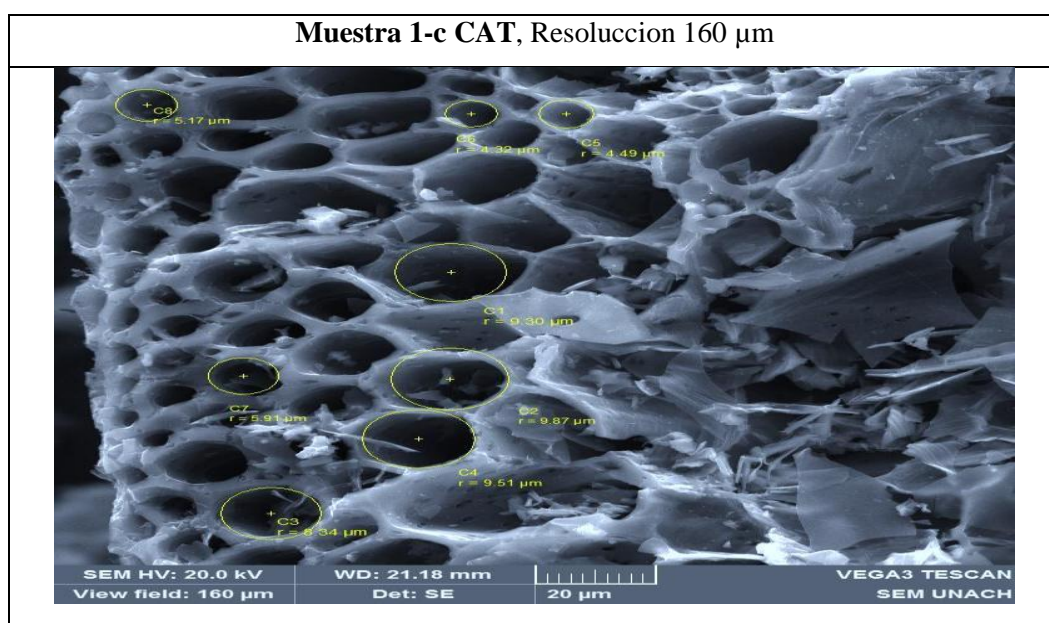
Imagen 24. Carbón activado de Olote o tusa de maíz.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 24 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.23mm, se observa que presenta una porosidad significativa.

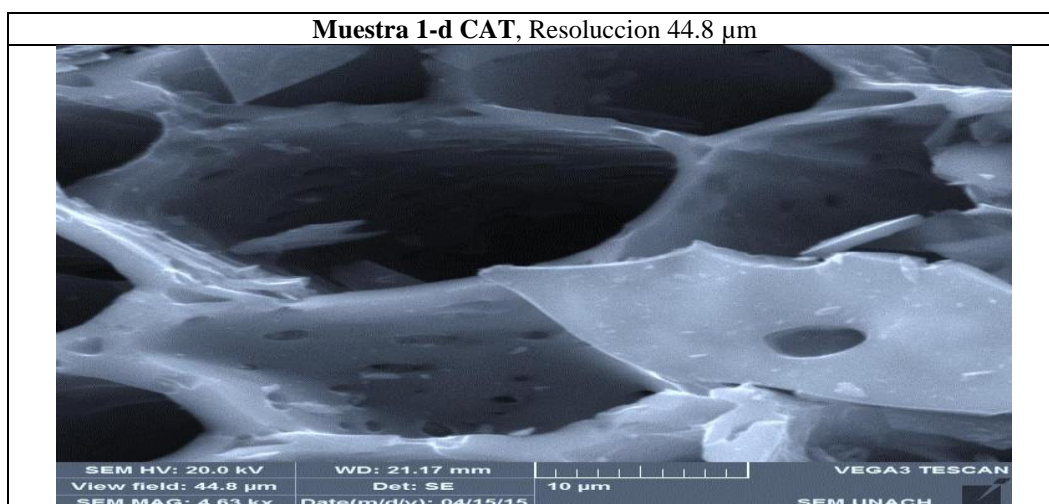
Imagen 25. Carbón activado de Carbón activado de Olote o tusa de maíz.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

En la imagen 25 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.16mm, la porosidad que presenta se prosigue a medir el diámetro de los poros.

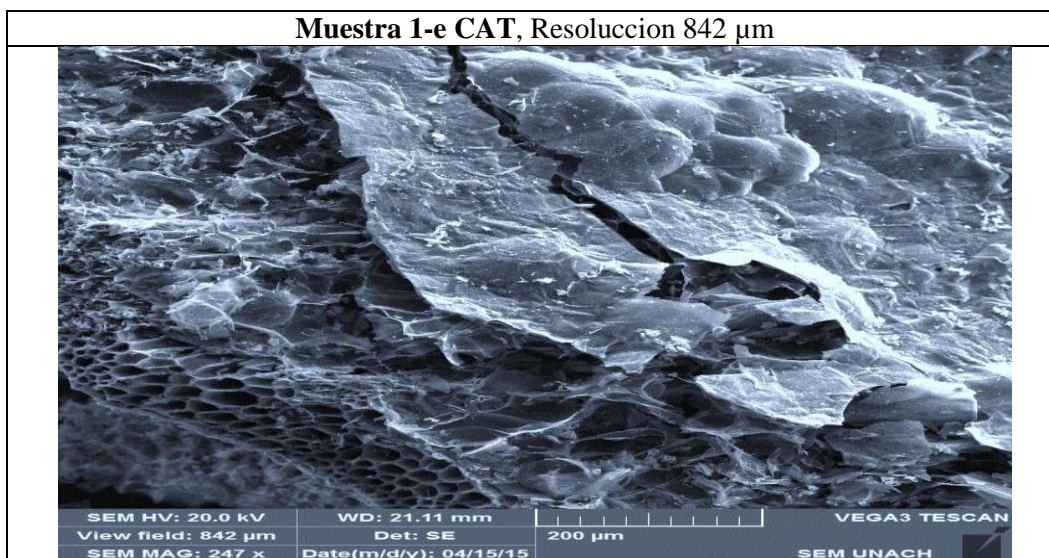
Imagen 26. Carbón activado de Olote o tusa de maíz.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 26 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.17mm, la porosidad que presenta cada una de las cavidades, poseen otros poros pequeños.

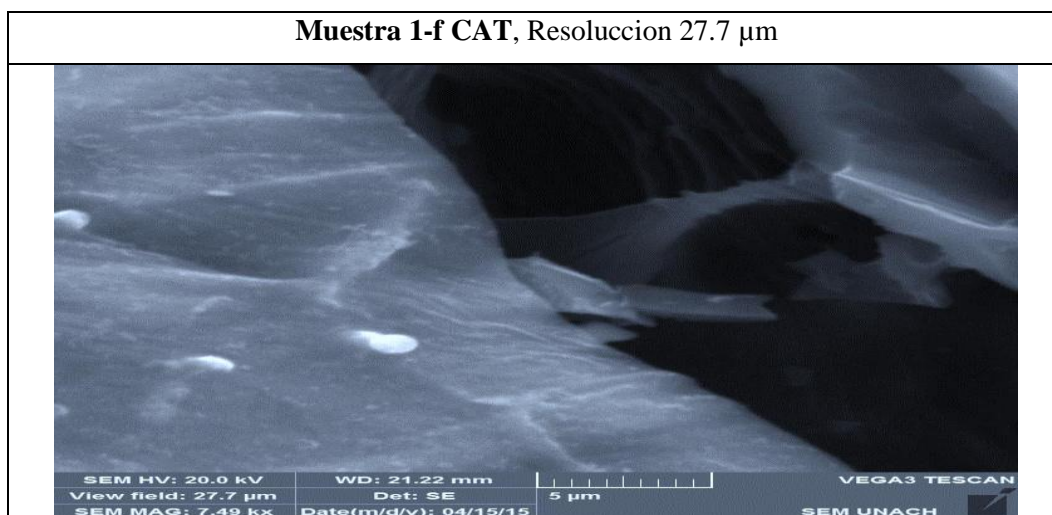
Imagen 27. Carbón activado de Olote o tusa de maíz.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 27 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.11mm se puede observar las capas que se presentan. .

Imagen 28. Carbón activado de Olote o tusa de maíz.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 28 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.22mm, se puede observar que desde la parte superior se presenta la forma de un panal de abejas.

3.2.3. Resultados generales del análisis del olote o tusa de maíz.

Cuadro 3. Análisis del olote o tusa de maíz.

Muestras	Forma	Estructura	Diámetro de los poros
Muestra 1 (Diámetro:9,5mm)	Asimétrica	Irregular	Inapreciable.
Muestra 2 (Diámetro:4,5mm)	Rugosa	Irregular	Inapreciable.
Muestra 3 (Diámetro:2,36mm)	Rugosa	Irregular	Inapreciable.
Muestra 4 (Diámetro:2,00mm)	Ligeramente Lisa	Irregular	Inapreciable.
Muestra 5 (Diámetro:1,18mm)	Porosa	Irregular	Inapreciable.
Muestra 6 (Diámetro:0,425mm)	Rugosa	Irregular	41,17µm
Muestra 7 (Diámetro:0,25mm)	Porosa	Irregular (panal de abejas)	12,34µm
Carbón Activado de Tusa (CAT)	Panal de abejas	Irregular	6,764µm

Elaborado Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

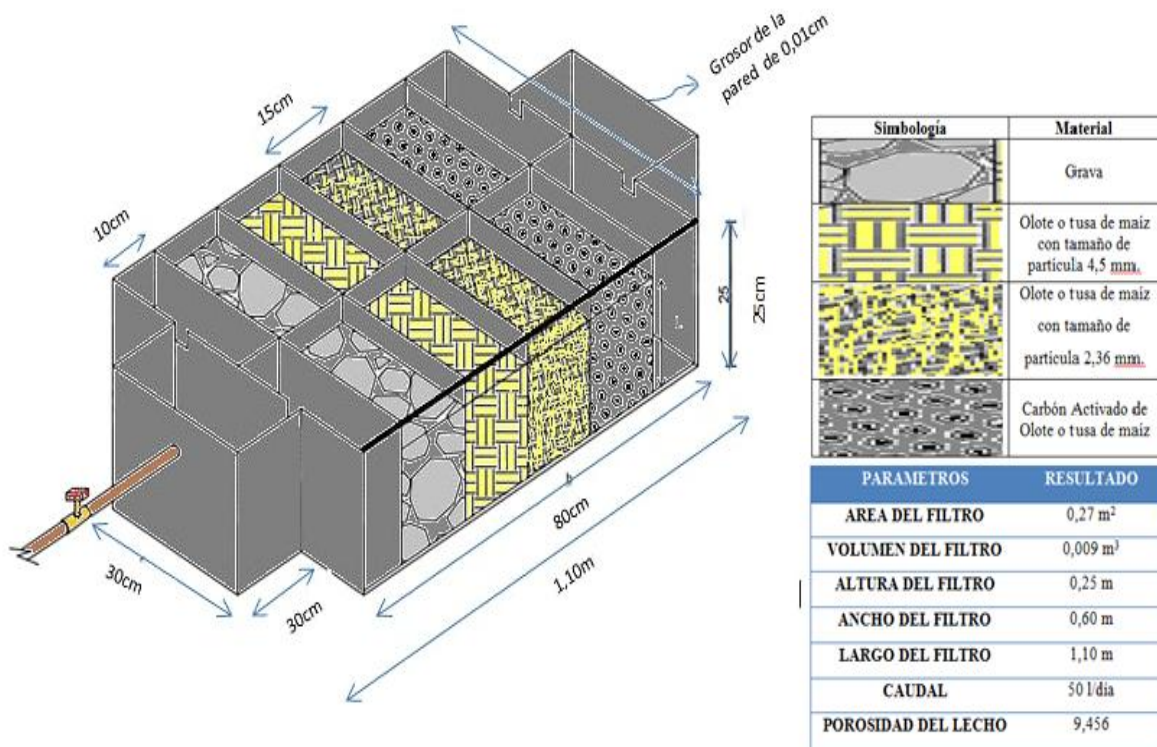
Descripción del cuadro 3. La muestra del olote o tusa de maíz presenta varios tamaños al ser triturada, las partículas grandes de tusa son difíciles de divisar la presencia de los poros y su tamaño en cambio entre más pequeñas las partículas del olote o tusa de maíz los poros son de fácil observación a través del microscopio electrónico de barrido.

3.3. Resultados obtenidos en el Diseño del filtro (Prototipo)

El prototipo está provisto de un tanque reservorio con una capacidad de 80 litros que suministra a todo el prototipo, esta agua residual pasa a por una manguera, ingresando al tanque de almacenamiento, a continuación pasa a la primera cámara del prototipo por el cual agua residual pasa por desbordamiento a las diferentes cámaras de filtrado separadas por laminas o baffles con agujeros u orificios seguidos uno del otro. De este modo el agua continua su recorrido por la primera cámara de filtrado la cual contiene un lecho filtrante de grava, luego el agua residual pasa a la segunda cámara de filtrado, en esta se encuentra olote o tusa de maíz con un tamaño de 4,5 mm (T2), luego el agua residual pasa a la tercera cámara de filtrado que esta con de olote o tusa de maíz con un tamaño de 2,36 mm (T3), sigue su recorrido hacia la última cámara que consta de grava y carbón activado de olote o tusa de maíz (en esta última cámara de filtrado es opcional dependiendo de tipo de trituración del agua residual, es decir si son colores claros y oscuros se mantendrá con grava en cambio si el color es color total (todos los colores mezclados) se utilizara carbón activado de olote o tusa de maíz), y por último el agua residual al pasar por todas las cámaras de filtrado es detenida por una lámina o baffle el cual tiene unas llaves de paso de $\frac{1}{2}$ que al transcurrir las 24 horas se abre y permite el paso del agua a la siguiente cámara que es un tanque reservorio y por desbordamiento rebosa y sobrepasando al tanque de almacenamiento final, en dicho tanque se puede observar el producto final que es el agua residual de la Hilandería Guijarro tratada por filtración, ver Anexo 9, Figura 1 y 2.

3.3.1. Plano del prototipo

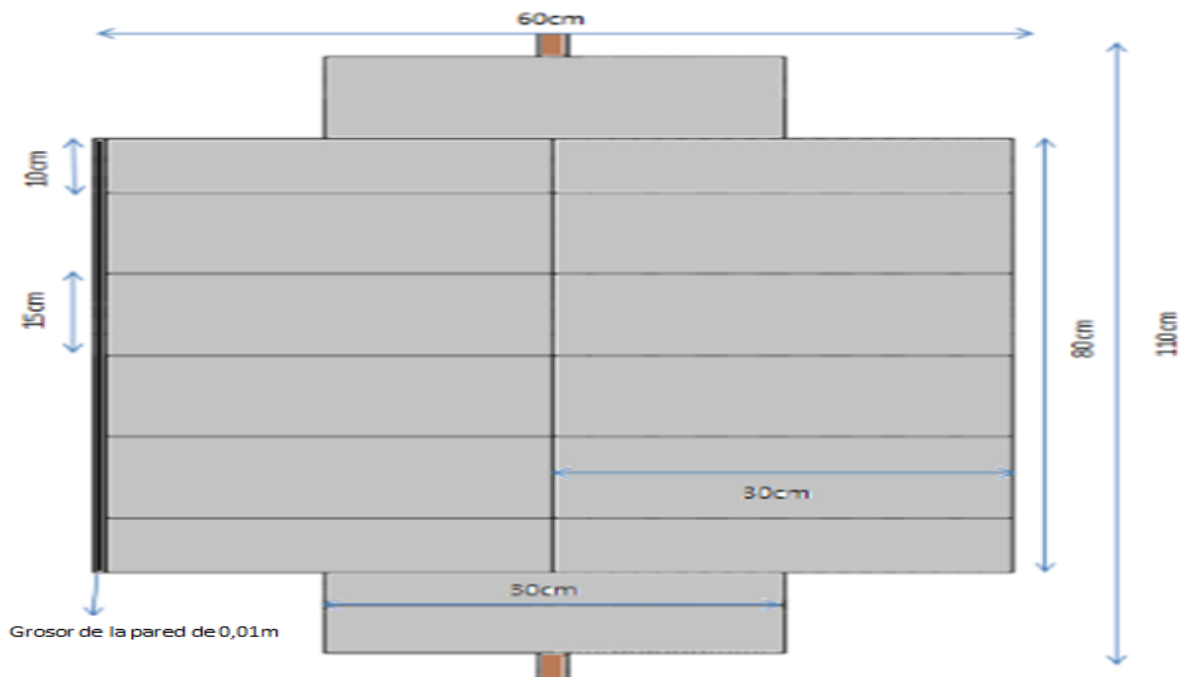
Figura 1. Plano del prototipo (Vista Lateral).



Nota: Los orificios de entrada y salida son para una manguera de 3/4.

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Figura 2. Plano del prototipo (Vista superior).



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Cuadro 4. Resultados generales del diseño del prototipo real.

PROTOTIPO REAL			
PARAMETROS DE DISEÑO	NOMBRE	FORMULA	RESULTADO
A	AREA DE UN PRISMA	$A = 2 axb + 2 bxc + 2(cxa)$	0,27 m ²
V	VOLUMEN DE UN PRISMA	$V = axbxc$	0,009 m ³
a	ALTURA		0,25 m
c	ANCHO DEL FILTRO		0,60 m
b	LARGO DEL FILTRO		1,10 m
Q	CAUDAL	$Q = \frac{V}{t}$	50 l/día
e	POROSIDAD DEL LECHO	$e = \frac{V. de vacio}{V. de lecho}$	9,456
D	DIAMETRO PARTICULA	Proceso de Tamizado	T2= 4,5 mm T3= 2,36 mm Grava=0,002 m
g	GRAVEDAD	Constante	9,8 m/s ²
v	VELOCIDAD		0,000107638 m/s
μ	VISCOSIDAD CINEMATICA		0,93605 x 10 ⁻³ K/m*s
ρ	DENSIDAD	$\rho = \frac{m}{V}$	997,47 Kg/m ³
N_{Re} T2	NUMERO DE REYNOLDS DE T2	$N_{Re} = \frac{D \times v \times \delta}{\mu}$	0,2705
CD T2	COEFICIENTE DE ARRASTRE DE T2	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$	48,99
h T2	PERDIDA POR FRICCIÓN DE T2	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$	1,07126 x 10 ⁻⁶ J/Kg
N_{Re} T3	NUMERO DE REYNOLDS DE T3	$N_{Re} = \frac{D \times v \times \delta}{\mu}$	0,5162
CD T3	COEFICIENTE DE ARRASTRE DE T3	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$	94,824
h T3	PERDIDA POR FRICCIÓN DE T3	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$	3,93927 x 10 ⁻⁶ J/Kg
N_{Re} grava	NUMERO DE REYNOLDS DE GRAVA	$N_{Re} = \frac{D \times v \times \delta}{\mu}$	0,229
CD grava	COEFICIENTE DE ARRASTRE DE GRAVA	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$	111,40413
h grava	PERDIDA POR FRICCIÓN DE GRAVA	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$	5,380115 x 10 ⁻³ J/Kg
ht	PERDIDAS TOTALES	$ht = h1 + h2 + h3$	0,00538511 J/Kg

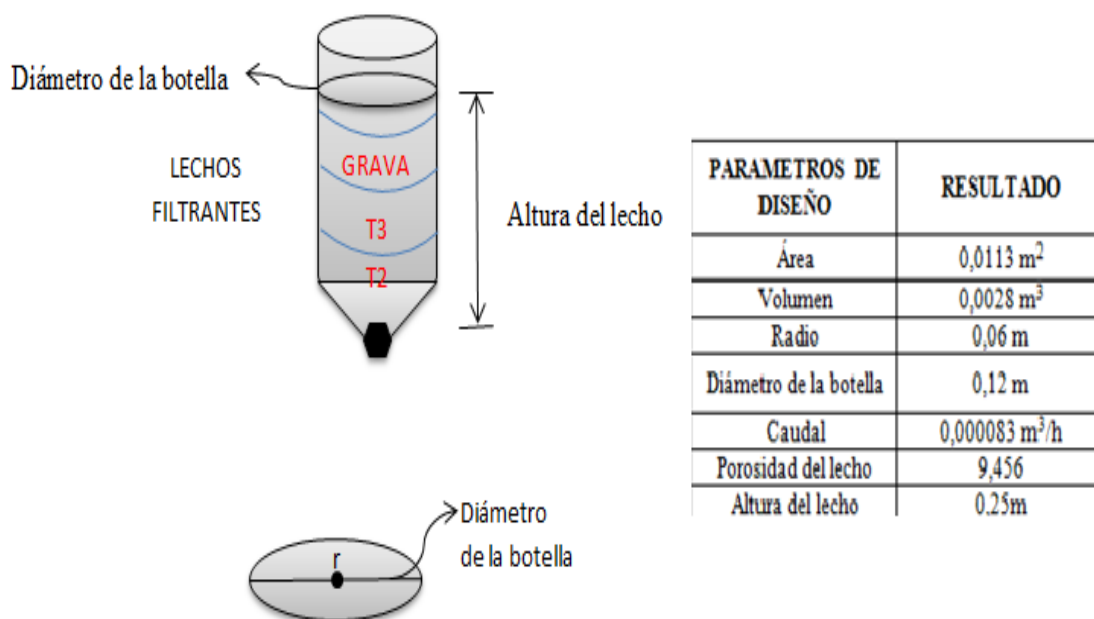
Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

3.4. Resultados de la aplicación y evaluación de la eficiencia del olote o tusa de maíz en la remoción de color.

3.4.1. Resultados generales de cálculos del diseño de Filtros de Olote o tusa de maíz a base de envases cilíndricos de plástico.

Se realizaron filtros a base de botellas de plástico debido a su fácil manipulación, los filtros tenían una altura del lecho total de 0,25 m, cada lecho filtrante tenía una altura de 0,83m con un diámetro de la botella de 0,12 m la cual estaba compuesta por tres lechos filtrantes en forma descendente grava, olote o tusa de maíz con un tamaño de 4,5 mm (T2), olote o tusa de maíz con un tamaño de 2,36 mm (T3). El agua residual proveniente de la Hilandería Guijarro, se colocó desde la parte superior para que baje de forma descendente y se produjo un tiempo de retención de 24 horas, las botellas se colocaba de manera invertida para su fácil manipulación, pasado el tiempo determinado se abrían cuidadosamente la botellas y el agua residual se depositada en vasos de precipitación para posteriores análisis. Esta agua residual era sometida a análisis iniciales y finales obteniendo parámetros como Temperatura, pH, Conductividad, Turbiedad, Color y Oxígeno disuelto, de cada uno de los colores que tinturan en la empresa y el color total agua residual mezclada) que comprendían todos los colores juntos).

Figura 3. Filtro de botellas de plástico.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Cuadro 5. Resultados generales del diseño para el prototipo filtros de olote o tusa de maíz.

PROTOTIPO BOTELLAS PLASTICAS			
PARAMETROS DE DISEÑO	NOMBRE	FORMULA	RESULTADO
A	Área	$A = \pi r^2$	0,0113 m ²
V	Volumen	$V = h\pi r^2$	0,0028 m ³
r	Radio	$r = \frac{d}{2}$	0,06 m
d	Diámetro de la botella		0,12 m
Q	Caudal	$Q = \frac{V}{t}$	0,000083 m ³ /h
e	Porosidad del lecho	$e = \frac{V. de vacio}{V. de lecho}$	9,456
L	Altura del lecho		0,25m
D	Diámetro partícula		T2= 4,5 mm T3= 2,36 mm Grava=0,002 m
g	Gravedad		9,8 m/s ²
v	Velocidad		0,000107638 m/s
μ	Viscosidad Cinemática		0,93605 x 10 ⁻³ K/m*s
ρ	Densidad	$\rho = \frac{m}{V}$	997,47 Kg/m ³
m (peso húmedo – peso seco)	Diferencia de pesos	$m = \text{Peso humedo} - \text{Peso seco}$	0,02015 Kg
N_{Re} T2	Numero de Reynolds de T2	$N_{Re} = \frac{D \times v \times \delta}{\mu}$	0,2705
CD T2	Coeficiente de arrastre de T2	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$	51,35
h T2	Perdidas por fricción de T2	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$	0,000022941 J/Kg
N_{Re} T3	Numero de Reynolds de T3	$N_{Re} = \frac{D \times v \times \delta}{\mu}$	0,5162

CD T3	Coeficiente de arrastre de T3	$CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$	94,824
h T3	Perdidas por fricción de T3	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$	0,0000833 J/Kg
N_{Re} grava	Numero de Reynolds de grava	$NRe = \frac{D \times v \times \delta}{\mu}$	0,229
CD grava	Coeficiente de arrastre de grava	$CD = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} + 0,34$	111,409
h T2 grava	Perdidas por fricción de grava	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$	34,457 J/Kg
ht	Pérdidas totales	$ht = h1 + h2 + h3$	33,46 J/Kg

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

3.4.2. Resultado del ensayo para el porcentaje de vacíos del olote o tusa de maíz.

Para la realizar estos procedimientos tanto por varillado y por paladas, la materia prima utilizada para estos procedimientos son el olote o tusa de maíz común, para lo cual se acoplo la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 858:2010.

Equipos

Balanza, varilla de compactación, molde, pala o cucharón, placa de vidrio.

- **Lecho filtrante del olote o tusa de maíz T2 (4,5 mm)**

Cuadro 6. Determinación de porcentaje de vacíos sueltos y compactado del olote o tusa de maíz 2 (4,5 mm).

Densidad del Agua (Compactado)(Kg/m ³)	997,5
Masa del Recipiente (Suelto)(Kg)	3,155
Masa del Recipiente calibrado más agua (Suelto)(Kg)	6,095
Volumen del Recipiente (Suelto)(m ³)	0,00295
Masa de Agregado más Recipiente (Suelto) (Kg)	3,679333333
Masa de Agregado (Suelto) (Kg)	0,524333333
Masa de Recipiente (Compactado) (Kg)	3,155
Masa del Recipiente calibrado más agua (Compactado) (Kg)	6,095
Volumen del Recipiente (Compactado)(m ³)	0,00295
Masa de Agregado más Recipiente (Compactado) (Kg)	3,787333333

Masa de Agregado (Compactado) (Kg)	0,632333333
MUS (Kg/m ³)	178
MUC (Kg/m ³)	215
% de Vacíos Suelos (%)	0,77
% de Vacíos Compactados (%)	0,72

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

Se consiguió con la T2 (olote o tusa de maíz de 4.5 mm), un porcentaje de vacíos sueltos del 0,77% y un porcentaje de vacíos compactado del 0, 72%, esto quiere decir que se obtuvo una separación menor al 1% entre partícula y partícula tanto en el porcentaje de vacíos sueltos como el compactado, es decir que la separación de las partículas es menor. Además al colocar en el prototipo, las partículas de tusa ocuparon casi todo el espacio de la botella debido a que se compacta por el peso de las mismas partículas de la tusa de maíz y por la grava.

- **Lecho filtrante del olote o tusa de maíz T3 (2,36 mm).**

Cuadro 7. Determinación de porcentaje de vacíos sueltos y compactado del olote o tusa de maíz T3 (2,36 mm).

Densidad del Agua (Compactado) (Kg/m ³)	997,5
Masa del Recipiente (Suelto) (Kg)	3,155
Masa del Recipiente calibrado más agua (Suelto)(Kg)	6,095
Volumen del Recipiente (Suelto) (m ³)	0,00295
Masa de Agregado más Recipiente (Suelto) (Kg)	3,586333333
Masa de Agregado (Suelto) (Kg)	0,431333333
Masa de Recipiente (Compactado) (Kg)	3,155
Masa del Recipiente calibrado más agua (Compactado) (Kg)	6,095
Volumen del Recipiente (Compactado) (m ³)	0,00295
Masa de Agregado más Recipiente (Compactado) (Kg)	3,666
Masa de Agregado (Compactado) (Kg)	0,511
Densidad relativa SSS	0,761
MUS (Kg/m ³)	146
MUC (Kg/m ³)	173
% de Vacíos Suelos (%)	0,81
% de Vacíos Compactados (%)	0,77

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Se obtuvo con la T3 (olote o tusa de maíz de 2.36 mm) un porcentaje de vacíos sueltos del 0,81% y un porcentaje de vacíos compactado del 0, 77%, esto quiere decir que se obtuvo

una separación menor al 1% entre partícula y partícula tanto en el porcentaje de vacíos sueltos como el compactado, lo mismo que viene hacer igual al caso de T2 (olote o tusa de maíz. de 4.5 mm).

Cuadro 8. Comparación entre porcentaje de vacíos sueltos y compactados, con diferentes tamaños de partícula del olote o tusa de maíz.

Muestra	Porcentaje de vacíos sueltos	Porcentaje de vacíos compactados
T2 (4.5 mm)	0,77%	0, 72%
T3 (2.36 mm)	0,81%	0, 77%

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Cuando el tamaño de la partícula del olote o tusa de maíz es menor, el porcentaje de vacíos sueltos y compactados incrementa.

3.4.3. Resultado en la determinación de la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.

Estos ensayos fueron efectuados en el Laboratorio de Ingeniería Civil por Nicole Priscila Torres Tapia, Karla Estefanía Gaibor Velasco y el responsable de Laboratorio el Ing. Fabián Brito, para lo cual el procedimiento se acoplo la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 156 (se realizaron un total de 10 ensayos).

Equipos: Balanza, picnómetro, matraz, molde y compactador para ensayo de humedad superficial, horno.

Cuadro 9. Fórmulas para determinar la densidad y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD	$SH = \frac{A}{B + S - C}$
DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN	$\% = \frac{(S - A)}{A} X 100$

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 156.

Símbolos

A= masa de la muestra seca al horno, gr.

B= masa del picnómetro lleno con agua, hasta la marca de calibración, gr.

C= masa del picnómetro lleno con muestra y agua hasta la marca de calibración, gr.

S= masa de la muestra saturada superficialmente seca, (utilizada en el procedimiento gravimétrico, para determinar la densidad relativa (gravedad específica) o para determinar la absorción, con ambos procedimientos, gr.

Resultados:

Cuadro 10. Densidad del olote o tusa de maíz.

Parámetros	Valores
Rango	0,2185
Media	0,761
Varianza	0,0137
Desviación Estándar	0,1169

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Mediante 10 ensayos realizados se obtuvo la densidad del olote o tusa de maíz $\bar{x} = 0,761$ Kg/m³ con una media promedio y una desviación estándar de 0,1169 es decir que el porcentaje de error es menor y con esto podemos tener una visión más acorde con la realidad a la hora de describir e interpretar los datos para la toma de decisiones

Cuadro 11. Porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.

Rango	8,435
Media	19,269
Varianza	33,159769
Desviación Estándar	5,75845196

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Mediante 10 ensayos realizados se obtuvo la absorción del olote o tusa de maíz $\bar{x} = 19,269$ %, o porcentaje de retención que la tusa absorbe.

3.4.4. Resultados de los parámetros obtenidos del agua filtrada a través del lecho filtrante de tusa.

3.4.4.1. Pruebas de laboratorio (filtros de olote o tusa de maíz a base de botellas plásticas).

El resultado obtenido de los análisis del laboratorio determinó, el porcentaje de color reducido de las aguas residuales para lo cual se utilizaron diferentes coloraciones como: (color verde oscuro, verde lechuga, verde militar, verde oliva, verde fosforescente, habano, rosado, plomo, lila, celeste, café, rojo, vino, color total (mezcla de todos los colores)), provenientes de la Hilandería Guijarro, los cuales pasaron por el proceso de filtración a través de diferentes filtros, utilizando como medio filtrante de olote o tusa de maíz, que se representa por medio de cuadros y graficas mostradas a continuación:

Tabla 7. Simbología de los filtros

ABREVIATURAS	SIGNIFICADO
T	Olote o tusa de maíz.
P	Grava
CV	Carbón Vegetal
CVA	Carbón Vegetal Activado
TT	Tusa Total (todos los tamaños de partículas).
CAT	Carbón Activado de Tusa
CT	Color Total.
2	Olote o tusa de maíz obtenida en la muestra número 2 con tamaño de partícula 4,5 mm
3	Olote o tusa de maíz obtenida en la muestra número 3 con tamaño de partícula 2,36 mm

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Tabla 7. Tipos de filtros del olote o tusa de maíz.

T2	Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm.
TP2.	Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm y grava
T3	Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 2,36 mm.
TP3	Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 2,36 mm y grava.
TT	Olote o tusa de maíz con todos los tamaños de partícula que consta de (9,5 mm), (4,5 mm), (2,36 mm), (2,00mm), (1,18mm), (0,425mm), (0,25mm),
TTP	Olote o tusa de maíz con todos los tamaños de partícula que consta de (9,5 mm), (4,5 mm), (2,36 mm), (2,00mm), (1,18mm), (0,425mm), (0,25mm), y grava.
2, 3TP	Olote o tusa de maíz con tamaños de partículas 4,5 mm, 2,36 mm y grava.
CT	Color Total

TTP_{CT}	Olote o tusa de maíz con todos los tamaños de partícula que consta de (9,5 mm), (4,5 mm), (2,36 mm), (2,00mm), (1,18mm), (0,425mm), (0,25mm), Grava y pasada por agua residual con color total.
TT_{CT}	Olote o tusa de maíz con todos los tamaños de partícula que consta de (9,5 mm), (4,5 mm), (2,36 mm), (2,00mm), (1,18mm), (0,425mm), (0,25mm) y agua residual con color total
2,3TP_{CT}	Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm y grava pasado agua residual con color total.
2,3T_{CT}	Olote o tusa de maíz con tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm y agua residual con color total.
CV	Carbón vegetal.
CA	Carbón activado.
CVA o CAV	Carbón vegetal activado o Carbón activado vegetal.
2,3TPCVA	Olote o tusa de maíz con tamaños de partícula 4,5 mm, 2,36 mm, grava y con Carbón vegetal activado.
TTCVA	Olote o tusa de maíz con todos los tamaños de partícula que consta de (9,5 mm), (4,5 mm), (2,36 mm), (2,00mm), (1,18mm), (0,425mm), (0,25mm) y Carbón vegetal activado.
2,3TCVA	Olote o tusa de maíz con tamaños de partícula 4,5 mm, 2,36 mm y con Carbón vegetal activado. Carbón activado de olote o tusa de maíz.
TTPCVA	Olote o tusa de maíz con todos los tamaños de partícula que consta de (9,5 mm), (4,5 mm), (2,36 mm), (2,00mm), (1,18mm), (0,425mm), (0,25mm), grava y Carbón vegetal activado.
1CAV-2,3TP	Diferentes filtros con Carbón activado vegetal y Olote o tusa de maíz con tamaños de partícula 4,5 mm, 2,36 mm y grava.
2CAV-2,3T	Diferentes filtros con Carbón activado vegetal y Olote o tusa de maíz con tamaños de partícula 4,5 mm y 2,36 mm.
3CAV-TT	Diferentes filtros con Carbón activado vegetal y Olote o tusa de maíz con todos los tamaño de partícula que consta de (9,5 mm), (4,5 mm), 2,36 mm), (2,00mm), (1,18mm), (0,425mm), (0,25mm).
4CAV- TTP	Diferentes filtros con Carbón activado vegetal y Olote o tusa de maíz con todos los tamaños de partícula que consta de T1(9,5 mm), T2(4,5 mm), T3(2,36 mm), T4(2,00mm), T5(1,18mm), T6 (0,425mm), T7 (0,25mm) y Grava.
CAT	Carbón activado de olote o tusa de maíz.

Elaborado por: Nicole Torres T. Karla Gaibor V.

1. Agua residual de color verde oscuro pasada por el filtro T2 (Olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro).

Cuadro 12. Agua residual de color verde oscuro, pasada por el filtro T2.

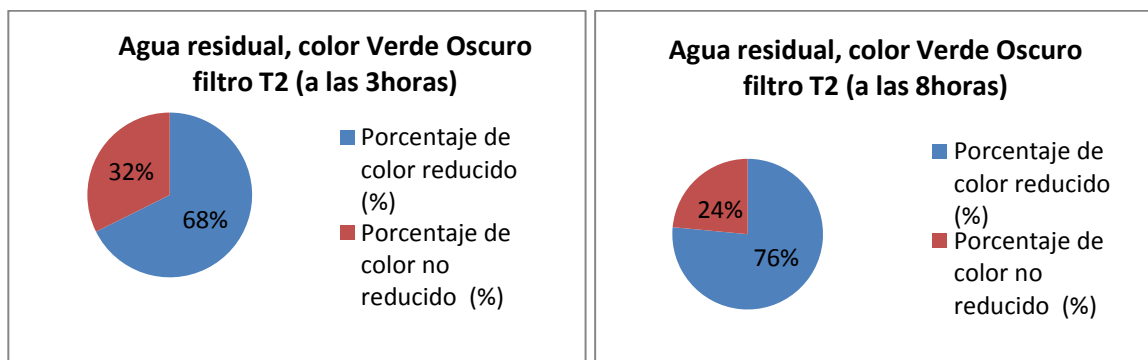
Resultados A.R. color Verde Oscuro							
Parámetros	Método/Procedimiento	Unidades	Muestra inicial		T2	T2	
Ph	PE-LSA-01	[H+]	5,56	3 horas	5,86	8 horas	5,741
Conductividad	PE-LSA-02	ms/cm	3,64		6,68		6,60

Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	ppm	2,52	3,10	3,08
Color	STANDARD METHODS 2120 C	Unit ptCo (Upt-co)	3400	1100	800
Color		Porcentaje de retención (%)		67,64	76,47
Color		Porcentaje no retenido (%)		32,35	23,52

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 3. Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

Discusión del Cuadro 12, Gráfico 3: Se observó que el filtro de olote o tusa de maíz T2 pasado por agua residual de color verde oscuro (tusa con un tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro), a las 3 horas se presentó una reducción mayor al 50% en comparación a la muestra inicial y a las 8 horas se obtuvo el 76,47% de reducción de color y un 23,52% de color no retenido.

2. Agua residual de color verde oscuro pasada por el filtro TP2 (olote o tusa de maíz tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro y grava).

Cuadro 13. Agua residual de color verde oscuro, pasada por el filtro TP2.

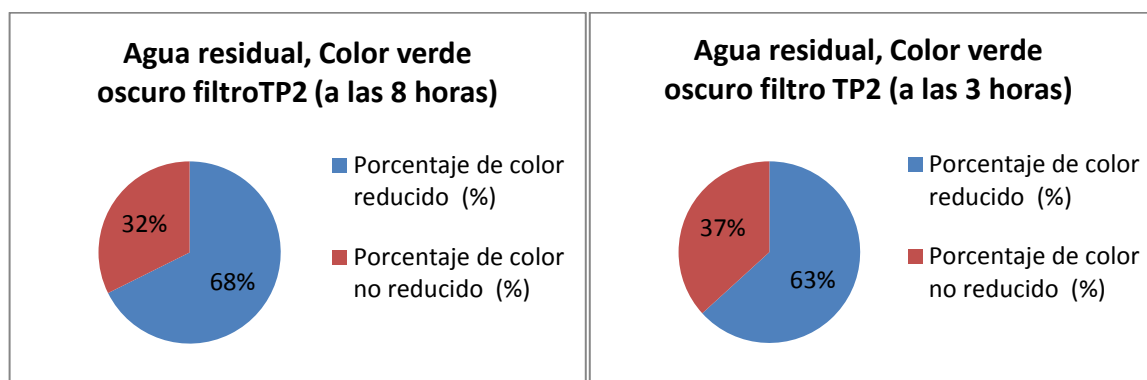
Resultados A.R. color Verde Oscuro							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	3 horas	TP2	8 horas	TP2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	5,56				5,75
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,64		6,66		5,80

Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,52		3,21		2,10
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3400		1250		1100
Color	Porcentaje de retención (%)				63,24		67,65
Color	Porcentaje no retenido (%)				36,76		32,35

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 4. Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

Discusión del Cuadro 13, Gráfico 4: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP2 con agua residual de color verde oscuro (tusa con un tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro y grava), a las 3 horas se observó una reducción mayor al 50% en comparación a la muestra inicial y a las 8 horas se obtuvo el 67,47% de reducción de color y un 32,35% de color no retenido.

3. Agua residual de color verde oscuro pasada por el filtro T3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro).

Cuadro 14. Agua residual de color verde oscuro, pasada por el filtro T3.

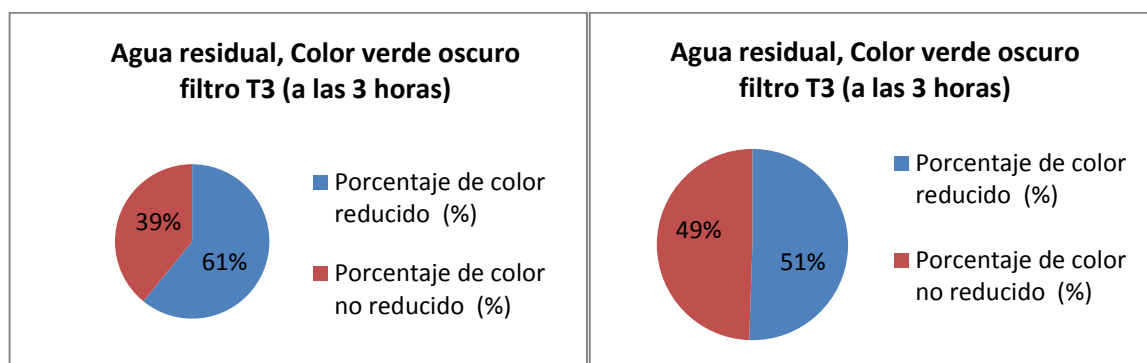
Resultados A.R. color Verde Oscuro									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3		T3	T3	
Ph	[H+]	PE-LSA-01	5,56	3 horas	4,831	8 horas	4,681	25 horas	4,423
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,64		6,86		6,99		7,20

Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500 -O-G mod	2,52		1,25		0,71		1,31
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3400		1330		1680		1700
Color	Porcentaje de retención (%)				60,88		50,52		50
Color	Porcentaje no retenido (%)				39,12		49,41		50

Nota: Dilución x 10 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 5. Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 14, Gráfico 5: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T3 con agua residual de color verde oscuro (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro), a las 3 horas se observó una reducción mayor al 50% en comparación de la muestra inicial, en 8 horas el lecho filtrante empezó a saturarse en 25 horas se obtuvo el 50% de reducción de color.

4. Agua residual de color verde oscuro pasada por el filtro TP3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava)

Cuadro 15. Agua residual de color verde oscuro, pasada por el filtroTP3.

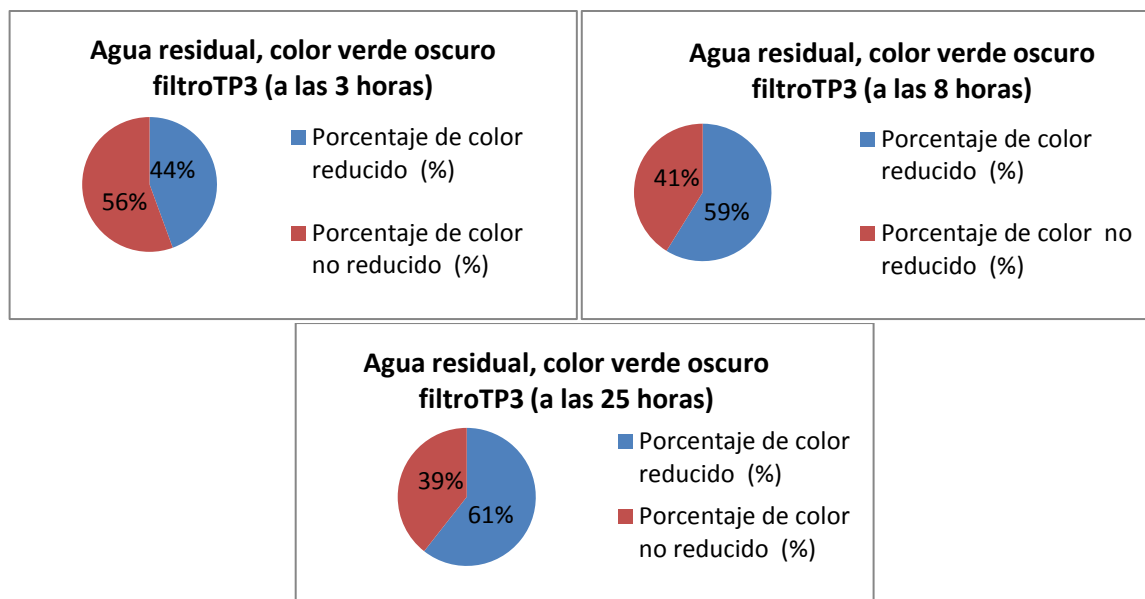
Resultados A.R. color Verde Oscuro									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	3 horas	TP3	8 horas	TP3	25 horas	TP3
Ph	[H+]	PE-LSA-01	5,56		5,005		4,772		4,429
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,64		6,92		7,06		7,24
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	2,52	2,16	1,24	1,22			

Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3400	1510	1400	1340
Color	Porcentaje de retención (%)			44,41	58,82	60,59
Color	Porcentaje no retenido (%)			55,59	41,18	39,41

Nota: Dilución x 10 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 6. Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 15, Gráfico 6: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T3 con agua residual de color verde oscuro (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava), a las 8 horas se observó una reducción del 44,41% en comparación de la muestra inicial, a las 8 horas se obtuvo una reducción de color del 58,82% y a las 25 horas se presentó un porcentaje de retención del 60,59%.

5. Agua residual de color verde lechuga pasada por el filtro T3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro)

Cuadro 16. Agua residual de color verde lechuga, pasada por el filtro T3.

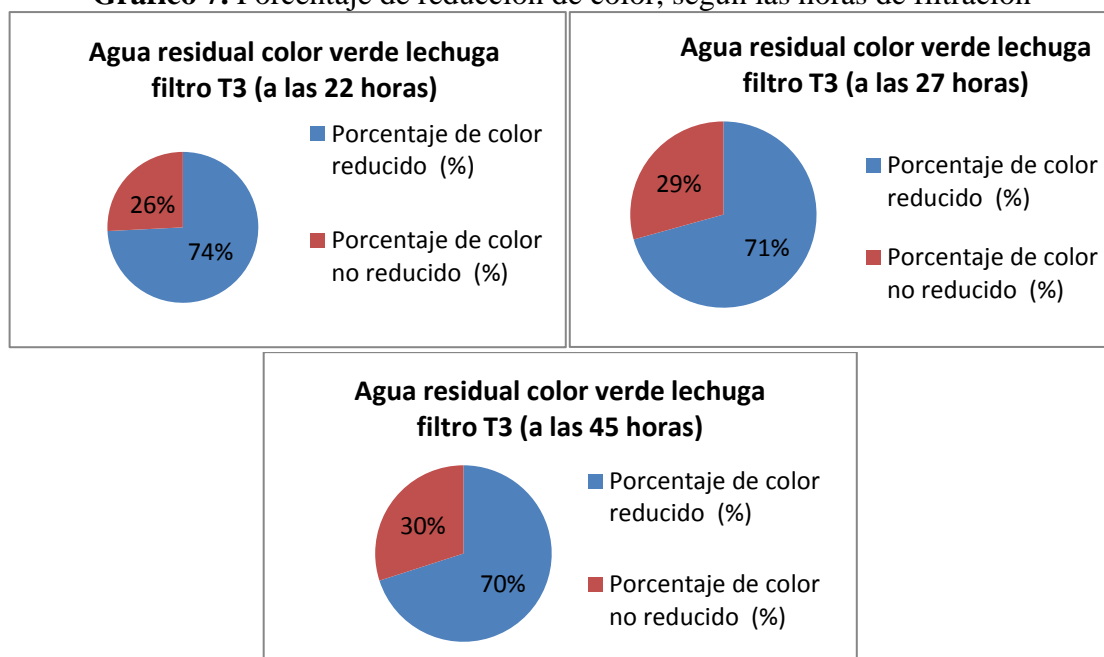
Resultados A.R. Color Verde Lechuga							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	22 horas	27 horas	45 horas	T3
Ph	[H+]	PE-LSA-01	5,592	5,422	5,011	4,755	T3
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62	6,04	5,67	5,80	T3

Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12	1,02	0,35	0,24
Color	Unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350	1700	4210	4300
Color	Porcentaje de retención (%)			74,22	70,76	70,03
Color	Porcentaje no retenido (%)			25,78	29,34	29,97

Nota: Dilución x 10 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 7. Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 16, Gráfico 7: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T3 con agua residual de color verde lechuga (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro), a las 22 horas se observó una reducción del 74,22% en comparación de la muestra inicial, en 27 horas se obtuvo el 70,76% de reducción y a las 45 horas el lecho filtrante continuo saturándose con una mínima diferencia que fue de 27 horas, quedando un color retenido de 70,03% y del 29,97% no retenido.

6. Agua residual de color verde lechuga pasada por el filtro TP3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava)

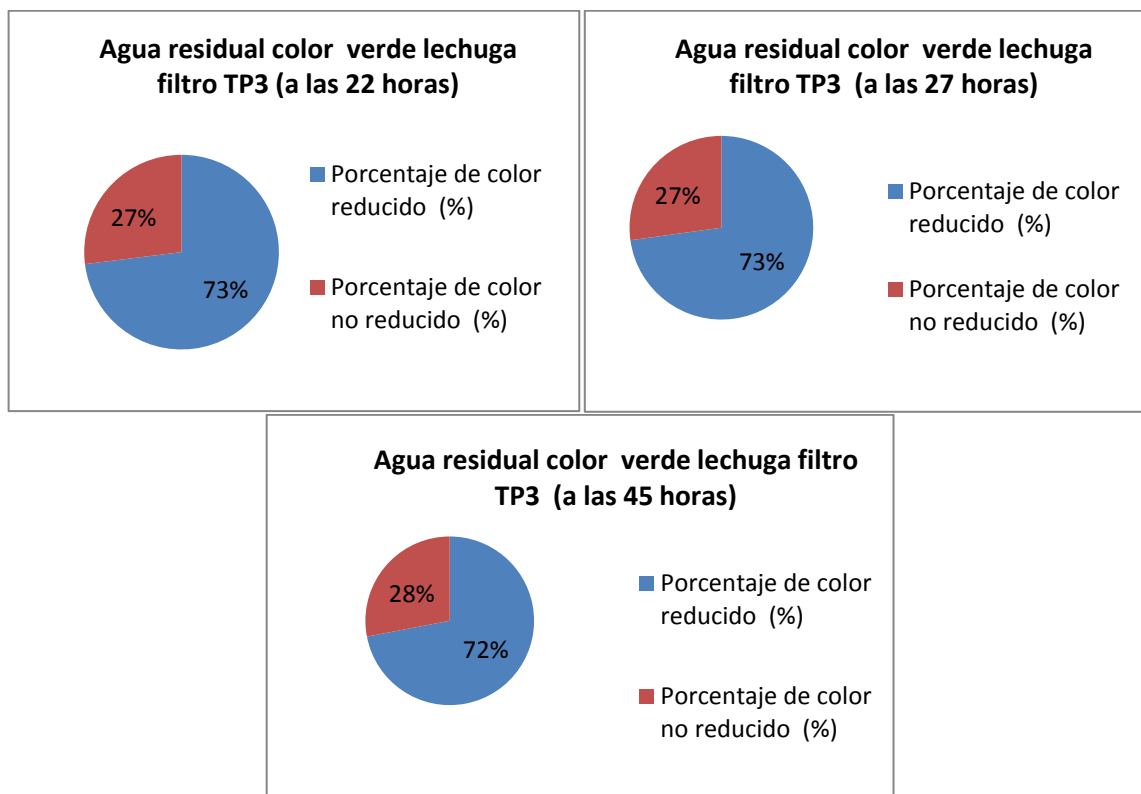
Cuadro 17. Agua residual de color verde lechuga, pasada por el filtro TP3.

Resultados A.R color Verde Lechuga							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3		TP3
Ph	[H+]	PE-LSA-01	5,592	22 horas	5,576	27 horas	5,384
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62		6,79		5,80
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12		1,08		0,44
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350		3870		4020
Color	Porcentaje de retención (%)				73,03		72,82
Color	Porcentaje no retenido (%)				26,97		27,18
							3900
							71,99
							28,01

Nota: Dilución x 10 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 8: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 17, Gráfico 8: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP3 con agua residual de color verde lechuga (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava), a las 22 horas se observó una reducción del 73,03% en comparación de la muestra inicial, a las 27 horas un 72,82% de retención de color y a las 45 horas el lecho filtrante se comenzó a saturarse con una mínima diferencia al de 27 horas, obteniéndose un 72,82% de color retenido.

7. Agua residual de color verde lechuga pasada por el filtro T2 (tusa tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro)

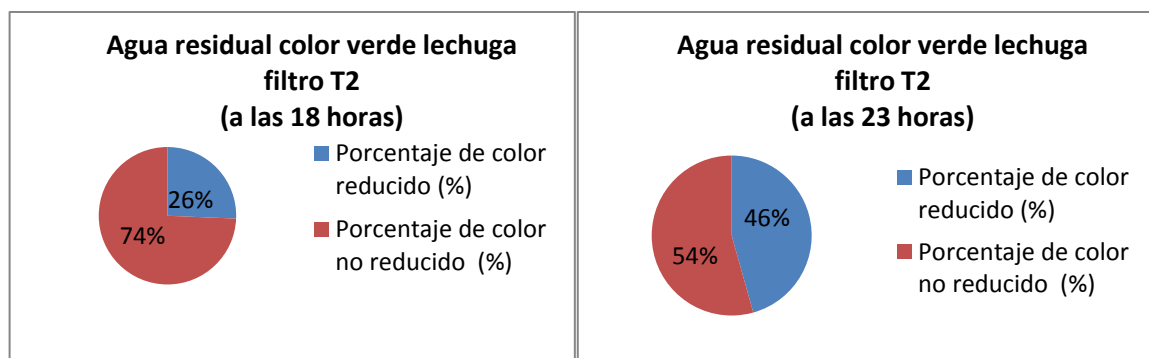
Cuadro 18. Agua residual de color verde lechuga pasada, por el filtro T2.

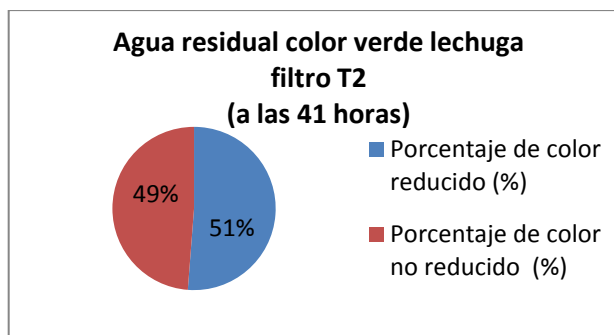
Resultados A.R. color Verde Lechuga									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2		T2		T2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	5,592	18 horas	5,252	23 horas	5,221	41 horas	5,101
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62		6,26		6,18		6,44
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12		0,30		0,28		0,38
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350		9600		7800		7000
Color	Porcentaje de retención (%)				23,10		45,64		51,22
Color	Porcentaje no retenido (%)				66,90		54,36		48,78

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 9: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración





Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 18, Gráfico 9: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T2 con agua residual de color verde lechuga (tusa con un tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro), a las 23 horas se observó una reducción del 45,64% en comparación de la muestra inicial, a las 45 horas el lecho filtrante sigue reduciendo el color resultando un 51,22% color retenido y un 48,78% de color no retenido.

8. Agua residual de color verde lechuga pasada por el filtro TP2 (tusa tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro y grava).

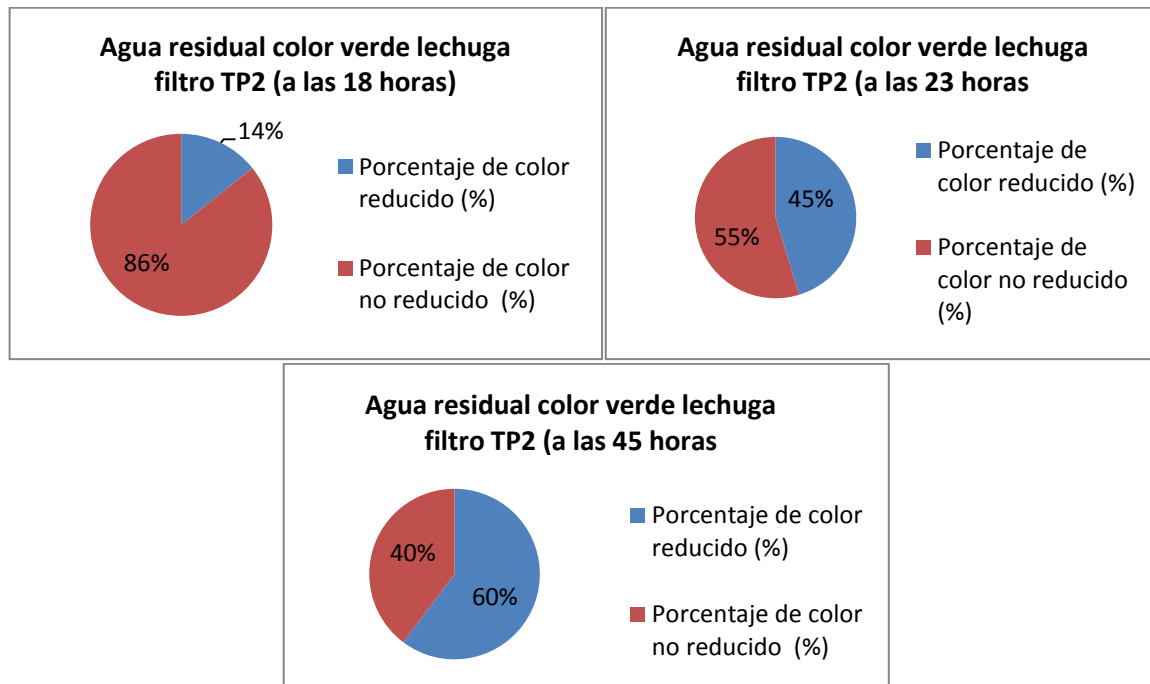
Cuadro 19. Agua residual de color verde lechuga, pasada por el filtro TP2.

Resultados A.R. color Verde Lechuga								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2		TP2	TP2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	5,592	18 horas	5,252	23 horas	5,340	5,365
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62		6,63		6,56	6,68
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12		0,29		0,27	0,37
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350		12300		7850	5700
Color	Porcentaje de retención (%)				14,29		45,30	60,28
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,71		54,70	39,72

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 10: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 19, Gráfico 10: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP2 con agua residual de color verde lechuga (tusa con un tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro y grava), a las 23 horas se observó una reducción del 45,30% en comparación de la muestra inicial, a las 45 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color quedando un 60,28% de color retenido y un 39,72% de color no retenido.

9. Agua residual de color rojo pasada por el filtro T2 (tusa tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro).

Cuadro 20. Agua residual de color rojo, pasada por el filtro T2.

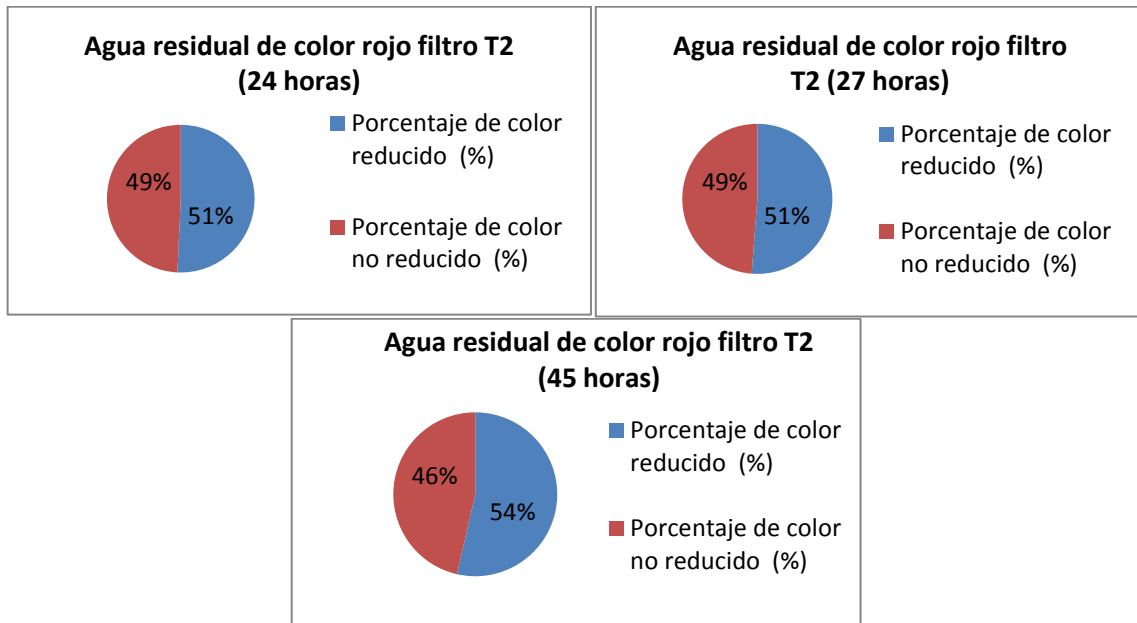
Resultados A.R. color rojo									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	22 horas	T2	27 horas	T2	45 horas	T2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	5,350		5,556		5,011		4,702
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76	5,59	6,07	5,92			
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,95	1,06	0,71	0,50			
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250	3080	3050	2900			

Color	Porcentaje de retención (%)				50,72		51,22		53,6
Color	Porcentaje no retenido (%)				49,28		48,8		46,4

Nota: Dilución x 10 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 11: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 20, Gráfico 11: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T2 con agua residual de color rojo (tusa con un tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro), a las 22 horas se observó una reducción del 50,72% en comparación de la muestra inicial, a las 27 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color quedando un 51,22% de retención de color y a las 45 horas a un 53,6% el color retenido

10. Agua residual de color rojo pasada por el filtro TP2 (tusa tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro y grava)

Cuadro 21. Agua residual de color rojo, pasada por el filtro TP2.

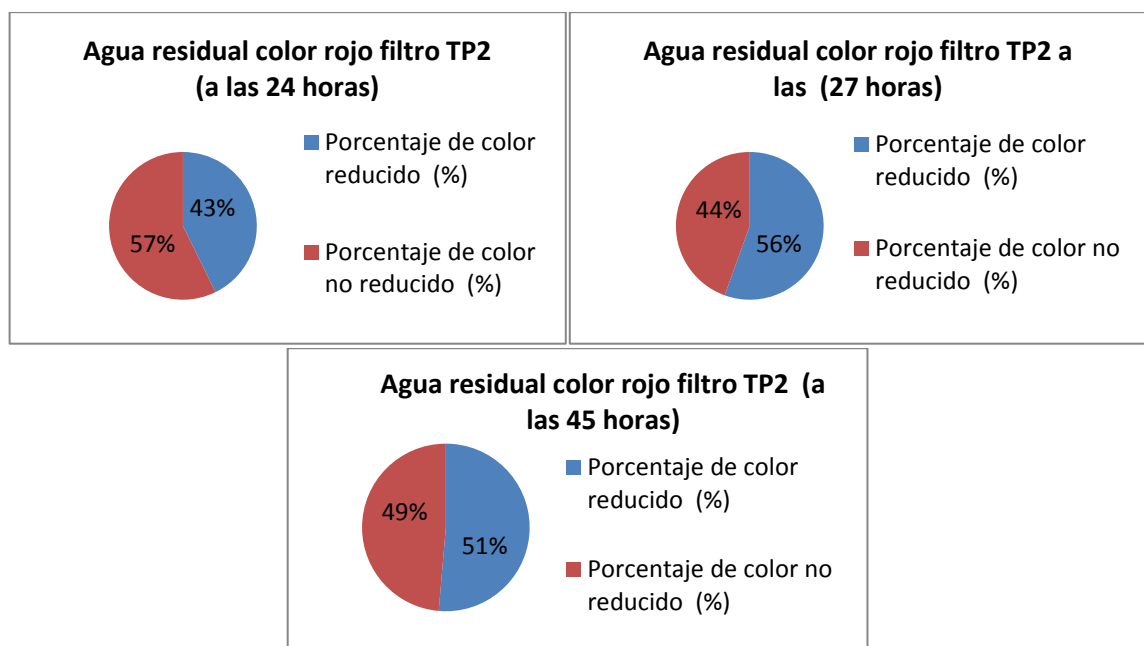
Resultados A.R. color rojo									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	22 horas	TP2	27 horas	TP2	45 horas	TP2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	5,350		5,390		4,896		4,782
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76	6,22	5,69	6,21			

Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,95		0,71		0,77		0,72
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250		3580		2780		3040
Color	Porcentaje de retención (%)				42,72		55,52		51,36
Color	Porcentaje no retenido (%)				57,28		44,48		48,64

Nota: Dilución x 10 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 12: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 21, Gráfico 12: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP2 con agua residual de color rojo (tusa con un tamaño de partícula de 4,5mm de diámetro y grava), a las 22 horas se observó una reducción del 42,72% en comparación de la muestra inicial, a las 27 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color quedando un 55,52% de retención de color y a las 45 horas un 51,36% de color retenido, quedando un 48,64% de color no retenido.

11. Agua residual de color rojo pasada por el filtro T3 (tusa tamaño de partícula de 2,36mm de diámetro).

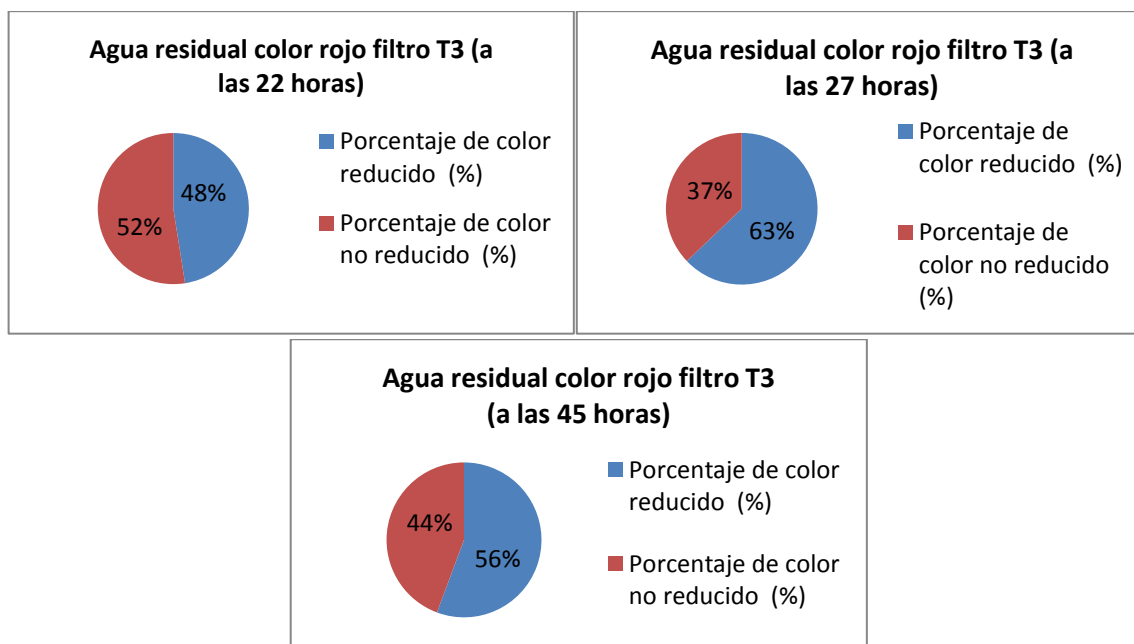
Cuadro 22. Agua residual de color rojo, pasada por el filtro T3.

Resultados A.R. color rojo								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3		T3	T3
Ph	[H+]	PE-LSA-01	5,350	22 horas	5,071	27 horas	4,621	4,441
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76		5,53		5,63	5,77
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,95		0,83		0,68	1,00
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250		3280		2320	2770
Color	Porcentaje de retención (%)				47,52		62,88	55,68
Color	Porcentaje no retenido (%)				52,48		37,12	44,32

Nota: Dilución x 10 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 13: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 22, Gráfico 13: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T3 con agua residual de color rojo (tusa con un tamaño de partícula de 2,36mm de diámetro), a las 22 horas se presentó una reducción del 47,52% en comparación de la muestra inicial, a las 27 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color obteniéndose un 62,88% de retención de color y color no retenido del 37,12%, en cambio a las 45 horas el lecho filtrante se satura para lo cual se incrementó el color de retención a un 55,68% y dejando un 44,32% de color no retenido.

12. Agua residual de color rojo pasada por el filtro TP3 (tusa tamaño de partícula de 2,36mm de diámetro y grava).

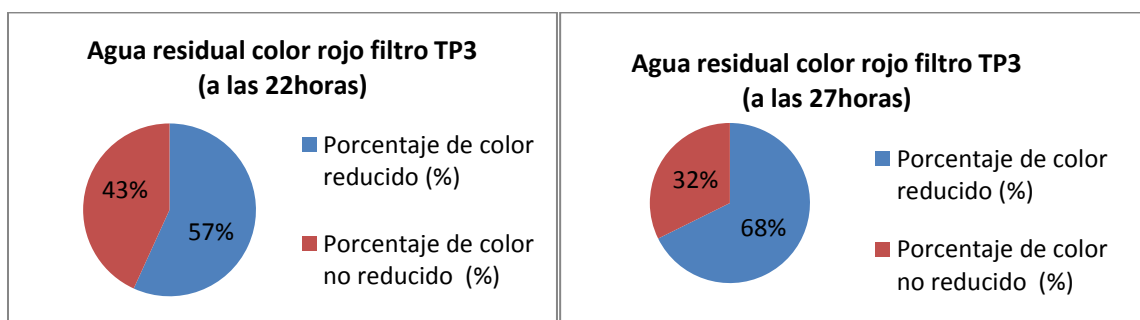
Cuadro 23. Agua residual de color rojo, pasada por el filtro TP3.

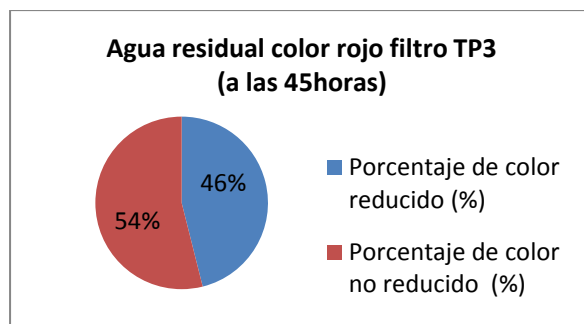
Resultados A.R. color rojo							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3	TP3	TP3
Ph	[H+]	PE-LSA-01	5,350	22 horas	4,723	27 horas	4,466
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76		5,95		5,67
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,95		0,96		0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250		2700		2020
Color	Porcentaje de retención (%)				56,8		46,08
Color	Porcentaje no retenido (%)				43,2		53,92
					45 horas		

Nota: Dilución x 10 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 14: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración





Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 23, Gráfico 14: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP3 con agua residual de color rojo (tusa con un tamaño de partícula de 2,36mm de diámetro y grava), a las 22 horas se observó una reducción del 56,8% en comparación de la muestra inicial, a las 27 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color quedando un 67,68% de retención de color y color no retenido del 32,32%, a las 45 horas el lecho filtrante se satura para lo cual se incrementó el color de retención a un 46,08% y dejando un 53,92% de color no retenido.

13. Agua residual de color habano pasada por el filtro T2 (tusa tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro).

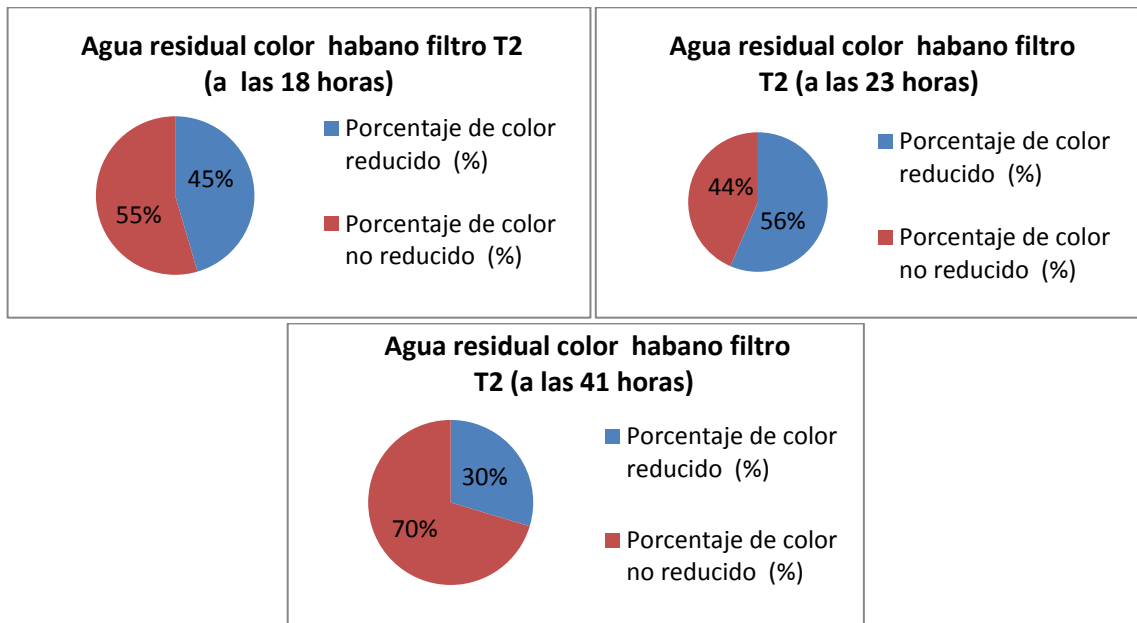
Cuadro 24. Agua residual de color habano, pasada por el filtro T2.

Resultados A.R. color habano							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2		T2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,427	18 horas	5,381	23 horas	5,296
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340		4,92		5,00
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		0,91		0,42
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450		5700		7350
Color	Porcentaje de retención (%)				45,46		56,46
Color	Porcentaje no retenido (%)				54,54		43,54
							5,29
							0,91
							4550
							29,65
							70,33

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 15: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 24, Gráfico 15: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T2 con agua residual de color habano (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro), a las 18 horas se observó una reducción del 45,46% en comparación de la muestra inicial, a las 23 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color un 56,46% de retención de color y color no retenido del 43,54%, a las 41 horas el lecho filtrante se satura para lo cual ha incrementado el color a un 29,65% de color retenido y existiendo un 70,33% de color que no se retuvo.

14. Agua residual de color habano pasada por el filtro TP2 (tusa tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava).

Cuadro 25. Agua residual de color habano, pasada por el filtro TP2.

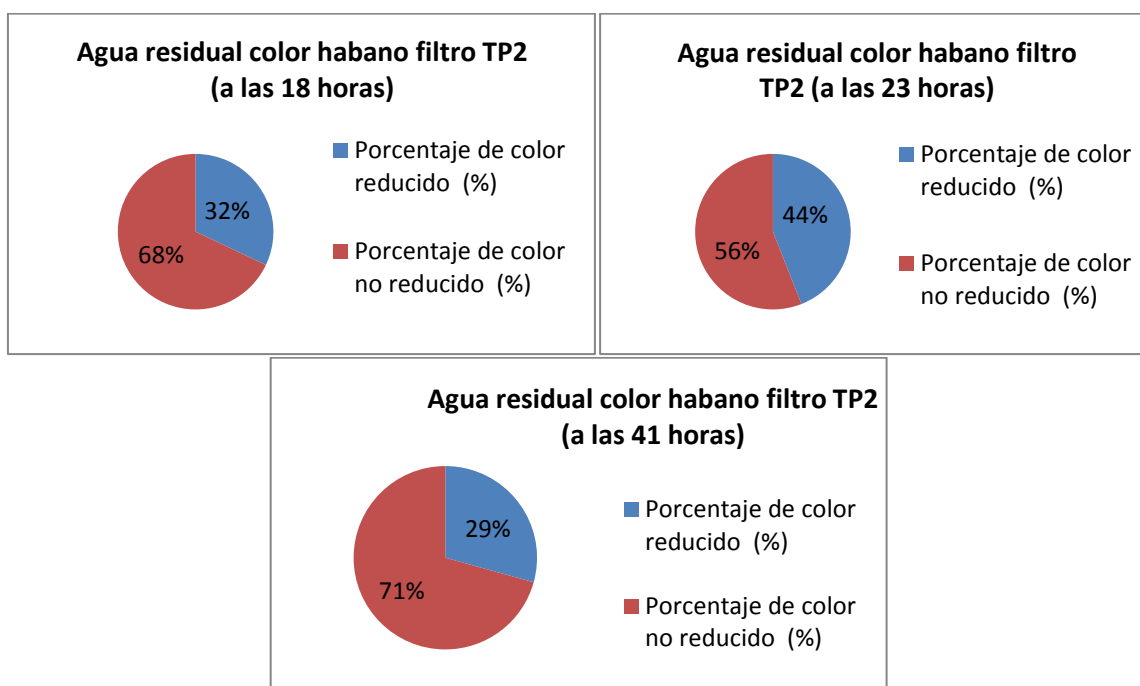
Resultados A.R. color habano												
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	18 horas	TP2	23 horas	TP2	41 horas	TP2			
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,427							6,172	4,807	4,601
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340							4,90	4,81	5,18
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,96	1,00	0,80	1,18						

Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450	7100	8000	5850
Color	Porcentaje de retención (%)			32,04	44,02	23,44
Color	Porcentaje no retenido (%)			67,94	55,98	56,55

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 16: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 25, Gráfico 16: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP2 con agua residual de color habano (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava), a las 18 horas se observó una reducción del 32,04% en comparación de la muestra inicial, a las 23 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color un 44,02% y el color no retenido del 55,98%, a las 41 horas el lecho filtrante se saturó para lo cual se incrementó el color a un 23,44% de color retenido y dejando un 56,55% de color no retenido.

15. Agua residual de color habano pasada por el filtro T3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro)

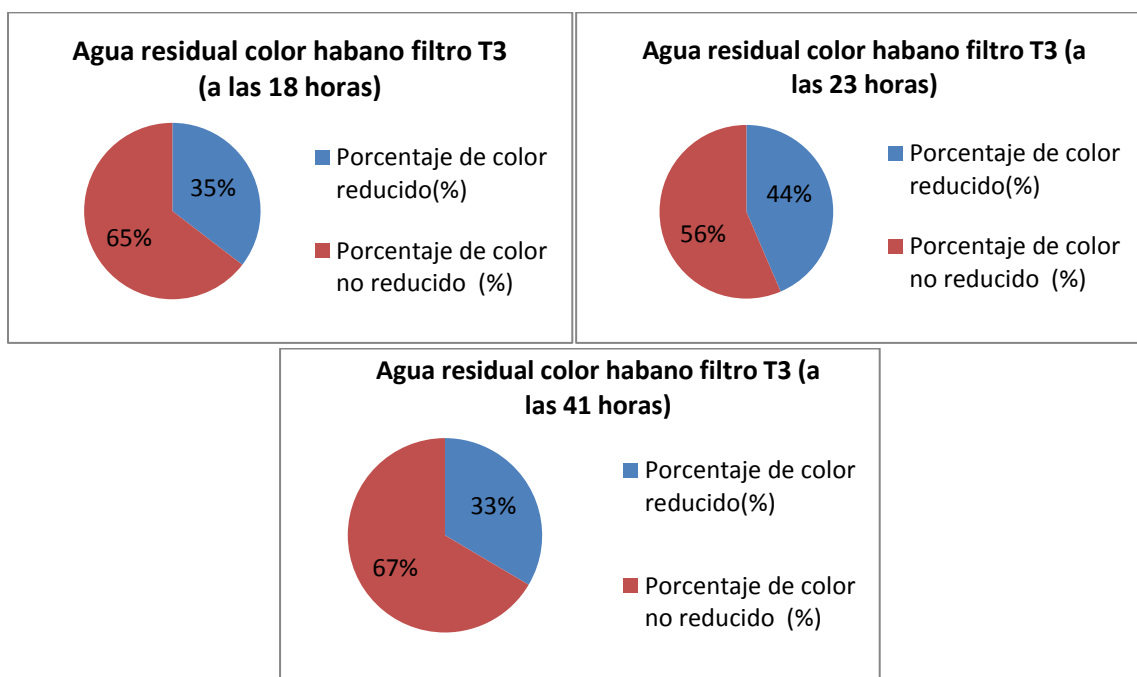
Cuadro 26. Agua residual de color habano, pasada por el filtro T3.

Resultados A.R. color habano							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3		T3
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,427	18 horas	6,114	23 horas	5,417
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340		3,41		3,80
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		0,34		0,32
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450	41 horas	6750	41 horas	6950
Color	Porcentaje de retención (%)				35,41		43,54
Color	Porcentaje no retenido (%)				64,59		56,46
							T3
							4,835
							3,87
							0,27
							5900
							33,49
							66,51

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 17: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 26, Gráfico 17: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T3 con agua residual de color habano (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro), a las 18 horas se observó una reducción del 35,41% en comparación de la muestra inicial, a las 23 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color un 43,54% y color no retenido del 56,46%, a las 41 horas el lecho filtrante se saturó para lo cual se incrementó el color a un 33,49% y dejando un 66,51% de color no retenido.

16. Agua residual de color habano pasada por el filtro TP3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava).

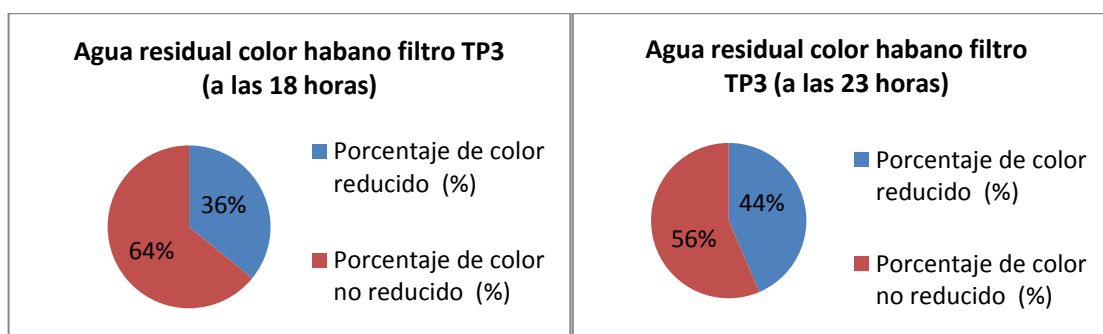
Cuadro 27. Agua residual de color habano, pasada por el filtro TP3.

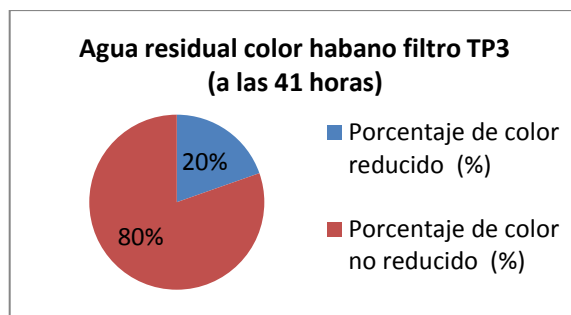
Resultados A.R. color habano							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3		TP3
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,427	18 horas	6,173	23 horas	5,779
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340		4,73		4,74
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		0,35		0,37
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450		6700		8400
Color	Porcentaje de retención (%)				35,89		43,54
Color	Porcentaje no retenido (%)				64,11		56,46
						41 horas	TP3
							5,238
							4,71
							0,31
							5900
							19,62
							80,38

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 18: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración





Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 27, Gráfico 18: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP3 con agua residual de color habano (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava), a las 18 horas se dio una reducción de color del 35,89% en comparación de la muestra inicial, a las 23 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color un 43,54% y color no retenido del 56,46%, a las 41 horas el lecho filtrante se satura para lo cual ha incrementado el color a un 19,62% , y se presentó un 80,38% de color no retenido.

17. Agua residual de color negro, pasada por el filtro T2 (tusa tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro)

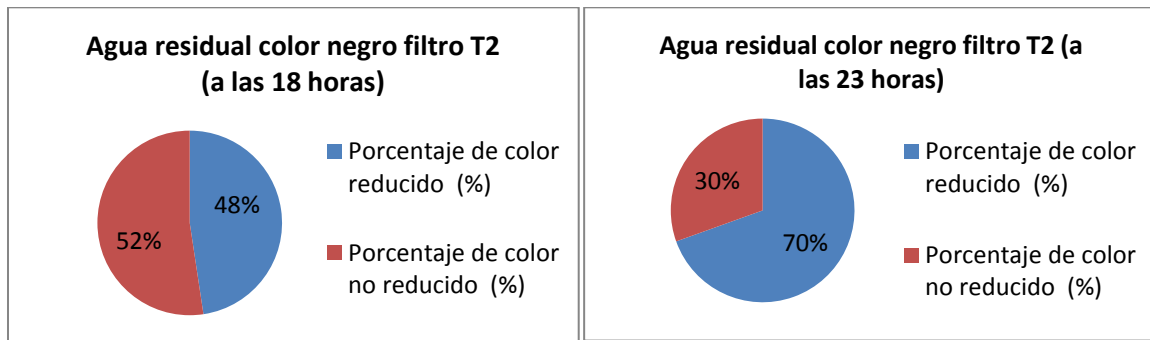
Cuadro 28. Agua residual de color negro, pasada por el filtro T2.

Resultados A.R. color negro						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2	T2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	4,567	18 horas	4,993	5,075
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	5,23		7,52	7,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		1,86	1,48
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		2750	1600
Color	Porcentaje de retención (%)				47,62	69,52
Color	Porcentaje no retenido (%)				52,38	30,48

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 19: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 28, Gráfico 19: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T2 con agua residual de color negro (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro), a las 18 horas se observó una reducción del 47,62% en comparación de la muestra inicial, a las 23 horas el lecho filtrante sigue reduciendo el color un 69,52% y color no retenido del 30,48%.

18. Agua residual de color rojo pasada, por el filtro TP2 (tusa tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava).

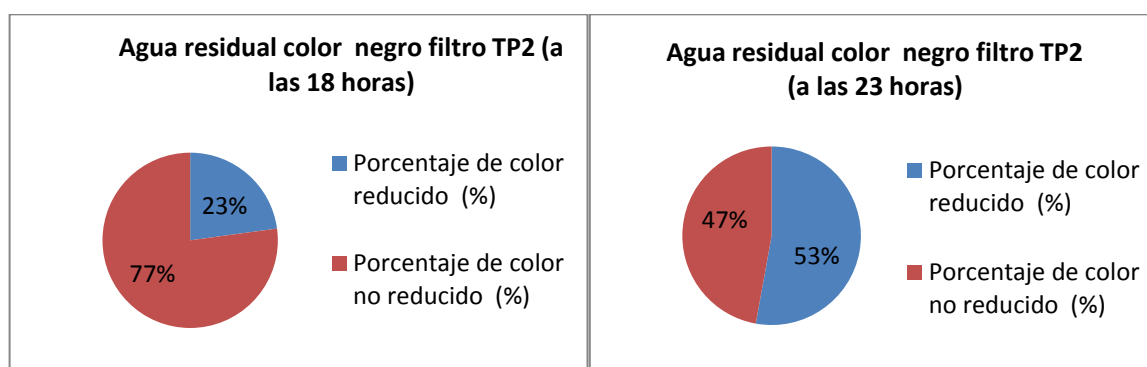
Cuadro 29. Agua residual de color negro pasada por el filtro TP2.

Resultados A.R. color negro						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2	TP2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	4,567	18 horas	5,361	5,109
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	5,23		8,01	7,43
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		1,79	1,46
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		4050	2500
Color	Porcentaje de retención (%)				22,86	53,38
Color	Porcentaje no retenido (%)				77,14	47,62
						23 horas

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 20: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 29, Gráfico 20: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP2 con agua residual de color negro (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava), a las 18 horas se obtuvo una reducción del 22,86% en comparación de la muestra inicial, a las 23 horas el lecho filtrante siguió reduciéndose el color en un 53,38% y color no retenido del 47,62%.

19. Agua residual de color negro, pasada por el filtro T3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro).

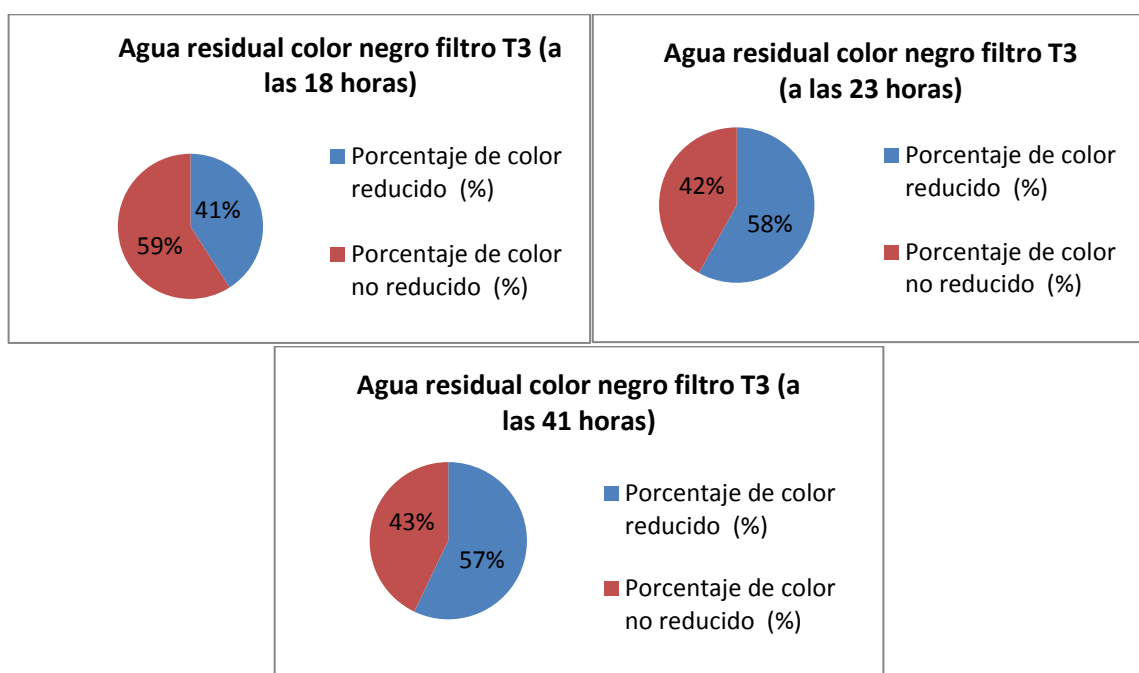
Cuadro 30. Agua residual de color negro, pasada por el filtro T3.

Resultados A.R. color negro							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3		T3
Ph	H+]	PE-LSA-01	4,567	18 horas	4,973	23 horas	4,987
Conductividad	Us/cm	PE-LSA-02	5,23		7,60		7,46
Oxígeno disuelto	Ppm	STANDARD METHODS 4500 -O-G MOD	1,96		1,40		1,54
Color	Unit PTCO (UPT-CO)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		3100		2200
Color	Porcentaje de retención (%)				40,95		58,10
Color	Porcentaje no retenido (%)				59,05		41,90
						41 horas	T3
							5,035
							7,49
							1,23
							2250
							57,14
							42,86

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 21: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 30, Gráfico 21: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T3 con agua residual de color negro (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro), a las 18 horas se observó una reducción del 40,95% en comparación de la muestra inicial, a las 23 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color un 58,10% de y color no retenido del 41,90%, a las 41 horas el lecho filtrante se empezó a saturarse para lo cual se ha incrementó el color a un 57,14% de color retenido, y un 42,86% de color no retenido.

20. Agua residual de color negro pasada por el filtro TP3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava).

Cuadro 31. Agua residual de color negro, pasada por el filtro TP3.

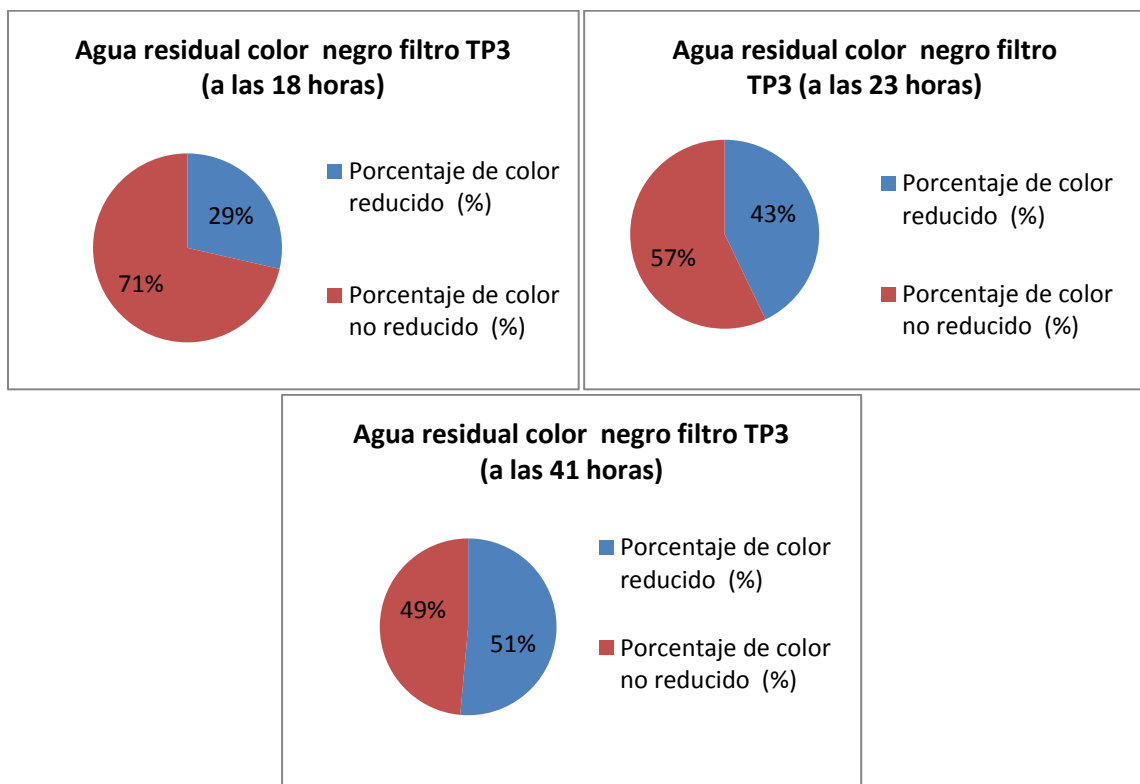
Resultados A.R. color negro									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3		TP3	TP3	
Ph	[H+]	PE-LSA-01	4,567	18 horas	5,128	23 horas	4,944	41 horas	5,113
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	5,23		8,01		7,47		8,41
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,96		1,44		1,17		1,20

Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		3750		3000		2550
Color	Porcentaje de retención (%)				28,57		42,86		51,43
Color	Porcentaje no retenido (%)				71,43		57,14		48,57

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 22: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 31, Gráfico 22: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP3 con agua residual de color negro (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava), a las 18 horas se presentó una reducción del 28,57% en comparación de la muestra inicial, a las 23 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color un 42,86, a las 41 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color en un 51,43% y hubo un 48,57% de color no retenido.

21. Agua residual de color verde militar pasada por el filtro TP2 (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava).

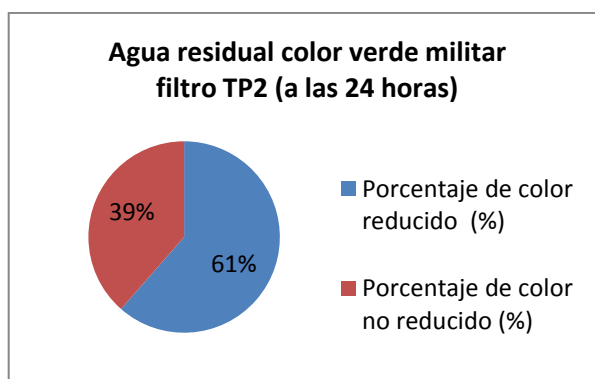
Cuadro 32. Agua residual de color verde militar, pasada por el filtro TP2.

Resultados A.R color verde militar					
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	24 horas	TP2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,582		4,035
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,19		8,08
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,09		1,09
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	13100		5050
Color	Porcentaje de retención (%)				61,45
Color	Porcentaje no retenido (%)				38,55

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 23: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 33, Gráfico 23: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP2 con agua residual de color verde militar (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava), a las 24 horas se presentó una reducción de color del 61,45% en comparación de la muestra inicial y color no retenido de un 38,55%.

22. Agua residual de color verde militar pasada por el filtro T2 (tusa tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro).

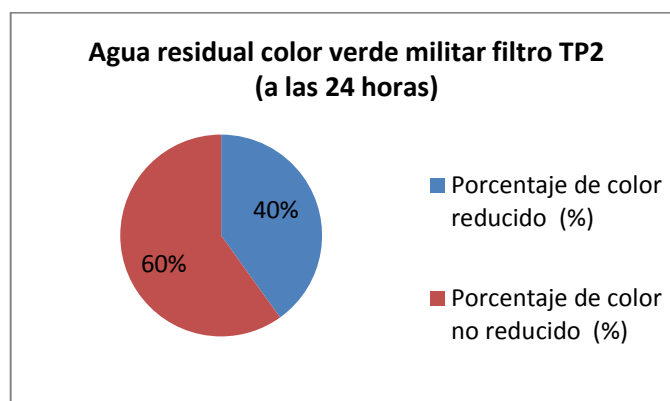
Cuadro 33. Agua residual de color verde militar, pasada por el filtro T2.

Resultados A.R. color verde militar				
	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	T2
Ph	[H+]	6,582	PE-LSA-01	4,037
Conductividad	ms/cm	2,19	PE-LSA-02	8,76
Oxígeno Disuelto	ppm	1,09	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,04
Color	unit ptCo (Upt-co)	13100	STANDARD METHODS 2120 C	7850
Color	Porcentaje de retención (%)			40,08
Color	Porcentaje no retenido (%)			59,92

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 24: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 33, Gráfico 24: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP2 con agua residual de color verde militar (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava), a las 24 horas se observó una reducción de color del 40,08% en comparación de la muestra inicial y color no retenido de un 59,92%.

23. Agua residual de color verde militar pasada por el filtro T3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro).

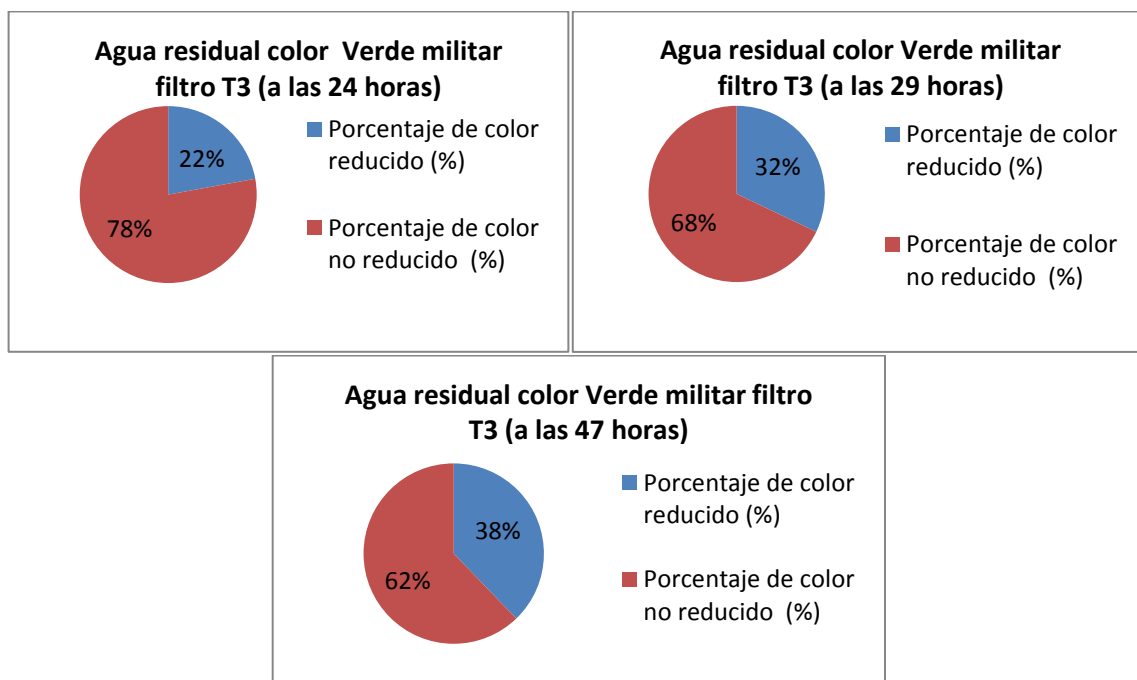
Cuadro 34. Agua residual de color verde militar, pasada por el filtro T3.

Resultados A.R color verde militar							
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento		T3	T3	T3
Ph	[H+]	6,582	PE-LSA-01	24 horas	5,221	5,543	4,030
Conductividad	us/cm	2,19	PE-LSA-02		5,55	5,29	5,42
Oxígeno Disuelto	ppm	1,09	STANDARD METHODS 4500-O-G mod		0,94	1,36	1,29
Color	unit ptCo (Upt-co)	13100	STANDARD METHODS 2120 C		10200	8900	8150
Color	Porcentaje de retención (%)				22,14	32,06	37,79
Color	Porcentaje no retenido (%)				77,86	67,94	62,21
						29 horas	47 horas

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 25: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 34, Gráfico 25: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T3 con agua residual de color verde militar (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro), a las 24 horas se observó una reducción del 22,14% en comparación de la

muestra inicial, a las 29 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color un 32,806%, a las 47 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color en un 37,79% y dejando un 62,21% de color no retenido.

24. Agua residual de color verde militar pasada por el filtro TP3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava).

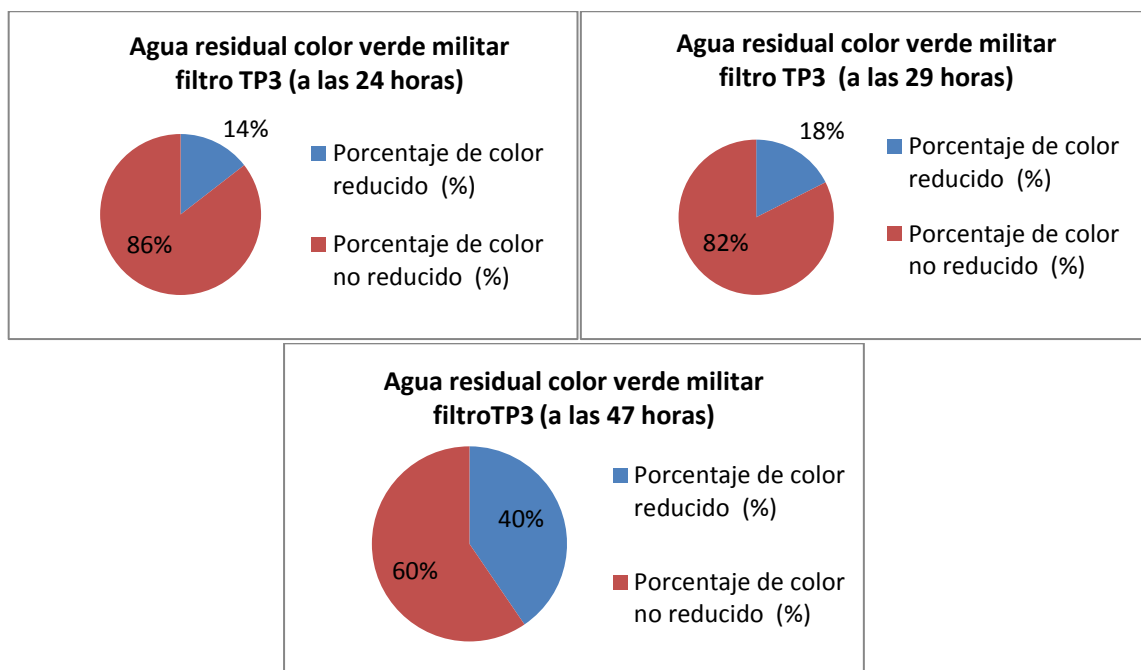
Cuadro 35. Agua residual de color verde militar, pasada por el filtroTP3.

Resultados A.R color verde militar							
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento		TP3		TP3
Ph	[H+]	6,582	PE-LSA-01	24 horas	4,958	29 horas	5,254
Conductividad	us/cm	2,19	PE-LSA-02		5,40		5,98
Oxígeno Disuelto	Ppm	1,09	STANDARD METHODS4500-O-G mod		0,80		1,03
Color	unit ptCo (Upt-co)	13100	STANDARD METHODS 2120 C		11200		10800
Color	Porcentaje de retención (%)				14,50		17,56
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,50		82,44
						47 horas	TP3
							3,962
							5,96
							1,27
							7800
							40,46
							59,54

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 26: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 35, Gráfico 26: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP3 con agua residual de color verde militar (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava), a las 24 horas se presentó una reducción del 14,50% en comparación de la muestra inicial, a las 29 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color un 17,56%, a las 47 horas el lecho filtrante sigue reduciendo el color en un 40,46% y existiendo un 59,54% de color no retenido.

25. Agua residual de color verde oliva pasada por el filtro T2 (tusa tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro).

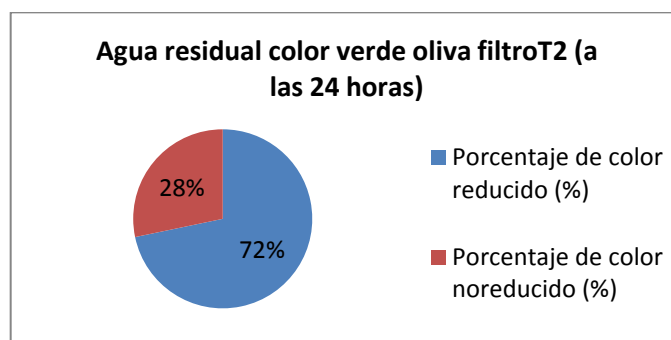
Cuadro 36. Agua residual de color verde oliva, pasada por el filtro T2.

Resultados A.R. color verde oliva					
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	24 horas	T2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,648		3,914
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,94		9,889
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,07		1,06
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	48100		13600
Color	Porcentaje de retención (%)				71,73
Color	Porcentaje no retenido (%)				28,27

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 27: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 36, Gráfico 27: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T2 con agua residual de color verde oliva (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro), a las 24 horas se observó una reducción de color del 71,73% en comparación de la muestra inicial y color no retenido de un 28,27%.

26. Agua residual de color verde oliva pasada por el filtro TP2 (tusa tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava).

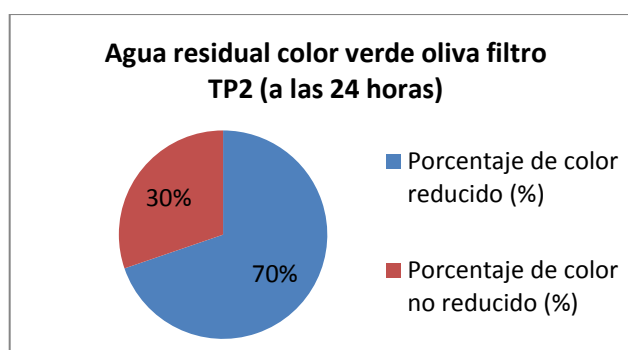
Cuadro 37. Agua residual de color verde oliva, pasada por el filtro TP2.

Resultados A.R. color verde oliva					
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	24 horas	TP2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,648		3,890
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,94		9,69
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,07		0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	48100		14550
Color	Porcentaje de retención (%)				69,75
Color	Porcentaje no retenido (%)				30,25

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 28: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 37, Gráfico 28: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T2 con agua residual de color verde oliva (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro), a las 24 horas se presentó una reducción de color del 69,75% en comparación de la muestra inicial y color no retenido de un 30,25%.

27. Agua residual de color verde oliva pasada por el filtro T3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro).

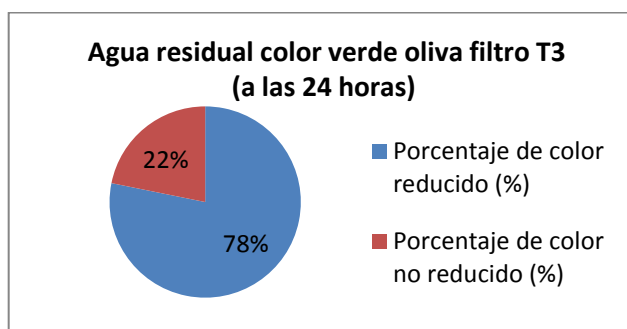
Cuadro 38. Agua residual de color verde oliva, pasada por el filtro T3.

Resultados A.R. color verde oliva					
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	T3
Ph	[H+]	7,648	PE-LSA-01		3,934
Conductividad	ms/cm	3,94	PE-LSA-02		7,67
Oxígeno Disuelto	ppm	1,07	STANDARD METHODS 4500-O-G mod		1,03
Color	unit ptCo (Upt-co)	48100	STANDARD METHODS 2120 C		10500
Color	Porcentaje de retención (%)				78,17
Color	Porcentaje no retenido (%)				21,83

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 29: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 38, Gráfico 29: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T3 con agua residual de color verde oliva (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro), a las 24 horas se observó una reducción de color del 78,17% en comparación de la muestra inicial y color no retenido de un 21,83%.

28. Agua residual de color verde oliva pasada por el filtro TP3 (tusa tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava).

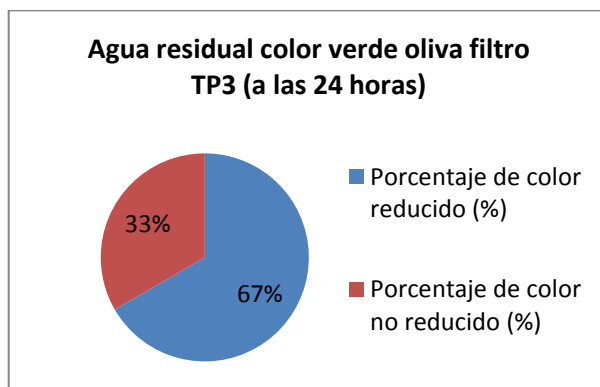
Cuadro 39. Agua residual de color verde oliva, pasada por el filtro TP3.

Residual A.R color verde oliva					
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	TP3
Ph	[H+]	7,648	PE-LSA-01		6,247
Conductividad	ms/cm	3,94	PE-LSA-02		4,90
Oxígeno Disuelto	ppm	1,07	STANDARD METHODS 4500-O-G mod		0,82
Color	unit ptCo (Upt-co)	48100	STANDARD METHODS 2120 C		16050
Color	Porcentaje de retención (%)				66,63
Color	Porcentaje no retenido (%)				33,37

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 30: Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 39, Gráfico 30: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP3 con agua residual de color verde oliva (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava), a las 24 horas se presentó una reducción de color del 66,63% en comparación de la muestra inicial y color no retenido de un 33,37%.

29. Agua residual de color vino filtro pasada por el T3 (olote o tusa de maíz tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro).

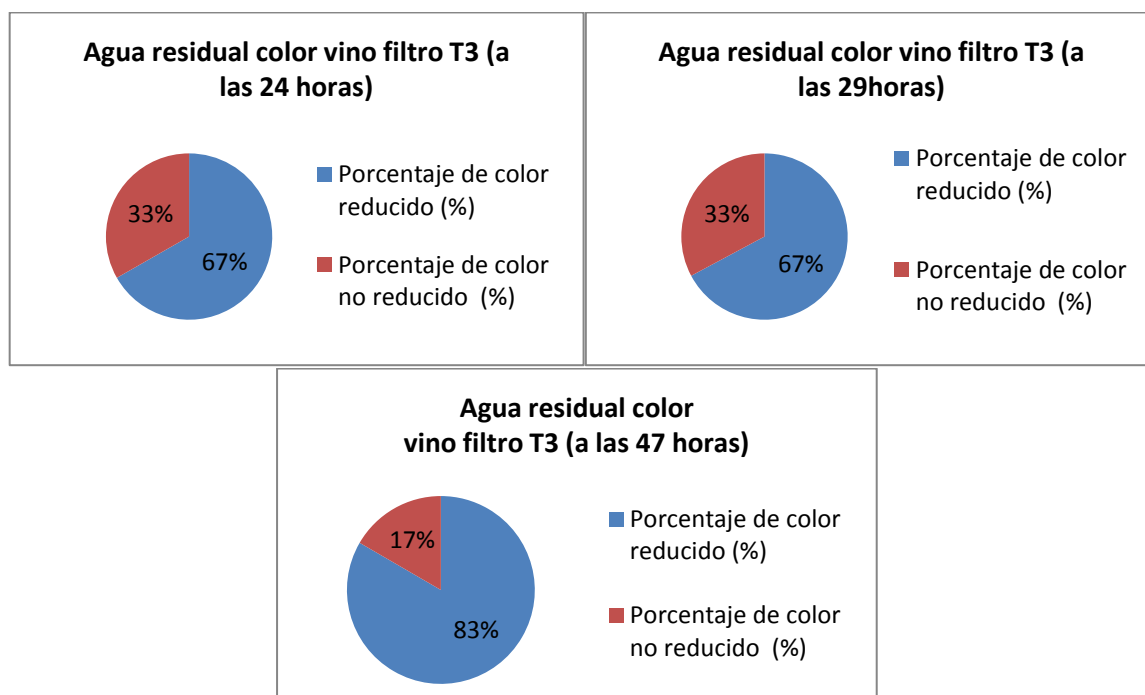
Cuadro 40. Agua residual de color vino, pasada por el filtro T3.

Resultados A.R. color vino									
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento		T3		T3		T3
Ph	[H+]	6,784	PE-LSA-01		4,950		4,581		3,981
Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02		6,13		6,22		6,34
Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	24 horas	0,73	29 horas	0,98	47 horas	1,16
Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C		22500		22200		11250
Color	Porcentaje de retención (%)				66,74		67,18		83,37
Color	Porcentaje no retenido (%)				33,26		32,82		16,63

Nota: Dilución x 150 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 31: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 40, Gráfico 31: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T3 con agua residual de color vino (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro), a las 24 horas se presentó una reducción del 66,574% en comparación de la muestra inicial, a las 29 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color un 67,18% de retención de color, a las 47 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color en un 83,37% y dejando un 16,63% de color no retenido.

30. Agua residual de color vino filtro pasada por el TP3 (olote o tusa de maíz tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava).

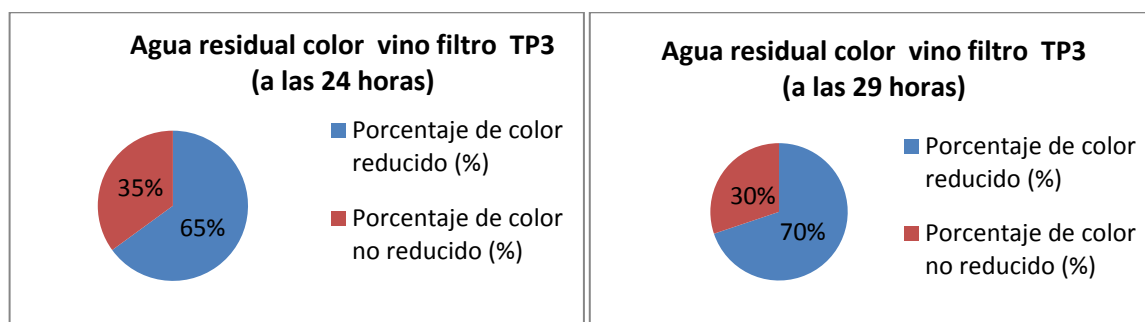
Cuadro 41. Agua residual de color vino, pasada por el filtro TP3.

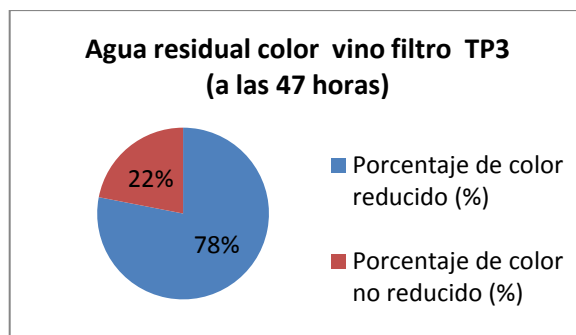
Resultados A.R color vino							
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento		TP3		TP3
Ph	[H+]	6,784	PE-LSA-01	24 horas	5,442	29 horas	5,223
Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02		6,52		5,93
Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS 4500-O-G mod		1,24		0,92
Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C	47 horas	20400	47 horas	23700
Color	Porcentaje de retención (%)				64,97		69,84
Color	Porcentaje no retenido (%)				35,03		30,16
							14850
							78,05
							21,95

Nota: Dilución x 150 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 32: Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración





Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 41, Gráfico 32: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP3 con agua residual de color vino (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava), a las 24 horas se presentó una reducción del 64,97% en comparación de la muestra inicial, a las 29 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color un 69,84% de retención de color, a las 47 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color en un 78,05% y un 21,95% de color no retenido.

31. Agua residual de color Vino pasada por el filtro T2 (olote o tusa de maíz con tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro).

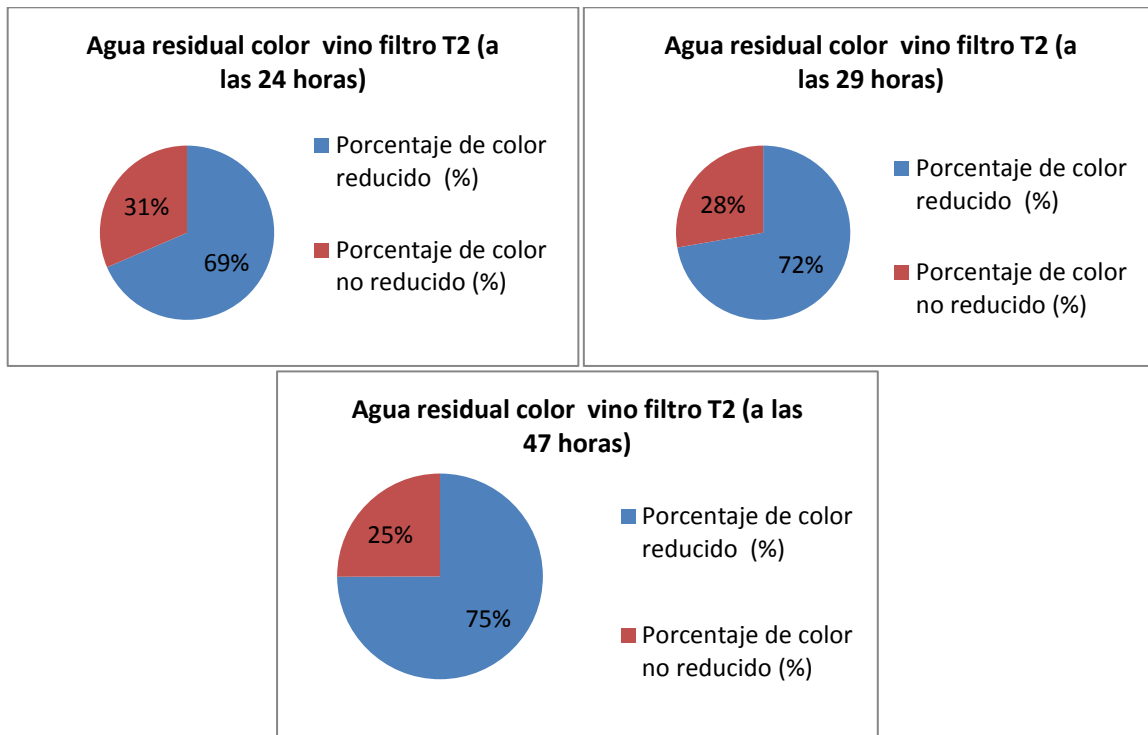
Cuadro 42. Agua residual de color vino, pasada por el filtro T2.

Resultados A.R. color vino								
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento		T2	T2	T2	
Ph	[H+]	6,784	PE-LSA-01	24 horas	5,349	29 horas	4,012	
Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02		7,67		7,75	7,40
Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS 4500-O-G mod		0,97		0,62	1,07
Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C	47 horas	18750	21300	16950	
Color	Porcentaje de retención (%)				68,51	72,28	74,94	
Color	Porcentaje no retenido (%)				31,49	27,72	25,06	

Nota: Dilución x 150 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 33: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 42, Gráfico 33: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T2 con agua residual de color vino (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro), a las 24 horas se observó una reducción del 68,51% en comparación de la muestra inicial, a las 29 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color un 72,28%, a las 47 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color en un 74,94% y un 25,06% de color no retenido.

32. Agua residual de color vino pasada por el filtro TP2 (olote o tusa de maíz con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava).

Cuadro 43. Agua residual de color vino, pasada por el filtro TP2.

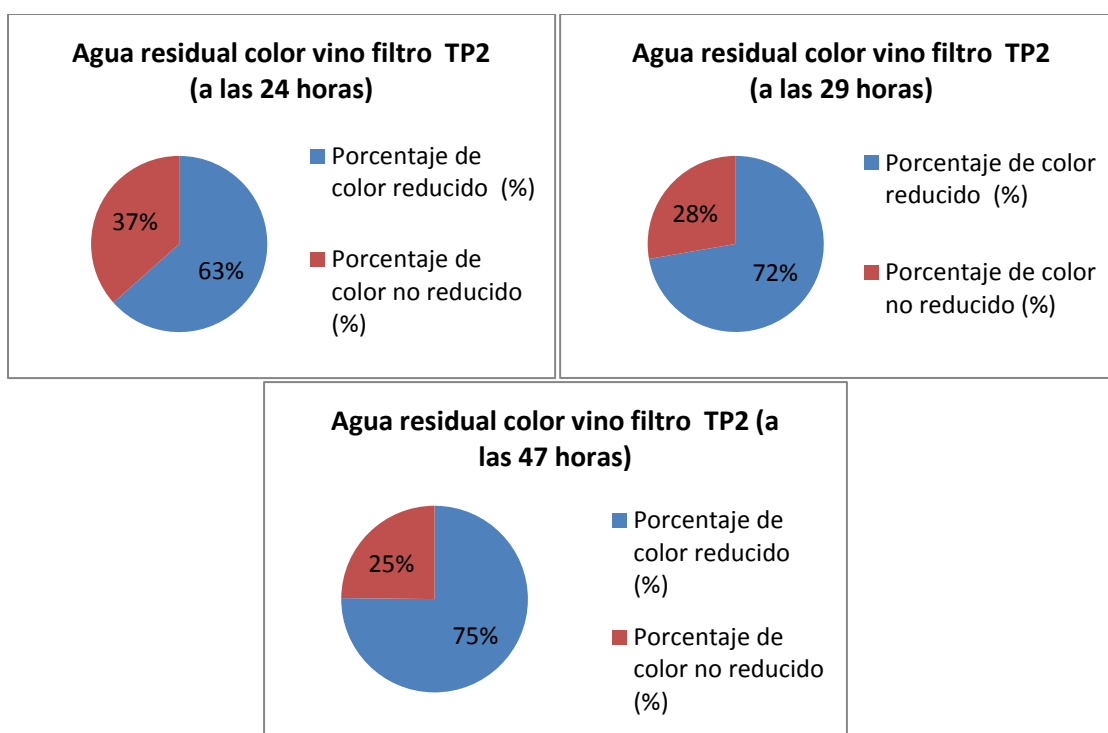
Resultados A.R. color vino									
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	TP2	29 horas	TP2	47 horas	TP2
Ph	[H+]	6,784	PE-LSA-01		5,559		5,391		3,929
Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02		7,66		6,95		8,32
Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS4500 -O-G mod	1,04	0,80	1,25			

Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C		18750		24750		16800
Color	Porcentaje de retención (%)				63,41		72,28		75,17
Color	Porcentaje no retenido (%)				36,59		27,72		24,83

Nota: Dilución x 150 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 34: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 43, Gráfico 34: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP2 con agua residual de color vino (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava), a las 24 horas se observó una reducción del 63,41% en comparación de la muestra inicial, a las 29 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color un 72,28%, a las 47 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color en un 75,17% y un 24,83% de color no retenido.

33. Agua residual de color celeste pasada por el filtro T3 (olote o tusa de maíz con tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro).

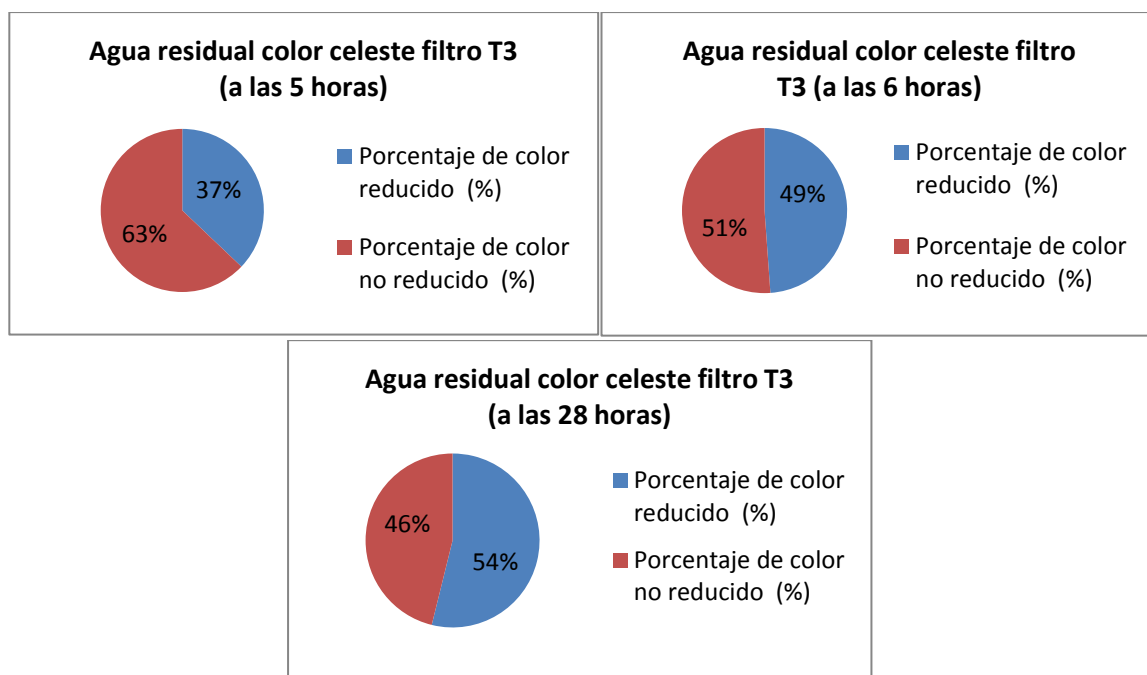
Cuadro 44. Agua residual de color celeste, pasada por el filtro T3.

Resultados A.R. color celeste							
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento		T3	T3	T3
Ph	[H+]	7,330	PE-LSA-01	5 horas	6,145	6 horas	3,999
Conductividad	ms/cm	1295 us/cm	PE-LSA-02		3,99		4,49
Oxígeno Disuelto	ppm	1,44	STANDARD METHODS 4500-O-G mod		1,54		1,36
Color	unit ptCo (Upt-co)	11050	STANDARD METHODS 2120 C		6950		5100
Color	Porcentaje de retención (%)				37,10		53,85
Color	Porcentaje no retenido (%)				62,90		46,15
							28 horas

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 35: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 44, Gráfico 35: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T3 con agua residual de color celeste (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro), a las 5 horas se presentó una reducción del 37,10% en comparación de la muestra inicial, a las 6 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color en un 48,87%, a las 28 horas el lecho filtrante sigue reduciéndose en un 53,85% de color retenido y un 46,15% de color no retenido.

34. Agua residual de color celeste filtro pasada por el TP3 (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava).

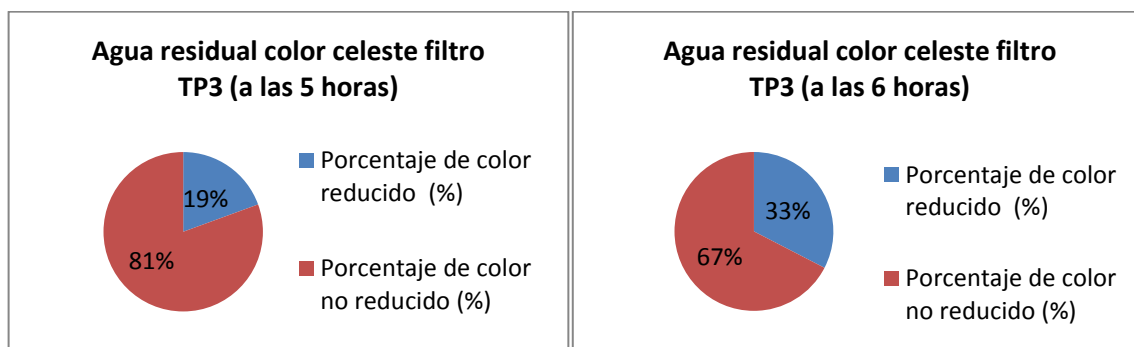
Cuadro 45. Agua residual de color celeste, pasada por el filtro TP3.

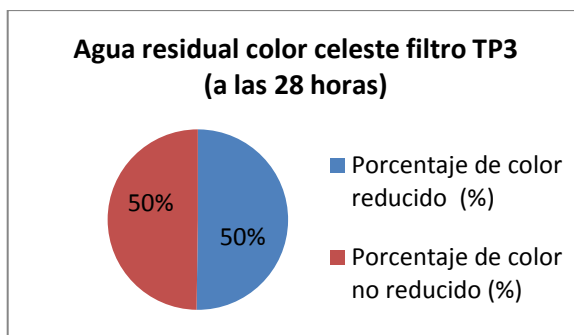
Resultados A.R. color celeste							
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento		TP3		TP3
Ph	[H+]	7,330	PE-LSA-01	5 horas	5,865	6 horas	4,30
Conductividad	ms/cm	1295 us/cm	PE-LSA-02		5,36		1,32
Oxígeno Disuelto	ppm	1,44	STANDARD METHODS4500 -O-G mod		1,35		1,30
Color	unit ptCo (Upt-co)	11050	STANDARD METHODS 2120 C		7450		8900
Color	Porcentaje de retención (%)				19,46		32,58
Color	Porcentaje no retenido (%)				80,67		67,42
						28 horas	TP3
							3,963
							4,62
							1,40
							5500
							50,23
							49,77

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 36: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración





Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 45, Gráfico 36: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP3 con agua residual de color celeste (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava), a las 5 horas se presentó una reducción del 19,46% en comparación de la muestra inicial, a las 6 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color un 32,58% de retención de color, a las 28 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color en un 50,23% y quedando un 49,77% de color no retenido.

35. Agua residual de color celeste pasada por el filtro T2 (olote o tusa de maíz con tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro).

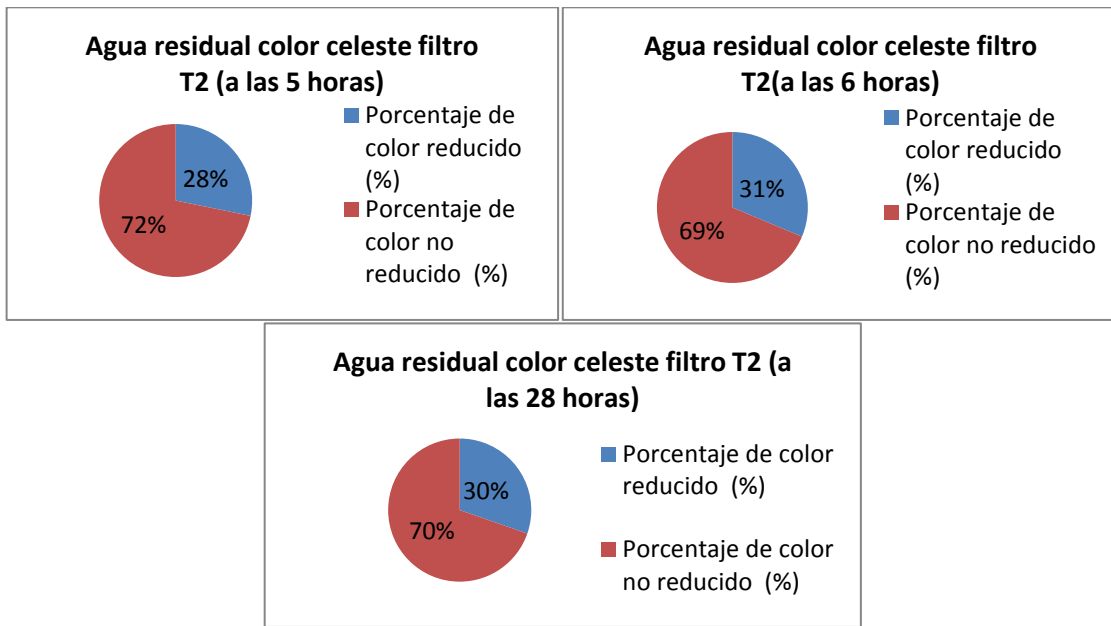
Cuadro 46. Agua residual de color celeste, pasada por el filtro T2.

Resultados A.R. color celeste							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2		T2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,330		6,051		5,962
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1295 us/cm		5,43		5,52
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,44	5 horas	1,42	6 horas	1,27
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050		8250		7700
Color	Porcentaje de retención (%)				25,34		31,32
Color	Porcentaje no retenido (%)				64,46		68,68
							69,68

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 37: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 46, Gráfico 37: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T2 con agua residual de color celeste (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro), a las 5 horas se observó una reducción del 25,34% en comparación de la muestra inicial, a las 6 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color un 31,32%, a las 28 horas el lecho filtrante continuó reduciendo en un 30,32% de color retenido y dejando un 69,68% de color no retenido, es decir lo cual no retuvo mucho color.

36. Agua residual de color celeste pasada por el filtro TP2 (olote o tusa de maíz con tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava)

Cuadro 47. Agua residual de color celeste, pasada por el filtro TP2.

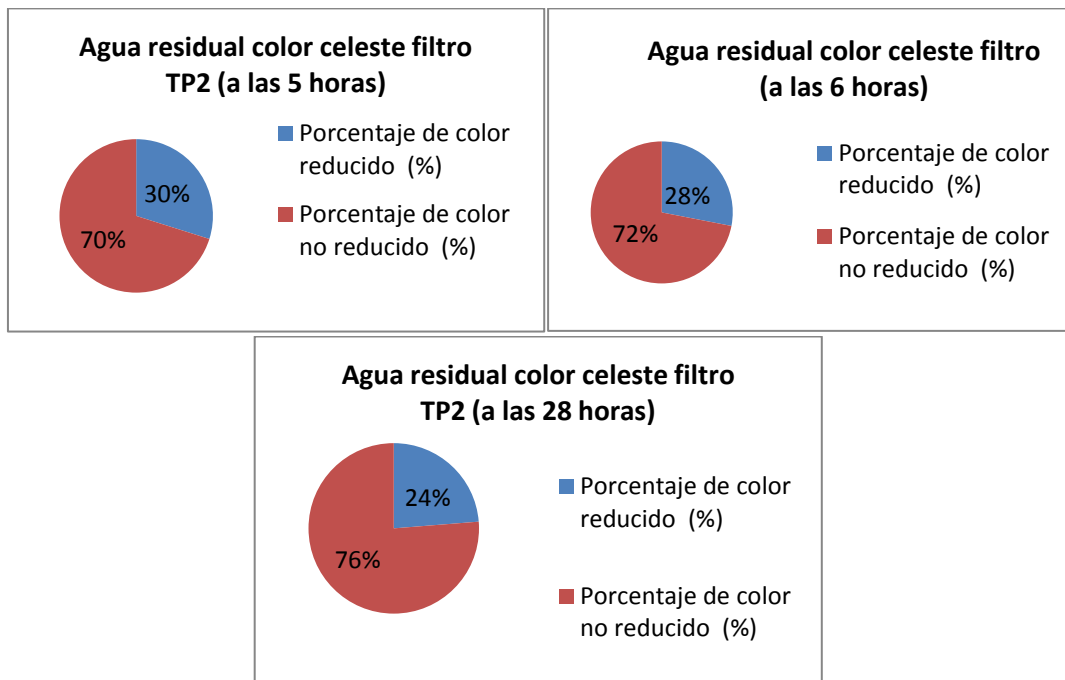
Resultados A.R. color celeste							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	5 horas		6 horas	
				TP2		TP2	TP2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,330	5,894		5,966	3,942
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1295 us/cm	6,34		5,52	5,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,44	1,47		1,37	1,15

Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050	7750	7950	8400
Color	Porcentaje de retención (%)			29,86	28,05	23,98
Color	Porcentaje no retenido (%)			70,14	71,95	77,02

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 38: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 47, Gráfico 38: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP2 con agua residual de color celeste (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava), a las 5 horas se observó una reducción del 29,86% en comparación de la muestra inicial, a las 6 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color un 28,05%, a las 28 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color en un 23,98% y un 77,02% de color no retenido, es decir lo cual no retuvo mucho color y habiendo un ligero descenso en cuanto a la retención de color.

37. Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro T2 (tusa tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro).

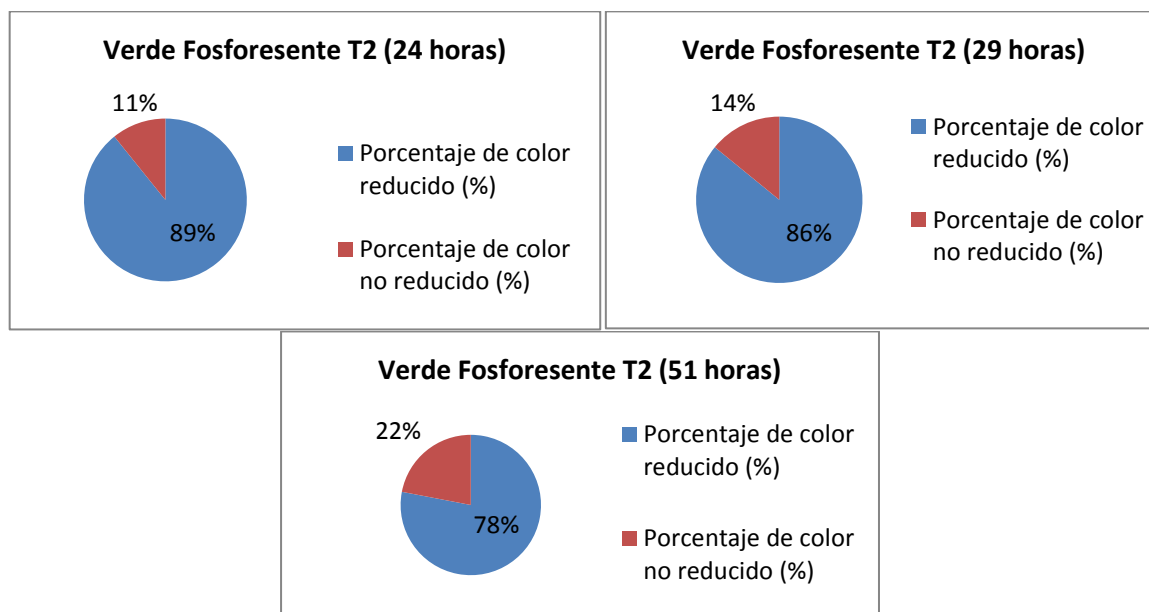
Cuadro 48. Agua residual de color verde fosforescente, pasada por el filtro T2.

Resultados A.R. color verde fosforescente								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2		T2	T2
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,897	24 horas	4,988	29 horas	4,692	4,005
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm		6,72		6,81	7,29
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		1,11		0,72	1,26
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		2600		3400	5300
Color	Porcentaje de retención (%)				89,21		85,89	78,01
Color	Porcentaje no retenido (%)				10,79		14,11	21,99

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 39: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 48, Gráfico 39: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T2 con agua residual de color verde fosforescente (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro), a las 24 horas se presentó una reducción del 89,21% en comparación de la

muestra inicial, a las 26 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color un 85,89%, a las 51 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color en un 78,01% de color retenido y dejando un color no retenido de 21,99% y habiendo un ligero descenso en cuanto a la retención de color.

38. Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro TP2 (olote o tusa de maíz con tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava)

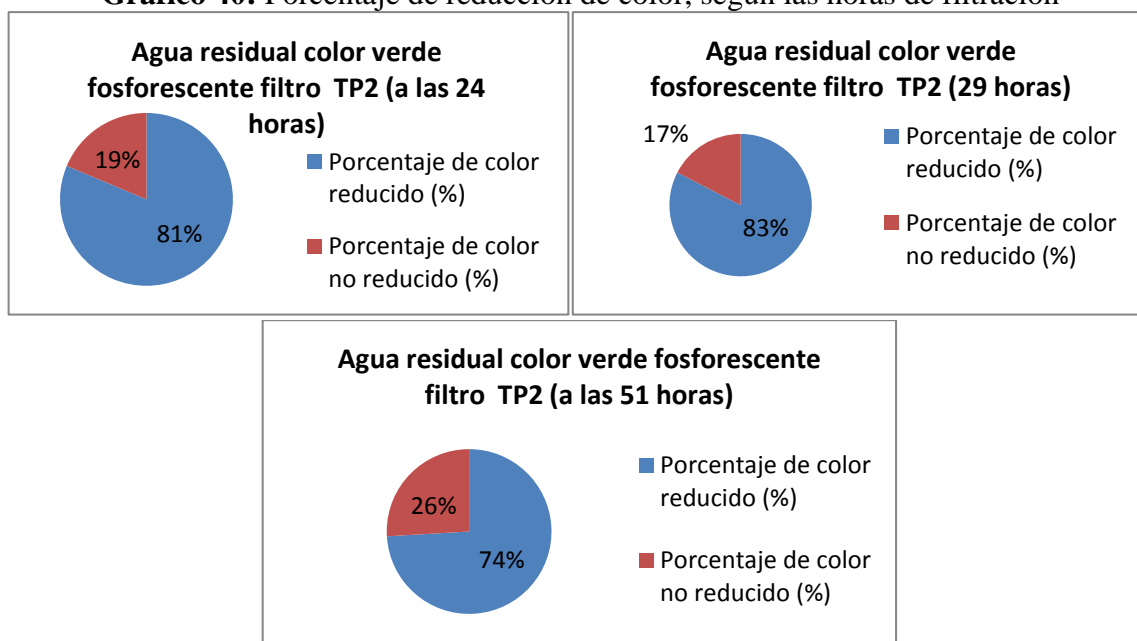
Cuadro 49. Agua residual de color verde fosforescente, pasada por el filtro TP2.

Resultados A.R. color verde fosforescente								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2	TP2	TP2	
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,897	24 horas	5,350	29 horas	3,996	
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm		7,35		6,40	6,88
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		0,74		0,70	1,28
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100	51 horas	4500	4200	6250	
Color	Porcentaje de retención (%)				81,33	82,57	74,07	
Color	Porcentaje no retenido (%)				18,67	17,43	25,93	

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 40: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 49, Gráfico 40: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP2 con agua residual de color verde fosforescente (tusa con un tamaño de partícula de 4,5 mm de diámetro y grava), a las 24 horas se presentó una reducción del 81,33% en comparación de la muestra inicial, a las 29 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color un 82,57% de retención de color, a las 51 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color en un 74,70% de color retenido y existiendo un 25,93%, habiendo un ligero descenso en cuanto a la retención de color el filtro empezó a saturarse.

39. Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro T3 (olote o tusa de maíz con tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro)

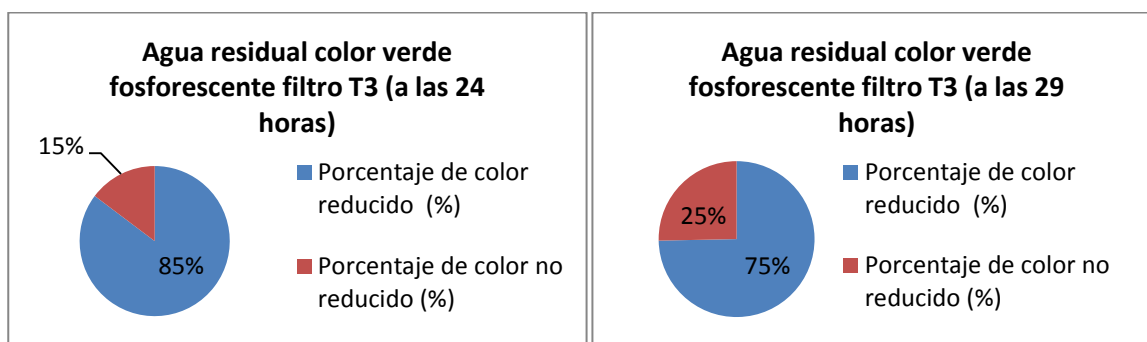
Cuadro 50. Agua residual de color verde fosforescente, pasada por el filtro T3.

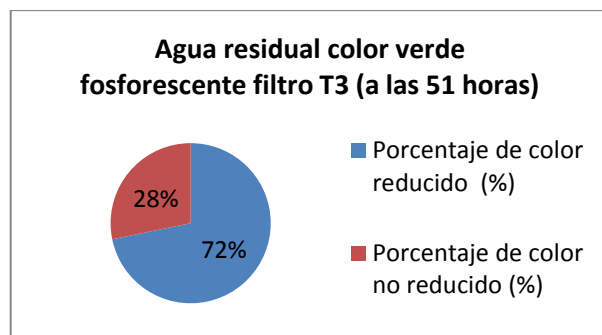
Resultados A.R. color verde fosforescente							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3		T3
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,897	24 horas	4,948	29 horas	4,577
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm		5,29		5,86
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		0,45		0,84
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		3500		6100
Color	Porcentaje de retención (%)				85,27		74,69
Color	Porcentaje no retenido (%)				14,73		25,31
						51 horas	T3
							3,962
							6,24
							1,22
							6800
							71,78
							28,22

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 41: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración.





Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 50, Gráfico 41: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante T3 con agua residual de color verde fosforescente (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro), a las 24 horas se observó una reducción del 85,27% en comparación de la muestra inicial, a las 29 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color un 74,69% de retención de color, a las 51 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color en un 71,78% y en un 28,22% de color no retenido, habiendo solo un ligero descenso en cuanto a la retención de color.

40. Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro TP3 (olote o tusa de maíz con tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava)

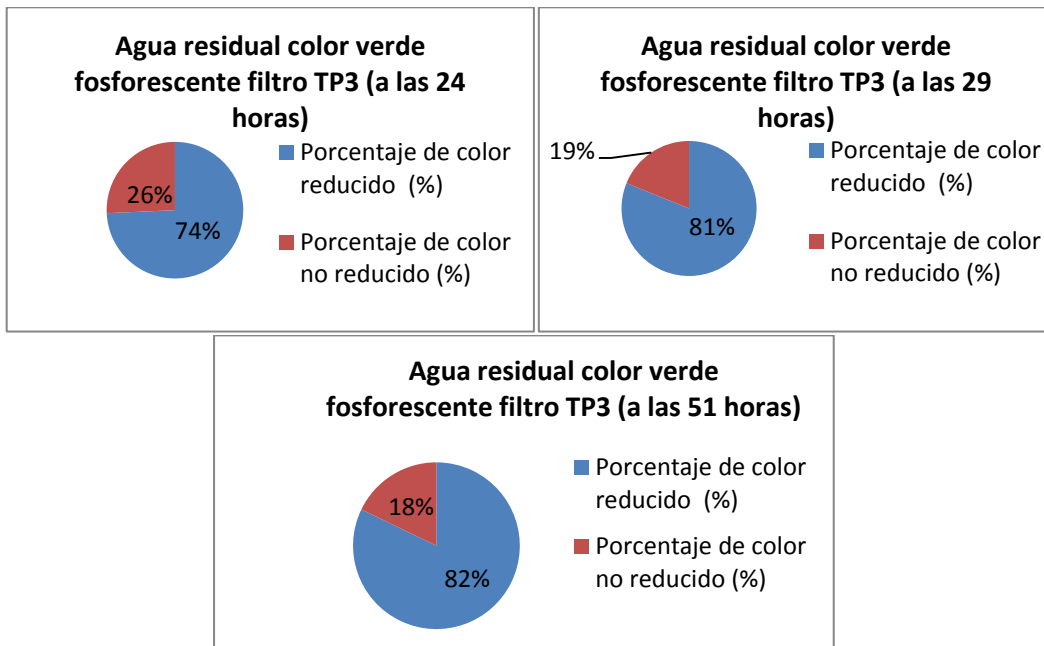
Cuadro 51. Agua residual de color verde fosforescente, pasada por el filtro TP3.

Resultados A.R. color verde fosforescente						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	TP3	TP3	TP3
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,897	4,618	4,508	4,129
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm	6,62	5,84	5,42
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86	1,50	0,70	1,17
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100	4500	6250	4300
Color	Porcentaje de retención (%)			74,07	81,12	82,16
Color	Porcentaje no retenido (%)			25,63	18,88	17,84

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 42: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 51, Gráfico 42: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TP3 con agua residual de color verde fosforescente (tusa con un tamaño de partícula de 2,36 mm de diámetro y grava), a las 24 horas se observó una reducción del 70,07% en comparación de la muestra inicial, a las 29 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color en un 81,12%, a las 51 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color en un 82,16% y un 17,84% de color no retenido.

41. Agua residual de color café pasada por el filtro TT (olote o tusa de maíz con tamaños de partícula de: 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba))

Cuadro 52. Agua residual de color café, pasada por el filtro TT.

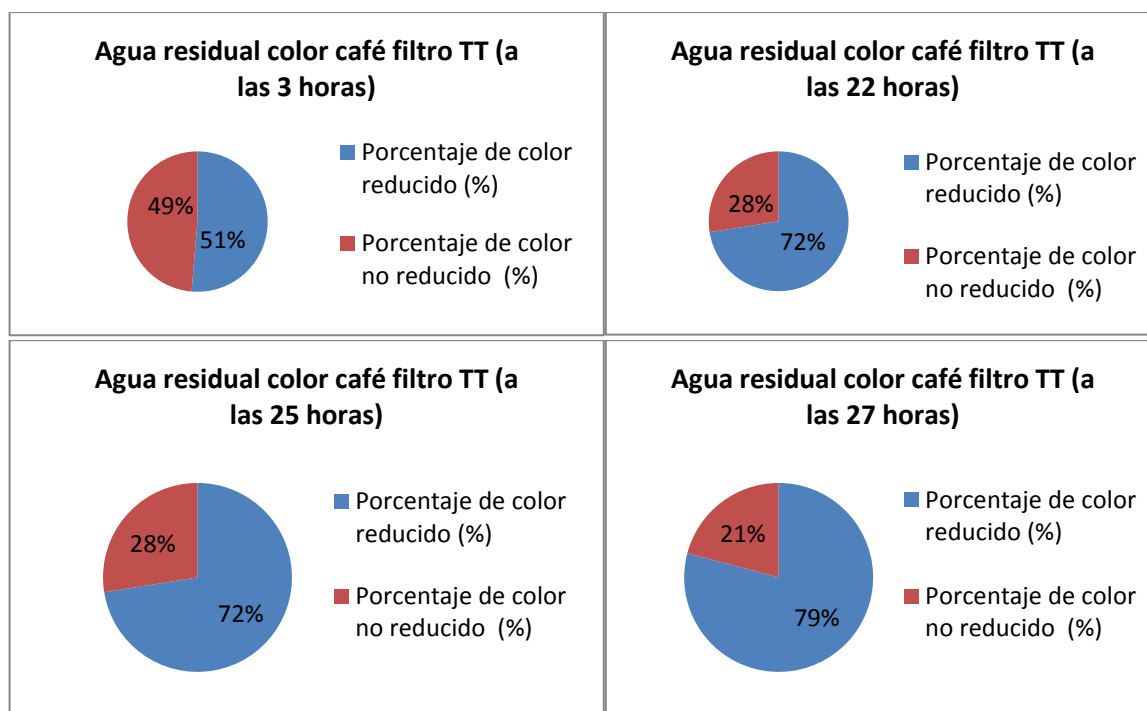
Resultados A.R. color café											
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/ Procedimiento	TT		TT		TT		TT	
				3 horas	22 horas	25 horas	27 horas	43 horas	45 horas		
Ph	[H+]	6,907	PE-LSA-01	6,443	5,362	5,201	4,707	7,64	4,673		

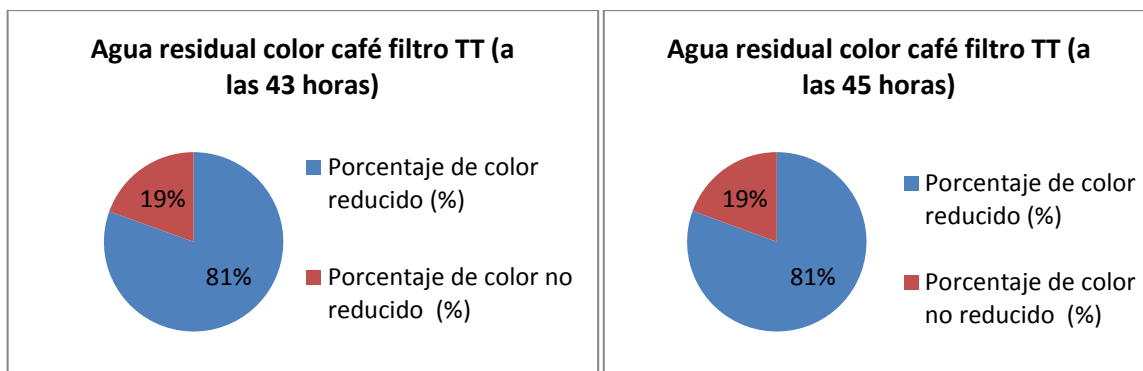
Conductividad	ms/cm	2,07	PE-LSA-02		4,26	4,76	4,68	4,52	4,74	4,52
Oxígeno Disuelto	ppm	1,08	STANDARD METHODS 4500-O-G mod		1,45	0,83	0,92	1,05	0,87	0,83
Color	unit ptCo (Upt-co)	57250	STANDARD METHODS 2120 C		27850	15750	15750	11950	11150	11100
Color	Porcentaje de retención (%)				51,35	72,49	72,49	79,13	80,52	80,61
Color	Porcentaje no retenido (%)				48,65	27,51	27,51	20,87	19,48	19,39

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 43: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración





Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 52, Gráfico 43: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TT con agua residual de color café (se incorporó tusa con varios tamaños de partícula de tusa las cuales van de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba)), a las 3 horas se observó una reducción del 51,35% en comparación de la muestra inicial, a las 22 horas se presentó una reducción del 72,94%, a las 25 horas se presentó una reducción del 72,94%, a las 27 horas se observó una reducción del 79,13% a las 43 horas el lecho filtrante continuó reduciendo el color en un 80,52%, a las 45 horas el lecho filtrante siguió reduciendo el color en un 80,61%, y dejando un sobrante de 19,39% de color no retenido.

42. Agua residual de color plomo pasada por el filtro TT (olote o tusa de maíz con tamaños de partícula de: 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba)).

Cuadro 53. Agua residual de color plomo, pasada por el filtro TT.

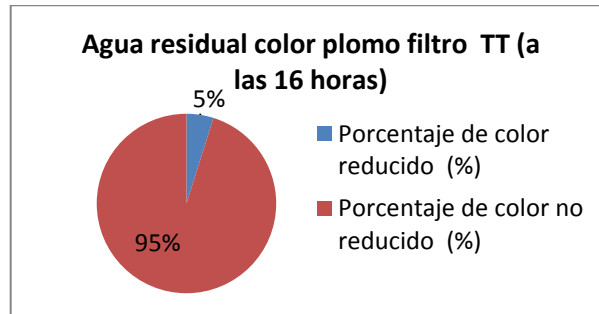
Resultados A.R. color plomo						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TT	TT
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,231	16 horas	5,640	5,490
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	6,57		5,19	5,36
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,14		0,83	0,88
Solidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	3,33		3,63	3,73
					18 horas	

Color	unit ptCo (U _{pt-co})	STANDARD METHODS 2120 C	2260	2150	2750
Color	Porcentaje de retención (%)			4,87	
Color	Porcentaje no retenido (%)			95,13	121,68

Nota: Dilución x 10 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 44: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 53, Gráfico 44: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TT con agua residual de color café (se incorporó tusa con varios tamaños de partícula de tusa las cuales van de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba)), a las 16 horas se observó una reducción de color del 4,87% en comparación de la muestra inicial y un 95,13% de color no retenido y a las 18 horas el lecho filtrante se saturó por completo sobre pasando el 100% de la muestra inicial con un 121,68%

43. Agua residual de color rosado pasada por el filtro TT (olote o tusa de maíz con tamaños de partícula de: 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba)).

Cuadro 54. Agua residual de color rosado, pasada por el filtro TT.

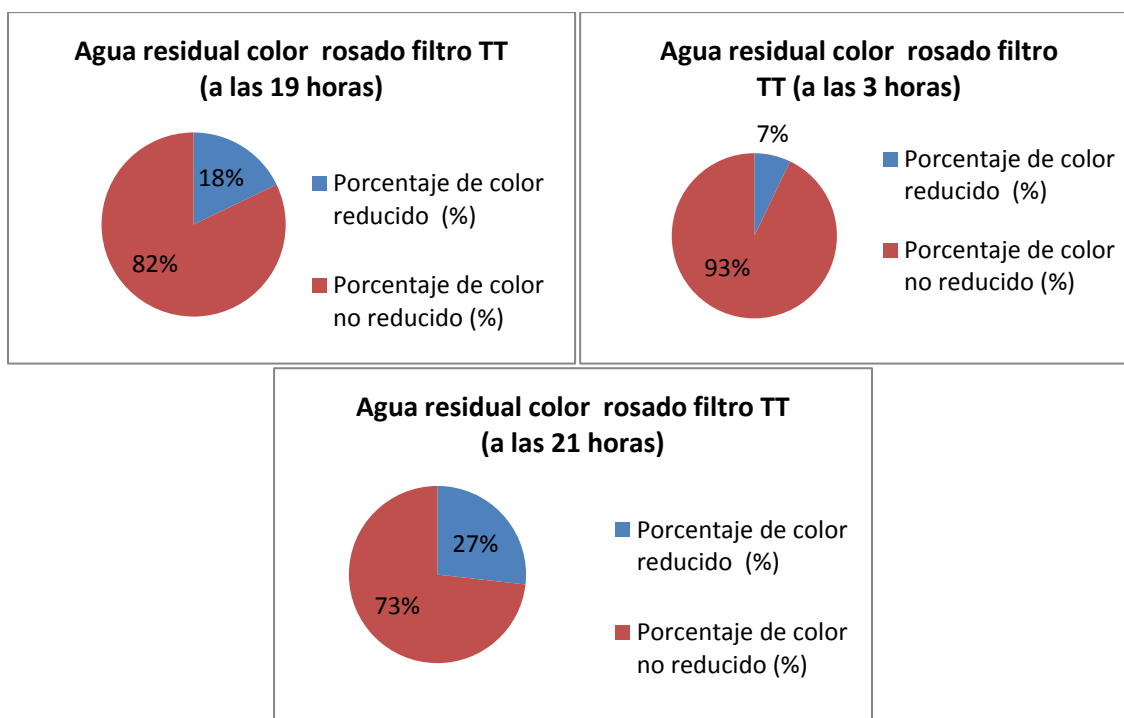
Resultados A.R. color rosado									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	3 horas	TT	19 horas	TT	21 horas	TT
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,505		6,609		5,785		5,536
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		3,70		4,02		4,08

Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,84		1,11		0,74		0,91
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		2600		2300		2050
Color	Porcentaje de retención (%)				7,14		17,86		26,79
Color	Porcentaje no retenido (%)				92,86		82,14		73,21

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 45: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 54, Gráfico 45: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TT con agua residual de color café (se incorporó tusa con varios tamaños de partícula las cuales van de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba)), a las 3 horas se presentó una reducción del 7,14% en comparación de la muestra inicial, a las 19 horas se observó una reducción del 17,86%, a las 21 horas continuó reduciendo en un 26,79% y dejando un sobrante del 73,21% de color no retenido.

44. Agua residual de color café pasada por el filtro TT (olote o tusa de maíz con tamaños de partícula de: 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba))

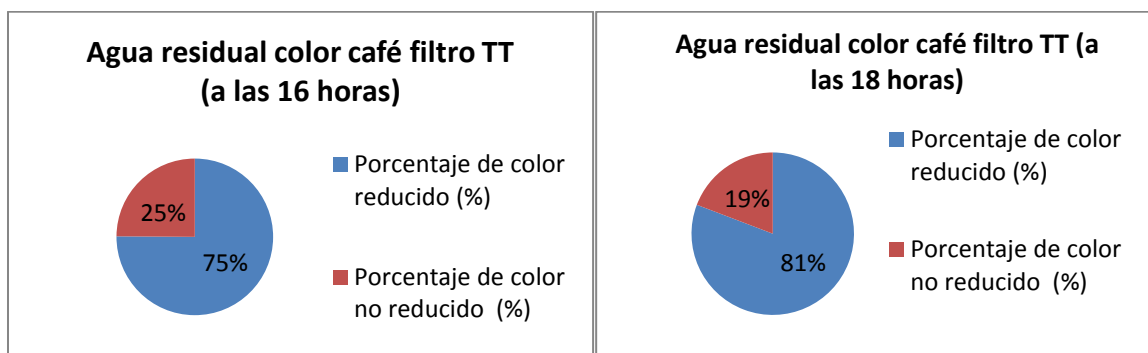
Cuadro 55. Agua residual de color café, pasada por el filtro TT.

Resultados A.R. color café							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	16 horas	TTP	18 horas	TTP
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,907		5,600		5,531
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,07		8,97		8,22
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,08		0,98		1,02
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		14250		11000
Color	Porcentaje de retención (%)				75,11		80,79
Color	Porcentaje no retenido (%)				24,89		19,21

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 46: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 55, Gráfico 46: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTP con agua residual de color café (se incorporó tusa con varios tamaños de partícula las cuales van de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba) y grava), a las 16 horas se observó una reducción del 75,11% en comparación de la muestra inicial, a las 18 horas continuó una reducción del 80,79% y un 19,21% de color no retenido.

45. Agua residual, Color rosado pasada por el filtro TTP (tusa con tamaños de partícula de: 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba) y grava)

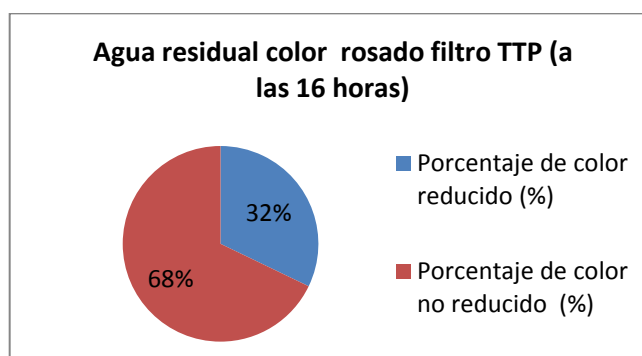
Cuadro 56. Agua residual de color rosado, pasada por el filtro TTP.

Resultados A.R. color rosado							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TTP		TTP
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,505	16 horas	5,828	18 horas	5,793
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		7,90		7,42
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,84		0,91		0,90
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		1900		2800
Color	Porcentaje de retención (%)				32,14		
Color	Porcentaje no retenido (%)				67,86		100

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 47: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 56, Gráfico 47: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTP con agua residual de color rosado (se incorporó tusa con varios tamaños de partícula las cuales van de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba) y grava), a las 16 horas se observó una reducción del 32,14% en comparación de la muestra inicial, a las 18 horas se presentó que el filtro se saturó igualando el valor de la muestra inicial.

46. Agua residual de color plomo pasada por el filtro TTP (olote o tusa de maíz con tamaños de partícula de: 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba) y grava).

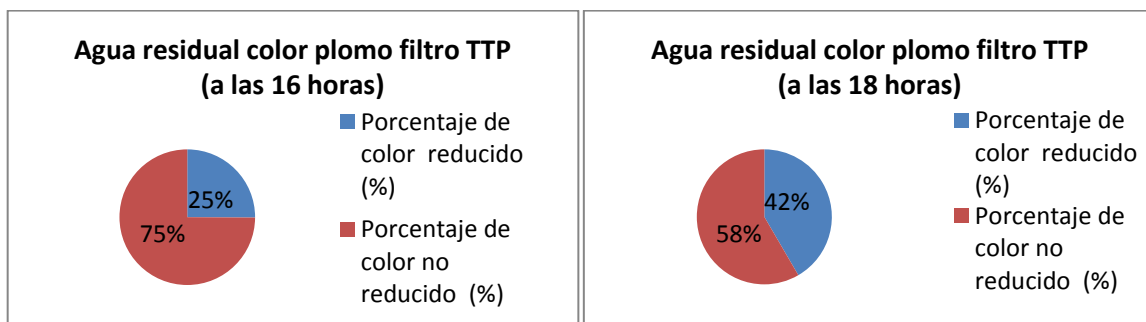
Cuadro 57. Agua residual de color plomo, pasada por el filtro TTP.

Resultados A.R. color plomo							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	16 horas	TTP	18 horas	TTP
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,231		5,629		5,641
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	6,57		8,51		8,20
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,14		0,92		1,01
Solidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	3,33		5,96		5,81
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2260		1710		2320
Color	Porcentaje de retención (%)				25,34		41,59
Color	Porcentaje no retenido (%)				75,66		58,41

Nota: Dilución x 10 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 48: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 57, Gráfico 48: En filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTP con agua residual de color plomo (se incorporó tusa con varios tamaños de partícula las cuales van de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba) y grava), a las 16 horas se observa una reducción del 25,34% en comparación de la muestra inicial, a las 18 horas se observa una reducción del 41,59% y un 58,41% de color no retenido.

47. Agua residual de color lila pasada por el filtro TTP (olote o tusa de maíz con tamaños de partícula de: 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba) y grava).

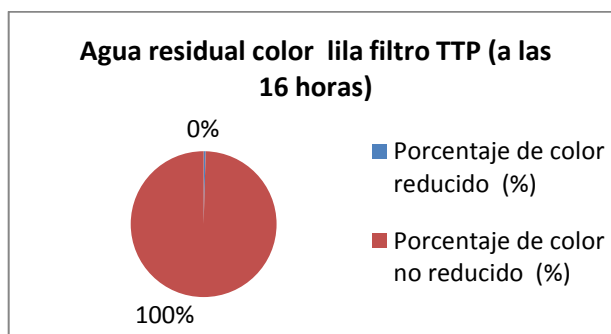
Cuadro 58. Agua residual de color lila, pasada por el filtro TTP.

Resultados A.R. color lila							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TTP		TTP
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,219	16 horas	5,678	18 horas	5,709
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		8,49		8,85
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,89		1,02		1,11
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		11100		12350
Color	Porcentaje de retención (%)				0,45		
Color	Porcentaje no retenido (%)				99,55		110,76

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 49: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 58, Gráfico 49: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTP con agua residual de color lila (se incorporó tusa con varios tamaños de partícula las cuales van de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba) y grava), a las 16 horas se presentó una reducción del 0,45% y un 99,55% de color no retenido, a las 18 horas se observó que el filtro se saturó con un 110,76% sobrepasando la muestra inicial del 100%.

48. Agua residual de color café pasada por el filtro 2,3TP (tamaños de partícula de 2(4,5 mm) y 3(2,36 mm)).

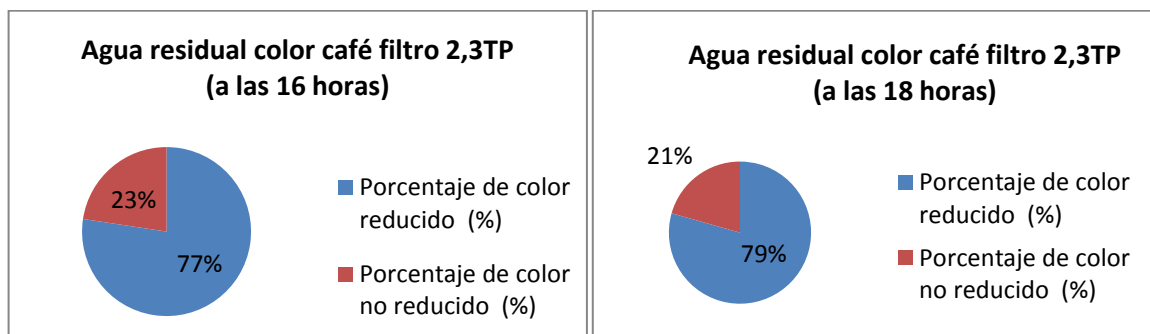
Cuadro 59. Agua residual de color café, pasada por el filtro 2,3TP.

Resultados A.R. color café							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	16 horas	2,3TP	18 horas	2,3TP
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,907		5,588		5,540
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,07		7,96		6,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,08		1,01		1,04
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		12950		11800
Color	Porcentaje de retención (%)				77,38		79,39
Color	Porcentaje no retenido (%)				22,62		20,61

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 50: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 59, Gráfico 50: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante 2,3TP con agua residual de color café (se incorporó tamaños de partícula la cual va de 2(4,5 mm) y 3(2,36 mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba) y grava), a las 16 horas se observó una reducción del 77,38% en comparación de la muestra inicial, a las 18 horas se presentó una reducción del 79,39% y un 20,61% de color no retenido.

49. Agua residual de color rosado pasada por el filtro 2,3TP (tamaños de partícula de 2(4,5 mm), 3(2,36 mm) y grava).

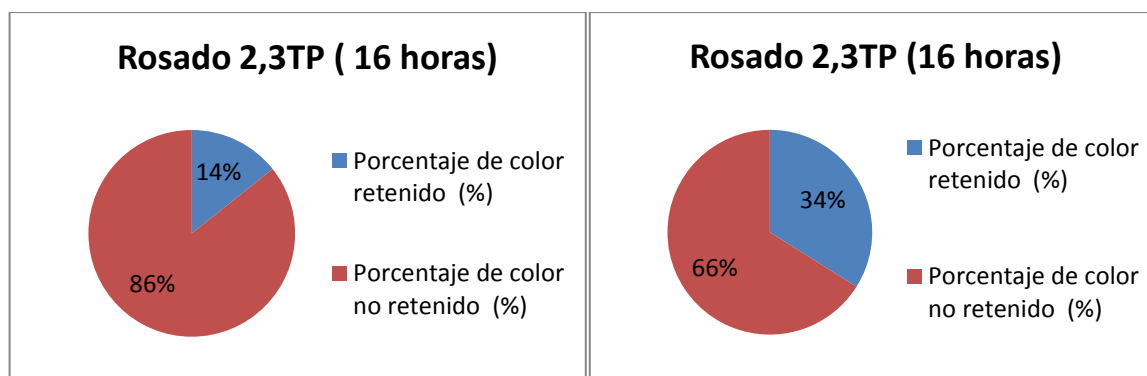
Cuadro 60. Agua residual de color rosado, pasada por el filtro 2,3TP.

Resultados A.R. color rosado							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3TP		2,3TP
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,505		5,854		5,858
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		6,85		6,32
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,84	16 horas	1,01	18 horas	0,96
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		2400		1850
Color	Porcentaje de retención (%)				14,29		33,93
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,71		66,07

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 51: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 60, Gráfico 51: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante 2,3TP con agua residual de color rosado (se incorporó tamaños de partícula de tusa la cual va de 2(4,5 mm) y 3(2,36 mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba) y grava), a las 16 horas se observó una reducción del 14,29% en comparación de la muestra inicial, a las 18 horas se presentó una reducción del 33,93% y un 66,07% de color no retenido.

50. Agua residual de color plomo pasada por el filtro 2,3TP (tamaños de partícula de 2(4,5 mm), 3(2,36 mm) y grava).

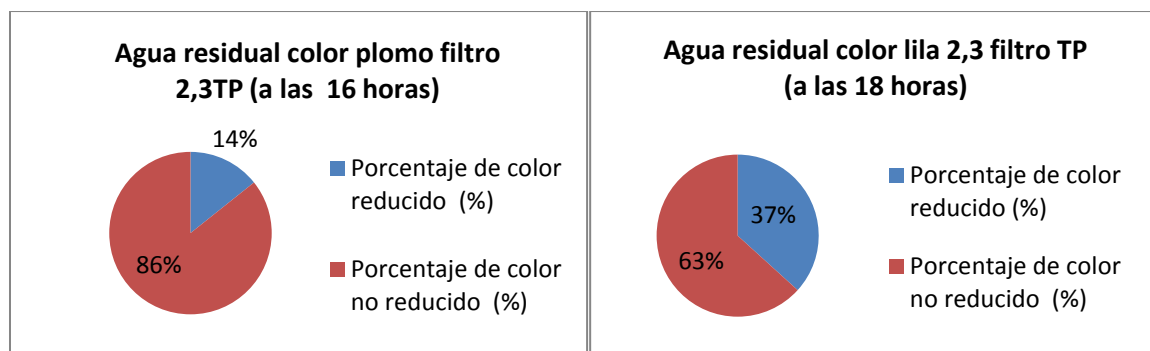
Cuadro 61. Agua residual de color plomo, pasada por el filtro 2,3TP.

Residuales A.R. color plomo							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3TP		2,3TP
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,231	16 horas	5,616	18 horas	5,618
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	6,57		7,66		7,39
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,14		0,97		0,97
Solidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	3,33		5,38		5,16
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2260		1930		1430
Color	Porcentaje de retención (%)				14,60		36,73
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,40		63,27

Nota: Dilución x 10 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 52: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 61, Gráfico 52: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante 2,3TP con agua residual de color plomo (se incorporó tamaños de partícula de tusa la cual va de 2(4,5 mm) y 3(2,36 mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba) y grava), a las 16 horas se presentó una reducción del 14,29% en comparación de la muestra inicial, a las 18 horas se observó una reducción del 33,93% y un 66,07% de color no retenido.

51. Agua residual de color lila pasada por el filtro 2,3TP (olote o tusa de maíz con tamaños de partícula de 2(4,5 mm), 3(2,36 mm) y grava).

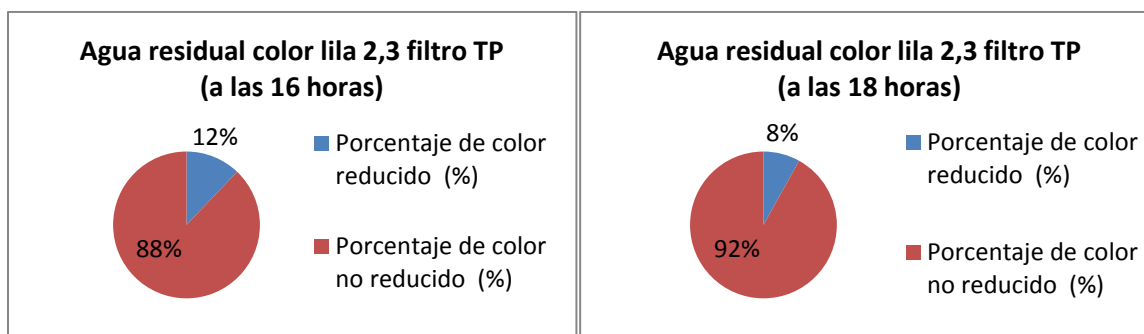
Cuadro 62. Agua residual de color lila, pasada por el filtro 2,3 TP.

Resultados A.R. color lila						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3TP	2,3TP
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,219	16 horas	5,760	5,727
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		7,38	6,72
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,89		1,05	1,03
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		9800	10250
Color	Porcentaje de retención (%)				12,11	8,07
Color	Porcentaje no retenido (%)				87,89	91,93

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 53: Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 62, Gráfico 53: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante 2,3TP con agua residual de color lila (se incorporó tamaños de partícula de tusa la cual va de 2(4,5 mm) y 3(2,36 mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba) y grava), a las 16 horas se observó una reducción del 12,11% en comparación de la muestra inicial, a las 18 horas se presentó una reducción del 8,07% y un 91,93%, se observa un ligero incremento en comparación de los datos y no redujo casi nada, saturándose el lecho filtrante.

52. Agua residual de Color total (todos los colores mezclados) pasada por el filtro TTP_{CT} tamaños de partícula de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm) y grava (mezcla de todos los colores)).

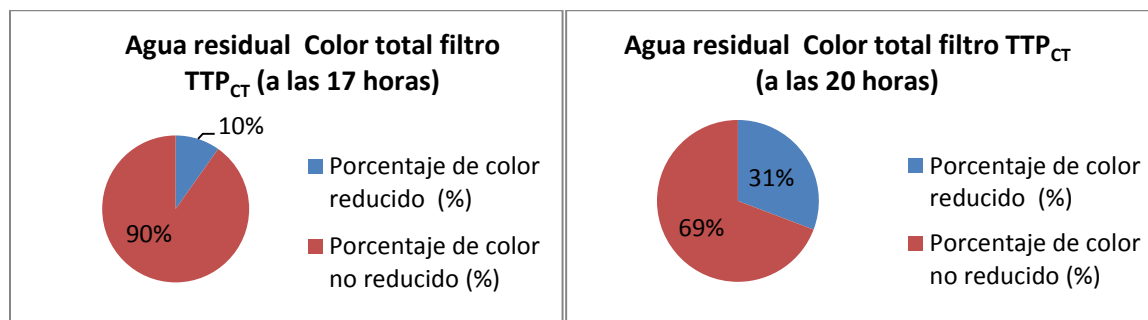
Cuadro 63. Agua residual de Color total, pasada por el filtro TTP_{CT}.

Resultados A.R. Color total								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TTP _{CT}		TTP _{CT}	TTP _{CT}
Ph	[H+]	PE-LSA-01	8,263	17 horas	5,719	20 horas	5,642	4,178
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		6,01		5,94	6,09
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,10		1,13	0,79
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	917		1,14		4,16	4,27
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600		2550		1800	5150
Color	Porcentaje de retención (%)				9,81		30,77	
Color	Porcentaje no retenido (%)				90,19		69,23	198,08

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 54: Porcentaje de reducción de color según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 63, Gráfico 54: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTP_{CT} (se incorporó tusa con varios tamaños de partícula las cuales van de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba), grava y el agua residual utilizada con un color total (mezcla de todos los colores)), a las 17 horas se presentó una reducción del 9,81% en comparación de la muestra inicial, a las 20 horas se observó una reducción del 30,77% y un 69,23% y a las 43 horas el prototipo se saturó con un 198,08%.

53. Agua residual, Color total (todos los colores mezclados) pasada por el filtro TT_{CT} (tusa tamaños de partícula de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), (mezcla de todos los colores)).

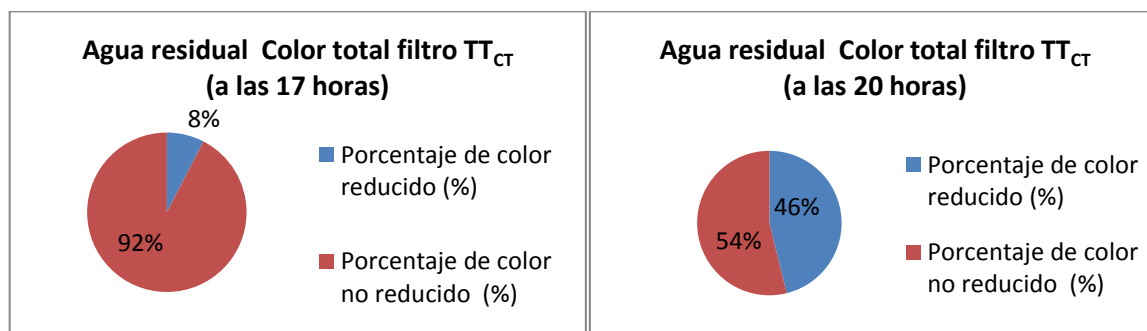
Cuadro 64. Agua residual de Color total, pasada por el filtro TT_{CT}.

Resultados A.R. Color total								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TT _{CT}	TT _{CT}	TT _{CT}	
Ph	[H+]	PE-LSA-01	8,263	17 horas	5,803	5,600	4,092	
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		4,87	4,89	5,09	
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,22	1,10	0,70	
Solidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	917		20 horas	3,43	3,39	3,56
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600			2400	1400	4400
Color	Porcentaje de retención (%)					7,69	46,15	
Color	Porcentaje no retenido (%)				43 horas	93,31	53,85	169,23

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 55: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 64, Gráfico 55: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTP_{CT} (se incorporó tusa con varios tamaños de partícula las cuales van de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm),

3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba), grava y el agua residual utilizada con un color total (mezcla de todos los colores), a las 17 horas se observó una reducción del 7,69% en comparación de la muestra inicial, a las 20 horas se presentó una reducción del 46,15% y un 53,285% de color no retenido y a las 43 horas el prototipo se saturó con un 169,23%.

54. Agua residual, Color total (todos los colores mezclados) pasada por el filtro 2,3TP_{CT} (tusa de maíz tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm, grava).

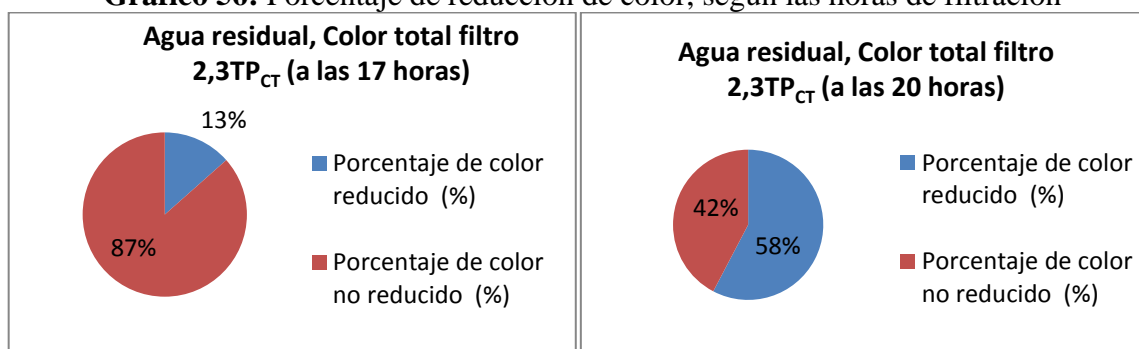
Cuadro 65. Agua residual de Color total, pasada por el filtro 2,3TP_{CT}.

Residual A.R. Color total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3TP _{CT}	2,3TP _{CT}	2,3TP _{CT}
Ph	[H+]	PE-LSA-01	8,263	17 horas	5,694	5,568	4,174
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		5,77	5,78	6,13
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,24	1,17	0,72
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	917		4,04	3,98	4,28
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600		2250	1100	4250
Color	Porcentaje de retención (%)				13,46	57,69	
Color	Porcentaje no retenido (%)				86,54	42,31	178,85

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor

Gráfico 56: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 65, Gráfico 56: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTP_{CT} (se incorporó tusa con varios tamaños de partícula las cuales van de (tusa de maíz tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm, grava) en forma ascendente (de abajo hacia arriba), grava y el agua residual utilizada con un color total (mezcla de todos los colores), a las 17 horas se observó una reducción del 13,46% en comparación de la muestra inicial, a las 20 horas se presentó una reducción del 57,69% y en un 42,31% de color no retenido y a las 43 horas el prototipo se saturó con un 178,85%.

55. Agua residual, Color total (todos los colores mezclados) pasada por el filtro 2,3T_{CT} (tuza de maíz tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm).

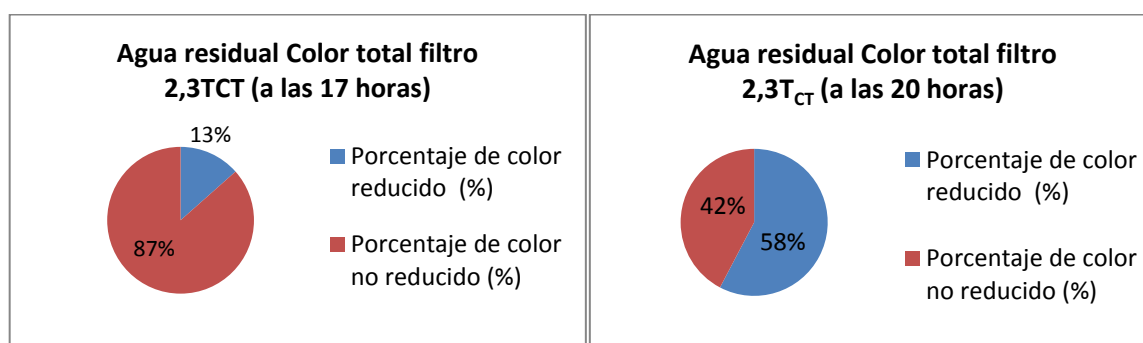
Cuadro 66. Agua residual de Color total, pasada por el filtro 2,3T_{CT}.

Resultados A.R. Color total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3T _{CT}		2,3T _{CT}
Ph	[H+]	PE-LSA-01	8,263		5,911		4,261
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		4,46		0,07 us/cm
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,04		0,73
Solidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	917	17 horas	3,14	20 horas	3,45
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600		1550		4000
Color	Porcentaje de retención (%)				40,38		
Color	Porcentaje no retenido (%)				59,62		153,85

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 57. Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 66, Gráfico 57: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTP_{CT} (se incorporó tusa con varios tamaños de partícula las cuales van de (tusa de maíz tamaño de partícula 4,5 mm, 2,36 mm), en forma ascendente (de abajo hacia arriba),grava y el agua residual utilizada con un color total (mezcla de todos los colores)), a las 17 y 20 horas se observa una reducción del 40,38% y un 59,62% de color no retenido y a las 43 horas el prototipo se saturo con un 153,85%.

56. Agua residual de color celeste pasada por el filtro CA (carbón activado)

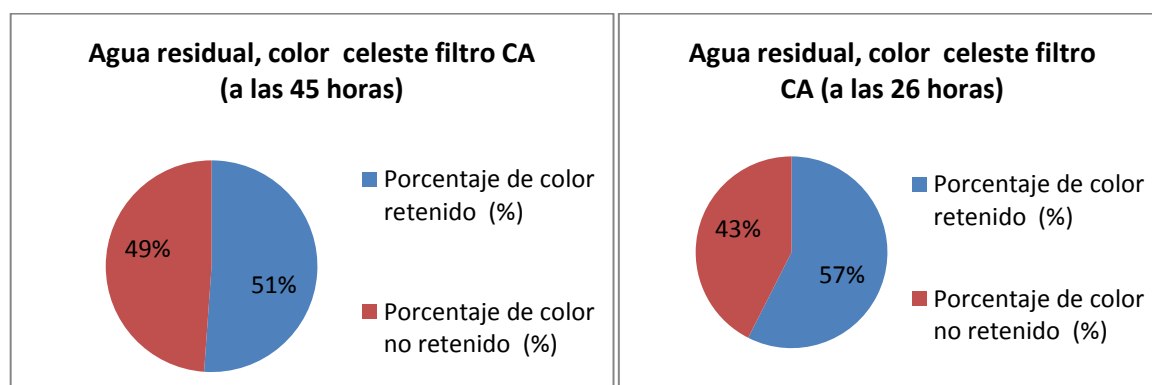
Cuadro 67. Agua residual de color celeste, pasada por el filtro CA.

Resultados A.R. color celeste						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CA	CA
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,330	26 horas	7,722	7,668
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1295 us/cm		1018 us/cm	9006
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS45 00-O-G mod	1,44		1,17	0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050		5400	4700
Color	Porcentaje de retención (%)				51,13	57,47
Color	Porcentaje no retenido (%)				48,87	42,53

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 58: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 67, Gráfico 58: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante CA con agua residual de color celeste (con carbón activado), a las 26 horas se observa que hubo un incremento de color del 51,13% en comparación de la muestra inicial, a las 45 horas un 57,47% y existiendo un 42,53% de color no retenido.

57. Agua residual de color café pasada por el filtro CA (carbón activado)

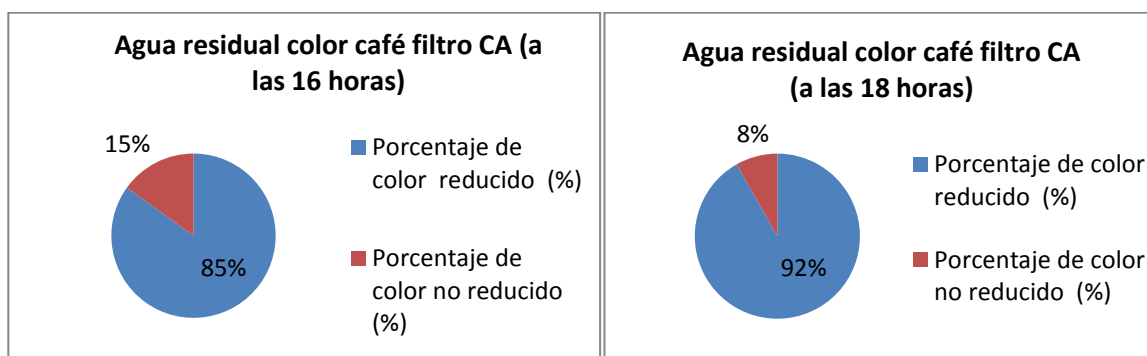
Cuadro 68. Agua residual de color café, filtro CA.

Resultados A.R. color café						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CA	CA
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,907	16 horas	7,869	7,415
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	2,07		1918	1998
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,08		0,87	0,81
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		8600	4700
Color	Porcentaje de retención (%)				84,89	91,79
Color	Porcentaje no retenido (%)				15,02	8,21

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 59: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 69, Gráfico 59: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante CA con agua residual de color café (con carbón activado), a las 16 horas se observó que hubo un incremento de color del 84,89% en comparación de la muestra inicial, a las 18 horas en un

91,79% y existiendo un 8,21% de color no retenido. Obteniéndose valores altos en cuanto a la reducción de color, considerando que la muestra inicial es del 100% de color.

58. Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro CA (carbón activado)

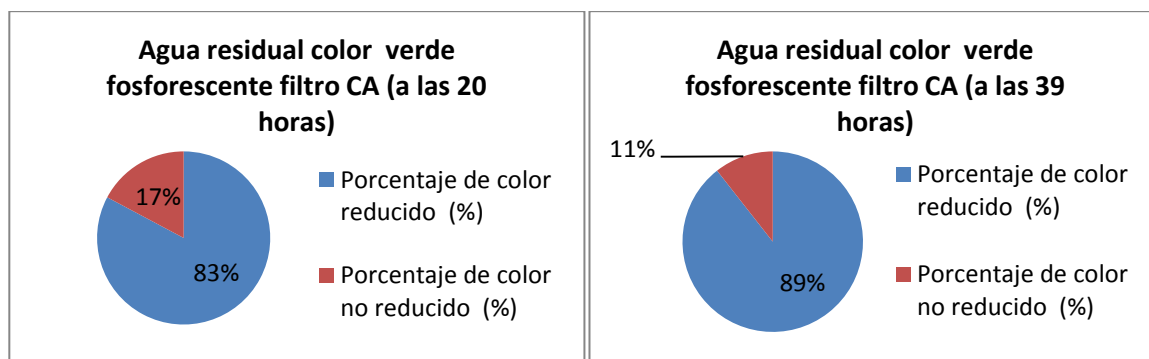
Cuadro 69. Agua residual de color verde fosforescente, pasada por el filtro CA.

Resultados A.R. color verde fosforescente							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CA	CA	
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,897	20 horas	7,81	7,518	
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1777		1227	1293	
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		39 horas	1,10	0,84
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100			4150	2550
Color	Porcentaje de retención (%)					82,78	89,42
Color	Porcentaje no retenido (%)					17,22	10,58

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 60: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 69, Gráfico 60: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante CA con agua residual de color verde fosforescente (con carbón activado), a las 20 horas se observó que hubo un incremento de color del 82,78% en comparación de la muestra inicial, a las 39 horas en un 89,42% y a las 27 horas existe un 43,05% de color retenido y existiendo un

10,58% de color no retenido. Obteniendo valores altos en cuanto a la reducción de color, considerando que la muestra inicial es del 100% de color.

59. Agua residual de color lila pasada por el filtro CV (Carbón Vegetal)

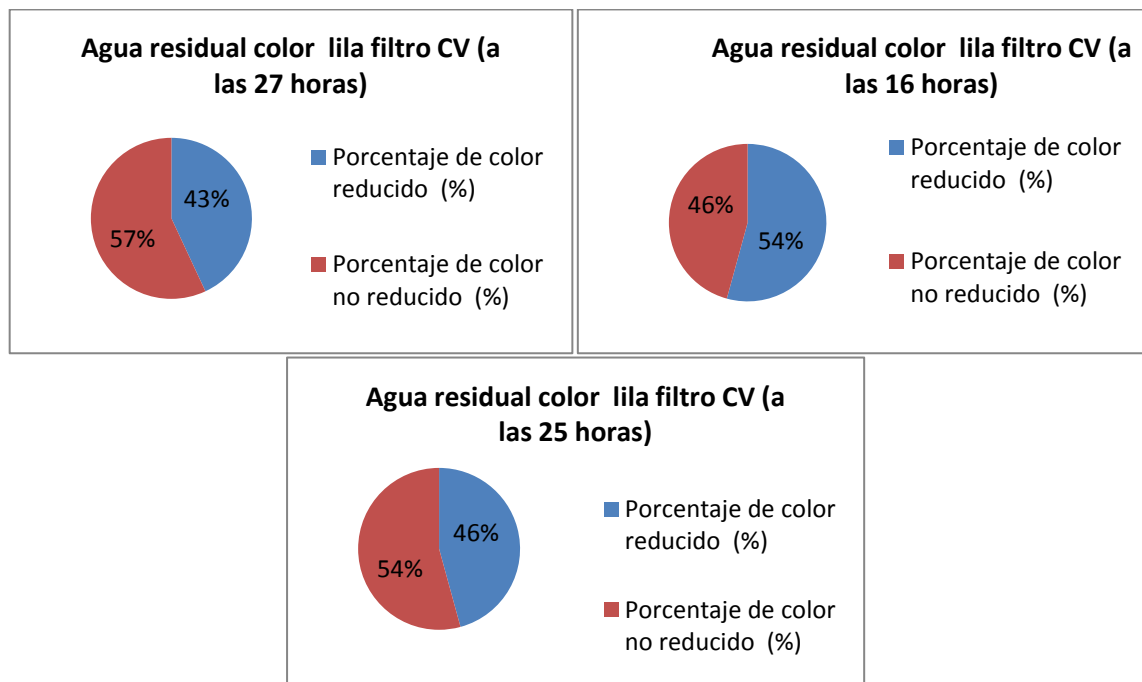
Cuadro 70. Agua residual de color lila, pasada por el filtro CV.

Resultados A.R. color lila							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CV		CV
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,219	16 horas	7,747	25 horas	7,563
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		1651		1599
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,89		1,01		0,98
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		5100		6050
Color	Porcentaje de retención (%)				54,26		45,74
Color	Porcentaje no retenido (%)				45,74		54,26
						27 horas	CV
							7,351
							1582
							0,96
							6350
							43,05
							56,95

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 61: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 70, Gráfico 61: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante CV con agua residual de color lila (con carbón vegetal), a las 16 horas se observa que hubo un incremento de color del 54,26% en comparación de la muestra inicial, a las 25 horas un 45,74% y a las 27 horas existe un 43,05% de color retenido habiendo un incremento de color mínimo en comparación al de 25 horas. Obteniendo valores altos en cuanto a la reducción de color, considerando que la muestra inicial es del 100% de color.

60. Agua residual de color verde fosforescente pasada por el filtro CV (Carbón Vegetal)

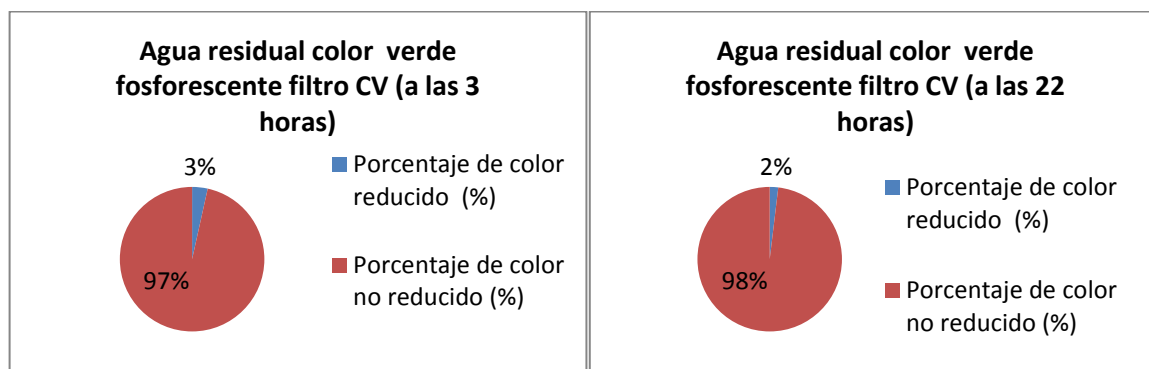
Cuadro 71. Agua residual de color verde fosforescente, pasada por el filtro CV.

Resultados A.R. color verde fosforescente							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CV		CV
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,897	3 horas	8,823	22 horas	9,336
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1777		4,31		2,27
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		1,25		1,10
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		23250		23650
Color	Porcentaje de retención (%)				3,53		1,87
Color	Porcentaje no retenido (%)				98,13		96,47

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 62: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 70, Gráfico 62: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante CV con agua residual de color verde fosforescente (con carbón vegetal), a las 3 horas se observó que hubo un incremento de color del 98,13% en comparación de la muestra inicial y a las 22 horas un 96,47%, no reteniendo nada de color más bien incrementando un exceso de color en comparación a la muestra inicial considerando que la muestra inicial es del 100% de color, pero se observó que se redujo en un 3,53% de color.

61. Agua residual de color celeste pasada por el filtro CV (Carbón Vegetal)

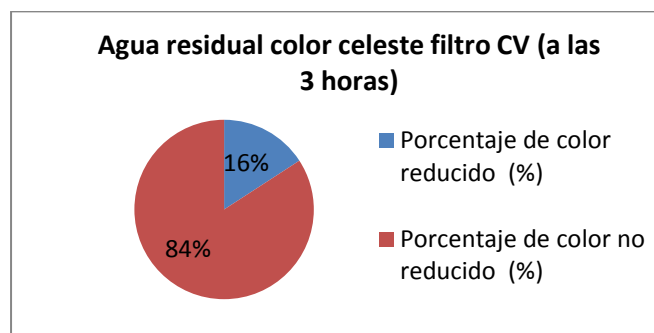
Cuadro 72. Agua residual de color celeste, pasada por el filtro CV.

Resultados A.R. color celeste						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CV	CV
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,330	3 horas	8,684	9,147
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1295		1108	1543
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,44		1,35	0,93
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050		9300	11350
Color	Porcentaje de retención (%)				15,84	
Color	Porcentaje no retenido (%)				84,16	102,71

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 63: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 72, Gráfico 63: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante CV con agua residual de color celeste (con carbón vegetal), a las 3 horas se observó que hubo una reducción de color del 15,84% en comparación de la muestra inicial y un porcentaje de no retenido de 84,16% y a las 22 horas un incremento de color del 102,71% a la muestra inicial considerando que es del 100% de color.

62. Agua residual de color café pasada por el filtro CV (Carbón Vegetal)

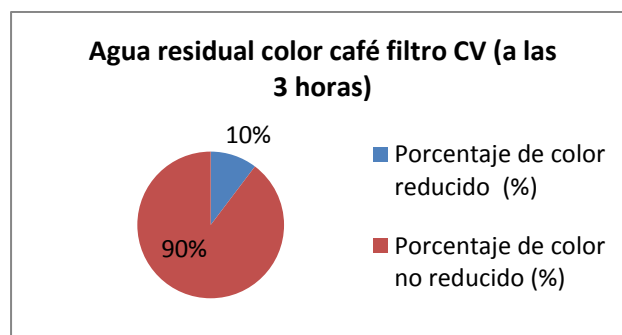
Cuadro 73. Agua residual de color café, pasada por el filtro CV

Resultados A.R. color café						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CV	CV
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,907	3 horas	8,462	8,967
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	2,07		2,67	3,13
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,08		1,10	0,94
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		51350	62300
Color	Porcentaje de retención (%)				10,31	
Color	Porcentaje no retenido (%)				89,69	108,82
						22 horas

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 64: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 73, Gráfico 64: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante CV con agua residual de color café (con carbón vegetal), a las 3 horas se observó que hubo un

incremento de color del 10,31% en comparación de la muestra inicial, no reteniendo nada de color con un 89,69% y a las 22 horas un 108,82% habiendo un exceso de color considerando que la muestra inicial es del 100% de color.

63. Agua residual de color vino pasada por el filtro CV (Carbón Vegetal)

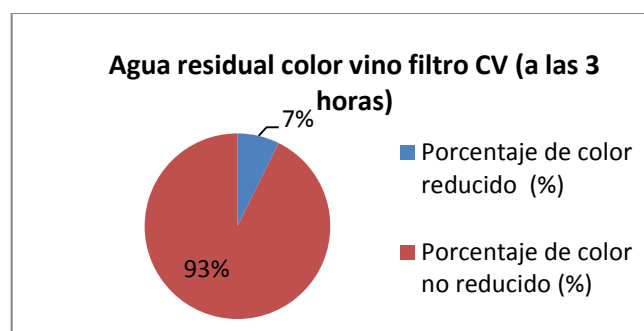
Cuadro 74. Agua residual de color vino, pasada por el filtro CV.

Resultados A.R. color vino						
Parámetros	Unidades	Método/procedimiento	Muestra inicial		Cv	Cv
Ph	[h+]	Pe-lsa-01	6,784	3 horas	8,690	9,023
Conductividad	Us/cm	Pe-lsa-02	2,77		2,16	2,72
Oxígeno disuelto	Ppm	Standard methods4500-o-g mod	0,80		1,12	0,80
Color	Unit pcco (upt-co)	Standard methods 2120 c	67650		62700	68700
Color	Porcentaje de retención (%)				7,32	
Color	Porcentaje no retenido (%)				92,68	101,55
						22 horas

Nota: Dilución x 150 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 65: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 74, Gráfico 65: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante CV con agua residual de color café (con carbón vegetal), a las 3 horas se presentó que hubo un incremento de color del 7,32% en comparación de la muestra inicial, no reteniendo nada de color con un 92,68% y a las 22 horas un 101,55% habiendo un exceso de color en comparación a la muestra inicial considerando es del 100% de color.

64. Agua residual de color rosado pasada por el filtro CV (Carbón Vegetal)

Cuadro 75. Agua residual de color rosado, pasada por el filtro CV.

Resultados A.R. color rosado							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CV		CV
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,505	3 horas	9,227	22 horas	9,429
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		2,04		2,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,84		1,17		0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		9450		6650
Color	Porcentaje de retención (%)						
Color	Porcentaje no retenido (%)				237,5		235,5

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 75: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante CV con agua residual de color rosado (con carbón vegetal), a las 3 horas se observó que hubo un incremento de color del 237,5% en comparación de la muestra inicial y a las 22 horas en un 235,5%, no reteniendo nada de color más bien incrementando un exceso de color en comparación a la muestra inicial considerando es del 100% de color.

65. Agua residual de color lila pasada por el filtro CV (Carbón Vegetal)

Cuadro 76. Agua residual de color lila, pasada por el filtro CV.

Resultados A.R. color lila							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CV		CV
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,219	3 horas	8,997	22 horas	9,336
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		2,37		3,37
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,89		1,17		1,02
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		18600		18800

Color	Porcentaje de retención (%)					
Color	Porcentaje no retenido (%)			166,82		168,61

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 76: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante CV con agua residual de color lila (con carbón vegetal), a las 3 horas se observó que hubo un incremento de color del 166,82% en comparación de la muestra inicial y a las 22 horas un 168,61%, no reteniendo nada de color más bien incrementando un exceso de color en comparación a la muestra inicial considerando que esta es del 100% de color.

66. Agua residual de color Total (todos los colores se encuentran mezclados) pasada por el filtro 2,3 TPCVA (tusa de tamaños 4.5 mm y 2,36 mm, carbón vegetal activado y grava

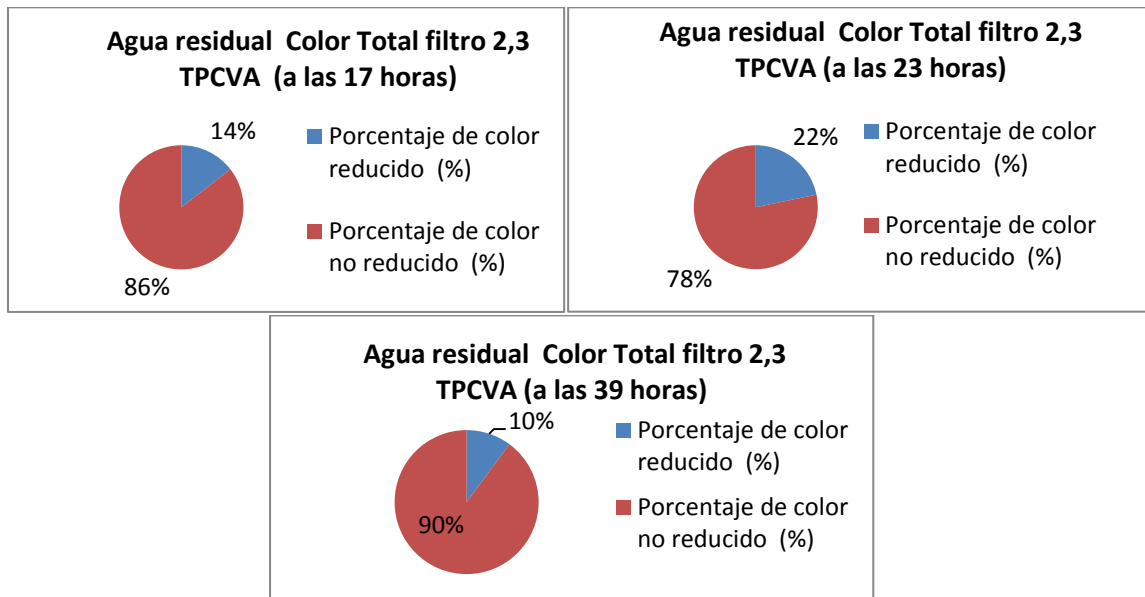
Cuadro 77. Agua residual de Color Total, pasada por el filtro 2,3 TPCVA.

Resultados A.R. Color total								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3 TPCVA	2,3 TPCVA	2,3 TPCVA	2,3 TPCVA
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,592		5,564	5,621	5,199	5,001
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm		4,96	4,69	4,76	4,70
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,13	1,04	1,03	0,80
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603 mg/L	17 horas	3,46	3,29	3,38	3,29
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		2950	2700	3100	3650
Color	Porcentaje de retención (%)				14,49	21,74	10,14	
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,51	78,26	89,86	105,80

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 66: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 77, Gráfico 66: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante 2,3 TPCVA con agua residual de color total (todos los colores se encuentran mezclados, lo cual se colocó tusa de tamaños 4.5 mm y 2,36 mm y carbón vegetal activado), a las 17 horas se observa que hubo una reducción de color del 14,82% en comparación de la muestra inicial y a las 23 horas un 21,74% de reducción de color, en cambio a las 39 horas un 10,14% de reducción de color y se observa que hubo un ligero descenso de porcentaje de reducción de color en comparación al de las 23 horas y por último a las 44 horas el prototipo se saturó en un 105,08% no reteniendo nada de color sobre pasando el 100% que es la muestra inicial.

67. Agua residual de Color Total (Todos los colores se encuentran mezclados) pasada por el filtro TTCVA tusa tamaño de partícula 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), y carbón vegetal activado).

Cuadro 78. Agua residual de Color Total, pasada por el filtro TTCVA.

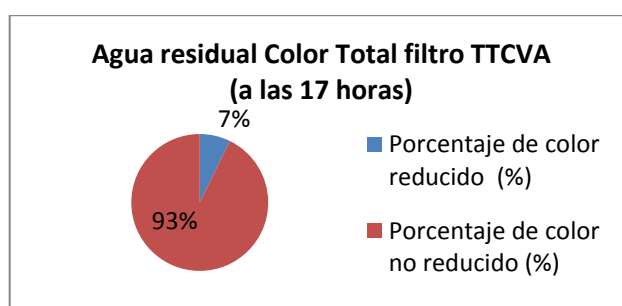
Resultados A.R. Color total											
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	17 horas		23 horas		39 horas		44 horas	
				TTCVA	TTCVA	TTCVA	TTCVA	TTCVA	TTCVA	TTCVA	TTCVA
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,592	5,933	5,886	5,362	4,877				
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm	5,13	4,96	5,03	5,11				
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00	1,09	1,10	0,93	0,88				

Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	603 mg/L	3,57	3,44	3,54	3,53
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450	3200	3650	4100	4250
Color	Porcentaje de retención (%)			7,25			
Color	Porcentaje no retenido (%)			92,75	105,80	118,84	123,19

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 67: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 78, Gráfico 67: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTCVA con agua residual de color total (color general, todas las colores se encuentran mezclados, lo cual se colocó todos los tamaños de la tusa 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), y carbón vegetal activado), a las 17 horas se observó que hubo una reducción de color del 7,25% en comparación de la muestra inicial y a las 23 horas el prototipo se saturó en un 105,80%, a las 39 y 44 horas el prototipo sigue incrementándose los valores de color sobresaturado el 100% que es la muestra inicial.

68. Agua residual de Color Total (todos los colores mezclados) pasada por el filtro 2,3 TCVA (tusa tamaño de partícula 2 (4,5 mm), tusa 3 (2,36 mm) y carbón vegetal activado).

Cuadro 79. Agua residual de Color Total, pasada por el filtro 2,3TCVA.

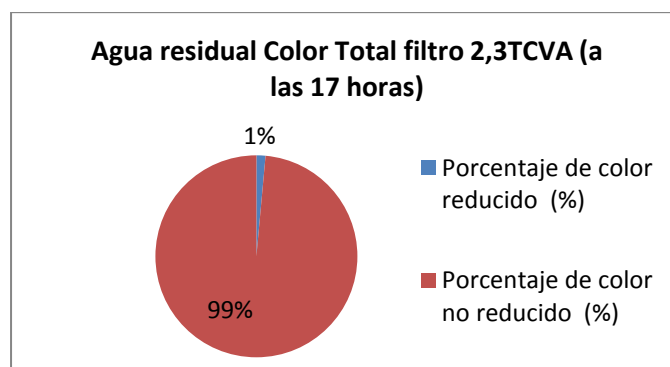
Resultados A.R. Color total									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	17 horas	23 horas	23 horas	39 horas	44 horas	44 horas
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,592	6,033	5,915	5,051	4,718		
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm	3,40	3,35	3,52	3,48		

Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 450 0-O-G mod	1,00	1,11	1,04	0,88	0,74
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	603 mg/ L	2,38	2,34	2,46	2,42
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450	3400	3700	4200	4700
Color	Porcentaje de retención (%)			1,45			
Color	Porcentaje no retenido (%)			98,55	107,25	121,74	136,23

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 68: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 79, Gráfico 68: EL filtro (Prototipo) con el lecho filtrante 2,3TCVA con agua residual de color total (color general, todas las colores se encuentran mezclados, lo cual se colocó los tamaños de la tusa 2 (4,5 mm), tusa 3 (2,36 mm) y carbón vegetal activado), a las 17 horas se observó que hubo una reducción de color del 1,45% en comparación de la muestra inicial, con una mínima reducción, a las 23 horas el prototipo se saturó en un 107,25%, a las 39 y 44 horas el prototipo sigue incrementándose hasta llegar a un valor de 136,23% de color sobrepasando el 100% de la muestra inicial.

Discusión del Cuadro 80, Gráfico 69: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTPCVA con agua residual de color total (color general, todas las colores se encuentran mezcladas, lo cual se colocó todos los tamaños de la tusa 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), grava y carbón vegetal activado), a las 17 horas se observó que hubo una reducción de color del 36,23% en comparación de la muestra inicial, a las 23 horas se presentó que se está reduciendo en un 8,70%, a las 39 horas se redujo a 5,80% y a las 44 horas el prototipo sigue bajando el porcentaje de retención en un 2,90% de color total del agua residual.

70. Agua residual de Color Total (todos las colores mezclados) pasada por el filtro 1CVA 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm) y carbón vegetal activado).

Cuadro 81. Agua residual de Color Total, pasada por el filtro 1CVA.

Resultados A.R. Color total						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		1CAV	1CAV
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	6,925	7,276
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm		4,95	1200 us/cm
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,08	0,93
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 – C	603		877	835
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		3500	3900
Color	Porcentaje de retención (%)					
Color	Porcentaje no retenido (%)				101,45	113,04

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 81: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTCVA con agua residual de color total (color general, todas las colores se encuentran mezcladas, lo cual se colocó todos los tamaños de la tusa 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm) y carbón vegetal activado), a las 17 y 23 horas se

observó que hubo un aumento de color más del 100% en comparación de la muestra inicial, el prototipo aumentando el porcentaje de color, sin originarse una reducción del color total del agua residual.

71. Agua residual de color Total (todos los colores mezclados) pasada por el filtro 1CAV- 2,3TP (carbón vegetal activado) - (tusa 2 de un tamaño de 4,5 mm, tusa 3 con un tamaño de 2,36 mm y grava).

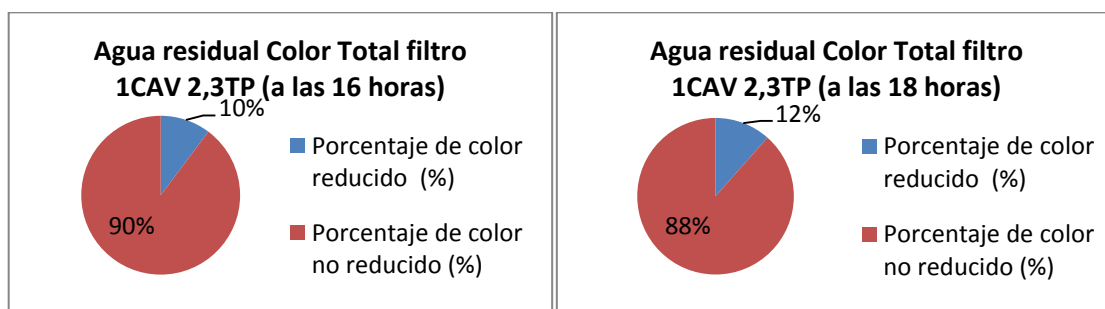
Cuadro 82. Agua residual de Color Total, pasada por el filtro 1CAV 2,3TP.

Resultados A.R. Color total						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	1CAV		2,3TP	2,3TP
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,276	16 horas	5,507	5,510
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1200 us/cm		6,57	6,37
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,93		1,03	0,85
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	835		4,60	4,45
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3900		3050	3450
Color	Porcentaje de retención (%)				10,26	11,54
Color	Porcentaje no retenido (%)				89,74	88,46

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 70: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

Discusión del Cuadro 82, Gráfico 70: Se realizaron dos pruebas consecutivas, el primer prototipo fue 1CAV (solo se colocó carbón vegetal activado) y el segundo prototipo fue

2,3TP (consta de tusa 2 de un tamaño de 4,5 mm, tusa 3 con un tamaño de 2,36 mm y grava), primero se procedió a colocar en el primer filtro que fue 1CAV, observando que a las 17 horas el valor incrementa en 101,45% y a las 23 horas el valor siguió incrementando en un 113,04% comparado con la muestra inicial. Luego esa misma agua se colocó en el segundo filtro que es de 2,3TP, a las 16 horas se observó un porcentaje de reducción de 10,26% y a las 18 horas un 11,54% de color retenido, pero se observó que la reducción de color no es significativa a pesar de haber pasado por los dos filtros.

72. Agua residual de Color Total (todos los colores mezclados) pasada por el filtro 2CAV (Carbón Activado Vegetal)

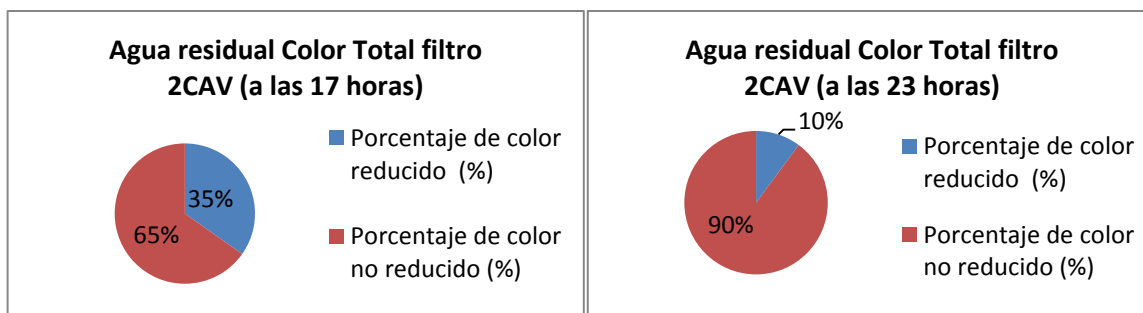
Cuadro 83. Agua residual de Color Total, pasada por el filtro 2CAV.

Resultados A.R. Color Total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2CAV		2CAV
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	6,697	23 horas	7,036
Conductividad	us /cm	PE-LSA-02	896		1134		1132
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,05		1,04
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 – C	603		798		789
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		2250		3100
Color	Porcentaje de retención (%)				34,78		10,14
Color	Porcentaje no retenido (%)			65,22	89,86		

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 71: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 83, Gráfico 71: En el filtro (Prototipo) con el lecho filtrante TTCAV con agua residual de color total (color general, todas las colores se encuentran mezcladas, lo cual se colocó los tamaños de la tusa, 2(4,5 mm), 3(2,36 mm y carbón activado vegetal), a las 17 horas se observa con una reducción de color total en un 34,78 y 23 horas, observando que hubo una reducción de color en un 20,24% en comparación de la muestra inicial, el prototipo aumentando el porcentaje de color, sin originarse una reducción del color total del agua residual.

73. Agua residual de Color Total (todos los colores mezclados pasada por el filtro 2CAV-2,3T (carbón activado vegetal) – (2(4,5 mm), 3(2,36 mm)).

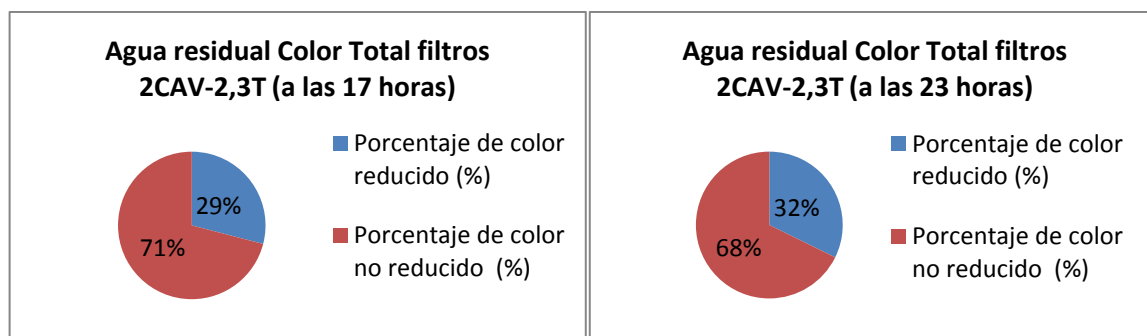
Cuadro 84. Agua residual de Color Total, pasada por los filtros 2CAV-2,3T.

Resultados A.R. Color Total						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	2CAV		2,3T	2,3T
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,036	17 horas	5,560	5,562
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1132		4,80	4,74
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS45 00-O-G mod	1,04		1,01	0,88
Solidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	789		3,36	3,32
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3100		2200	2100
Color	Porcentaje de retención (%)				29,03	32,25
Color	Porcentaje no retenido (%)				70,97	67,74

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 72: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 84, Gráfico 72: Se realizaron dos pruebas consecutivas, el primer prototipo fue 2CAV (solo se colocó carbón vegetal activado) y el segundo prototipo fue 2,3T (consta de tusa 2 de un tamaño de 4,5 mm, tusa 3 con un tamaño de 2,36 mm), primero se procedió a colocar en el primer filtro que fue 2CAV, observando que a las 17 horas existió un porcentaje de reducción de color del 34,78% y a las 23 horas de un 10,14%. Luego esa misma agua se colocó en el segundo filtro que es de 2,3TP, a las 16 horas se presentó un porcentaje de reducción de 29,03% y a las 23 horas un 32,25% de color retenido, pero se observó que la reducción de color mejoró luego de haber pasado por los dos filtros.

74. Agua residual, Color Total pasada por el filtro 3CAV (Carbón Activado Vegetal)

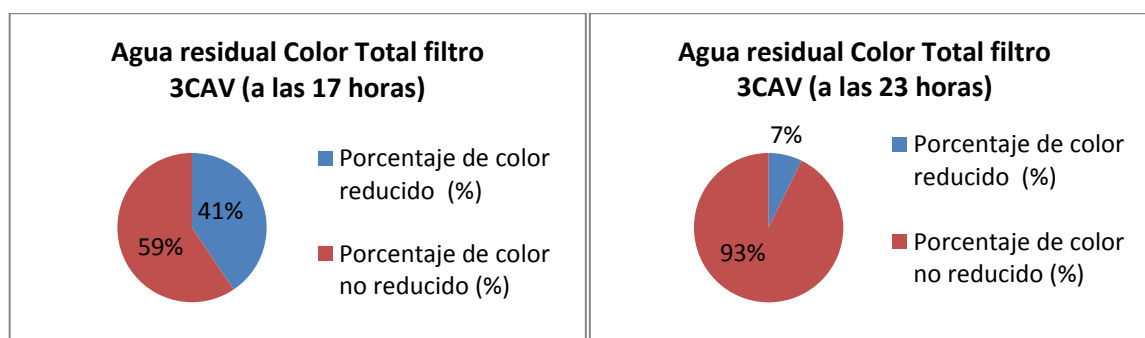
Cuadro 85. Agua residual de Color Total, pasada por el filtro 3CAV.

Resultados A.R. Color Total						
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		3CAV	3CAV
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	6,948	6,939
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	896		1116	907
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,09	1,04
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 – C	603		778	1296
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		2050	3200
Color	Porcentaje de retención (%)				40,58	7,25
Color	Porcentaje no retenido (%)				59,42	92,75

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 73: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 85, Gráfico 73: Se realizaron dos pruebas consecutivas, el primer prototipo fue 3CAV (solo se colocó carbón vegetal activado) y el segundo prototipo fue 2,3TP (consta de tusa 2 de un tamaño de 4,5 mm, tusa 3 con un tamaño de 2,36 mm y grava), primero se procedió a colocar en el primer filtro que fue 3CAV, observando que a las 17 horas existió un porcentaje de reducción de color del 40,58% y a las 23 horas comenzó a saturarse el filtro bajando a un 10,14% de color retenido.

75. Agua residual de Color (todos los colores mezclados) Total pasada por el filtro 3CAV-TT (3 carbón activado vegetal) – (tusa de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm))

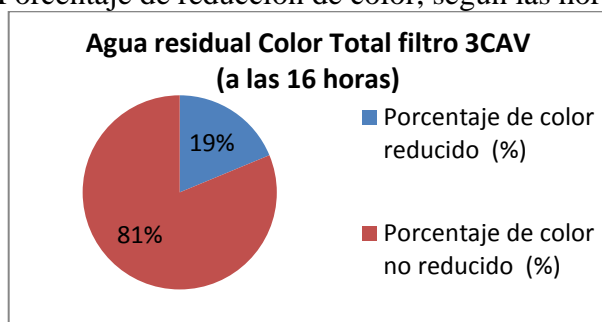
Cuadro 86. Agua residual de Color Total, pasada por el filtro 3CAV.

Resultados A.R. Color total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	3CAV		TT		TT
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,939	16 horas	5,708	18 horas	5,622
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	907		6,39		6,47
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,04		1,11		0,89
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	1296		4,47		4,52
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3200		2600		3350
Color	Porcentaje de retención (%)				18,75		
Color	Porcentaje no retenido (%)				81,25		109,37

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor

Gráfico 74: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 86, Gráfico 74: Se realizaron dos pruebas consecutivas, el primer prototipo fue 3CVA (solo se colocó carbón activado vegetal) y el segundo prototipo fue TT (tusa de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm)), primero se procedió a colocar en el primer filtro que fue 3CAV, observándose que a las 17 horas existió un porcentaje de reducción de color del 40,58% y a las 23 horas de un 7,25%. Luego esa misma agua se colocó en el segundo filtro que es TT, a las 16 horas se observó un porcentaje de reducción del 18,75% y a las 23 horas un 109,37% de color retenido observando que hubo un incremento de color con respecto al color del primer filtro, saturándose completamente.

76. Agua residual, Color Total (todos los colores mezclados) pasada por el filtro 4CAV (4 carbón activado vegetal)

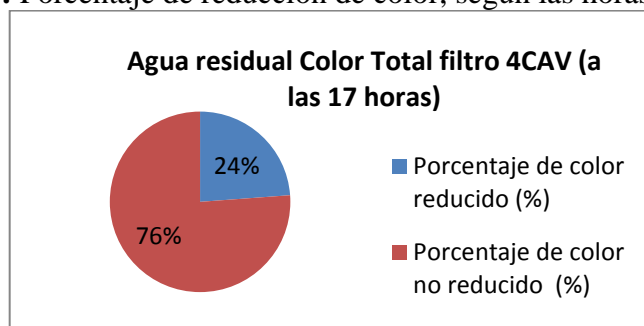
Cuadro 87. Agua residual de Color Total, pasada por el filtro 4CAV.

Resultados A.R. Color total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		4CAV		4CVA
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	6,833	23 horas	7,361
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	896		1174		1147
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,09		0,98
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 – C	603		822		804
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		3450		3650
Color	Porcentaje de retención (%)				23,83		
Color	Porcentaje no retenido (%)				76,17		105,80

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 75: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 87, Gráfico 75: Se realizaron dos pruebas consecutivas, el primer prototipo fue 3CAV (solo se colocó carbón vegetal activado), primero se procedió a colocar en el primer filtro que fue 3CAV, observando que a las 17 horas existió un porcentaje de reducción de color del 1,7% y a las 23 horas el filtro se encontraba totalmente saturado sobrepasando al 100% del color inicial, es decir la retención de color fue mínima.

77. Agua residual de Color Total pasada por el filtro TTP (tusa de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), y grava).

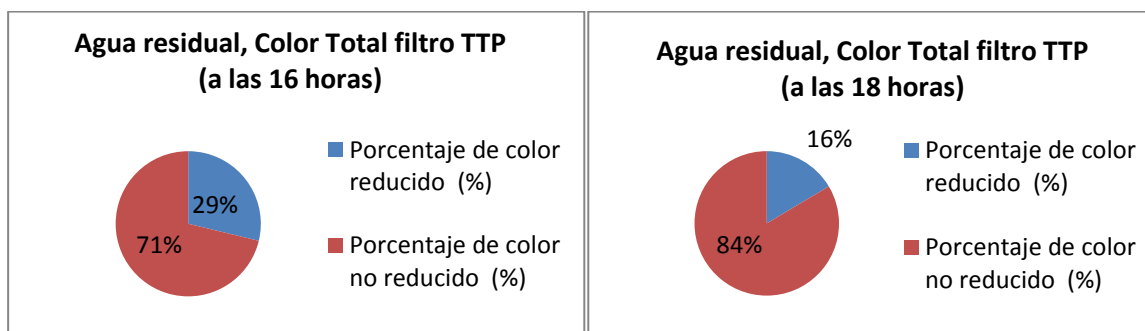
Cuadro 88. Agua residual de Color Total, pasada por el filtro TTP.

Resultados A.R. Color total					
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	TTP	TTP
Ph	[H+]	PE-LSA-01	7,361	5,736	5,598
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1147	6,95	6,72
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,98	0,93	0,78
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 – C	804	4,84	4,71
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3650	2600	3050
Color	Porcentaje de retención (%)			28,77	16,44
Color	Porcentaje no retenido (%)			71,23	83,56

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 76: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión del Cuadro 88, Gráfico 76: Se realizaron dos pruebas consecutivas, el primer prototipo fue 4CVA (solo se colocó carbón activado vegetal) y el segundo prototipo fue TTP (tusa de 1(9,5 mm), 2(4,5 mm), 3(2,36 mm), 4(2,00mm), 5(1,18mm), 6(0,425mm), 7(0,25mm), y grava), primero se procedió a colocar en el primer filtro que fue 4CAV, se observó que a las 17 horas no existió un porcentaje de reducción de color siendo el mismo de muestra inicial y a las 23 horas un 105,80% sobrepasando al inicial que es del 100%. Luego esa misma agua se colocó en el segundo filtro que es de TTP, a las 16 horas un porcentaje de reducción del 28,77% y a las 23 horas un 16,44% en comparación al agua del primer prototipo, produciéndose una mejoría ya que partió de un 105, 80% de color.

3.4.5. Resultado de las pruebas en el laboratorio con carbón activado de olote de maíz (CAT).

Los análisis del laboratorio determino el porcentaje de color reducido de las aguas residuales, luego del proceso de filtración, utilizando lecho filtrante de carbón activado de olote, y se representa a continuación:

1. Agua residual de Color Total (todos los colores mezclados) pasada por el filtro CAT (Carbón Activado de Tusa).

Cuadro 89. Agua residual de Color Total, pasada por el filtro CAT.

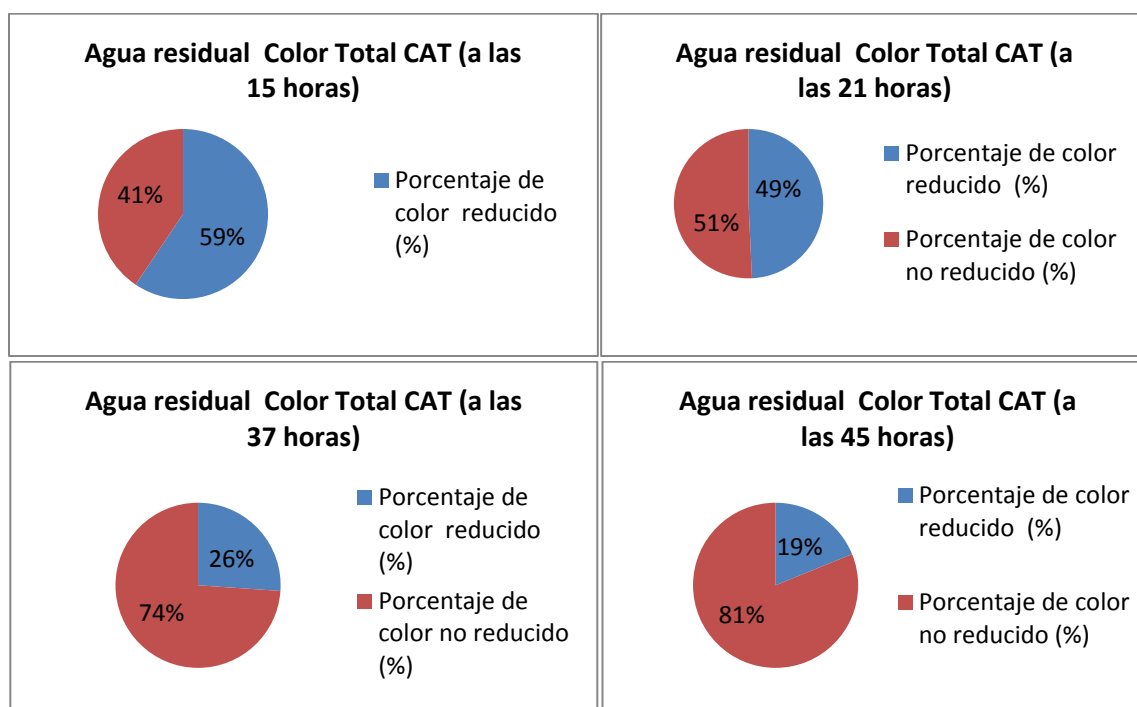
Resultados A.R. Color total									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CAT		CAT		CAT
Ph	[H+]	PE-LSA-01	6,592		6,258		5,815		4,775
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	896		1157		350		1118
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 500-O-G mod	1,00	15 horas	1,09	21 horas	0,93	37 horas	1,05
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 – C	603		799		243		779
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		1400		1750		2550
									42 horas
									0,83
									807
									2800

Color	Porcentaje de retención (%)			59,42	49,28	26,09	18,84
Color	Porcentaje no retenido (%)			40,58	50,72	73,91	81,16

Nota: Dilución x 50 ml

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 77: Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Cuadro 89, Gráfico 77: El filtro (Prototipo) con el lecho filtrante de CAT con agua residual de color total (color general, todas las colores se encontraban mezclados, lo cual se colocó CAT (carbón activado de tusa)), a las 15 horas se observó que hubo una reducción de color del 59,42%, a las 21 horas el prototipo reduce un 49,28% sigue reduciendo color pero hay un ligero descenso, a las 37 horas existe un 26,09% pero comenzó a ver un 73,91% de color no retenido, a las 42 horas existe un 18,84% color retenido pero un 81,16% de color no retenido, esto quiere decir que hubo excelentes resultados hasta las 15 horas.

3.5. Resultados generales.

3.5.1. Resultados obtenidos de acuerdo al tamizado para obtención de N_{RE} , CD, h.

Cuadro 90. Resultados obtenidos de N_{RE} , CD, h.

MUESTRAS	NUMERO DE TAMIZ	TAMAÑO DE PARTICULA	N_{RE}	CD	h (J/Kg)
2 (tusa)	4	4,5	0,2705 F.L	51,35	0,000022941
3 (tusa)	8	2,36	0,5162 F.L	94,824	0,0000833
Grava			0,229 F.L	111,409	34,457

Realizado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

3.5.2. Resultados generales de los parámetros del agua residual de la Hilandería Guijarro con el prototipo-filtro real.

A la vez obtenido los diferentes análisis del agua residual de la Hilandería Guijarro, se clasifico en tres tipos de aguas: aguas residuales de color claro, aguas residuales de color oscuro y aguas residuales de color total, para lo cual a continuación presentan los resultados generales obtenidos, el tiempo de saturación varía dependiendo los colores y como resultante final se obtuvo que el filtro 2,3TP es el más eficiente.

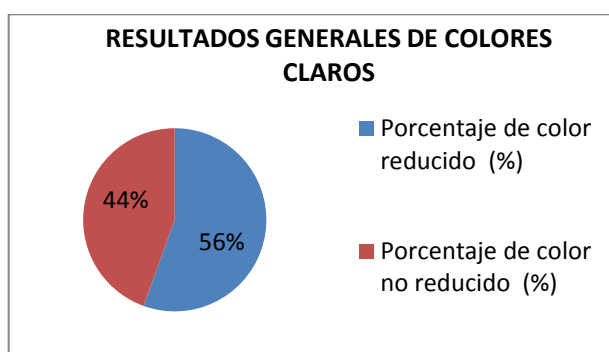
1.- A.R. Colores claros

Cuadro 91. Resultados generales para A.R de colores claros filtro 2,3TP.

PARAMETROS	METODO/PROCEDIMIENTO	UNIDADES	ANTES	DESPUES
Ph	PE-LSA-01	[H+]	7,32	4,896
Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS4500-O-G mod	ppm	1,10	0,77
Conductividad	PE-LSA-02	ms/cm	902 us/cm	5,69
Color	unit ptCo	STANDARD METHODS 2120 C (Upt-co)	3400	1100
Porcentaje de retención (%)				55,52
Porcentaje no retenido (%)				44,48

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 78. Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

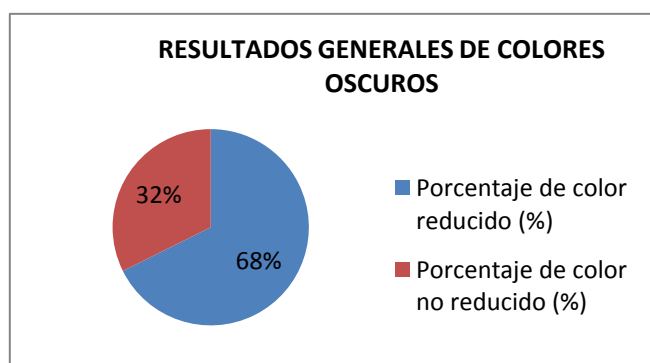
2.- Colores Oscuros

Cuadro 92. Resultados generales de colores oscuros filtro 2,3TP..

PARAMETROS	METODO/PROCEDIMIENTO	UNIDADES	ANTES	DESPUES
Ph	PE-LSA-01	[H+]	7,32	5,56
Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS4500-O-G mod	ppm	1,10	2,52
Conductividad	PE-LSA-02	ms/cm	902 us/cm	3,64
Color	unit ptCo	STANDARD METHODS 2120 C (Upt-co)	1626	1100
Porcentaje de retención (%)				67,65
Porcentaje no retenido (%)				32,35

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 79. Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

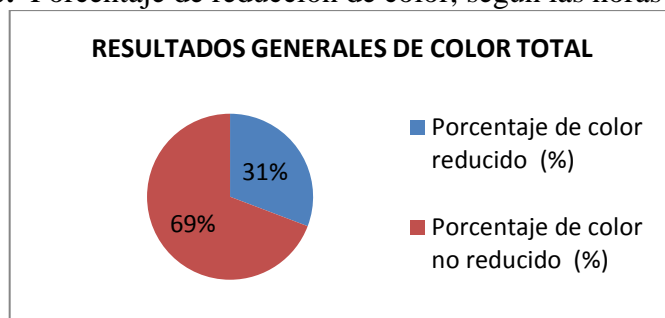
3.- Colores Totales (Todos los colores mezclados).

Cuadro 93. Resultados generales de color total pasado por el filtro 2,3TP..

PARAMETROS	METODO/PROCEDIMIENTO	UNIDADES	ANTES	DESPUES
Ph	PE-LSA-01	[H+]	7,32	5,699
Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS4500-O-G mod	ppm	1,10	1,10
Conductividad	PE-LSA-02	ms/cm	902 us/cm	5,77
Color	unit ptCo	STANDARD METHODS 2120 C (Upt-co)	2600	1100
Porcentaje de retención (%)				30,77
Porcentaje no retenido (%)				69,23

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 80. Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

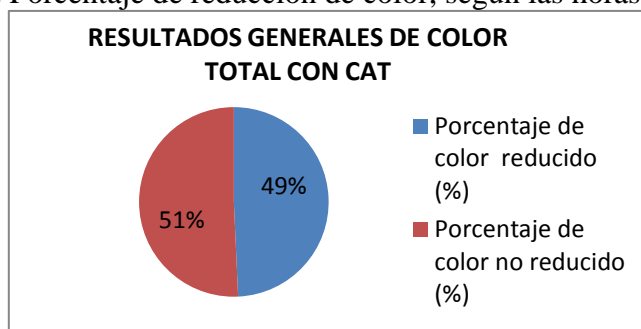
4.- Color Total (Todos los colores mezclados) con el filtro de CAT (Carbón Activado de Tusa).

Cuadro 94. Resultados generales de color total pasado por el filtro de CAT.

PARAMETROS	METODO/PROCEDIMIENTO	UNIDADES	ANTES	DESPUES
Ph	PE-LSA-01	[H+]	7,32	5,81
Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS4500-O-G mod	ppm	1,10	0,93
Conductividad	PE-LSA-02	us/cm	902	350
Color	unit ptCo	STANDARD METHODS 2120 C (Upt-co)	3450	1750
Porcentaje de retención (%)				49,28
Porcentaje no retenido (%)				50,72

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Gráfico 81. Porcentaje de reducción de color, según las horas de filtración



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Discusión: Obteniendo mejores resultados con colores oscuros y el tiempo de saturación puede llegar hasta los tres días, pero en cambio el agua residual con colores claros es más difícil la remoción del color y su tiempo de saturación es muy rápido con un promedio de 18 horas y en cambio el agua residual con color total no se obtuvo resultados muy satisfactorios y su tiempo de saturación con un promedio de 24 horas, pero cuando se realizó dos procesos de filtración si hubo una reducción de color y también al utilizar CAT de laboratorio se obtuvo excelentes resultados. Para lo cual todos estos cálculos y resultados ingenieriles tomamos para la realización del filtro real, teniendo un tiempo de retención promedio de 24 horas o 1 día.

3.5.3. Resultados generales de solidos suspendidos y solidos totales del prototipo (Filtros de Olote).

Cuadro 95. Resultados generales de solidos totales del prototipo (filtros de olote).

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Colores Claros	mg/l	13048
Colores Oscuros	mg/l	14920
	TOTAL	27968
CAT	mg/l	1952

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Al obtener los resultados de solidos totales de nuestra resultante de los prototipos de botellas plásticas se obtuvo estos valores; colores claros de 13048 mg/l y colores oscuros de 14920 mg/l lo cual se consiguió un total de solidos suspendidos de 13948 mg/l, cabe recalcar que esta cantidad de solidos suspendidos es utilizando el filtro 2,3TP y en cambio con CAT tenemos un cantidad de solidos suspendidos de 1952 mg/l.

CAPITULO IV

4. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en los diferentes objetivos planteados para el presente proyecto de investigación realizado, acerca de la reducción de color de las aguas residuales a través de la utilización del olote o tusa de maíz como medio filtrante, se considera lo siguiente:

4.1. Caracterización de las aguas residuales de la Hilandería Guijarro.

Se realizó un análisis de los resultados obtenidos mediante la comparación de parámetros, antes y después del proceso de filtración (con medio filtrante del olote o tusa de maíz), considerando para ello el (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente) (TULSMA), ANEXO 1 DEL LIBRO VI; que presentan los límites permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce expuestos a continuación:

Tabla 8. Límites permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		¹ Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20

¹ Aquellos regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3 000, quedan exentos de tratamiento.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0

Responsables (MAE, 2012)

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

Responsables: (MAE, 2012)

2. Comparación de resultados

Cuadro 22. Comparación de resultados.

PARAMETROS	METODO/PROCEDIMIENTO	UNIDADES	MUESTRA INICIAL	MUESTRA FILTRADA	Límites permisibles para descargas en cuerpos de agua
Ph	PE-LSA-01	[H+]	7,83	7,20	5-9
Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS 4500 -O-G mod	Ppm	1,45	1,39	No menor a 5mg/l
Conductividad	PE-LSA-02	ms/cm	1394	1442	1500
Turbiedad	STANDARD METHODS 2130 B	FTU – NTU	229	44,55	10
Sólidos Totales	PE-LSA-04	mg/l	79,4699	79,0447	100
Sólidos suspendidos	STANDARD METHODS 2540 – D	mg/l	368	74	500
Sólidos disueltos totales		mg/l	981	1010	1600
Color		unit ptCo	3275 (1/20) 100% de color	700 (1/20) 79% color retenido 21% color no retenido	* Inapreciable en dilución: 1/20
DBO ₅	STANDARD METHODS 2120 C (Upt-co)	mg/l	1248	688	100
DQO	STANDARD METHODS 5220 – D mod	mg/l	1670	960	250

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Luego del proceso de filtración a través del medio filtrante olote o tusa de maíz se prosiguió al su respectivo análisis del laboratorio obteniendo los siguientes resultados:

- Se presenta un nivel de oxígeno disuelto bajo que indica contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.
- En la muestra inicial se presenta una alta turbidez y se asocia a la presencia de materias en suspensión finamente divididas; arcillas, limos, partículas de sílice, materias inorgánicas. En cambio en el análisis de la muestra filtrada demuestra una importante disminución en la turbidez.

- La conductividad de la muestra inicial es menor a la de los límites permisibles, mientras que en la muestra filtrada se presenta un ligero aumento a la de la muestra inicial. Para lo cual se dice que cuanto menor sea la conductividad del agua, menor es la cantidad de sólidos o sales disueltas en ella.
- El incremento de DBO5, Sólidos disueltos y suspendidos, son parámetros que indican la calidad del agua, en el caso de la muestra filtrada hay una disminución lo que la calidad del agua vendría a mejorar.
- El color obtenido en el análisis del laboratorio de la muestra inicial está por encima de los límites permisibles, mientras que el de la muestra filtrada, se presenta una disminución significativa, comprobando que el lecho con olote o tusa de maíz logro reducir considerablemente el color de esta agua residual.

4.2. Caracterización del olote o tusa de maíz.

4.2.1. Trituración y tamizado.

Se trituro el olote o tusa de maíz de una muestra del 100% de un quintal con los diferentes tamices, con lo cual se obtuvo diferentes tamaños de partícula. Para esto mediante diferentes pruebas obtuvimos diferentes resultados y los más óptimos fueron utilizando partículas de olote de maíz N° 2 (4,5 mm) y 3 (2,36 mm).

4.2.2. Estructura, Forma y Porosidad del Olote o Tusa.

*** Determinación de características del olote o tusa de maíz con el microscopio electrónico de barrido.**

Cuadro 23. Resultados generales del análisis del olote o tusa de maíz.

Muestras	Estructura	Forma	Diámetro de los poros
Muestra 1 (Diámetro:9,5mm)	Asimétrica	Irregular	Inapreciable
Muestra 2 (Diámetro:4,5mm)	Rugosa	Irregular	Inapreciable
Muestra 3 (Diámetro:2,36mm)	Rugosa	Irregular	Inapreciable
Muestra 4	Ligeramente Lisa	Irregular	Inapreciable

(Diámetro:2,00mm)			
Muestra 5 (Diámetro:1,18mm)	Porosa	Irregular	Inapreciable
Muestra 6 (Diámetro:0,425mm)	Rugosa	Irregular	41,17µm
Muestra 7 (Diámetro:0,25mm)	Porosa	Irregular (panal de abejas)	12,34µm
Carbón Activado de Tusa (CAT)	Irregular	Panal de abejas	6,764µm

Realizado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

La muestra del olote o tusa de maíz presenta varios tamaños al ser triturada, las partículas grandes de tusa son difíciles de divisar la presencia de los poros y su tamaño, cuando las partículas de tusa son pequeñas la mayoría de sus poros son de fácil observación a través del microscopio electrónico de barrido.

4.3. Aplicación y evaluación de la eficiencia del olote o tusa de maíz en la remoción.

4.3.1. Resultado del ensayo para el porcentaje de vacíos

Determinación de porcentaje de vacíos sueltos y compactado del olote o tusa de maíz 2 (4,5 mm).

Se obtuvo una separación menor al 1% entre partícula y partícula tanto en el porcentaje de vacíos sueltos como el compactado, es decir que la separación de las partículas no es mayor y cuando se colocó en el prototipo, las partículas de tusa ocuparon casi todo el espacio de la botella ya que se compacta por el peso de las mismas partículas de la tusa y por la grava.

Determinación de porcentaje de vacíos sueltos y compactado del olote o tusa de maíz 3 (2,36 mm).

Se obtuvo una separación menor al 1% entre partícula y partícula tanto en el porcentaje de vacíos sueltos como el compactado, es decir que la separación de las partículas no es mayor y cuando se colocó en el prototipo, las partículas de tusa ocuparon casi todo el espacio de la botella ya que se compacta por el peso de las mismas partículas de la tusa y la grava

4.4. Densidad de la tusa y porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz.

Mediante la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 156, se realizó diferentes ensayos ya que específicamente del olote o tusa de maíz no existen datos referenciales estipulados y logramos determinar la densidad del olote de maíz, realizamos el procedimiento gravimétrico.

Mediante 10 ensayos realizados se obtuvo la densidad del olote o tusa de maíz $\bar{x} = 0,761$ kg/m³ con una media promedio y una desviación estándar de 0,1169 es decir que el porcentaje de error es menor y con esto podemos tener una visión más acorde con la realidad a la hora de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones.

4.5. Resultados generales.

4.5.1. Pruebas de laboratorio con filtros de Olote o tusa de maíz, a base de botellas de plástico.

- Se realizó varios prototipos los cuales tenemos: T2, TP2, T3, TP3, TT, TTP, TP2CV, T2CV, TP3CV, T3CV, TTCV, TTPCV, CV, CA, los más óptimos son para colores claros T3, TP3, TP2 y para colores oscuros los más óptimos fueron T2, TP2, TP3, 2,3TP, TTP y TT.
- Al momento de realizar los prototipos del lecho filtrante con olote o tusa de maíz se observó que al utilizar agua residual con colores claros como celeste, verde lechuga, lila, vino la reducción fue mínima y con una rápida saturación, pero cuando se utilizó TP3 olote o tusa de maíz de tamaño de partícula 2,36 mm y grava) y TTP (todas los tamaños de las partículas del olote o tusa de maíz y con grava) hubo resultados satisfactorios en comparación a los demás filtros, pero se continuó saturándose rápidamente.
- Se observó que al momento de realizar los prototipos del lecho filtrante con olote o tusa de maíz TP2 y T2 se utilizó agua residual con colores oscuros como verde militar, negro, café, se redujo más de un 50% hasta llegar a un 76,47%, en cambio cuando se utilizó TP3 se reduce hasta un 60,59%, obteniendo muy buenos resultados en cuanto a la cantidad de color retenido por el lecho filtrante, también se observó que no se saturaba muy rápido en comparación a los colores claros. Cuando se utilizó T3 redujo

hasta un 60,88% pero se saturó muy rápido en comparación a los otros filtros mencionados (TP2, T2, TP3).

- Al utilizar también carbón activado y se obtuvo una reducción de color de más del 80% y con carbón vegetal no obtuvimos buenos resultados mejor incremento el color de la muestra original más del 100%.
- Cuando se realizó el prototipo TP2, TTP Y TT estos resultaron ser los más óptimos pero cuando utilizamos el agua residual del color total (C_T) no se obtuvo buenos resultados, ya que se saturaba muy rápido en comparación cuando realizábamos por separado o por colores.
- Se procedió a realizar pruebas con carbón vegetal activado en los prototipos TP2, TTP Y TT, lo cual no fue tan satisfactorio, debido que solo redujo hasta un 36,23% con el filtro TTP, un 14,49% con el filtro 2,3TP y los otros filtros no se logró resultados satisfactorios.
- Cuando se utilizó CV con los colores oscuros se redujo hasta un 10% y en cambio con colores claros sobrepasando 100% en comparación a la muestra inicial.
- Se realizó el proceso de coagulación y floculación (prueba de jarras), lo cual no fue tan satisfactorio debido a las grasas y aceites que tienen en la lana e hizo que el olote se sature y no absorba el color de las aguas residuales de la Hilandería Guijarro.
- Se realizó dos procesos diferentes de filtración con agua residual de color total lo cual primero se procedió a colocar en CAV y luego en el segundo proceso de filtración se colocó el agua residual procedente del primer filtro se observa resultados buenos en el prototipo 2,3T reduciendo hasta un 32,25% y TTP reduciendo hasta un 20% y además resultados no fueron muy satisfactorios en el prototipo 2,3TP reduciendo hasta un 11,54% y TT reduciendo hasta un 18,75% y saturándose muy rápido en comparación a los otros filtros. Mediante las pruebas de tratabilidad se obtuvo que era necesario tener dos procesos de filtración en la muestra de color total de agua residual, porque cuando se realiza un solo proceso de filtración la reducción de color es mínima o casi nula y en algunos casos sobrepasando el 100% de la muestra inicial.
- También procedimos a realizar otra opción transformándole a olote o tusa de maíz en carbón activado CAT, lo cual se obtuvo muy buenos resultados reduciendo hasta un 59,42%.
- Se puede decir que cuando se realizó dos procesos de filtración con color total de agua residual se identificó que hay un ligero porcentaje de reducción de color debido que

cuando se pasó por un solo filtro de tusa como 2,3TP, 2,3T, TT, TTP, los valores de reducción de color no son favorables y a su vez hay un incremento de color en comparación a la muestra inicial.

4.5.2. Pruebas de laboratorio prototipo real.

Se obtuvo una disminución o retención de color en un 78,63% y un 21,37% de color no retenido con los lechos filtrantes óptimos que fueron 2,3 TP y CAT (tamaños de olote o tusa de maíz 2(4,36mm) y 3(2,36mm), grava y carbón activado de olote o tusa de maíz), con estos valores se puede decir que el lecho filtrante es efectivo debido a que logro reducir una cantidad significativa, no obstante los otros parámetros también se refleja una reducción como sólidos suspendidos en comparación a la muestra inicial reduciendo un 79,89%, la turbiedad se redujo un 80,55% en comparación a la muestra inicial, la demanda química de oxígeno DQO reduciendo un 57,44% y demanda bioquímica de oxígeno DBO₅ en un 55,13% en comparación a la muestra inicial. En cambio los valores como pH y oxígeno disuelto se observó un ligero descenso en comparación a la muestra inicial y por último los parámetros que existen un leve aumento son sólidos disueltos totales (TSD) se observó que existe un incremento del 2,96% esto se debe a la descomposición de la materia y con respecto a la conductividad hubo un incremento del 3,44%, este parámetro esta racionado con los sólidos disueltos totales (TSD) debido a que hubo un ligero incremento de descomposición de la materia esta se descompone en iones cargados positivamente y negativamente.

4.5.3. Resultados obtenidos de acuerdo al tamizado para obtención de N_{RE}, CD, h.

Para esto mediante diferentes pruebas se obtuvo diferentes resultados y los más óptimos fueron utilizando partículas de olote de maíz N° 2 (4,5 mm), N° 3 (2,36 mm) y grava, por lo cual las pérdidas son menores obteniendo valores de T2 (4,5 mm)=0,000022941 J/Kg, T3 (2,36 mm)=0,0000833 J/Kg y grava=34,457 J/Kg, pero todos estos valores anteriormente mencionados fueron obtenidos mediante cálculos Ingenieriles, porque en cálculos reales el prototipo (botellas plásticas) resulto tener una mayor cantidad de pérdidas en un promedio del 50% .

4.5.4. Comparación entre porcentaje de vacíos sueltos y compactados, con diferentes tamaños de partícula del olote o tusa de maíz.

Se Realizó una comparación entre los porcentajes de vacíos sueltos y porcentaje de vacíos compactados, lo cual para datos posteriores el recomendado es el porcentaje de vacíos compactados ya que en el filtro el olote de maíz cuando empieza a compactarse entre partícula y partícula debido al peso además cuando del olote o tusa de maíz comenzó a absorber esta se empezaba a compactarse.

Mediante la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 858:2010, se realizó diferentes ensayos ya que específicamente del olote o tusa de maíz no existen datos referenciales estipulados y logrando determinar la densidad del olote de maíz, tanto por varillado y por paladas.

4.5.5. Comparación de precios

4.5.5.1. Carbón activado del olote o tusa de maíz en el laboratorio

Cuadro 24. Precios de reactivos, materiales equipo técnico e infraestructura.

REACTIVOS, MATERIALES EQUIPO TECNICO E INFRESTRUCTURA	PRECIOS
Olote o Tuza de maíz	1qq = \$5,00
H3PO4 (botella)	\$800,00
Utilización del laboratorio e insumos	\$30,00
Responsable del laboratorio	\$15,00
TOTAL	\$850,00

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

4.5.5.2. Utilización del laboratorio de servicios ambientales

Cuadro 25. Equipo técnico e infraestructura.

EQUIPO TECNICO E INFRESTRUCTURA	PRECIOS (diario)
Utilización del laboratorio e insumos	\$30,00
Responsable del laboratorio	\$15,00
TOTAL	\$45,00

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

4.5.5.3. Reactivos e insumos

Cuadro 26. Precios de reactivos y materiales.

REACTIVOS Y MATERIALES	PRECIOS
CA	1Kilo= \$15,00 (1qq= \$70,00)
CAV	1Kilo= \$15,00
Floculante (FSM1)	750 ml=\$25,00
Coagulante (PHP-70)	750 ml=\$25,00
TOTAL	\$70,00

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En la caracterización del agua residual como resultado se presentó un índice elevado en los parámetros que establece la norma ambiental (TULSMA, Libro VI - Anexo 1, límites de descarga a un cuerpo de agua dulce), lo cual muestra que no se realiza los tratamientos adecuados, que logren reducir los parámetros a los niveles establecidos en la norma antes de ser descargadas al río. La caracterización final de las aguas residuales luego del proceso de filtración utilizando como lecho filtrante el olote o tusa de maíz índica; que se presenta una disminución en la turbidez asociada a la presencia de materias en suspensión finamente divididas, la conductividad presenta un ligero aumento por lo que se aumenta la cantidad de sólidos o sales disueltas en ella, al incrementar el DBO5, sólidos disueltos y suspendidos, muestran que la calidad del agua vendría a mejorar y finalmente el color obtenido presenta una disminución significativa, con una muestra inicial de 3275 UPT-Co al 100% y una muestra filtrada final de 700 UPT-Co al 21,37% por lo cual se obtiene una reducción del 78,63 %, comprobando que la utilización del olote o tusa de maíz como lecho filtrante es posible para la reducción de color de las aguas residuales.

Como resultado de la caracterización del olote o tusa de maíz, partiendo de los procesos de trituración y tamización con una muestra del 100% y utilizando diferentes tamices, se obtuvo varios tamaños de partícula, los más representativos fueron muestra 2(4,5mm) y muestra 3(2,36mm), obteniéndose en mayor cantidad. Así mismo al realizar el estudio microscópico se observó una forma irregular en la mayoría de las muestras, además en las muestras más grandes del olote o tusa de maíz no se pudo observar los poros mientras que en las pequeñas se encontró gran cantidad de cavidades asimilándose a un panal de abejas. También se obtuvo la composición química del olote o tusa de maíz a través de la investigación bibliográfica, los análisis bromatológicos encontrados, muestra que está compuesta de metales en mayor cantidad (Mg, Ca, K, Na), y presenta gran cantidad de lignina y celulosa contenida en el olote.

Para el diseño y construcción del filtro (prototipo), se tomaron diferentes criterios de diseño en los cuales se muestra lo siguiente: se construyó un filtro lento que consta de una zona de ingreso y salida del agua de (0,30m x 0,15m), zona de filtración de (0,80m x 0,60m), y con una altura de 0,25m, la profundidad del lecho de 0,15m y con baffles o placas con orificios equidistantes uno de otro, con un diámetro de 0,1m respectivamente.

Como resultado de varias pruebas de laboratorio se determinó que los diferentes filtros con los lechos filtrantes más eficientes en la reducción de color fueron: los lechos filtrantes TP2 (tamaño de partícula 4,5 mm y grava) y T2 (tamaño de partícula 4,5 mm), utilizando agua residual con colores oscuros, se consiguió reducir más de un 50% hasta llegar a un 76,47%, en cambio cuando se utilizó TP3 (tamaño de partícula 2,36 mm y grava) se reduce hasta un 60,59%, obteniendo muy buenos resultados en cuanto a la cantidad de color retenido por el lecho filtrante, también se utilizó T3 reduciendo hasta un 60,88% pero se saturó muy rápido en comparación a los otros filtros mencionados (TP2, T2), los cuales no se saturaban rápidamente. También al realizar pruebas con carbón activado de olote o tusa de maíz (CAT) el cual fue producido en el laboratorio, se obtuvo resultados favorables reduciendo hasta un 59,42% de color, de esta manera con los resultados obtenidos se observó que en colores oscuros se reduce fácilmente el color, en cambio que en colores claros su reducción es más complicada, a pesar de esto se logró una mínima reducción del color y saturándose el lecho filtrante en corto tiempo en comparación a colores oscuros.

Cuando se realizó las pruebas con agua residual con varios colores mezclados que fueron denominados CT, siendo muy difícil la remoción del color con el lecho filtrante 2,3 TP reduciendo un 30,77% y al utilizar el CAT se logró remover el 50,72% de color, en cambio en el prototipo real se utilizó el lecho filtrante más óptimo que fue 2,3 TP y CAT (tamaños de olote o tusa de maíz 2(4,5mm) y 3(2,36mm), grava y carbón activado de olote o tusa de maíz), se pudo visualizar notablemente una disminución de color en un 78,63% y un 21,37% de color no retenido, con estos valores se puede decir que el lecho filtrante es factible su utilización debido a que se logró reducir una cantidad significativa de color.

5.2. RECOMENDACIONES

Se debe realizar antes de cualquier proceso una caracterización de las aguas, debido que es la base de la cual parte o se planteara el tratamiento más adecuado y eficiente para su correspondiente aplicación. Además se debe tomar en cuenta cual será el uso o destino que se dará para las aguas, por lo cual se debe considerar la norma ambiental (TULSMA). De la misma manera al momento de analizar el color del agua residual se debe realizar dependiendo del tipo de color las diluciones ya que para colores claros el equipo de HASH no lee debido a que el lector llega hasta las 500 unidades.

Se debe realizar un proceso de selección previamente antes de emplear el olote o tusa de maíz debido que esta entera no es muy eficiente, se hizo un proceso de trituración y tamización, además el olote o tusa de maíz utilizado fue de color blanco ya que existen diferentes olotes de distintos colores, por lo que se hizo para evitar una posible mezcla entre la pigmentación del olote o tusa de maíz con las aguas residuales de color e impedir que los parámetros se alteren.

El diseño del filtro se debe realizar de tal manera que se genere un tiempo de retención debido a que el olote o tusa de maíz para poder retener el color necesita de un tiempo, también se recomienda que el canal de ingreso del agua se haga con medidas mayores para que el agua ingrese con mayor facilidad a la cámara de filtración.

Se recomienda que para cualquier estudio primero se deberá hacer varias pruebas las cuales permitan obtener datos reales y poder analizar los mejores resultados. En el caso que se emplee e lecho filtrante de olote o tusa de maíz se debería realizarse el proceso por separado para cada color en distintos filtros, asimismo como un tratamiento complementario se emplearía el proceso de coagulación y floculación para la obtención de una mejor eficiencia del tratamiento.

CAPITULO VI

6. PROPUESTA

6.1. Título de la propuesta

Establecimiento de un procedimiento para la elaboración del carbón activado a partir de la utilización del olote o tusa de maíz como materia prima.

6.2. Introducción

La tusa u olote de maíz es un material orgánico con un apreciable porcentaje de lignina, el cual por ser considerado como desecho, se convierte como material alternativo para ser aplicado en la obtención del carbón activado. El olote o tusa de maíz actualmente se vota en campo abierto, se quema, entre otros, provocando un impacto considerable al ecosistema, por lo tanto se pretende darle un manejo adecuado y aprovecharlo como materia prima en el proceso a realizar.

De este proyecto de investigación al obtener resultados factibles el beneficio producido no sólo será económico sino ambiental, ya que se le estaría dando un mejor uso a los recursos generados en gran cantidad por el país y a la vez se lograría reducir algunos de los problemas de contaminación que ocasionan los desechos agroindustriales en el medio.

El Carbón Activado es un producto obtenido a partir del carbón amorfo, el cual se ha sometido a un tratamiento de activación con el fin de incrementar su área superficial hasta 300 veces debido a la formación de poros internos, pudiendo alcanzarse áreas de 1200 -1500 m²/g de carbón. La actividad del carbón activo en los procesos de adsorción viene dada fundamentalmente, por la naturaleza de la materia prima y el proceso de activación utilizado en la producción del mismo. Su capacidad absorbente se ve muy favorecida por la estructura porosa y la interacción con adsorbatos polares y no polares, dada su estructura química, además las reacciones químicas en su superficie están influenciadas por centros activos, dislocaciones y discontinuidades, donde los carbonos tienen electrones desapareados y valencias insaturadas presentando mayor energía potencial. Podemos clasificar el carbón activo en granular y polvo, dependiendo del tamaño de grano del mismo (grano grueso o grano fino). (Sevilla, 2003)

El carbón activado es un producto obtenido a partir del carbón amorfo de origen vegetal o mineral, el cual se ha sometido a un tratamiento de activación con la finalidad de incrementar su área superficial y de esta forma multiplicar su capacidad de adsorción, pues se aumenta la cantidad de átomos disponibles para este fin y se crea una mayor superficie interna de contacto.

El carbón activado es utilizado en una amplia gama de aplicaciones, siendo la purificación su función principal. El carbón activado es un producto que posee una estructura cristalina reticular similar a la del grafito solo que el orden en la estructura del carbón activado es menos perfecta; es extremadamente poroso.

6.3. Objetivos

6.3.1. Objetivo General

Establecer un procedimiento para la elaboración del carbón activado a partir de la utilización del olote o tusa de maíz como materia prima.

6.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer el procedimiento adecuado para obtener carbón activado del olote o tusa de maíz.
- Obtención del carbón activado de olote o tusa de maíz.
- Realizar un análisis de costos comparando el carbón activado con el CAT (carbón activado de olote o tusa de maíz).

6.4. Fundamentación Científico – Técnica

6.4.1. Tipo de estudio

6.4.1.1. Investigación Descriptiva

En un estudio descriptivo se seleccionan una serie de conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin precisamente de describirlas.

Este estudio busca especificar la manera de realizar carbón activado de tusa de maíz de forma artesanal, con el fin de ahorrar recursos económicos debido a que los procesos y reactivos que se utilizan para la producción del carbón activado son costosos.

De acuerdo con los objetivos planteados, se señaló el tipo de descripción que se propone realizar. Acudiendo a técnicas específicas en la recolección de información, como análisis estadístico, tablas de comparación de precio.

La elevada capacidad de eliminación de sustancias se debe a la 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 coloides, y favorecer el acceso y la rápida difusión de las moléculas a la superficie interna del sólido.

Por otra parte, el carbón activado tiene escasa especificidad

Ante un proceso de retención, es un adsorbente “universal”

La obtención de carbón activado está basada en dos etapas fundamentales: la carbonización de la materia prima y la activación del producto carbonizado. En general, todos los materiales carbonosos pueden ser transformados en carbón activado, siendo las propiedades del producto final dependientes de la naturaleza de la materia prima, del agente activante y de las condiciones del proceso de activación. (DF, 2015)

6.5. Descripción de la propuesta

Se busca encontrar una solución a la contaminación causada por aguas residuales de color, para lo cual se propone un método alternativo que consiste en utilizar el carbón activado del olote o tusa de maíz, siendo utilizado como medio filtrante para esto a continuación se detalla cómo se desarrollaron cada uno de los objetivos los cuales permitirán realizar este proyecto y de este modo dar una solución a la problemática ambiental.

6.5.1. Establecer un procedimiento adecuado para la obtención del carbón activado del olote o tusa de maíz.

Para realizar el procedimiento de la obtención del carbón activado de olote o tusa de maíz se realizó el siguiente proceso

6.5.1.1. Procedimiento para la realización de carbón activado de olote o tusa de maíz en el laboratorio

Para realizar el carbón activado del olote o tusa de maíz se determina un proceso del cual constan los siguientes procedimientos mostrados a continuación:

- Procedimiento para triturar el olote o tusa de maíz.
- Procedimiento para tamizar el olote o tusa de maíz.
- Procedimiento para realizar carbón activado, artesanalmente.
- Procedimiento para realizar carbón activado, en el laboratorio.

1. Procedimiento para triturar la tusa

* Recolección de la tusa (se recolecta en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados).

* Llevar a triturar en la máquina de trituradora plásticos (esta máquina está en el laboratorio de Agro-Industrial de la UNACH (Universidad Nacional de Chimborazo).

* Se procede a vaciar en unas fundas plásticas el material triturado.

2. Procedimiento para tamizar

- * Se lleva a la maquina tamizadora, lo cual esta separa por tamaños los las partículas del material (olote o tusa de maíz) y utilizamos bandejas o tamices de numeración 3/8, 4, 8, 10, 16, 40 y 60.
- * Se coloca una cantidad normal de olote o tusa de maíz en la primera bandeja (que no reboce la bandeja).
- * Luego se procede a cerrar con una tapa.
- * Después asegurar la bandeja, para evitar que con el movimiento se desplome las bandejas.
- * Encender la maquina tamizadora por 25 minutos.
- * Luego de haber terminado el tiempo sacar el producto resultante y separar con fundas los diferentes tamaños resultantes.
- * Repetir el proceso hasta terminar.

3. Procedimiento para realizar carbón activado de manera artesanal.

Luego de haber realizado todos los procedimientos anteriores, se debe realizar lo siguiente:

- Se coloca en un fogón o brasa al olote o tusa de maíz.
- Cuando se observa que el olote o tusa de maíz presenta un color rojizo se procede a retirar.
- Luego de haber retirado de la brasa se moja al olote o tusa de maíz.
- Se deja secar por tres días al sol.
- Después de trascurrido el tiempo se tritura y se tamiza.

4. Procedimiento para determinar carbón activado en el laboratorio

- Se prepara la solución con 3.1ml de H_3PO_4 y se afora en un balón de 100ml.
- Pesar los crisoles y colocar el olote o tusa de maíz triturada.
- Colocar el agua destilada remojando el olote hasta antes que se desborde en crisol y agregar 5ml de la solución de ácido fosfórico.
- Se prende la mufla a $180^\circ C$ y se pone los crisoles a dentro y se deja por una hora.
- Luego en la misma mufla se deja por una hora a $480^\circ C$.
- Se deja enfriar por 24 horas a temperatura ambiente.

- Finalmente se lava con abundante agua destilada hasta obtener un pH de 7.

6.5.1.2. Diseño del Filtro

Luego de realizar el procedimiento para la obtención del carbón activado del olote o tusa de maíz se procede a realizar un subproceso el cual es el diseño del filtro en el que se utilizara el carbón activado obtenido del proceso anteriormente mencionado

1. Diseño del filtro o prototipo real

- Plano del prototipo

Las formula empleadas al igual que las constantes de diseño fueron tomadas de diferentes bibliografías que serán detallas a continuación:

Cuadro 21. Fórmulas utilizadas para el diseño del filtro.

Parámetros de diseño	Nombre	Fórmula
A	Área de un prisma	$A = 2 axb + 2 bxc + 2(cxa)$
V	Volumen de un prisma	$V = axbxc$
Q	Caudal	$Q = \frac{V}{t}$
e	Porosidad del lecho	$e = \frac{V. de vacio}{V. de lecho}$
f	Densidad	$f = \frac{m}{V}$
N_{Re} T2	Numero de Reynolds de T2	$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$
CD T2	Coefficiente de arrastre de T2	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$
h T2	Pérdidas por fricción de T2	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$
N_{Re} T3	Numero de Reynolds de t3	$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$
CD T3	Coefficiente de arrastre de t3	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$
h T3	Pérdidas por fricción de t3	$h = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$

N_{Re} grava	Numero de Reynolds de grava	$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$
CD grava	Coefficiente de arrastre de grava	$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$
h T2 grava	Pérdidas por fricción de grava	$H = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$
ht	Pérdidas totales	$ht = h1 + h2 + h3$

Realizado por: Nicole Torres T. Karla Gaibor Velasco

Proceso:

Se determina el área y volumen del tanque para conocer la capacidad que tiene el tanque para almacenar.

- **Área y volumen de un prisma rectangular.**

$$A = 2 \ 15cm \times 30cm + 2 \ 30cm \times 20cm + 2(20cm \times 15cm)$$

Dónde:

$$A = \text{área (cm}^2\text{)}$$

$$a = \text{ancho (cm)} \quad A = 2 \ 15cm \times 30cm + 2 \ 30cm \times 20cm + 2(20cm \times 15cm)$$

$$b = \text{largo (cm)} \quad A = 2700 \text{ cm}^2$$

$$c = \text{profundidad (cm)} \quad A = 0,27 \text{ m}^2$$

- **Volumen de las zonas de ingreso y zona de salida (Sedimentador).**

$$V = axbxc$$

Dónde:

$$V = \text{volumen (cm}^3\text{)} \quad V = axbxc$$

$$a = \text{ancho (cm)} \quad V = 15cm * 30cm * 20cm$$

$$b = \text{largo (cm)} \quad V = 9000 \text{ cm}^3$$

$$c = \text{profundidad (cm)} \quad V = 0,009 \text{ m}^3$$

Colocando un valor promedio de caudal en el tanque reservorio, para que proceda a pasar el agua residual por el filtro y por las diferentes cámaras de filtrado con sus respectivos lechos filtrantes.

- **Caudal total de agua residual del tanque reservorio**

$$Q = 70 \frac{\text{Lt}}{\text{dia}}$$

1.- Para determinar las pérdidas de carga a través del lecho filtrante, de la muestra t2 (tusa 2 (4,5mm)), se encuentra el número de Reynolds, coeficiente de arrastre.

- **Numero de Reynolds**

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

Dónde:

N_{Re} = número de Reynolds

d = diámetro de partícula (mm)

μ = viscosidad dinámica (Pa.s)

v = velocidad de filtración (m/s^2)

δ = densidad (kg/m^3)

Diámetro de la partícula: T2 = 4,5mm = 0,0045m

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{0,0045\text{m} \times 0,0001076 \times 999,47 \text{ kg/m.s}}{0,93605 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 0,2705$$

- **Coeficiente de arrastre**

$$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

Dónde:

$$CD = \text{coeficiente de arrastre} \quad CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

$$N_{RE} = \text{número de Reynolds} \quad CD = \frac{24}{0,2705} + \frac{3}{\sqrt{0,2705}} + 0,34$$

$$CD = 48,99$$

- **Pérdidas**

$$h_1 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

Dónde:

h= pérdidas de carga a través del lecho filtrante (m)

CD= coeficiente de arrastre

e^4 = porosidad de lecho

D= diámetro de partícula (mm)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2)

L= profundidad del lecho (m)

$$h_1 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

$$h_1 = 1,0679 (51,35) \frac{1}{(9,456)^4} + \frac{0,14}{0,0045} + \frac{(0,000107638)^2}{9,8}$$

$$h_1 = 1,0931 \times 10^{-7} m$$

$$h_1 = 1,0931 \times 10^{-7} m \times 9,8 m/s^2$$

$$h_1 = 1,07126 \times 10^{-6} J/kg$$

2.- Para determinar las pérdidas de carga a través del lecho filtrante, de la muestra T3 (tusa 3 (2,36 mm)), se encuentra el número de Reynolds, coeficiente de arrastre.

- **Numero de Reynolds**

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

Dónde:

N_{Re} = número de Reynolds

D = diámetro de partícula (mm)

μ = viscosidad dinámica (Pa.s)

v = velocidad de filtración (m/s^2)

δ = densidad (kg/m^3)

Diámetro de la partícula: $t_2 = 2,36mm = 0,0236m$

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{0,00236m \times 0,0001076 \times 999,47 \text{ kg/m.s}}{0,93605 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 0,5162$$

- **Coficiente de arrastre**

$$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

Dónde:

$$CD = \text{coeficiente de arrastre} \quad CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

$$N_{RE} = \text{número de Reynolds} \quad CD = \frac{24}{0,5162} + \frac{3}{\sqrt{0,5162}} + 0,34$$

$$CD = 94,824$$

- **Pérdidas**

$$h_2 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

Dónde:

h = pérdidas de carga a través del lecho filtrante (m)

CD = coeficiente de arrastre

e^4 = porosidad de lecho

D = diámetro de partícula (mm)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2)

L = profundidad del lecho (m)

$$h_2 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{v^2}{g}$$

$$h_2 = 1,0679 (94,828) \frac{1}{(9,456)^4} + \frac{0,14}{0,00236} + \frac{(0,000107638)^2}{9,8}$$

$$h_2 = 4,00956 \times 10^{-7} m$$

$$h_2 = 4,00956 \times 10^{-7} m \times 9,8 m/s^2$$

$$h_2 = 3,92937 \times 10^{-6} J/kg$$

3.- Para determinar las pérdidas de carga a través del lecho filtrante, de la grava (0,4 mm), se encuentra el número de Reynolds, coeficiente de arrastre.

- **Numero de Reynolds**

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

Dónde:

N_{Re} = número de Reynolds

d = diámetro de partícula (mm)

μ = viscosidad dinámica (Pa.s)

v = velocidad de filtración (m/s^2)

δ = densidad (kg/m^3)

Diámetro de la partícula: $40/100 = 0,4$ mm

$$N_{Re} = \frac{d \times v \times \delta}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{0,002m \times 0,0001076 \times 999,47 \text{ kg/m.s}}{0,93605 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 0,229$$

- **Coefficiente de arrastre**

$$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

Dónde:

$$CD = \text{coeficiente de arrastre} \quad CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

$$N_{RE} = \text{número de Reynolds} \quad CD = \frac{24}{0,5162} + \frac{3}{\sqrt{0,5162}} + 0,34$$

$$CD = 111,40413$$

- **Pérdidas**

$$h_3 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

Dónde:

h= pérdidas de carga a través del lecho filtrante (m)

CD= coeficiente de arrastre

e⁴= porosidad de lecho

d= diámetro de partícula (mm)

g = aceleración de la gravedad (m/s²)

L= profundidad del lecho (m)

$$h_3 = 1,0679 CD \frac{1}{e^4} + \frac{L}{D} + \frac{V^2}{g}$$

$$h_3 = 1,0679 (111,409) \frac{1}{(9,456)^4} + \frac{0,14}{0,00236} + \frac{(0,000107638)^2}{9,8}$$

$$h_3 = 5,489913 \times 10^{-4} m$$

$$h_3 = 5,489913 \times 10^{-4} m \times 9,8 m/s^2$$

$$h_3 = 5,380115 \times 10^{-3} J/kg$$

4.- Luego de obtener cada una de las pérdidas de carga a través de los diferentes lechos filtrantes se suma cada una de estas para conseguir la pérdida de carga total.

$$h_t = h_1 + h_2 + h_3$$

Dónde:

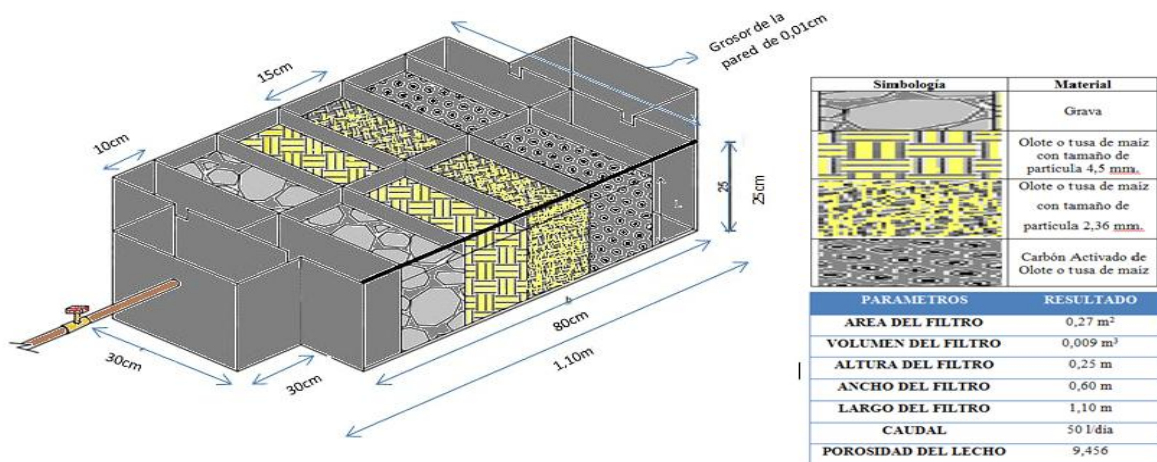
h_t = pérdida total de carga a través del lecho filtrante (m).

$$h_t = 1,07126 \times 10^{-6} + 3,92937 \times 10^{-6} + 5,380115 \times 10^{-3} J/kg$$

$$h_t = 0,00538511 J/kg$$

La pérdida de carga se debe únicamente al tamaño, forma y porosidad de los granos del lecho filtrante y a la viscosidad, velocidad del agua. Si el agua no tuviera partículas en suspensión, esta pérdida de carga sería constante durante toda la carrera, pero como contiene sólidos estos van a depositarse haciendo que los orificios o poros por donde circula el agua se vaya estrechando, motivo por el cual la velocidad del agua aumenta para conservar el mismo caudal, y con ello hay un incremento en la pérdida de carga a medida que transcurre el tiempo. (Parra, 1990).

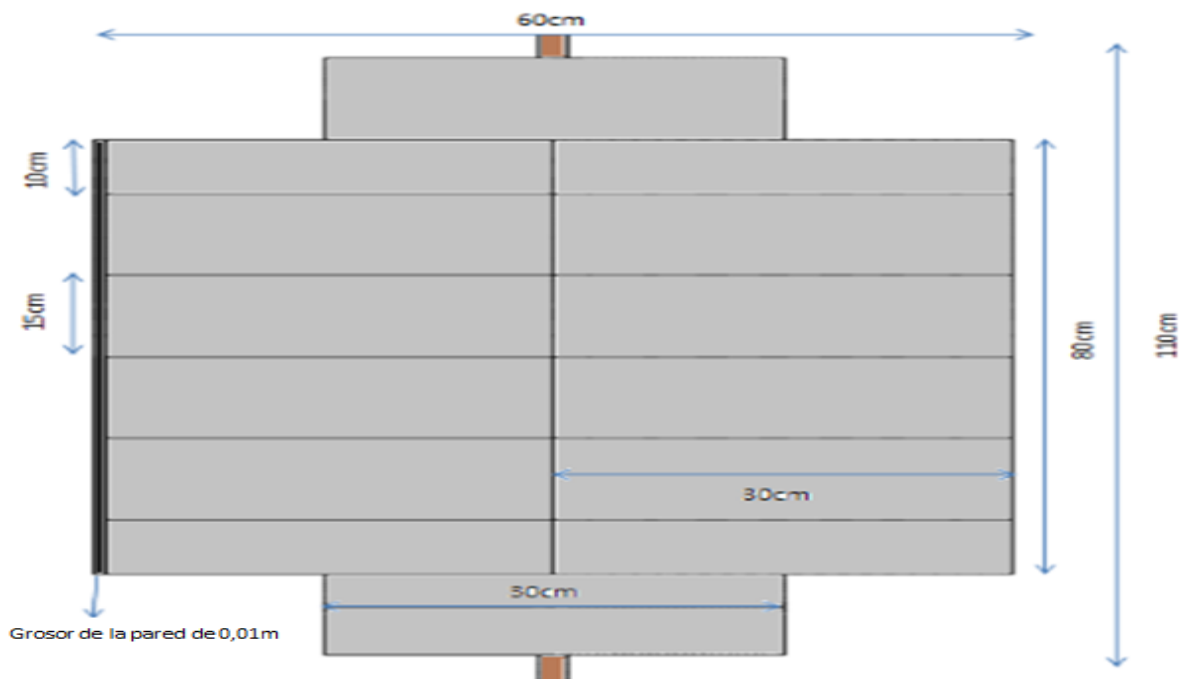
Figura 4. Plano del prototipo (Vista Lateral).



Nota: Los orificios de entrada y salida son para una manguera de 3/4.

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Figura 5. Plano del prototipo (Vista superior).



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

6.5.2. Obtener carbón activado de olote o tusa de maíz.

A partir del proceso establecido anteriormente se prosigue a la aplicación del mismo mediante la realización de cada uno de los procedimientos con el fin de obtener carbón activado de olote o tusa de maíz el cual por sus características puede ser utilizado para una infinidad de aplicaciones.

- **Proceso de obtención del carbón activado**

El proceso del carbón activado se basa en producir un carbón a partir del olote o tusa de maíz que es un material de residuo que se obtiene como desechos agroindustriales y el cual mayormente se desecha o quema.

Este proceso es el siguiente:

* Activación física (térmica). Se lleva a cabo en dos etapas, la carbonización que elimina elementos como hidrógeno y oxígeno para dar lugar a una estructura porosa rudimentaria y la etapa de gasificación del carbonizado que se expone a una atmósfera oxidante que elimina los productos volátiles y átomos de carbono, aumentando el volumen de poros y la superficie

específica. Esto se hace en distintos hornos a temperaturas cercanas a 1000°C. (Fundacion Wikipedia, Inc, 2015)

Se obtiene el carbón utilizando como materia prima el olote o tusa de maíz, la cual en una cocina de leña es sometido a fuego por un periodo de tiempo hasta que se torna al rojo vivo luego de esto, se retira y se moja con abundante agua, provocando con esto que los poros se dilaten a continuación se deja secar de manera natural exponiendo a los rayos del sol, por último se tritura de esta manera se obtiene el carbón activado de manera artesanal.

- **Aplicaciones del carbón activado**

Entre ellas están:

- Potabilización de agua (el carbón retiene plaguicidas, grasas, aceites, detergentes, subproductos de la desinfección, toxinas, compuestos que producen color, compuestos originados por la descomposición de algas y vegetales o por el metabolismo de animales).
- Deodorización y purificación de aire (por ejemplo, en respiradores de cartucho, sistemas de recirculación de aire en espacios públicos, venteos de drenajes y plantas de tratamiento de agua, casetas de aplicación de pinturas, espacios que almacenan o aplican solventes orgánicos)
- Tratamiento de personas con intoxicación aguda (el carbón activado se considera el “antídoto más universal”, y se aplica en salas de urgencias y hospitales).
- Refinación de azúcar (el carbón retiene las proteínas que dan color al jugo de caña; el objetivo fundamental de este proceso es evitar que el azúcar fermente y se eche a perder).
- Decoloración de aceites vegetales (como el de coco), glucosa de maíz y otros líquidos destinados a la alimentación.
- Decoloración y deodorización de bebidas alcohólicas (como vinos de uva y destilados de cualquier origen).
- Recuperación de oro (el oro que no se puede separar de los minerales por los procesos de flotación, se disuelve en cianuro de sodio y se adsorbe en carbón activado).

- **Usos ambientales**

Las propiedades de adsorción del carbón activado son muy útiles en la eliminación de contaminantes del aire como de flujos de agua implicados en procesos industriales:

- Limpieza de vertidos
- Recuperación de aguas superficiales y subterráneas
- Tratamiento de agua potable
- Purificación de aire
- Recogida de compuestos volátiles procedentes de procesos industriales como pintura, limpieza en seco, repostaje de combustible.
- Depuración de agua no destinada al consumo humano
- Purificación de aminoácidos
- Purificación de ingredientes y productos alimentarios
- Separación y purificación de gases como biogás, dióxido de carbono, hidrógeno, gas de síntesis
- Protección personal y colectiva (ej. máscaras de gas)

Resultados del Análisis del carbón activado para su obtención a partir del olote o tusa de maíz.

- Observación y Descripción del Carbón Activado de Olote o tusa de maíz (CAT).

Se realiza la descripción de la forma y estructura del carbón activado de olote o tusa de maíz, a continuación se muestran en las siguientes imágenes:

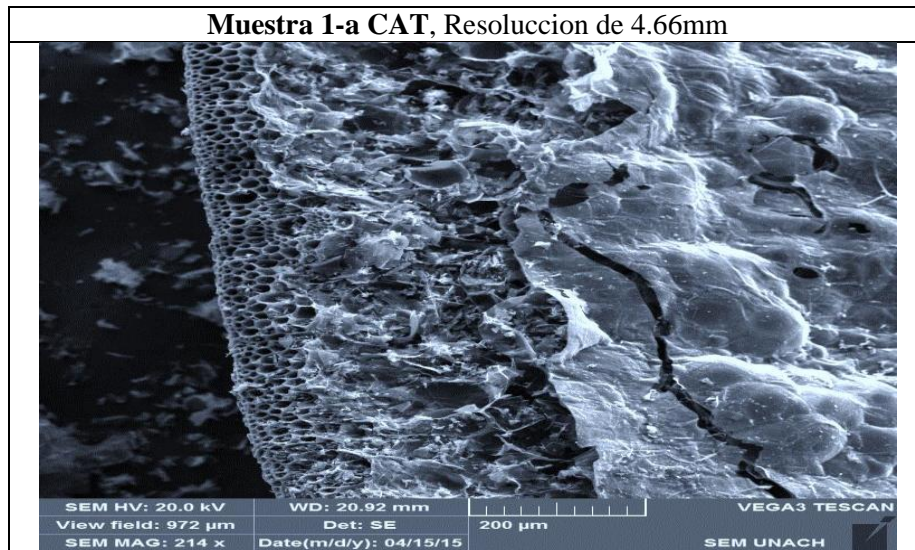
Imagen 31. Carbón activado de Olote o tusa de maíz.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

En la imagen 31 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 20.29mm, se observa una estructura porosa y de forma irregular.

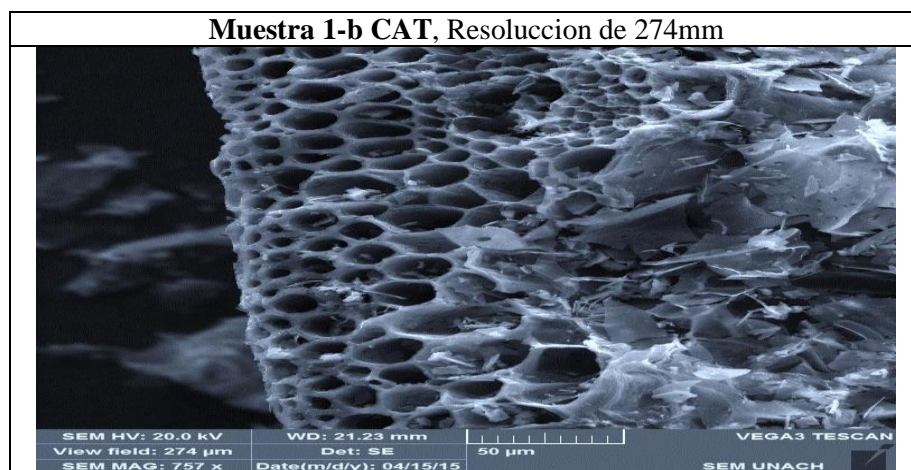
Imagen 32. Carbón activado de Olote o tusa de maíz.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

En la imagen 31 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 20.92mm, se observa que presenta varias capas porosas la primera con poros pequeños la otra con poros destruidos y cavidades irregulares, además presenta una capa u poco dura.

Imagen 33. Carbón activado de Olote o tusa de maíz.



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

En la imagen 32 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.23mm, se observa que presenta una porosidad significativa.

Resultados generales del análisis del olote o tusa de maíz.

Cuadro 27. Análisis del Carbón Activado de Olote tusa de maíz.

Muestras	Estructura	Forma	Diámetro de los poros
Carbón Activado de Olote tusa de maíz. (CAT)	Irregular	Panal de abejas	6,764µm

Elaborado Nicole Torres T. y Karla Gaibor V.

Descripción del cuadro 27. La muestra del olote o tusa de maíz presenta varios tamaños al ser triturada, las partículas grandes de tusa son difíciles de divisar la presencia de los poros y su tamaño y cuando las partículas de tusa son pequeñas la mayoría de sus poros son de fácil observación a través del microscopio electrónico de barrido.

Resultados:

Cuadro 28. Densidad del Olote tusa de maíz.

Parámetros	Valores
Rango	0,2185
Media	0,761
Varianza	0,0137
Desviación Estándar	0,1169

Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

Mediante 10 ensayos realizados se obtuvo la densidad del olote o tusa de maíz $\bar{x} = 0,761$ kg/m³ con una media promedio y una desviación estándar de 0,1169 es decir que el porcentaje de error es menor y con esto podemos tener una visión más acorde con la realidad a la hora de describir e interpretar los datos para la toma de decisiones.

6.5.3. Realizar un análisis de costos comparando el carbón activado con el CAT (carbón activado de olote o tusa de maíz).

Se realiza el análisis de costos comparando los precios de cada uno mostradas a continuación por medio de los siguientes cuadros:

- Cuadros comparativos con respecto al CAT en el laboratorio y de forma artesanal.

CARBON ACTIVADO EN EL LABORATORIO:

El ácido fosfórico (H₃PO₄) tiene una amplia gama de usos y aplicaciones, pues es ampliamente utilizado debido a su resistencia ante factores como la oxidación, reducción y evaporación. Bebidas, Agricultura, Limpieza, Laboratorios, Alimenticia, Odontológica.

Cuadro 29. Precios de reactivos, materiales, equipo técnico e infraestructura para el uso de carbón activado de laboratorio.

Reactivos, Materiales Equipo Técnico e Infraestructura	Precios
Olote o Tusa de maíz	1qq = \$5,00
H ₃ PO ₄ (botella)	\$800,00
Utilización del laboratorio e insumos	\$30,00
Responsable del laboratorio	\$15,00
TOTAL	\$850,00

Elaborado por: Karla Gaibor y Nicole Torres.

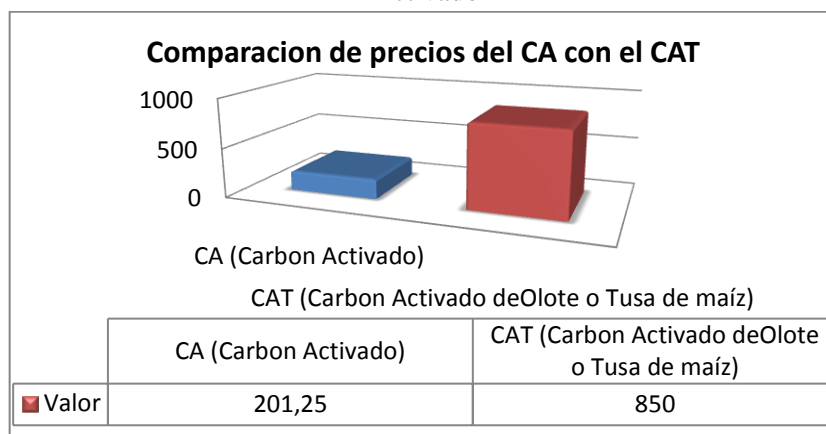
CARBON ACTIVADO DE OLOTE O TUSA DE MAÍZ DE FORMA ARTESANAL:

Cuadro 32. Listado de materiales para la elaboración de CAT de forma artesanal.

Materiales	Precios
Olote o Tuza de maíz	1qq = \$5,00
Fogón o cocina	\$190,00
Recipiente o bandeja	\$5,00
Agua	\$1,25
TOTAL	\$201,25

Elaborado por: Karla Gaibor y Nicole Torres.

Grafico 82. Comparación de costos del Carbón Activado de Olote o Tusa de maíz con el Carbón Activado



Elaborado por: Nicole Torres y Karla Gaibor V.

Esto quiere decir que realizar CAT es más conveniente ya que el precio es sumamente bajo en comparación al CA de laboratorio, teniendo que el CAT tiene un precio de \$201,25 por quintal y el CA tiene un precio de \$850,00 por quintal, pero su efectividad es un poco más eficiente si nos ponemos a comparar pero si es factible ya que el CAT es más conveniente.

CAPITULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

GENERAL

- 1. METCALF, y EDDY.,** Ingeniería Sanitaria tratamiento, evacuación y reutilización de las aguas residuales., 4ta ed., New York-USA., Editorial Mac Graw Hill., 2003., Pp. 207 – 458.
- 2. TCHOBANOGLOUS, G.** (1995). Ingeniería de aguas residuales : redes de alcantarillado y bombeo. Madrid : McGraw-Hill.
- 3. ROJAS, J. A.** (1999). Potabilizacion del Agua. Mexico, D. F.: Alfaomega Grupo EDITOR,SA. de C.V.
- 4. LEYVA, F. J.** (Diciembre de 2009). Scanning Electron Microscope.
- 5. VALENCIA, W. J.** (2013). Porosidad de las partículas. Mexico, D.F.:EDITORIAL DE INGENIEROS.
- 6. ROMERO, J.,** Tiramiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño. 3ra ed., Bogotá – Colombia., Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.,

ESPECIFICA

7. Fundación Wikimedia, Inc. (21 de julio de 2010). *Wikipedia*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Espectrofot%C3%B3metro>
8. Fundación Wikimedia, Inc. (13 de abril de 2015). Obtenido de Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/wiki/PH-metro>
9. Cisneros, R. C. (28 de Noviembre de 2009). *monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados2.shtml>
10. COLLAGUAZO, M. A. (Febrero de 2013). Obtenido de [en:www.unesco.org/water/wwap/index_es.shtm](http://www.unesco.org/water/wwap/index_es.shtm)
11. Fundación Wikimedia, Inc. (28 de diciembre de 2013). *Wikipedia*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Contenido_de_agua
12. Fundación Wikimedia, Inc. (2014). *Wikipedia*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Discusi%C3%B3n:Tamizado_porosidad
13. Giraldo, L. F. (2012). El desarrollo industrial, una necesidad que. *Sistema regional de Información en línea para revistas*, Vo.7- No 2.
14. Gregal, 7. -P. (28 de noviembre de 2013). *Condorchem Envitech*. Obtenido de Blog de ingeniería aplicada al medio ambiente: <http://blog.condorchem.com/tratamiento-para-la-eliminacion-del-color-en-aguas-residuales-de-la-industria-textil/>
15. Leyva, F. J. (Diciembre de 2009). Scanning Electron Microscope.
16. MAE. (Agosto de 2012). Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente. *LIBRO VI. Anexo I Normas Recurso Agua*. Ecuador.
17. Mejia, D. A. (28 de Julio de 2009). PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE LA HILANDERÍA GUIJARRO-GUANO-CHIMBORAZO. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
18. Muriillo, J. (s.f.). Métodos de investigación en Educacion Especial.
19. (1990). Manual de Tratamiento de Agua. En I. J. Parra, *Tratamiento de Agua* (pág. Capítulo 4. pag. 147).

20. Q.I., H. N. (3 de mayo de 2006). *Hanka Nuna. Lexicón Quechua Q.I.* Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Olote>
21. Rojas, J. A. (1999). *POTABILIZACION DEL AGUA*. Mexico, D. F.: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR,SA. de C.V.
22. Romero. (2 de mayo de 2015). *Fundación Wikimedia, Inc.* Obtenido de <http://www.ecured.cu/index.php/Cribado>
23. Salazar, F. J. (2011). Obtenido de Cumanda:
http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/3214/1/TESIS_FP.pdf
24. Santos. (2013). *DENSIDAD RELATIVA Y DENSIDAD APARENTE DE UN MATERIAL EN.*
25. SEVILLA. (2003). *MANUAL DEL CARBÓN ACTIVO*. España.
26. Tchobanoglous, G. (1995). *Ingeniería de aguas residuales : redes de alcantarillado y bombeo*. Madrid : McGraw-Hill.
27. Valencia, W. J. (2013). Porosidad de las partículas.
28. Valencia., R. N. (2010). *Microsoft Word*. Obtenido de <http://aiquruguay.org/congreso/download/TL12.pdf>

CAPITULO VIII

8. ANEXOS

Anexo 1: Análisis de resultados del agua residual de la Hilandería Guijarro, muestra inicial y muestra final.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

Nº SE: 014 - 15



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Srta. Nicol Torres **INFORME Nº:** 014 - 15
EMPRESA: Proyecto de Tests UNACH **Nº SE:** 014- 15
DIRECCIÓN:
FECHA DE RECEPCIÓN: 24 - 07 - 15
TELÉFONO: 0980881653 **FECHA DE INFORME:** 31 - 07 - 15

NÚMERO DE MUESTRAS: 1 **Agua Residual Hilandería** **TIPO DE MUESTRA:**
IDENTIFICACIÓN: MA - 055 -15 **Muestra Inicial** **Agua**
MA - 056 -15 **Muestra Filtrada** **Agua**

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 055-15

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	-	PE-LSA-01	7,83	+/- 0,08	24 - 07 - 15
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	1394	+/- 8 %	24 - 07 - 15
Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	2018	+/- 8 %	24 - 07 - 15
* Sólidos Suspendidos	mg/l	STANDARD METHODS 2540 D	368	N/A	24 - 07 - 15
* Color	Upt-Co	STANDARD METHODS 2120 - C	3275	N/A	24 - 07 - 15
* Sulfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 SO ₄ -E	310	N/A	24 - 07 - 15
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	10,3	N/A	24 - 07 - 15
* Nitrato - N	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - NO ₃ - E mod	312	N/A	24 - 07 - 15
* Nitrito - N	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - NO ₂ - B mod	0,72	N/A	24 - 07 - 15
* Sólidos Disueltos Totales	mg/l	STANDARD METHODS 2540 - C	981	N/A	24 - 07 - 15
* Hierro	mg/l	STANDARD METHODS 3500 Fe - 3111B	6,1	N/A	24 - 07 - 15
* DBO ₅	mg O ₂ /l	STANDARD METHODS 5210 - B	1248	N/A	24 - 07 - 15
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1870	+/- 10 %	24 - 07 - 15
* Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /l	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,45	N/A	24 - 07 - 15
* Turbidez	NTU	STANDARD METHODS 2130 B	229	N/A	24 - 07 - 15

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a las muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 2

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edson Rivera Km 1 1/2 vía a Guano Bloque Administrativo.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

Nº SE: 014 – 15

MA – 096-15

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U/K(=2)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	-	PE-LSA-01	7,20	+/- 0,08	24 – 07 – 15
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	1442	+/- 8 %	24 – 07 – 15
Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	1502	+/- 8 %	24 – 07 – 15
* Sólidos Suspendidos	mg/l	STANDARD METHODS 2540 D	74	N/A	24 – 07 – 15
* Color	Upt-Co	STANDARD METHODS 2120 - C	700	N/A	24 – 07 – 15
* Sulfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 SO ₄ -E	170	N/A	24 – 07 – 15
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	46,0	N/A	24 – 07 – 15
* Nitrato - N	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - NO ₃ - E mod	201	N/A	24 – 07 – 15
* Nitrito - N	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - NO ₂ - B mod	0,19		24 – 07 – 15
* Sólidos Disueltos Totales	mg/l	STANDARD METHODS 2540 - C	1010	N/A	24 – 07 – 15
* Hierro	mg/l	STANDARD METHODS 3500 Fe - 3111B	5,2	N/A	24 – 07 – 15
* DBO ₅	mg O ₂ /l	STANDARD METHODS 5210 - B	688	N/A	24 – 07 – 15
DQO	mg/l	PE-LSA-03	960	+/- 10 %	24 – 07 – 15
* Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /l	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,39	N/A	24 – 07 – 15
* Turbidez	NTU	STANDARD METHODS 2130 B	44,55	N/A	24 – 07 – 15

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

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara R.



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

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 - Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 - Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Anexo 2: Método de ensayo para determinar la densidad y el porcentaje de absorción del olote o tusa de maíz y descripción fotográfica.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ING. CIVIL**

INFORME N° 01

Fecha: 14 de Enero del 2015.

TEMA:

“ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ PARA LA REDUCCIÓN DEL COLOR EN AGUAS RESIDUALES DE LA HILANDERÍA GUIJARRO CANTÓN GUANO”.

INTRODUCCION:

Estos ensayos fueron efectuados en el Laboratorio de Ingeniería Civil por Nicole Priscila Torres Tapia, Karla Estefanía Gaibor Velasco y el responsable de Laboratorio el Ing. Fabián Brito para la tesis denominada **“ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ PARA LA REDUCCIÓN DEL COLOR EN AGUAS RESIDUALES DE LA HILANDERÍA GUIJARRO CANTÓN GUANO”.**

Se realizó varios ensayos para encontrar la densidad y el porcentaje de humedad del olote o tusa de maíz. Estos datos obtenidos luego de los ensayos nos servirán para nuestra investigación, debido a que esta información que se obtiene no se encuentra en bibliografía conocida.

MÉTODO DE ENSAYO

DETERMINAR LA DENSIDAD Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAIZ.

Equipos -

Balanza. Que tenga una capacidad de 1kg o más, con una sensibilidad de 0,1g, en cualquier rango de 100g de carga.

Picnómetro (para uso con el procedimiento gravimétrico), matraz u otro contenedor apropiado, en el cual la muestra de ensayo de la tusa, pueda ser introducida fácilmente y en el cual el volumen contenido pueda ser legible dentro de (+/-) 0,1cm³. El volumen del contenedor lleno hasta la marca debe ser por lo menos 50% mayor que el requerimiento para acomodar la muestra del ensayo. Para una muestra de ensayo de 500g de la tusa, es adecuado un matraz o un recipiente de 500cm³ de capacidad, adaptado con un picnómetro en la parte superior.

Matraz (para uso con el procedimiento volumétrico). Para una muestra de ensayo de aproximadamente 55g, es adecuado un frasco de Le Chatelier, como el que se describe en la NTE INEN 156.

Molde y compactador para ensayo de humedad superficial. El molde metálico debe tener la forma de un cono truncado, con las siguientes dimensiones: 40mm (+/-) mm de diámetro interno superior, 90mm (+/-) 3mm de diámetro interno en la base y 75mm (+/-) 3mm de altura; el metal debe tener un espesor mínimo de 0,8mm. El compactador metálico debe tener una masa de 340g (+/-) 15g y una cara compactadora circular y plana, de 25mm (+/-) 3mm de diámetro.

Horno. De tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C (+/-) 5°C.

Preparación de la muestra de ensayo

1. Colocar la muestra en una bandeja o en otro recipiente apropiado y secarla en el horno a una temperatura de 110°C (+/-) 5°C, dejarla que se enfríe hasta una temperatura que sea confortable para su manipulación (aproximadamente 50°C), luego cubrirla con agua, ya sea por inmersión o por adición de agua, hasta alcanzar al menos el 6% de humedad en la tusa y dejar que repose por 24h (+/-) 4h.

Procedimiento Gravimétrico (picnómetro):

Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro 500g (+/-) 10g de tusa superficialmente seco y llenar con agua adicional hasta aproximadamente el 90% de su capacidad. Agitar el picnómetro como se describe, manualmente.

Manualmente rodar, invertir y agitar el picnómetro (o utilizar una combinación de estas tres acciones) para eliminar las burbujas de aire. Luego determinar la masa total del picnómetro, muestra y agua.

Retirar la tusa del picnómetro, secarlo en el horno a una temperatura de 110°C (+/-) 5°C, hasta conseguir una masa constante y enfriarlo a temperatura ambiente por 1h (+/-) ½ h, determinar su masa.

Determinar la masa del picnómetro lleno hasta la marca de calibración, con agua a 23,0°C (+/-) 20°C.

Para determinar la absorción, utilizar una porción separada de 500g (+/-) 10g de tusa en condición saturada superficialmente seca, secarlo hasta conseguir una masa constante y determinar su masa seca.

Cálculos

Símbolos

A= masa de la muestra seca al horno, gr.

B= masa del picnómetro lleno con agua, hasta la marca de calibración, gr.

C= masa del picnómetro lleno con muestra y agua hasta la marca de calibración, gr.

S= masa de la muestra saturada superficialmente seca, (utilizada en el procedimiento gravimétrico, para determinar la densidad relativa (gravedad específica) o para determinar la absorción, con ambos procedimientos), gr.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE LA TUSA

$$SH = \frac{A}{B + S - C}$$

Se realizaron un total de 10 Ensayos

Muestra 1

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg.
Masa de la Tusa	0,1239 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	0,8761 Kg.
Recipiente + Tusa	0,4876 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,3795 Kg.

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,3795}{1,2569+0,4876-0,8761}$$

$$SH = 0,437 \text{ Kg/m}^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S - A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,4876 - 0,379,5)}{0,3795} \times 100$$

$$\% = 28,48$$

* Muestra 2

Pirómetro + Agua	1,3691 Kg
Masa de la Tusa	0,1006 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	1,3323 Kg.
Recipiente + Tusa	0,4691 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,3637 Kg.

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,3637}{1,3691+0,4691-1,3323}$$

$$SH = 0,718 \text{Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S - A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,4691 - 0,3637)}{0,3637} \times 100$$

$$\% = 28,97$$

Muestra 3

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg.
Masa de la Tusa	0,1085 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	1,1765 Kg.
Recipiente + Tusa	0,6244 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,5387 Kg.

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{538,7}{1,2569+0,6244-1,1765}$$

$$SH = 0,764 \text{Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S - A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,6244 - 0,5387)}{0,5387} \times 100$$

$$\% = 15,90$$

* Muestra 4

Pirómetro + Agua	1,3691 Kg.
Masa de la Tusa	0,1089 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	0,5389 Kg.
Recipiente + Tusa	0,6222 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	1,3429 Kg.

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,5389}{1,3691+0,6222-1,3429}$$

$$SH = 0,831 \text{ Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S - A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,6222 - 0,5389)}{0,5389} \times 100$$

$$\% = 15,45$$

• Muestra 5

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg.
Masa de la Tusa	0,1062 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	0,3933 Kg.
Recipiente + Tusa	0,484 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	1,2291 Kg.

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,3933}{1,2569+0,484-1,2291}$$

$$SH = 0,768 \text{ Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S - A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,484 - 0,3933)}{0,3933} \times 100$$

$$\% = 23,06$$

* Muestra 6

Pirómetro + Agua	1,3691 Kg.
Masa de la Tusa	0,1055 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	1,3726 Kg.
Recipiente + Tusa	0,6384 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,5525 Kg.

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,5525}{1,3691+0,6384-1,3726}$$

$$SH = 0,870 \text{Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S - A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,6384 - 0,5525)}{0,5525} \times 100$$

$$\% = 15,54$$

- **Muestra 7**

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg
Masa de la Tusa	0,1031 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	1,2235 Kg.
Recipiente + Tusa	0,8844 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,7889 Kg.

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,7889}{1,2569+0,8844-1,2235}$$

$$SH = 0,859 \text{Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S - A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,8844 - 0,7889)}{0,7889} \times 100$$

$$\% = 12,10$$

- **Muestra 8**

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg.
Masa de la Tusa	0,1165 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	1,2094 Kg.
Recipiente + Tusa	0,5923 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,4981 Kg.

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,4981}{1,2569+0,5923-1,2094}$$

$$SH = 0,778 \text{Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S - A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,5284 - 0,4981)}{0,4981} \times 100$$

$$\% = 18,91$$

- **Muestra 9**

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg.
Masa de la Tusa	0,117 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	1,2201 Kg.
Recipiente + Tusa	0,5284 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,4349 Kg.

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,4349}{1,2569+0,5284-1,2201}$$

$$SH = 0,769 \text{Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S - A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,5284 - 0,4349)}{0,4349} \times 100$$

$$\% = 21,49$$

- **Muestra 10**

Pirómetro + Agua	1,2569 Kg.
Masa de la Tusa	0,1183 Kg.
Pirómetro + Agua + Tusa	1,1825 Kg.
Recipiente + Tusa	0,8630 Kg.
Peso seco (horno 24 horas)	0,7651 Kg.

Densidad

$$SH = \frac{A}{B+S-C}$$

$$SH = \frac{0,7651}{1,2569+0,863-1,1825}$$

$$SH = 0,816 \text{Kg}/m^3$$

Absorción

$$\% = \frac{(S - A)}{A} \times 100$$

$$\% = \frac{(0,863 - 0,7651)}{0,7651} \times 100$$

$$\% = 12,79$$

DENSIDAD DE LA TUSA

Rango	0,2185
Media	0,761
Varianza	0,0137
Desviación Estándar	0,1169

PORCENTAJE DE ABSORCION DE LA TUSA

Rango	8,435
Media	19,269
Varianza	33,159769
Desviación Estándar	5,75845196

ANEXOS

Procedimiento para determinar la densidad del olote o tusa de maíz.

<p>Se sumerge las tusas por 48horas</p> 	<p>Se llena y se pesa la tusa en el recipiente</p> 
<p>Se llena de agua y de tusas hasta la medida y se prosigue a pesar</p> 	<p>Luego se quita el exceso de agua y se pesa para llevarlo al horno por 48horas y se vuelve a pesar</p> 



Ing. Fabián Brito
RESPONSABLE LAB.CIVIL



Anexo 3: Método de ensayo para el porcentaje de vacíos y descripción fotográfica.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA .
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ING. CIVIL**

INFORME N° 02

Fecha: 14 de Enero del 2015.

TEMA:

“ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ PARA LA REDUCCIÓN DEL COLOR EN AGUAS RESIDUALES DE LA HILANDERÍA GUIJARRO CANTÓN GUANO”.

INTRODUCCION:

Estos ensayos fueron efectuados en el Laboratorio de Ingeniería Civil por Nicole Priscila Torres Tapia, Karla Estefanía Gaibor Velazco y el responsable de Laboratorio el Ing. Fabián Brito para la tesis denominada **“ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ PARA LA REDUCCIÓN DEL COLOR EN AGUAS RESIDUALES DE LA HILANDERÍA GUIJARRO CANTÓN GUANO”.**

Para lo cual se realizó varios ensayos para encontrar el porcentaje de vacíos del olote o tusa de maíz. Estos ensayos realizados nos servirán para posterior utilización de nuestra investigación, ya que estos parámetros y resultados no se encuentran en bibliografía estipulada.

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL PORCENTAJE DE VACIOS

Para la realizar estos procedimientos tanto por varillado y por paladas, el árido o la materia prima utilizada para estos procedimientos son el olote o tusa de maíz común, para lo cual utilizamos la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 858:2010.

Equipos

Balanza. Que tenga una precisión de 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, con graduaciones de al menos 0,05g. Se debe considerar que el rango de uso se extiende desde la masa del molde vacío, hasta la masa del molde más su contenido el cual se considera que tiene una masa unitaria de 1920 kg/m^3 .

Varilla de compactación. Debe ser una varilla recta, lisa, de acero, de 16mm de diámetro y aproximadamente 600mm de longitud, teniendo el extremo de compactación o los dos extremos redondeados con punta semiesférica, cuyo diámetro es de 16mm.

Molde. Recipiente cilíndrico de metal, preferiblemente provisto de asas, impermeablemente con la parte superior y el fondo, rectos y uniformes. Suficientemente rígido para mantener su forma bajo condiciones agresivas de uso. El molde debe tener una altura aproximadamente igual a su diámetro, pero en ningún caso la altura debe ser menor al 80% ni superior al 150% del diámetro. La capacidad del molde debe cumplir con los límites indicados.

Pala o cucharón. De tamaño conveniente para llenar el mole con el material.

Placa de vidrio. De al menos 6mm de espesor y por lo menos 25mm mayor que el diámetro del molde a ser calibrado.

5.7.- Procedimiento por varillado (Compactado)

5.7.1.- Llenar la tercera parte del molde y nivelar la superficie con los dedos. Compactar la capa de áridos, con 25 golpes de la varilla de compactación distribuidos uniformemente sobre la superficie. Llenar los dos tercios del molde, nuevamente nivelar y compactar de la forma indicada anteriormente. Por último, llenar el molde a rebosar y compactar nuevamente en la misma forma mencionada anteriormente. Nivelar la superficie del árido con los dedos o una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde.

5.7.2.- En la compactación de la primera capa, no se debe permitir que la varilla golpee fuertemente el fondo del molde. La compactación de la segunda y tercera capas debe ser vigorosa evitando que la varilla de compactación penetre la capa anterior del árido (**nota 4:** En la compactación del árido grueso de tamaños grandes, puede que no sea posible penetrar la capa que se está consolidando, especialmente con los áridos angulares).

5.9.- Procedimiento por paladas (Sin Compactar)

5.9.1.- Llenar el molde a rebosar por medio de una pala o cucharón, descargar el árido desde una altura no superior a 50 mm por encima de la parte superior del molde. Tener cuidado para prevenir, tanto como sea posible, la segregación de las partículas que componen la muestra. Nivelar la superficie del árido con los dedos o con una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde.

5.9.2.- Determinar la masa del molde y la masa del molde con su contenido. Registrar los valores con una aproximación de 0,05 kg.

CALCULOS Y RESULTADOS:

MASA UNITARIA Y % DE VACIOS

TUSA2 (4,5 mm)

Densidad del Agua (Compactado) (kg/m ³)	997,5
Masa del Recipiente (Suelto)(kg)	3,155
Masa del Recipiente calibrado más agua(Suelto)(kg)	6,095
Volumen del Recipiente (Suelto) (m ³)	0,00295
Masa del Agregado más Recipiente (Suelto) (kg)	3,679333333
Masa del Agregado (Suelto) (kg)	0,524333333
Masa del Recipiente (Compactado) (kg)	3,155
Masa del Recipiente calibrado más agua (compactado) (kg)	6,095
Volumen del Recipiente (Compactado) (m ³)	0,00295
Masa del Agregado más Recipiente (Compactado) (kg)	3,787333333
Masa del Agregado (Compactado) (kg)	0,632333333
Densidad relativa SSS	0,761

MUS (kg/m ³)	178
MUC (kg/m ³)	215
% de Vacios Suelto (%)	77
% de Vacios Compactado (%)	72

N° Ensayos	Recipiente+tusa2 (suelto)
1	3,676
2	3,687
3	3,675
Total	3,679

N° Ensayos	Recipiente+tusa2 (compactado)
1	3,779
2	3,801
3	3,782
Total	3,787

MASA UNITARIA Y % DE VACIOS

TUSA3 (2,6 mm)

Densidad del Agua (Compactado) (kg/m ³)	997,5
Masa del Recipiente (Suelto)(kg)	3,155
Masa del Recipiente calibrado más agua(Suelto)(kg)	6,095
Volumen del Recipiente (Suelto) (m ³)	0,00295
Masa del Agregado más Recipiente (Suelto) (kg)	3,586333333
Masa del Agregado (Suelto) (kg)	0,431333333
Masa del Recipiente (Compactado) (kg)	3,155
Masa del Recipiente calibrado más agua (compactado) (kg)	6,095
Volumen del Recipiente (Compactado) (m ³)	0,00295
Masa del Agregado más Recipiente (Compactado) (kg)	3,666
Masa del Agregado (Compactado) (kg)	0,511

Densidad relativa SSS	0,761
-----------------------	-------

MUS (kg/m ³)	146
MUC (kg/m ³)	173
% de Vacíos Suelto (%)	81
% de Vacíos Compactado (%)	77

N° Ensayos	Recipiente+tusa3 (compactado)
1	3,664
2	3,672
3	3,662
Total	3,666

N° Ensayos	Recipiente+tusa3 (suelto)
1	3,779
2	3,801
3	3,782
Total	3,787

ANEXOS

PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR EL PORCENTAJE DE VACIOS DEL LECHO FILTRANTE (TUSA DE MAIZ).

Porcentaje de Vacíos Sin Compactar

Se llena el recipiente y se quita el exceso



Se pesa y se repite el mismo procedimiento tres veces para obtener un promedio



Porcentaje de Vacíos Compactado

Se llena en tres partes y se da 25 golpes con una varrilla por cada parte.



Se retira el exceso



Se pesa y se repite el mismo procedimiento por tres veces y se obtiene un promedio



Se pesa el recipiente vacío

Se pesa la placa de vidrio



Se llena completamente el recipiente



Se pesa la placa de vidrio con el agua y el recipiente eliminando el exceso de burbujas



Ing. Fabián Brito
RESPONSABLE LAB.CIVIL



Anexo 4: Informe de resultados del laboratorio de microscopia.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA AMBIENTAL
LABORATORIO MICROSCOPIA**

INFORME N° 01

TEMA:

“ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ PARA LA REDUCCIÓN DEL COLOR EN AGUAS RESIDUALES DE LA HILANDERÍA GUIJARRO CANTÓN GUANO”.

INTRODUCCION:

Estos ensayos fueron efectuados en el Laboratorio Microscopia por Nicole Priscila Torres Tapia, Karla Estefanía Gaibor Velazco y el responsable de Laboratorio el Ing. Fabián Zabala para la tesis denominada “ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ PARA LA REDUCCIÓN DEL COLOR EN AGUAS RESIDUALES DE LA HILANDERÍA GUIJARRO CANTÓN GUANO”.

Para lo cual se realizó varios ensayos para encontrar la porosidad, la estructura, del olote o tusa de maíz. Estos ensayos realizados nos servirán para posterior utilización de nuestra investigación, ya que estos parámetros y resultados no se encuentran en bibliografía estipulada.

ZLA DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CON: POROSIDAD, ESTRUCTURA Y FORMA DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ SE UTILIZÓ EL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO EN 3D (SEM).

Microscopia electrónica de barrido

En el microscopio electrónico de barrido, un campo magnético permite enfocar los rayos catódicos (electrones) y obtener una imagen tridimensional, por el examen de la superficie de las estructuras, permitiendo la observación y la caracterización de materiales orgánicos e inorgánicos, proporciona aumentos de 200.000 diámetros. Los microscopios electrónicos de barrido no proporcionan naturalmente las imágenes en 3D.



COMO SE UTILIZA:

Utiliza un haz de electrones en lugar de un haz de luz para formar una imagen. Tiene una gran profundidad de campo, la cual permite que se enfoque a la vez una gran parte de la muestra. Produce imágenes de alta resolución, que significa que características espacialmente cercanas en la muestra pueden ser examinadas a una alta magnificación. Su resolución está entre 3 y 20 nanómetros, dependiendo del microscopio. Mientras que con el óptico es de 0.2 micrómetros

CÓMO FUNCIONA:

La luz se sustituye por un haz de electrones, los lentes por electroimanes y las muestras se hacen conductoras metalizando su superficie. Un detector recoge y amplifica la señal emitida por la interacción del haz de electrones incidente con la muestra y en un tubo de rayos catódicos (TV) se forma la imagen en 3D para ser observada y fotografiada.

Al incidir el haz de electrones sobre la muestra, interactúa con ella y se producen diversos fenómenos que serán captados y visualizados en función del detector que utilicemos.

Señales generadas en un SEM:

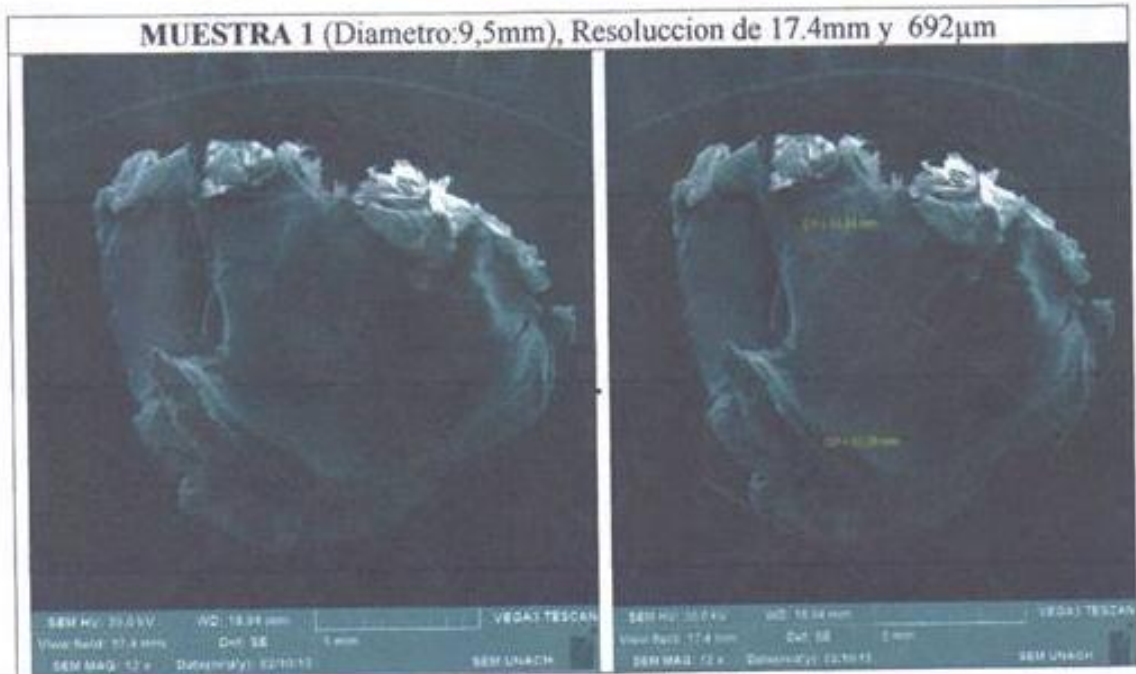
- Electrones Secundarios. (Información topográfica de la muestra.)
- Electrones Retro dispersados (Composición superficial de la muestra)
- Rayos X (Facilitan información analítica)

PROCEDIMIENTO:

Las muestras analizadas fueron montadas en un porta muestras por medio de una cinta de doble cara de carbono y recubiertas con una capa fina de carbono usando un recubridor (SPI Supplies, USA) a 2 mbar durante 40 segundos. Las muestras recubiertas (o no recubiertas) se insertaron en la cámara de muestra del microscopio electrónico de barrido (SEM, Vega 3 TESCAN, Bruker) y su morfología superficial observada. Áreas de interés fueron capturadas como imágenes guardadas y sus respectivas dimensiones medidas por el software del SEM *VegaTC*. Parámetros del microscopio utilizados incluyeron: voltaje de 10-30 kV; velocidad de escaneo: 6; aumentos de magnificación desde 5mm-30 mm)

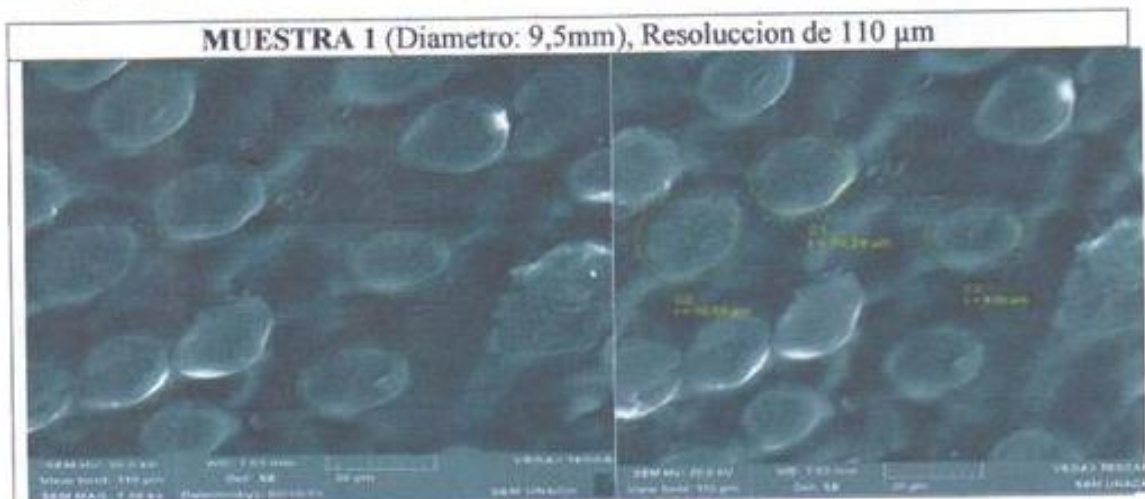
RESULTADOS DEL ANALISIS

Imagen 1. Tusa con un tamaño de partícula 9,5mm de Diámetro



En la imagen 1 de la muestra 1 de olote o tusa de maíz con una magnificación de 18.94mm, se observa que presenta una estructura asimétrica con una textura un poco dura y de forma irregular.

Imagen 2. Tusa con un tamaño de partícula 9,5mm de Diámetro



En la imagen 2 de la muestra 1 de olote o tusa de maíz se observa con un aumento de magnificación de 7.03mm, que se presenta unos brotes y la mayoría se presentan cortados dejando una forma redonda.

Imagen 3. Tusa con un tamaño de partícula 9,5mm de Diámetro



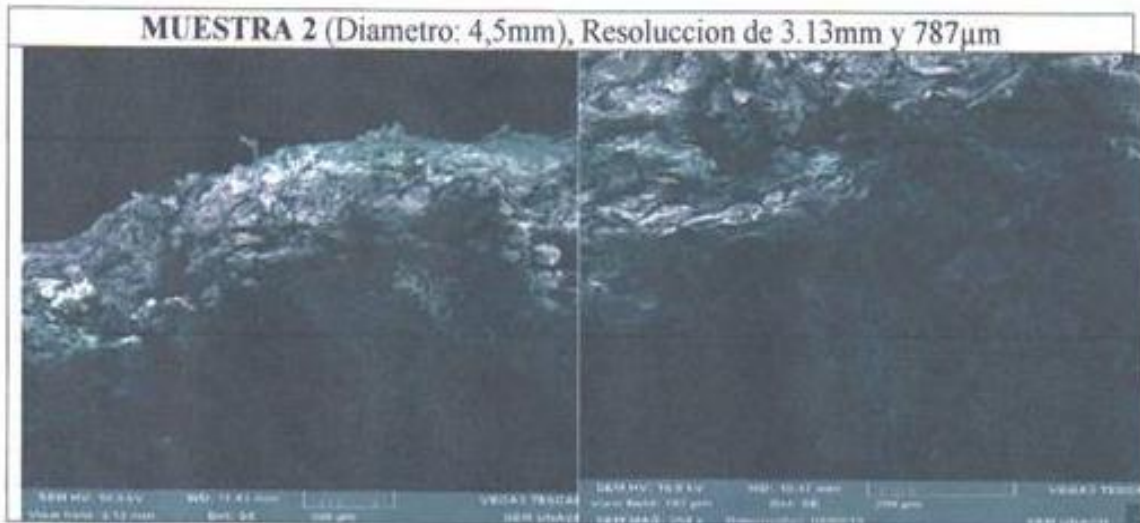
En la imagen 3 de la muestra 1 de olote o tusa de maíz se observa con un aumento de magnificación de 7.04 mm que se presenta de forma irregular y con pequeños pliegues.

Imagen 4. Tusa con un tamaño de partícula 4,5mm de Diámetro



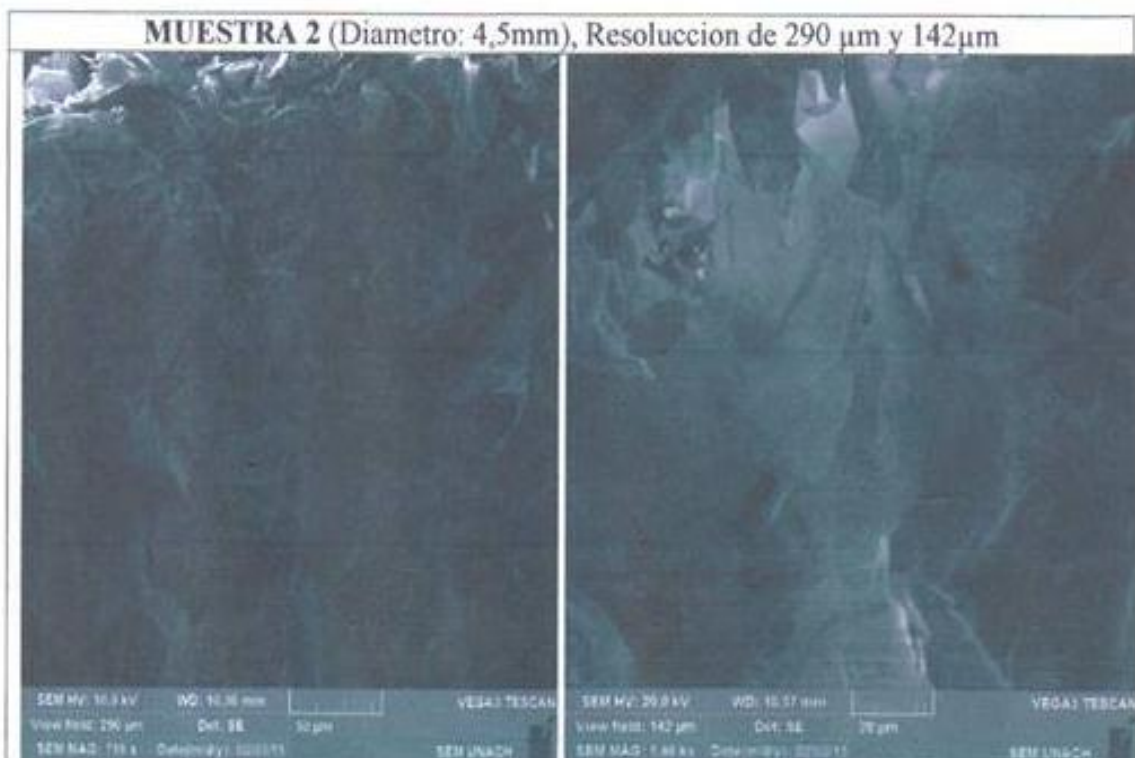
En la imagen 4 de la muestra 2 de olote o tusa de maíz se observa con un aumento de magnificación de 12.25mm, se presenta de forma irregular.

Imagen 5 Tusa con un tamaño de partícula 4,5mmde Diametro



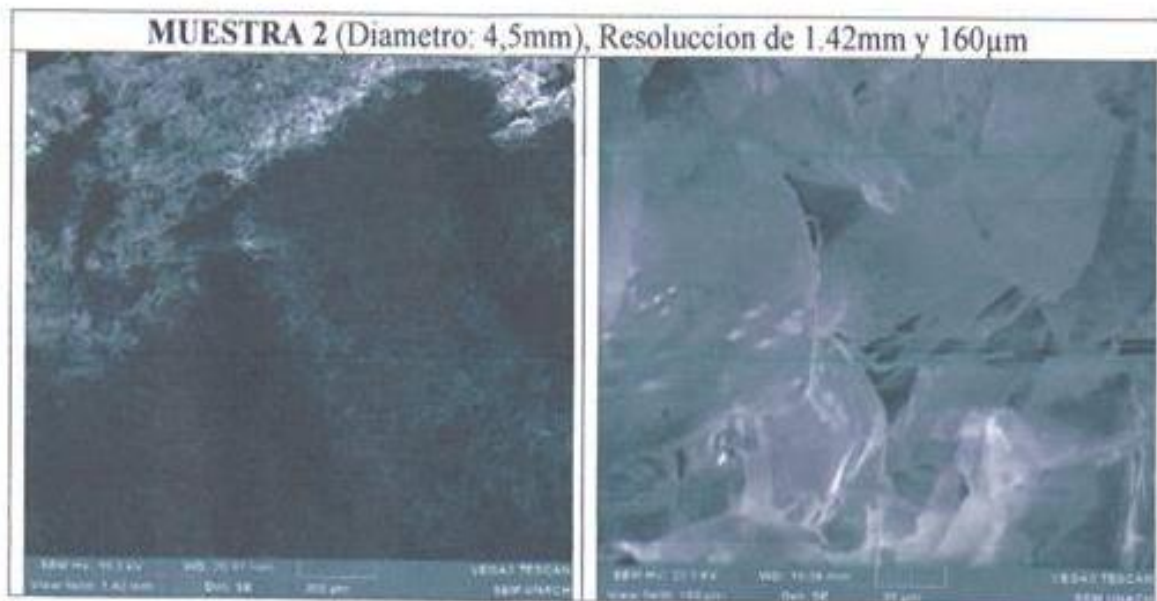
En la imagen 5 de la muestra 2 de olote o tusa de maíz se observa con un aumento de magnificación de 11.43mm, que se presenta una estructura irregular.

Imagen 6 Tusa con un tamaño de partícula 4,5mmde Diametro



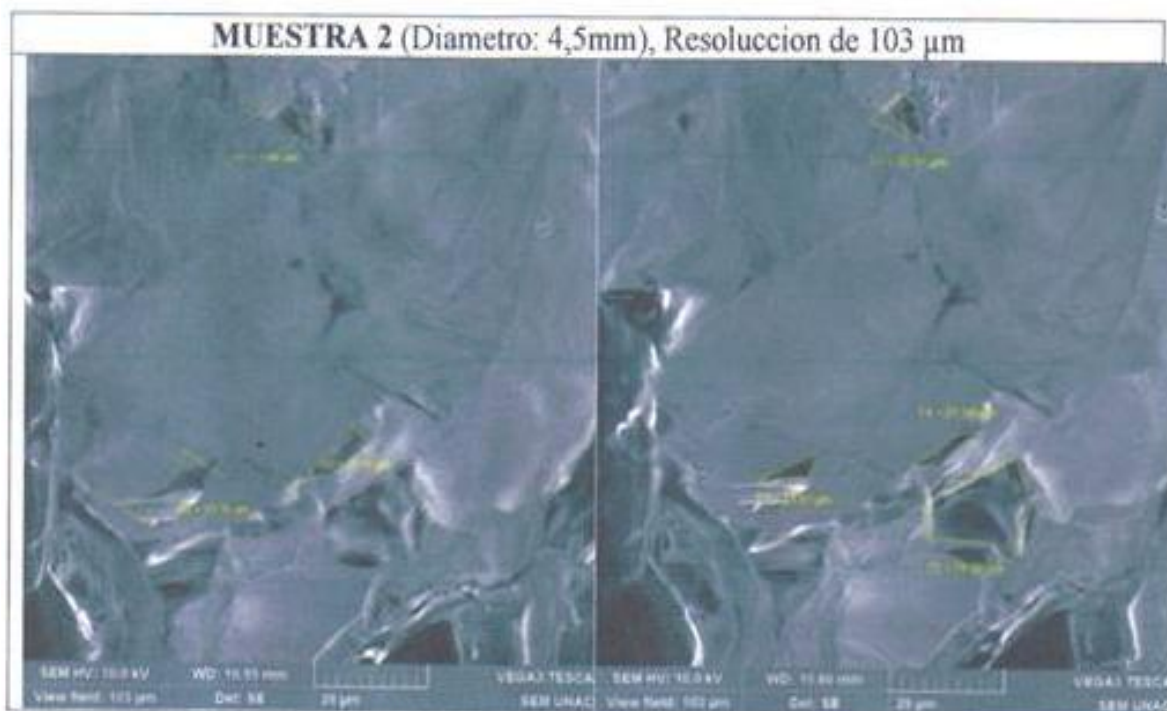
En la imagen 6 de la muestra 2 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 10.36 mm, se observa que se presenta como un conjunto de láminas irregulares y una estructura rugosa.

Imagen 7 Tusa con un tamaño de partícula 4,5mmde Diametro



En la imagen 7 de la muestra 2 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 10.58mm, se observa una estructura rugosa e irregular.

Imagen 8 Tusa con un tamaño de partícula 4,5mmde Diametro



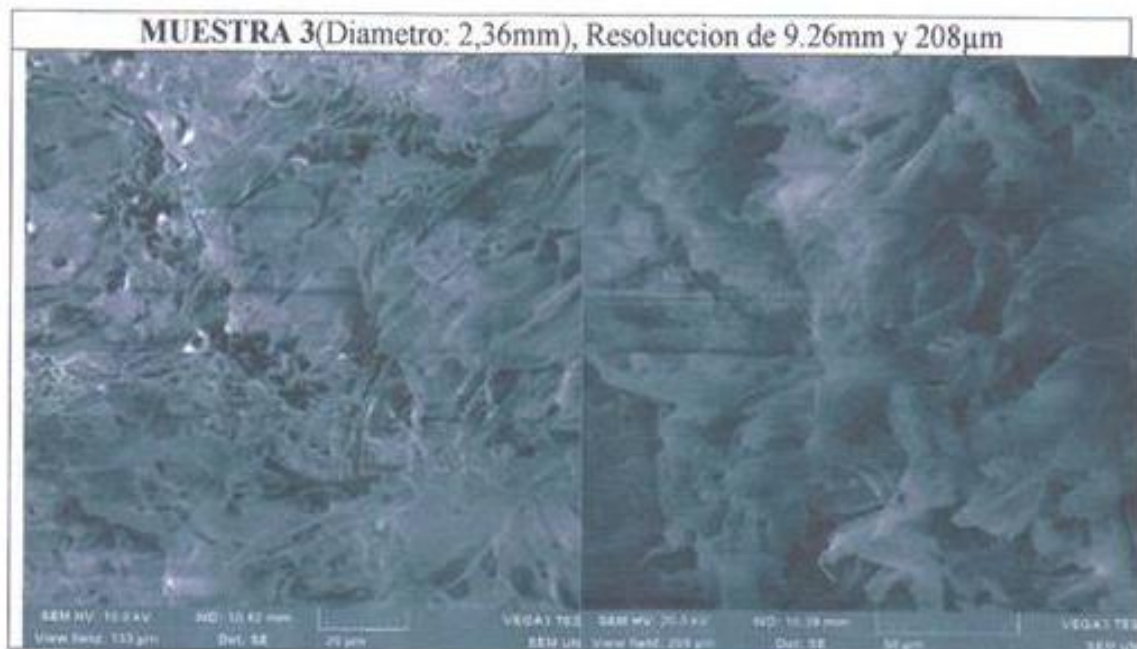
En la imagen 8 de la muestra 2 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 10.55 mm, se observa unos pequeños poros irregulares.

Imagen 9 Tusa con un tamaño de partícula 2,36mmde Diametro



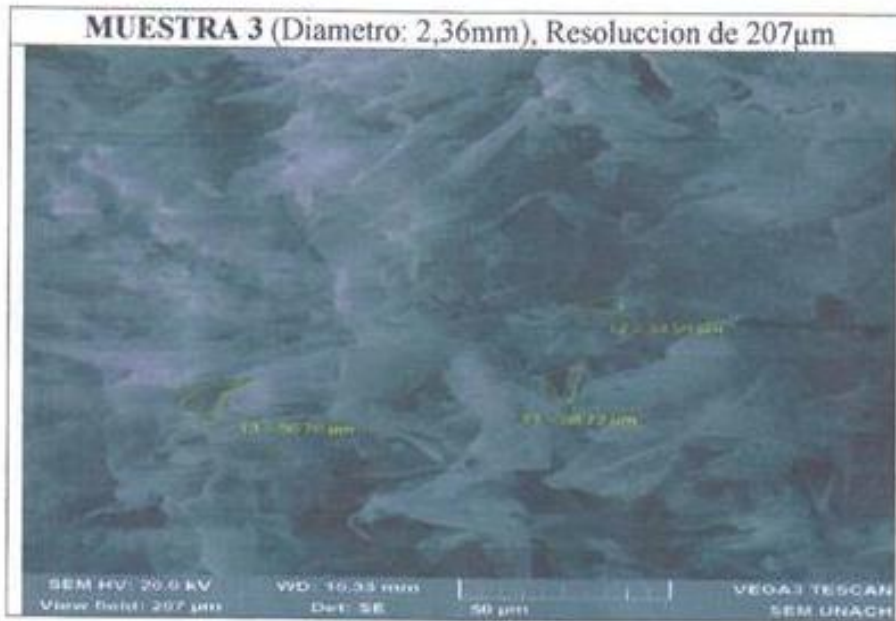
En la imagen 9 de la muestra 3 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 19.07 mm, se observa unos pequeños poros irregulares.

Imagen 10 Tusa con un tamaño de partícula 2,36mmde Diametro



En la imagen 10 de la muestra 3 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 10.42 mm, se observa una estructura rugosa completamente irregular.

Imagen 11 Tusa con un tamaño de partícula 2,36mmde Diámetro



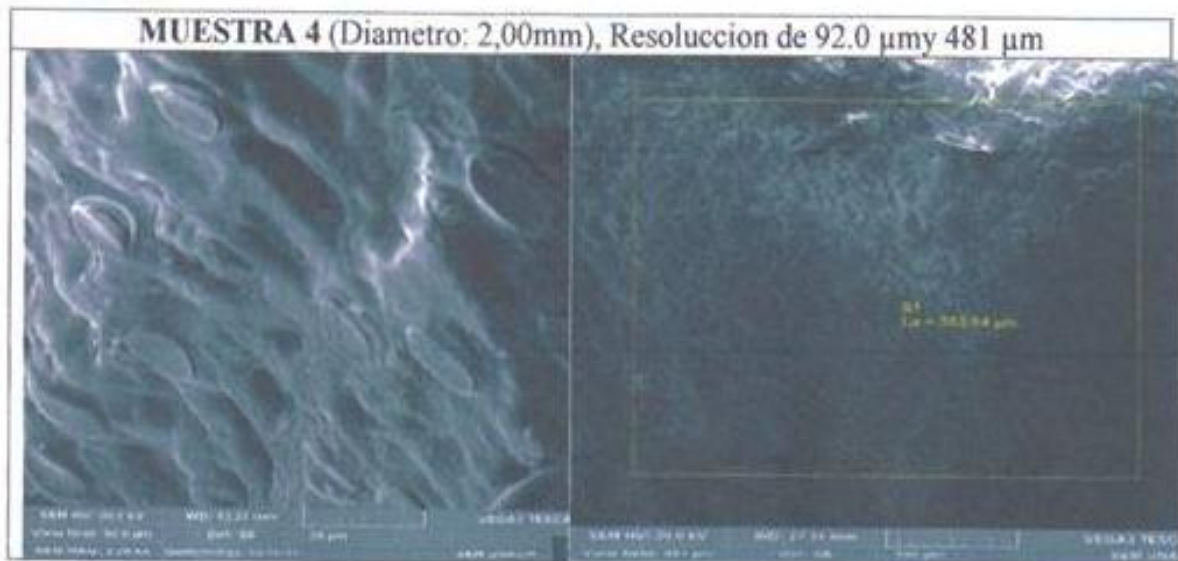
En la imagen 11 de la muestra 3 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 10.33 mm, se observa de forma laminar e irregular.

Imagen 12 Tusa con un tamaño de partícula 2,36mmde Diámetro



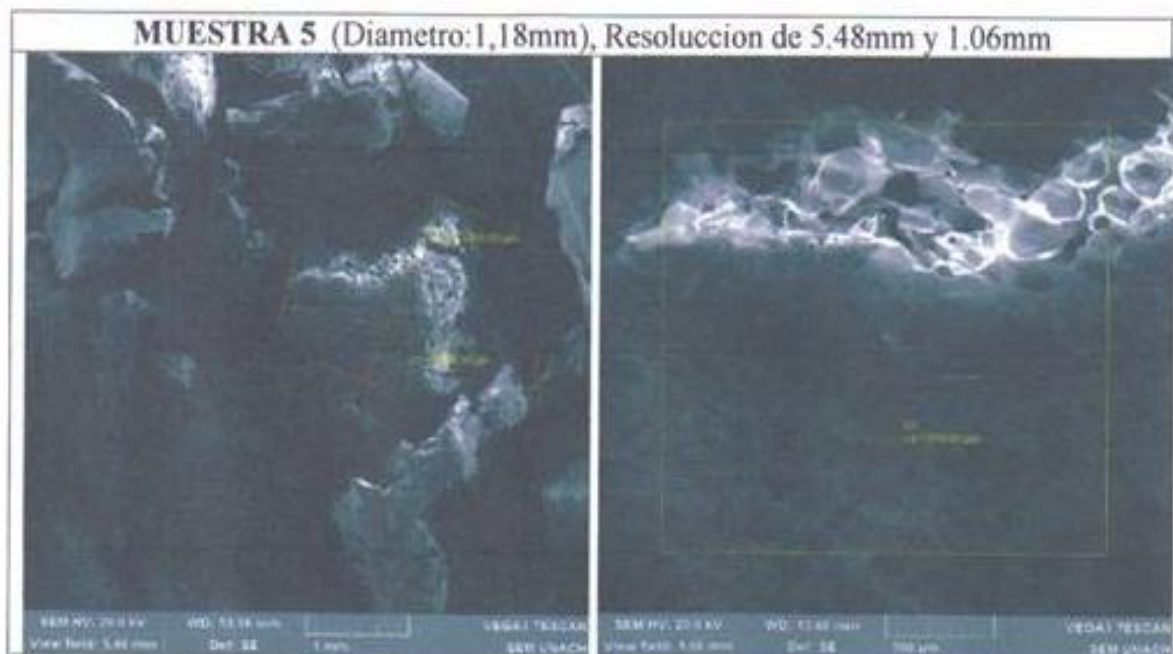
En la imagen 12 de la muestra 4 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 27.44 mm, se observa que al igual que en la muestra 1 se presentan unos brotes cortados y algunos completos, presenta estructura ligeramente planay de formairregular.

Imagen 13 Tusa con un tamaño de partícula 2,00mmde Diametro



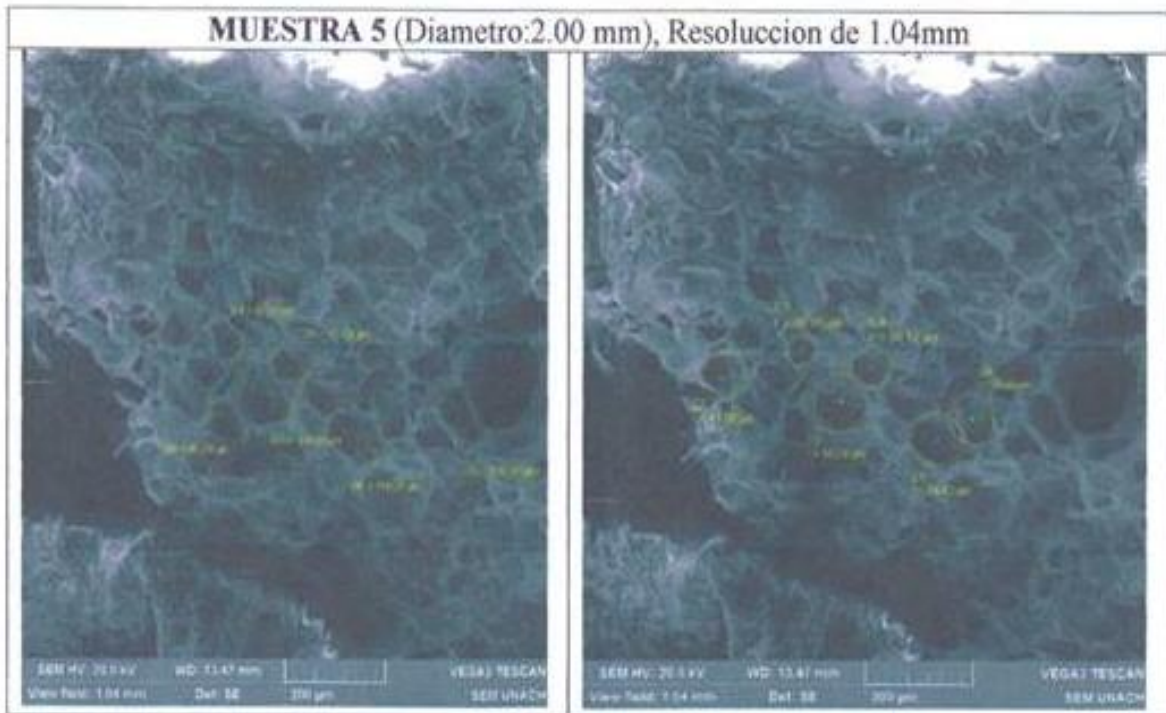
En la imagen 13 de la muestra 4 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 27.44 mm, se observa que al igual que en la muestra 1 se presentan unos brotes cortados y en unos cuantos completos.

Imagen 14 Tusa con un tamaño de partícula 2,00mmde Diametro



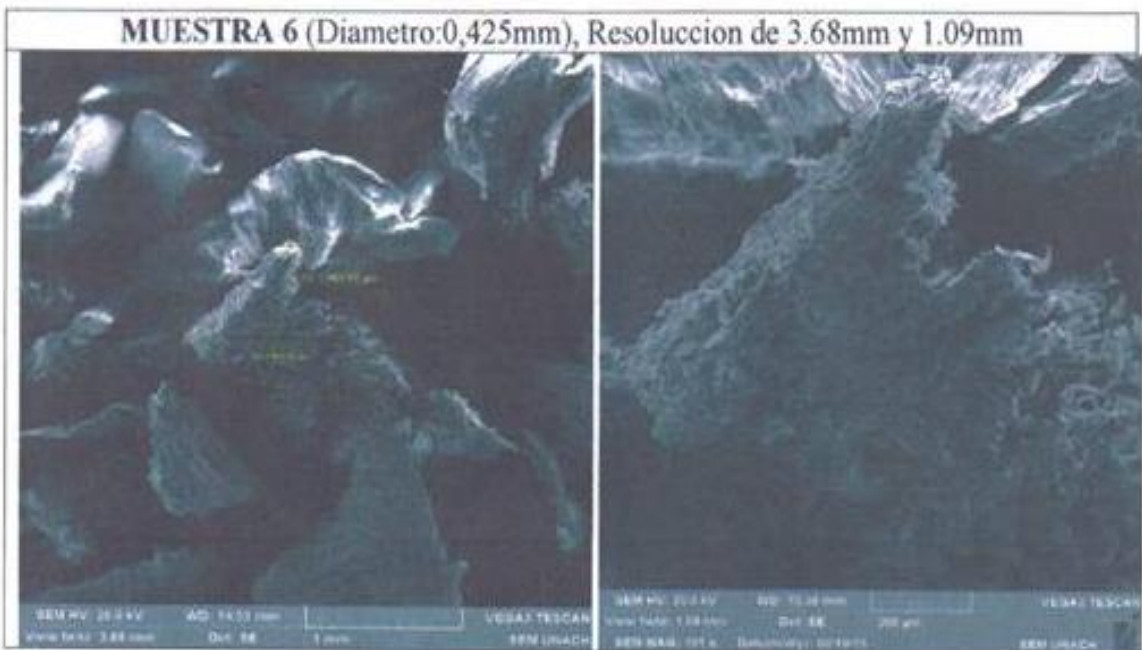
En la imagen 14 de la muestra 5 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 13.10 mm, aquí se puede observar la porosidad que presenta una estructura porosa y una forma irregular

Imagen 15 Tusa con un tamaño de partícula 2,00mmde Diametro



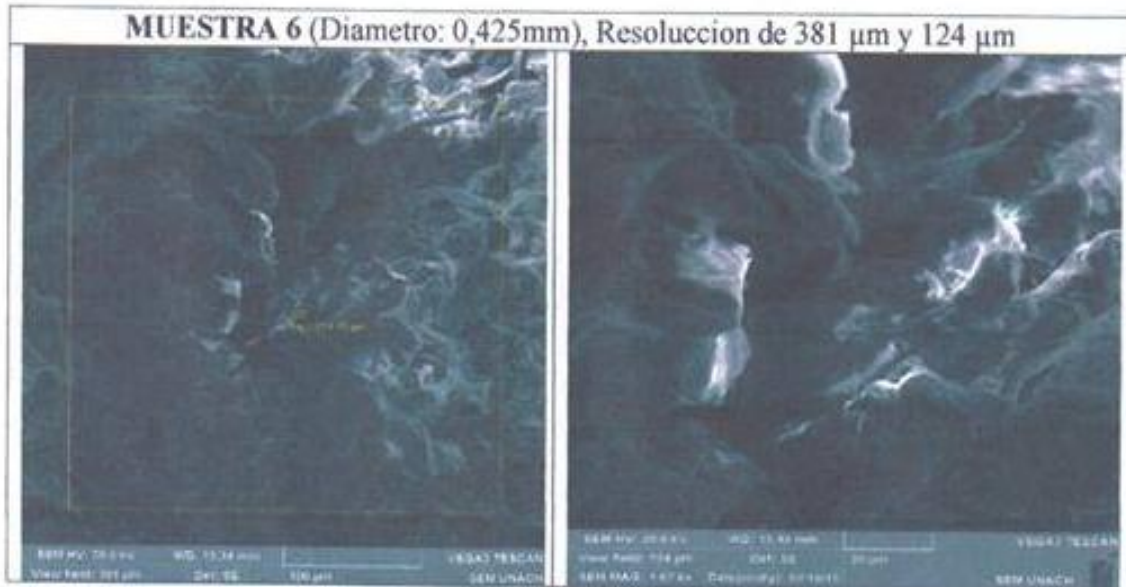
En la imagen 15de la muestra 5 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 13.47 mm, se observar la porosidad que presenta y se prosigue a obtener el diámetro de los poros.

Imagen 16 Tusa con un tamaño de partícula 0,425 mmde Diametro



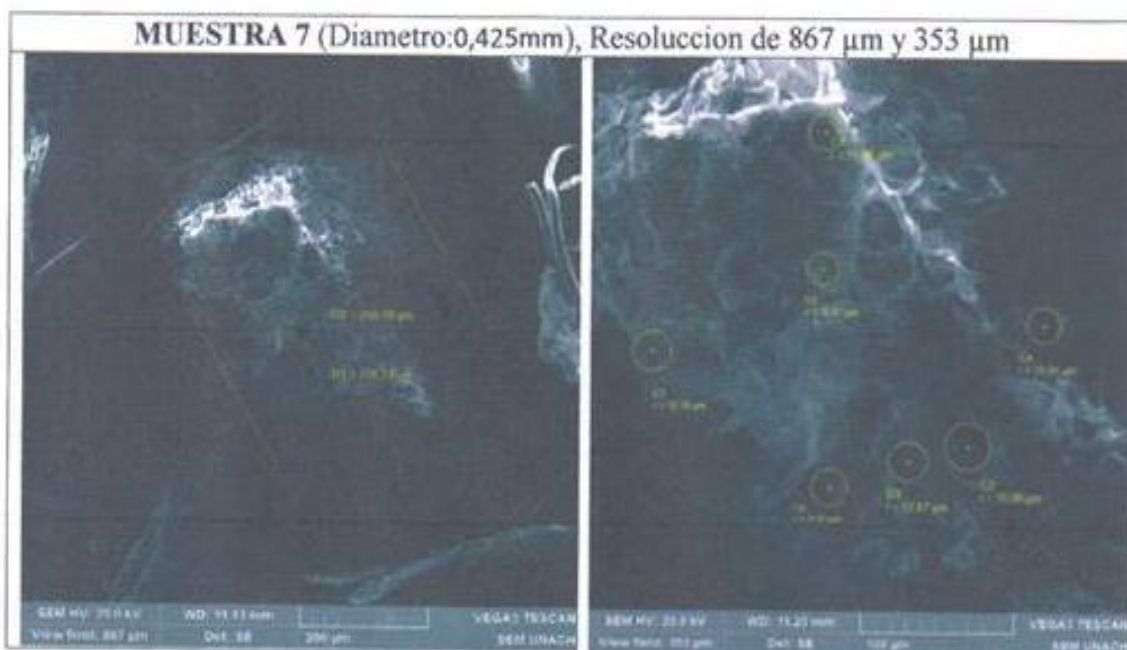
En la imagen 16 de la muestra 6 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 14.53 mm, se observar que presenta de forma irregular y estructura rugosa.

Imagen 17 Tusa con un tamaño de partícula 0,425 mm de Diámetro



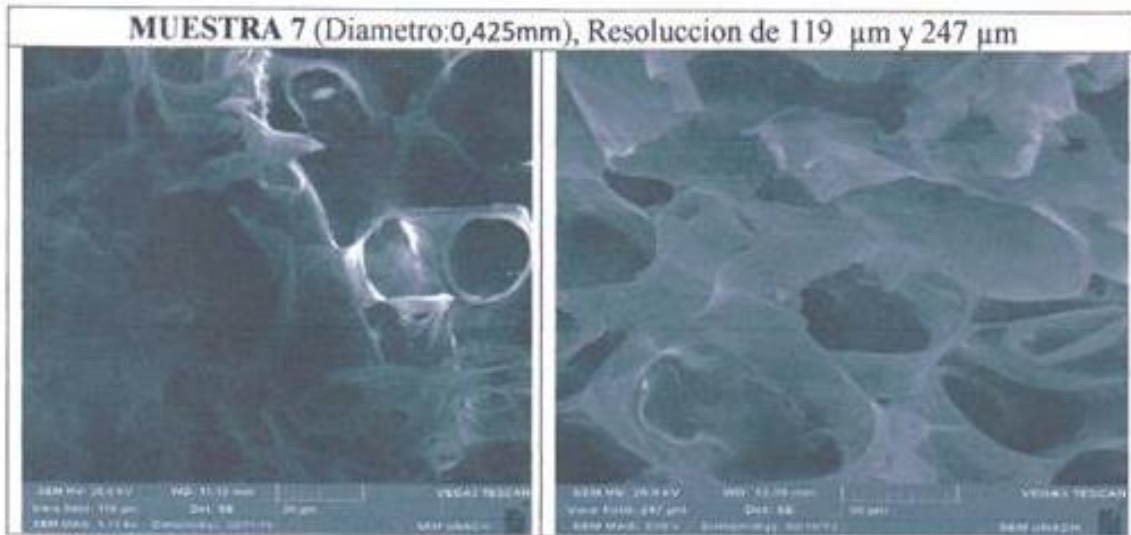
En la imagen 17 de la muestra 6 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 13.34 mm, se observa estructuras irregulares con muchas cavidades.

Imagen 18 Tusa con un tamaño de partícula 0,425 mm de Diámetro



En la imagen 18 de la muestra 7 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 11.13 mm, se observa porosidad y se mide el tamaño del diámetro de los poros y se observa que son un poco más grandes que los poros anteriores, se observa estructuras porosa y de formas irregulares con muchas cavidades.

Imagen 19 Tusa con un tamaño de partícula 0,425 mm de Diámetro



En la imagen 19 de la muestra 7 de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 13.39 mm, se observa la porosidad pero en gran parte destruidos los poros.

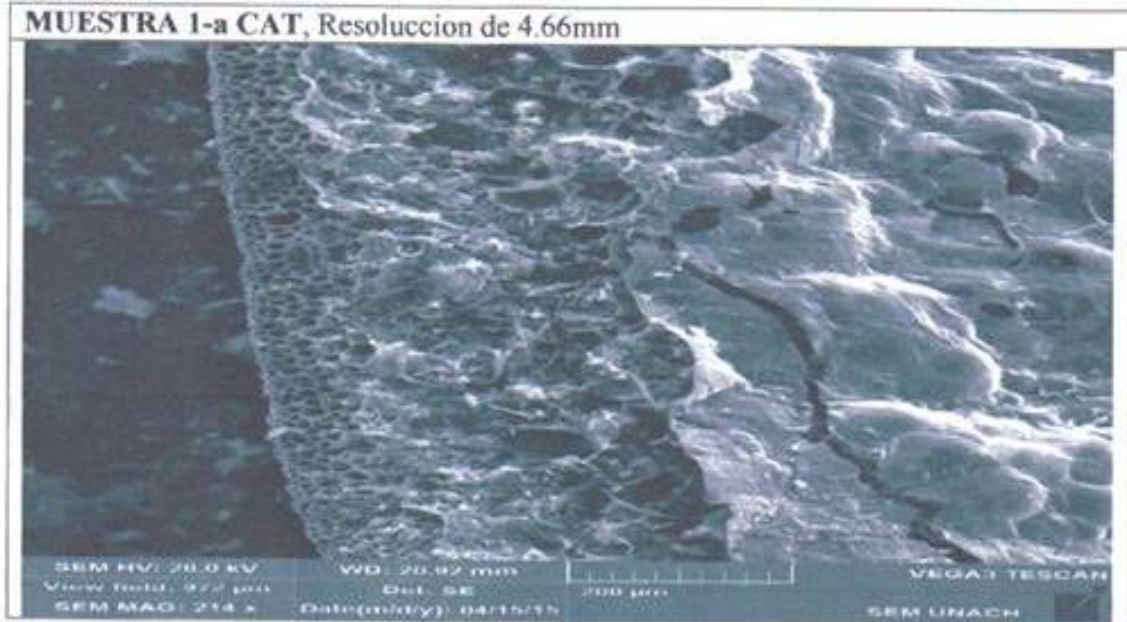
Observación y Descripción del Carbón Activado de Tusa (CAT).

Imagen 20 Carbón activado de tusa.



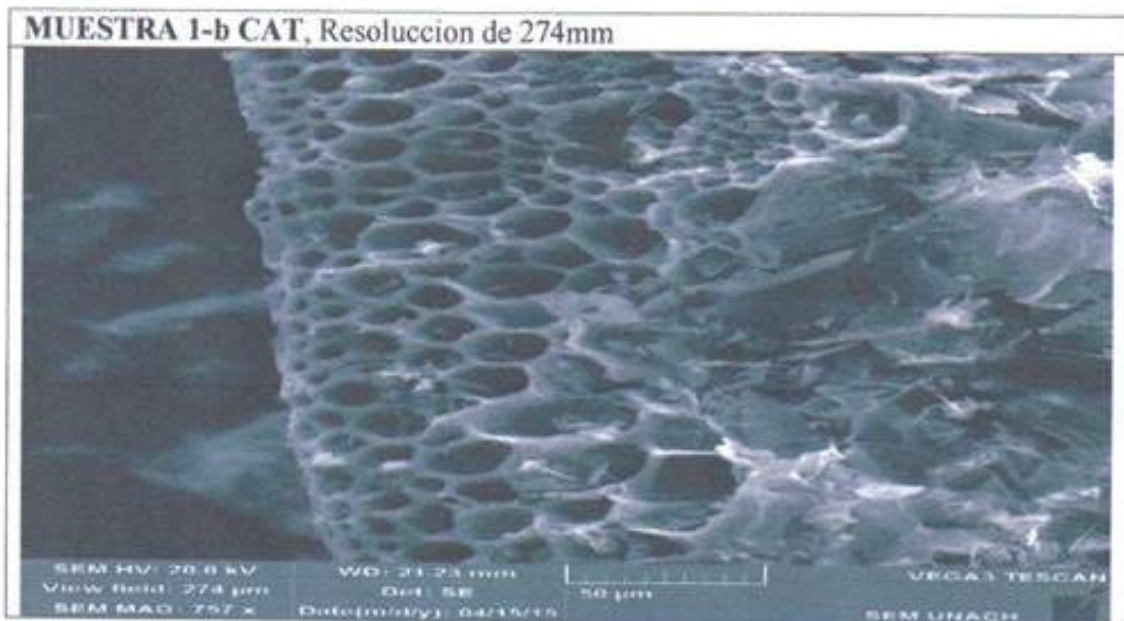
En la imagen 20 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 20.29 mm, se observa una estructura erosionada y de forma irregular.

Imagen 21 Carbón activado de tusa.



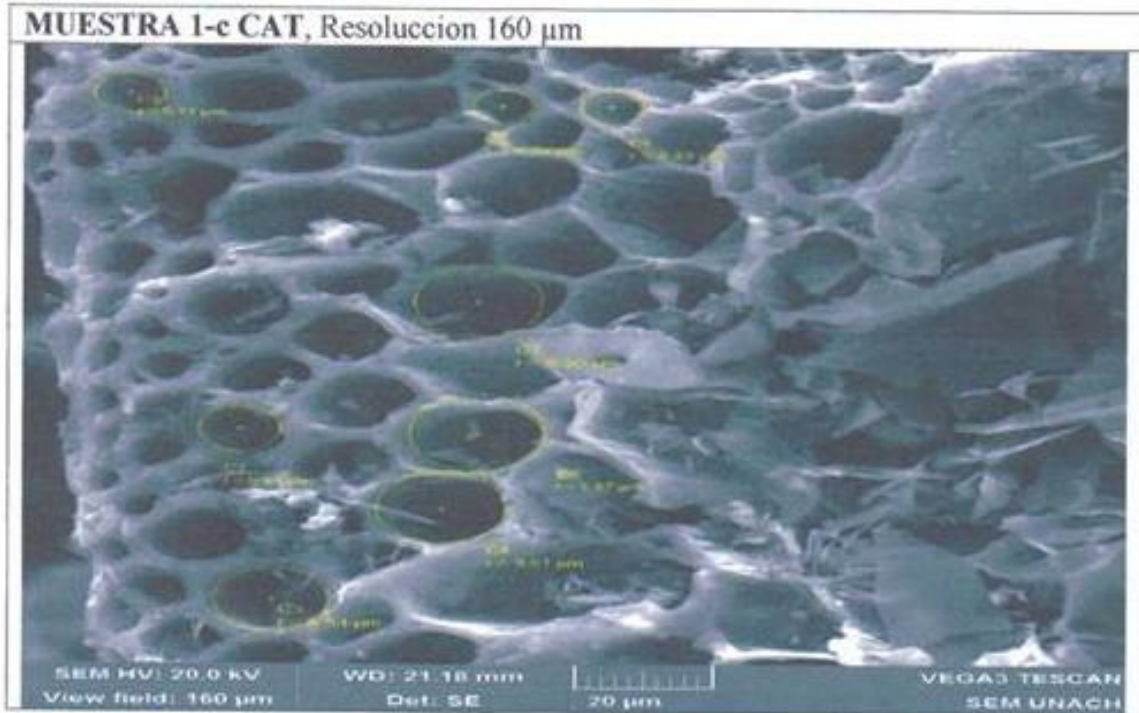
En la imagen 21 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 20.92 mm, se observa que presenta varias capas porosas la primera con poros pequeños la otra con poros destruidos y cavidades irregulares, además presenta una capa u poco dura.

Imagen 22 Carbón activado de tusa



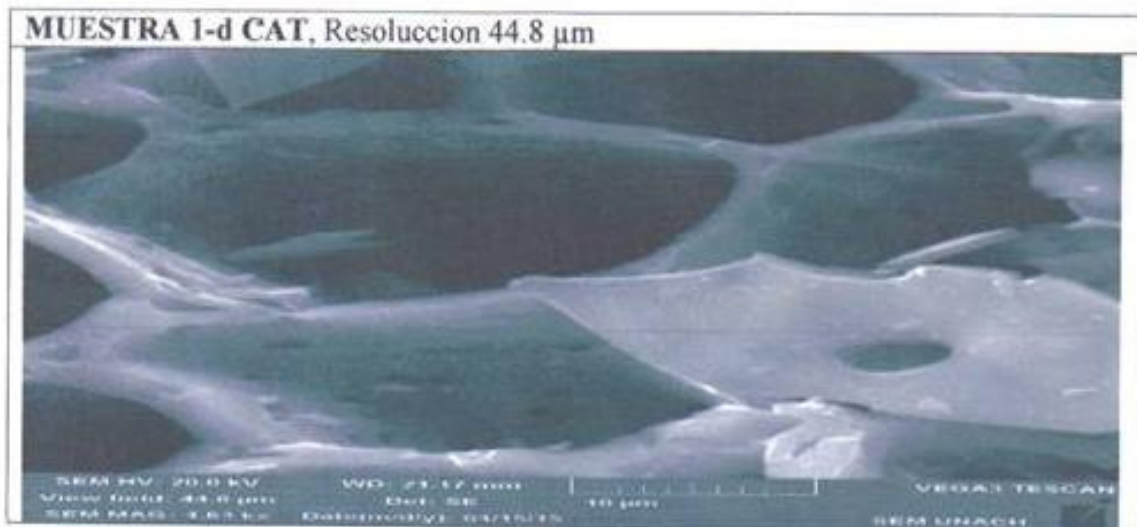
En la imagen 22 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.23 mm, se observa que presenta una porosidad significativa.

Imagen 23 Carbón activado de tusa



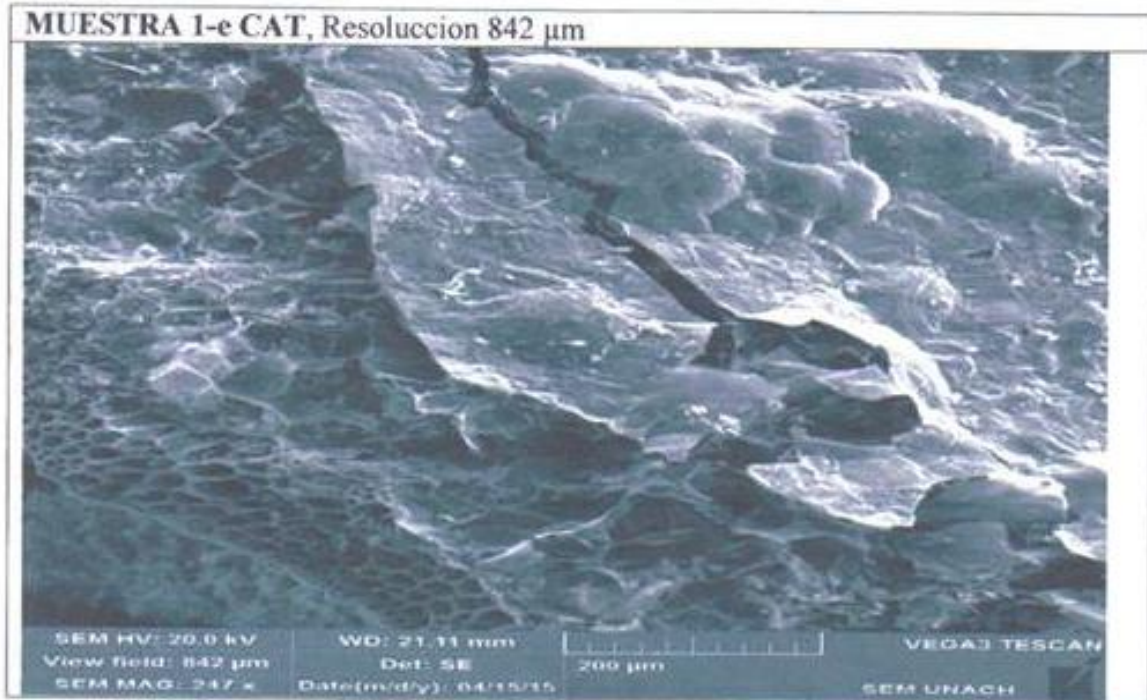
En la imagen 23 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.18 mm, la porosidad que presenta se prosigue a medir el diámetro de los poros

Imagen 24 Carbón activado de tusa



En la imagen 24 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.17 mm, la porosidad que presenta cada una de las cavidades, poseen otros poros pequeños.

Imagen 25 Carbón activado de tusa



En la imagen 25 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.11 mm se puede observar las capas que se presentan. .

Imagen 26 Carbón activado de tusa



En la imagen 26 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.22 mm, se puede observar que desde la parte superior se presentala forma de un panal de abejas.

Cuadro1. Resultados generales del análisis del olote o tusa de maíz.

Muestras	Estructura	Forma	Diámetro de los poros
Muestra 1 (Diámetro:9,5mm)	Asimétrica	Irregular	
Muestra 2 (Diámetro:4,5mm)	Rugosa	Irregular	
Muestra 3 (Diámetro:2,36mm)	Rugosa	Irregular	
Muestra 4 (Diámetro:2,00mm)	Ligeramente Lisa	Irregular	
Muestra 5 (Diámetro:1,18mm)	Porosa	Irregular	
Muestra 6 (Diámetro:0,425mm)	Rugosa	Irregular	41,17µm
Muestra 7 (Diámetro:0,25mm)	Porosa	Irregular (panal de abejas)	12,34µm
Carbón Activado de Tusa (CAT)	Irregular	Panal de abejas	6,764µm

NOTA: La muestra del olote o tusa de maizpresenta varios tamaños al ser triturada, las partículas grandes de tusa sondificiles de divisar la presencia de los poros y su tamaño y cuando las partículas de tusa son pequeñas la mayoría de sus poros son de fácil observación a través del microscopio electrónico de barrido.

Bibliografía:

1. Consejo superior de investigaciones técnicas CSIC, Instituto de ciencias de materiales de Madrid, Laboratorio de Microscopia FE-SEM, disponible en <http://www.icmm.csic.es/divulgacion/posters/TEC-Microscopia%20Electronica%20de%20Barrido.pdf>

Anexo 5: Imágenes fotográficas del proceso de trituración.

Procedimiento para realizar la tritura ración la tusa.

Luego de haber obtenido el olote de maíz, se procede al llevar a la máquina trituradora.



Incorporar el olote de maíz.



Obtencion del material triturado.



Transporte del material.



Anexo 6: Imágenes fotográficas del proceso tamizado.

Proceso de tamizado.



Se colocó de los tamices los siguientes: 3/2, 4, 8, 10, 16, 40, 60. Y se prendió la maquina tamizadora por 15 min, quedo en cada uno de estos tamices obteniendo del tamiz número 3/2 con un tamaño de partícula de 9,5 mm y un porcentaje de 8,919; del tamiz número 4 con un tamaño de partícula de 4,5 mm y un porcentaje de 41,619, el tamiz número 8 con un tamaño de partícula de 2,36 mm y un porcentaje de 33,088, del tamiz número 10 con un tamaño de partícula de 2 mm y un porcentaje de 3,421, del tamiz número 16 con un tamaño de partícula de 1,18 mm y un porcentaje de 6,262, del tamiz número 40 con un tamaño de partícula de 0,425 mm y un porcentaje de 3,836, del tamiz número 60 con un tamaño de partícula de 0,25 mm y un porcentaje de 0,439 y un residuo de 0,04. Luego de esto se recolecto de cada tamiz en una funda plástica el resultante.

Anexo 7: Informe de resultados de laboratorio (prototipo).



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 001 – 15

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Srta. Nicol Torres

Srta. Karla Gaibor

DIRECCIÓN: Ayacucho y Vicente Rocafuerte

TELÉFONO: 0980881653

0995811723

IDENTIFICACIÓN: El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MÉTODOS UTILIZADOS:

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

Verde Oscuro							
Parámetros	Método/Procedimiento	Unidades	Muestra Inicial	3 horas	T2	8 horas	T2
pH	PE-LSA-01	[H+]	5,56		5,86		5,741
Conductividad	PE-LSA-02	ms/cm	3,64		6,68		6,60
Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS4500-O-G mod	ppm	2,52		3,10		3,08
Color	STANDARD METHODS 2120 C	unit ptCo (Upt-co)	3400		1100		800
Color		Porcentaje de retención (%)			67,64		76,47
Color		Porcentaje no retenido (%)			32,35		23,52

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAJ.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color		Porcentaje no retenido (%)			32,35	23,52
-------	--	----------------------------	--	--	-------	-------

NOTA: Dilución x 50 ml

Verde Oscuro							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2		TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,56	3 horas	5,75	8 horas	5,82
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,64		6,66		5,80
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	2,52		3,21		2,10
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3400		1250		1100
Color	Porcentaje de retención (%)				63,24		67,65
Color	Porcentaje no retenido (%)				36,76		32,35

NOTA: Dilución x 50 ml

Verde Oscuro							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3		T3
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,56	3 horas	4,831	8 horas	4,423
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,64		6,86		7,20
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	2,52		1,25		1,31
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3400		1330		1700
Color	Porcentaje de retención (%)				60,88		50
Color	Porcentaje no retenido (%)				39,12		50

NOTA: Dilución x 10 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Verde Oscuro								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3		TP3	
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,56	3 horas	5,005	8 horas	4,772	25 horas
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,64		6,92		7,06	
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,52		2,16		1,24	
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3400		1510		1400	
Color	Porcentaje de retención (%)				44,41		58,82	
Color	Porcentaje no retenido (%)				55,59		41,18	
								4,429
								7,24
								1,22
								1340
								60,59
								39,41

NOTA: Dilución x 10 ml

Verde Lechuga								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3		T3	
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,592	22 horas	5,422	27 horas	5,011	45 horas
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62		6,04		5,67	
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12		1,02		0,35	
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350		1700		4210	
Color	Porcentaje de retención (%)				74,22		70,76	
Color	Porcentaje no retenido (%)				25,78		29,34	
								4,755
								5,80
								0,24
								4300
								70,03
								29,97

NOTA: Dilución x 10 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Verde Lechuga							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		TP3		TP3
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,592	22 horas	5,576	27 horas	5,384
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62		6,79		5,80
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12		1,08		0,44
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350		3870		4020
Color	Porcentaje de retención (%)				73,03		71,99
Color	Porcentaje no retenido (%)				26,97		28,01
						45 horas	TP3
							5,064
							6,18
							0,29
							3900
							72,82
							27,18

NOTA: Dilución x 10 ml

Verde Lechuga							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		T2		T2
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,592	18 horas	5,252	23 horas	5,221
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62		6,26		6,18
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12		0,30		0,28
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350		9600		7800
Color	Porcentaje de retención (%)				23,10		45,64
Color	Porcentaje no retenido (%)				66,90		54,36
						41 horas	T2
							5,101
							6,44
							0,38
							7000
							51,22
							48,78

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Verde Lechuga							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2	TP2	TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,592	18 horas	5,252	5,340	5,365
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62		6,63	6,56	6,68
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12		0,29	0,27	0,37
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350		12300	7850	5700
Color	Porcentaje de retención (%)				14,29	45,30	60,28
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,71	54,70	39,72

NOTA: Dilución x 50 ml

ROJO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2	T2	T2
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,350	22 horas	5,556	5,011	4,702
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76		5,59	6,07	5,92
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,95		1,06	0,71	0,50
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250		3080	3050	2900
Color	Porcentaje de retención (%)				50,72	51,2	53,6
Color	Porcentaje no retenido (%)				49,28	48,8	46,4

NOTA: Dilución x 10 ml

ROJO									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	22 horas	TP2	27 horas	TP2	45 horas	TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,350	22 horas	5,390	27 horas	4,896	45 horas	4,782

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76	6,22	5,69	6,21
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,95	0,71	0,77	0,72
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250	3580	2780	3040
Color	Porcentaje de retención (%)			42,72	55,52	51,36
Color	Porcentaje no retenido (%)			57,28	44,48	48,64

NOTA: Dilución x 10 ml

ROJO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3	T3	T3
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,350		5,071	4,621	4,441
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76		5,53	5,63	5,77
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,95	22 horas	0,83	0,68	1,00
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250		3280	2320	2770
Color	Porcentaje de retención (%)				47,52	62,88	55,68
Color	Porcentaje no retenido (%)				52,48	37,12	44,32

NOTA: Dilución x 10 ml

ROJO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3	TP3	TP3
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,350	22 horas	4,723	4,570	4,466
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76		5,95	5,78	5,67

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,95	0,96	0,70	0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250	2700	3370	2020
Color	Porcentaje de retención (%)			56,8	46,08	67,68
Color	Porcentaje no retenido (%)			43,2	53,92	32,32

NOTA: Dilución x 10 ml

HABANO								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		T2	T2	T2	
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,427	18 horas	5,381	5,296	4,741	
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340		4,92	5,00	5,29	
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,96		23 horas	0,91	0,42	0,91
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450			5700	7350	4550
Color	Porcentaje de retención (%)					45,46	29,65	56,46
Color	Porcentaje no retenido (%)				54,54	70,33	43,54	

NOTA: Dilución x 50 ml

HABANO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		TP2	TP2	TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,427	18 horas	6,172	4,807	4,601
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340		4,90	4,81	5,18
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,96		23 horas	1,00	0,80

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 001 – 15

Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450	7100	8000	5850
Color	Porcentaje de retención (%)			32,04	23,44	44,02
Color	Porcentaje no retenido (%)			67,94	56,55	55,98

NOTA: Dilución x 50 ml

HABANO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3	T3	T3
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,427		6,114	5,417	4,835
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340		3,41	3,80	3,87
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96	18 horas	0,34	0,32	0,27
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450		6750	6950	5900
Color	Porcentaje de retención (%)				35,41	33,49	43,54
Color	Porcentaje no retenido (%)				64,59	66,51	56,46

NOTA: Dilución x 50 ml

HABANO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3	TP3	TP3
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,427		6,173	5,779	5,238
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340		4,73	4,74	4,71
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96	18 horas	0,35	0,37	0,31
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450		6700	8400	5900
Color	Porcentaje de retención (%)				35,89	19,62	43,54

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color	Porcentaje no retenido (%)			64,11		80,38	56,46
-------	----------------------------	--	--	-------	--	-------	-------

NOTA: Dilución x 50 ml

NEGRO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2		T2
pH	[H+]	PE-LSA-01	4,567	18 horas	4,993	23 horas	5,075
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	5,23		7,52		7,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		1,86		1,48
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		2750		1600
Color	Porcentaje de retención (%)				47,62		69,52
Color	Porcentaje no retenido (%)				52,38		30,48

NOTA: Dilución x 50 ml

NEGRO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2		TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	4,567	18 horas	5,361	23 horas	5,109
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	5,23		8,01		7,43
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		1,79		1,46
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		4050		2500
Color	Porcentaje de retención (%)				22,86		53,38
Color	Porcentaje no retenido (%)				77,14		47,62

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



NEGRO							
	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		T3		T3
pH	[H+]	PE-LSA-01	4,567	18 horas	4,973	23 horas	4,987
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	5,23		7,60		7,46
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		1,40		1,54
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		3100		2200
Color	Porcentaje de retención (%)				40,95		58,10
Color	Porcentaje no retenido (%)				59,05		41,90
						41 horas	T3
							5,035
							7,49
							1,23
							2250
							57,14
							42,86

NOTA: Dilución x 50 ml

NEGRO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		TP3		TP3
pH	[H+]	PE-LSA-01	4,567	18 horas	5,128	23 horas	4,944
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	5,23		8,01		7,47
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		1,44		1,17
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		3750		3000
Color	Porcentaje de retención (%)				28,57		42,86
Color	Porcentaje no retenido (%)				71,43		57,14
						41 horas	TP3
							5,113
							8,41
							1,20
							2550
							51,43
							48,57

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



VERDE MILITAR					
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	24 horas	TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,582		4,035
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,19		8,08
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,09		1,09
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	13100		5050
Color	Porcentaje de retención (%)				61,45
Color	Porcentaje no retenido (%)				38,55

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE MILITAR					
	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	T2
pH	[H+]	6,582	PE-LSA-01		4,037
Conductividad	ms/cm	2,19	PE-LSA-02		8,76
Oxígeno Disuelto	ppm	1,09	STANDARD METHODS4500-O-G mod		1,04
Color	unit ptCo (Upt-co)	13100	STANDARD METHODS 2120 C		7850
Color	Porcentaje de retención (%)				40,08
Color	Porcentaje no retenido (%)				59,92

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE MILITAR									
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas		29 horas		47 horas	
				T3	T3	T3	T3	T3	
pH	[H+]	6,582	PE-LSA-01	5,221	5,543	5,543	5,543	4,030	4,030

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Conductividad	us/cm	2,19	PE-LSA-02	5,55	5,29	5,42
Oxígeno Disuelto	ppm	1,09	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,94	1,36	1,29
Color	unit ptCo (Upt-co)	13100	STANDARD METHODS 2120 C	10200	8900	8150
Color	Porcentaje de retención (%)			22,14	32,06	37,79
Color	Porcentaje no retenido (%)			77,86	67,94	62,21

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE MILITAR						
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	TP3	TP3	TP3
pH	[H+]	6,582	PE-LSA-01	4,958	5,254	3,962
Conductividad	us/cm	2,19	PE-LSA-02	5,40	5,98	5,96
Oxígeno Disuelto	ppm	1,09	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,80	1,03	1,27
Color	unit ptCo (Upt-co)	13100	STANDARD METHODS 2120 C	11200	10800	7800
Color	Porcentaje de retención (%)			14,50	17,56	40,46
Color	Porcentaje no retenido (%)			85,50	82,44	59,54

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE OLIVA					
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	T2	
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,648	3,914	24 horas
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,94	9,889	

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,07	1,06
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	48100	13600
Color	Porcentaje de retención (%)			71,73
Color	Porcentaje no retenido (%)			28,27

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE OLIVA					
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	24 horas	TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,648		3,890
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,94		9,69
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,07		0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	48100		14550
Color	Porcentaje de retención (%)				69,75
Color	Porcentaje no retenido (%)				30,25

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE OLIVA					
Parámetros	Unidades	Muestra Inicial	Método/Procedimiento	24 horas	T3
pH	[H+]	7,648	PE-LSA-01		3,934
Conductividad	ms/cm	3,94	PE-LSA-02		7,67
Oxígeno Disuelto	ppm	1,07	STANDARD METHODS4500-O-G mod		1,03
Color	unit ptCo (Upt-co)	48100	STANDARD METHODS 2120 C		10500
Color	Porcentaje de retención (%)				78,17
Color	Porcentaje no retenido (%)				21,83

NOTA: Dilución x 50 ml

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



VERDE OLIVA					
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	TP3
pH	[H+]	7,648	PE-LSA-01		6,247
Conductividad	ms/cm	3,94	PE-LSA-02		4,90
Oxígeno Disuelto	ppm	1,07	STANDARD METHODS4500-O-G mod		0,82
Color	unit ptCo (Upt-co)	48100	STANDARD METHODS 2120 C		16050
Color	Porcentaje de retención (%)				66,63
Color	Porcentaje no retenido (%)				33,37

NOTA: Dilución x 50 ml

VINO									
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	T3	29 horas	T3	47 horas	T3
pH	[H+]	6,784	PE-LSA-01		4,950		4,581		3,981
Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02		6,13		6,22		6,34
Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS4500-O-G mod		0,73		0,98		1,16
Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C		22500		22200		11250
Color	Porcentaje de retención (%)				66,74		67,18		83,37
Color	Porcentaje no retenido (%)				33,26		32,82		16,63

NOTA: Dilución x 150 ml

VINO									
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	TP3	29 horas	TP3	47	TP3
pH	[H+]	6,784	PE-LSA-01		5,442		5,223		4,113

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02	6,52	5,93	5,75
Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,24	0,92	1,15
Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C	20400	23700	14850
Color	Porcentaje de retención (%)			69,84	64,97	78,05
Color	Porcentaje no retenido (%)			30,16	35,03	21,95

NOTA: Dilución x 150 ml

VINO						
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	T2	T2	T2
pH	[H+]	6,784	PE-LSA-01	5,349	5,184	4,012
Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02	7,67	7,75	7,40
Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,97	0,62	1,07
Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C	18750	21300	16950
Color	Porcentaje de retención (%)			72,28	68,51	74,94
Color	Porcentaje no retenido (%)			27,72	31,49	25,06

NOTA: Dilución x 150 ml

VINO						
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	TP2	TP2	TP2
pH	[H+]	6,784	PE-LSA-01	5,559	5,391	3,929
Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02	7,66	6,95	8,32

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizad(a)s.
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,04	0,80	1,25
Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C	18750	24750	16800
Color	Porcentaje de retención (%)			72,28	63,41	75,17
Color	Porcentaje no retenido (%)			27,72	36,59	24,83

NOTA: Dilución x 150 ml

CELESTE						
Parámetros	Unidades	Muestra Inicial	Método/Procedimiento	T3	T3	T3
pH	[H+]	7,330	PE-LSA-01	6,145	6,092	3,999
Conductividad	ms/cm	1295 us/cm	PE-LSA-02	3,99	3,89	4,49
Oxígeno Disuelto	ppm	1,44	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,54	1,38	1,36
Color	unit ptCo (Upt-co)	11050	STANDARD METHODS 2120 C	6950	5658	5100
Color	Porcentaje de retención (%)			37,10	48,87	53,85
Color	Porcentaje no retenido (%)			62,90	51,13	46,15

NOTA: Dilución x 50 ml

CELESTE						
Parámetros	Unidades	Muestra Inicial	Método/Procedimiento	TP3	TP3	TP3
pH	[H+]	7,330	PE-LSA-01	5,865	4,30	3,963
Conductividad	ms/cm	1295 us/cm	PE-LSA-02	5,36	1,32	4,62

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Oxígeno Disuelto	ppm	1,44	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,35	1,30	1,40
Color	unit ptCo (Upt-co)	11050	STANDARD METHODS 2120 C	7450	8900	5500
Color	Porcentaje de retención (%)			32,58	19,46	50,23
Color	Porcentaje no retenido (%)			67,42	80,54	49,77

NOTA: Dilución x 50 ml

CELESTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2	T2	T2
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,330	5 horas	6,051	5,962	4,007
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1295 us/cm		5,43	5,52	6,40
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,44		1,42	1,27	1,20
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050		8250	7700	7700
Color	Porcentaje de retención (%)				25,34	30,32	30,32
Color	Porcentaje no retenido (%)			64,46	69,68	69,68	

NOTA: Dilución x 50 ml

CELESTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2	TP2	TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,330	5 horas	5,894	5,966	3,942
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1295 us/cm		6,34	5,52	5,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,44		1,47	1,37	1,15
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050		7750	7950	8400

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color	Porcentaje de retención (%)			29,86	28,05	23,98
Color	Porcentaje no retenido (%)			70,14	71,95	77,02

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE FOSFORESCENTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2		T2
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897	24 horas	4,988	29 horas	4,692
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm		6,72		6,81
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		1,11		0,72
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		2600		3400
Color	Porcentaje de retención (%)				89,21		85,89
Color	Porcentaje no retenido (%)				10,79		14,11
							7,29
							1,26
							5300
							78,01
							21,99

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE FOSFORESCENTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2		TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897	24 horas	5,350	29 horas	5,125
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm		7,35		6,40
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		0,74		0,70
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		4500		4200
Color	Porcentaje de retención (%)				81,33		82,57
Color	Porcentaje no retenido (%)				18,67		17,43
							6,88
							1,28
							6250
							74,07
							25,93

NOTA: Dilución x 50 ml

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



VERDE FOSFORECENTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3		T3
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897	24 horas	4,948	29 horas	4,577
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm		5,29		5,86
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		0,45		0,84
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		3500		6100
Color	Porcentaje de retención (%)				85,27		74,69
Color	Porcentaje no retenido (%)				14,73		25,31
							3,962
							6,24
							1,22
							6800
							71,78
							28,22

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE FOSFORECENTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3		TP3
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897	24 horas	4,618	29 horas	4,508
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm		6,62		5,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		1,50		0,70
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		4500		6250
Color	Porcentaje de retención (%)				81,12		74,07
Color	Porcentaje no retenido (%)				18,88		25,63
							4,129
							5,42
							1,17
							4300
							82,16
							17,84

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



CAFE										
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento		TT	TT	TT	TT	TT	TT
pH	[H+]	6,907	PE-LSA-01		6,443	5,362	5,201	4,707	7,64	4,673
Conductividad	ms/cm	2,07	PE-LSA-02		4,26	4,76	4,68	4,52	4,74	4,52
Oxígeno Disuelto	ppm	1,08	STANDARD METHODS 500-O-G mod		1,45	0,83	0,92	1,05	0,87	0,83
Color	unit ptCo (Upt-co)	57250	STANDARD METHODS 2120 C	3 horas	27850	15750	15750	11950	11150	11100
Color	Porcentaje de retención (%)				51,35	72,49	72,49	79,13	80,52	80,61
Color	Porcentaje no retenido (%)				48,65	27,51	27,51	20,87	19,48	19,39

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



PLOMO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	16 horas	TT	18 horas	TT
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,231		5,640		5,490
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	6,57		5,19		5,36
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,14		0,83		0,88
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	3,33		3,63		3,73
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2260		2150		2750
Color	Porcentaje de retención (%)				4,87		
Color	Porcentaje no retenido (%)				95,13		121,68

NOTA: Dilución x 10 ml

ROSADO									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial	3 horas	TT	19 horas	TT	21 horas	TT
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,505		6,609		5,785		5,536
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		3,70		4,02		4,08
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,84		1,11		0,74		0,91
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		2600		2300		2050
Color	Porcentaje de retención (%)			7,14	17,86	26,79			
Color	Porcentaje no retenido (%)			92,86	82,14	73,21			

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



CAFE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial	16 horas	TTP	18 horas	TTP
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,907		5,600		5,531
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,07		8,97		8,22
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,08		0,98		1,02
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		14250		11000
Color	Porcentaje de retención (%)				75,11		80,79
Color	Porcentaje no retenido (%)				24,89		19,21

NOTA: Dilución x 50 ml

ROSADO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial	16 horas	TTP	18 horas	TTP
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,505		5,828		5,793
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		7,90		7,42
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,84		0,91		0,90
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		1900		2800
Color	Porcentaje de retención (%)				32,14		
Color	Porcentaje no retenido (%)				67,86		100

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



PLOMO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TTP		TTP
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,231	16 horas	5,629	18 horas	5,641
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	6,57		8,51		8,20
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,14		0,92		1,01
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	3,33		5,96		5,81
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2260		1710		2320
Color	Porcentaje de retención (%)				25,34		41,59
Color	Porcentaje no retenido (%)				75,66		58,41

NOTA: Dilución x 10 ml

LILA							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TTP		TTP
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,219	16 horas	5,678	18 horas	5,709
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		8,49		8,85
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,89		1,02		1,11
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		11100		12350
Color	Porcentaje de retención (%)				0,45		
Color	Porcentaje no retenido (%)				99,55		110,76

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



CAFE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		2,3TP		2,3TP
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,907	16 horas	5,588	18 horas	5,540
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,07		7,96		6,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,08		1,01		1,04
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		12950		11800
Color	Porcentaje de retención (%)				77,38		79,39
Color	Porcentaje no retenido (%)				22,62		20,61

NOTA: Dilución x 50 ml

ROSADO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		2,3TP		2,3TP
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,505	16 horas	5,854	18 horas	5,858
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		6,85		6,32
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,84		1,01		0,96
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		2400		1850
Color	Porcentaje de retención (%)				14,29		33,93
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,71		66,07

NOTA: Dilución x 50 ml

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



PLOMO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3TP		2,3TP
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,231	16 horas	5,616	18 horas	5,618
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	6,57		7,66		7,39
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,14		0,97		0,97
Solidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	3,33		5,38		5,16
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2260		1930		1430
Color	Porcentaje de retención (%)				14,60		36,73
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,40		63,27

NOTA: Dilución x 10 ml

LILA							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3TP		2,3TP
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,219	16 horas	5,760	18 horas	5,727
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		7,38		6,72
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,89		1,05		1,03
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		9800		10250
Color	Porcentaje de retención (%)				12,11		8,07
Color	Porcentaje no retenido (%)				87,89		91,93

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



COLOR TOTAL							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TTP _{CT}		TTP _{CT}
pH	[H+]	PE-LSA-01	8,263	17 horas	5,719	20 horas	5,642
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		6,01		5,94
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,10		1,13
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	917		1,14		4,16
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600		2550		1800
Color	Porcentaje de retención (%)				9,81		30,77
Color	Porcentaje no retenido (%)				90,19		69,23

NOTA: Dilución x 50 ml

COLOR TOTAL							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TT _{CT}		TT _{CT}
pH	[H+]	PE-LSA-01	8,263	17 horas	5,803	20 horas	5,600
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		4,87		4,89
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,22		1,10
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	917		3,43		3,39
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600		2400		1400
Color	Porcentaje de retención (%)				7,69		46,15
Color	Porcentaje no retenido (%)				93,31		53,85

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



COLOR TOTAL							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3TP _{CT}	2,3TP _{CT}	2,3TP _{CT}
pH	[H+]	PE-LSA-01	8,263	17 horas	5,694	5,568	4,174
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		5,77	5,78	6,13
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,24	1,17	0,72
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	917		4,04	3,98	4,28
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600		2250	1100	4250
Color	Porcentaje de retención (%)				13,46	57,69	
Color	Porcentaje no retenido (%)				86,54	42,31	178,85

NOTA: Dilución x 50 ml

COLOR TOTAL							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3T _{CT}	2,3T _{CT}	2,3T _{CT}
pH	[H+]	PE-LSA-01	8,263	17 horas	5,911	5,745	4,261
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		4,46	4,51	0,07 us/cm
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,04	1,07	0,73
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	917		3,14	3,15	3,45
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600		1550	1550	4000

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color	Porcentaje de retención (%)				40,38		40,38		
Color	Porcentaje e no retenido (%)				59,62		59,62		153,85

NOTA: Dilución x 50 ml

CELESTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CA		CA
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,330		7,722		7,668
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1295 us/cm		1018 us/cm		9006
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,44	26 horas	1,17	45 horas	0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050		5400		4700
Color	Porcentaje de retención (%)				51,13		57,47
Color	Porcentaje no retenido (%)				48,87		42,53

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



CAFE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CA		CA
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,907	16 horas	7,869	18 horas	7,415
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	2,07		1918		1998
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,08		0,87		0,81
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		8600		4700
Color	Porcentaje de retención (%)				84,89		91,79
Color	Porcentaje no retenido (%)				15,02		8,21

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE FOSFORECENTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CA		CA
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897	20 horas	7,81	39 horas	7,518
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1777		1227		1293
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,86		1,10		0,84
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		4150		2550
Color	Porcentaje de retención (%)				82,78		89,42
Color	Porcentaje no retenido (%)				17,22		10,58

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LILA							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CV		CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,219	16 horas	7,747	25 horas	7,563
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		1651		1599
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,89		1,01		0,98
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		5100		6050
Color	Porcentaje de retención (%)				54,26		45,74
Color	Porcentaje no retenido (%)				45,74		54,26
						27 horas	CV
							7,351
							1582
							0,96
							6350
							43,05
							56,95

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE FOSFORESCENTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CV		CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897	3 horas	8,823	22 horas	9,336
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1777		4,31		2,27
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		1,25		1,10
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		23250		23650
Color	Porcentaje de retención (%)				3,53		1,87
Color	Porcentaje no retenido (%)				96,47		98,13

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



CELESTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	3 horas	CV	22 horas	CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,330		8,684		9,147
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1295		1108		1543
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,44		1,35		0,93
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050		11350		9300
Color	Porcentaje de retención (%)						15,84
Color	Porcentaje no retenido (%)				102,71		84,16

NOTA: Dilución x 50 ml

CAFE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	3 horas	CV	22 horas	CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,907		8,462		8,967
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	2,07		2,67		3,13
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,08		1,10		0,94
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		62300		51350
Color	Porcentaje de retención (%)						10,31
Color	Porcentaje no retenido (%)				108,82		89,69

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



VINO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial	3 horas	CV	22 horas	CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,784				8,690
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	2,77		2,16		2,72
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,80		1,12		0,80
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	67650		68700		62700
Color	Porcentaje de retención (%)						7,32
Color	Porcentaje no retenido (%)				101,55		92,68

NOTA: Dilución x 150 ml

ROSADO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial	3 horas	CV	22 horas	CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,505				9,227
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		2,04		2,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,84		1,17		0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		9450		6650
Color	Porcentaje de retención (%)						
Color	Porcentaje no retenido (%)				337,5		237,5

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.




LILA							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CV		CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,219	3 horas	8,997	22 horas	9,336
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		2,37		3,37
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,89		1,17		1,02
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		18600		18800
Color	Porcentaje de retención (%)						
Color	Porcentaje no retenido (%)				166,82		168,61

NOTA: Dilución x 50 ml

Nota: Las responsables de realizar los analisis fueron las tesisistas del proyecto, con la colaboracion tecnica del Dr. Juan Carlos Lara.

Karla Gaibor Velasco
TESISTA

Nicole Torres Tapia
TESISTA


Dr. Juan Carlos Lara R.
SUPERVISOR

RESPONSABLE TÉCNICO L.S.A.

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizad(a)s.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Srta. Nicol Torres
 Srta. Karla Gaibor
DIRECCIÓN: Ayacucho y Vicente Rocafuerte
TELÉFONO: 0980881653
 0995811723

IDENTIFICACIÓN: El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MÉTODOS UTILIZADOS:

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

Verde Oscuro							
Parámetros	Método/Procedimiento	Unidades	Muestra inicial		T2		T2
pH	PE-LSA-01	[H+]	5,56	3 horas	5,86	8 horas	5,741
Conductividad	PE-LSA-02	ms/cm	3,64		6,68		6,60
Oxígeno Disuelto	STÁNDAR METHODS4500-O-G mod	ppm	2,52		3,10		3,08
Color	STANDARD METHODS 2120 C	unit ptCo (Upt-co)	3400		1100		800
Color		Porcentaje de retención (%)			67,64		76,47
Color		Porcentaje no retenido (%)			32,35		23,52

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 001 – 15

Color		Porcentaje no retenido (%)			32,35	23,52
-------	--	----------------------------	--	--	-------	-------

NOTA: Dilución x 50 ml

Verde Oscuro							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2		TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,56	3 horas	5,75	8 horas	5,82
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,64		6,66		5,80
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	2,52		3,21		2,10
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3400		1250		1100
Color	Porcentaje de retención (%)				63,24		67,65
Color	Porcentaje no retenido (%)				36,76		32,35

NOTA: Dilución x 50 ml

Verde Oscuro							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3		T3
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,56	3 horas	4,831	8 horas	4,423
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,64		6,86		7,20
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	2,52		1,25		1,31
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3400		1330		1700
Color	Porcentaje de retención (%)				60,88		50
Color	Porcentaje no retenido (%)				39,12		50

NOTA: Dilución x 10 ml

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Verde Oscuro							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3		TP3
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,56	3 horas	5,005	8 horas	4,77 2
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,64		6,92		7,06
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,52		2,16		1,24
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3400		1510		1400
Color	Porcentaje de retención (%)				44,41		58,8 2
Color	Porcentaje no retenido (%)				55,59		41,1 8
							60,5 9
							39,4 1

NOTA: Dilución x 10 ml

Verde Lechuga							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3		T3
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,592	22 horas	5,422	27 horas	5,011
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62		6,04		5,67
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12		1,02		0,35
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350		1700		4210
Color	Porcentaje de retención (%)				74,22		70,76
Color	Porcentaje no retenido (%)				25,78		29,34
							70,03
							29,97

NOTA: Dilución x 10 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Verde Lechuga							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3		TP3
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,592	22 horas	5,576	27 horas	5,384
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62		6,79		5,80
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12		1,08		0,44
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350		3870		4020
Color	Porcentaje de retención (%)				73,03		71,99
Color	Porcentaje no retenido (%)				26,97		28,01

NOTA: Dilución x 10 ml

Verde Lechuga							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2		T2
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,592	18 horas	5,252	23 horas	5,221
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62		6,26		6,18
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12		0,30		0,28
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350		9600		7800
Color	Porcentaje de retención (%)				23,10		45,64
Color	Porcentaje no retenido (%)				66,90		54,36

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Verde Lechuga							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		TP2	TP2	TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,592	18 horas	5,252	5,340	5,365
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,62		6,63	6,56	6,68
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	2,12		0,29	0,27	0,37
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	14350		12300	7850	5700
Color	Porcentaje de retención (%)				14,29	45,30	60,28
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,71	54,70	39,72
						23 horas	41 horas

NOTA: Dilución x 50 ml

ROJO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		T2	T2	T2
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,350	22 horas	5,556	5,011	4,702
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76		5,59	6,07	5,92
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,95		1,06	0,71	0,50
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250		3080	3050	2900
Color	Porcentaje de retención (%)				50,72	51,2	53,6
Color	Porcentaje no retenido (%)				49,28	48,8	46,4
						27 horas	45 horas

NOTA: Dilución x 10 ml

ROJO									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial	22 horas	TP2	27 horas	TP2	45 horas	TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,350		5,390		4,896		4,782

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Nº SE: 001 – 15

Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76	6,22	5,69	6,21
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,95	0,71	0,77	0,72
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250	3580	2780	3040
Color	Porcentaje de retención (%)			42,72	55,52	51,36
Color	Porcentaje no retenido (%)			57,28	44,48	48,64

NOTA: Dilución x 10 ml

ROJO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3	T3	T3
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,350		5,071	4,621	4,441
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76		5,53	5,63	5,77
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,95	22 horas	0,83	0,68	1,00
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250		3280	2320	2770
Color	Porcentaje de retención (%)				47,52	62,88	55,68
Color	Porcentaje no retenido (%)				52,48	37,12	44,32

NOTA: Dilución x 10 ml

ROJO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3	TP3	TP3
pH	[H+]	PE-LSA-01	5,350	22 horas	4,723	4,570	4,466
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,76		5,95	5,78	5,67

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,95	0,96	0,70	0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	6250	2700	3370	2020
Color	Porcentaje de retención (%)			56,8	46,08	67,68
Color	Porcentaje no retenido (%)			43,2	53,92	32,32

NOTA: Dilución x 10 ml

HABANO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		T2	T2	T2
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,427	18 horas	5,381	5,296	4,741
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340		4,92	5,00	5,29
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,96		0,91	0,42	0,91
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450		5700	7350	4550
Color	Porcentaje de retención (%)				45,46	29,65	56,46
Color	Porcentaje no retenido (%)				54,54	70,33	43,54

NOTA: Dilución x 50 ml

HABANO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		TP2	TP2	TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,427	18 horas	6,172	4,807	4,601
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340		4,90	4,81	5,18
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,96		1,00	0,80	1,18

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450	7100	8000	5850
Color	Porcentaje de retención (%)			32,04	23,44	44,02
Color	Porcentaje no retenido (%)			67,94	56,55	55,98

NOTA: Dilución x 50 ml

HABANO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T3	T3	T3
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,427	18 horas	6,114	5,417	4,835
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340		3,41	3,80	3,87
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		0,34	0,32	0,27
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450		6750	6950	5900
Color	Porcentaje de retención (%)				35,41	33,49	43,54
Color	Porcentaje no retenido (%)				64,59	66,51	56,46
						23 horas	41 horas

NOTA: Dilución x 50 ml

HABANO								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP3	TP3	TP3	
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,427	18 horas	6,173	5,779	5,238	
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1340		4,73	4,74	4,71	
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		0,35	0,37	0,31	
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	10450		6700	8400	5900	
Color	Porcentaje de retención (%)				35,89	19,62	43,54	
						23 horas	41 horas	

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color	Porcentaje no retenido (%)			64,11	80,38	56,46
-------	----------------------------	--	--	-------	-------	-------

NOTA: Dilución x 50 ml

NEGRO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2		T2
pH	[H+]	PE-LSA-01	4,567	18 horas	4,993	23 horas	5,075
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	5,23		7,52		7,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,96		1,86		1,48
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		2750		1600
Color	Porcentaje de retención (%)				47,62		69,52
Color	Porcentaje no retenido (%)				52,38		30,48

NOTA: Dilución x 50 ml

NEGRO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2		TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	4,567	18 horas	5,361	23 horas	5,109
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	5,23		8,01		7,43
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,96		1,79		1,46
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		4050		2500
Color	Porcentaje de retención (%)				22,86		53,38
Color	Porcentaje no retenido (%)				77,14		47,62

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



NEGRO									
	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	18 horas	T3	23 horas	T3	41 horas	T3
pH	[H+]	PE-LSA-01	4,567		4,973		4,987		5,035
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	5,23		7,60		7,46		7,49
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		1,40		1,54		1,23
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		3100		2200		2250
Color	Porcentaje de retención (%)				40,95		58,10		57,14
Color	Porcentaje no retenido (%)				59,05		41,90		42,86

NOTA: Dilución x 50 ml

NEGRO									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	18 horas	TP3	23 horas	TP3	41 horas	TP3
pH	[H+]	PE-LSA-01	4,567		5,128		4,944		5,113
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	5,23		8,01		7,47		8,41
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,96		1,44		1,17		1,20
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	5250		3750		3000		2550
Color	Porcentaje de retención (%)				28,57		42,86		51,43
Color	Porcentaje no retenido (%)				71,43		57,14		48,57

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



VERDE MILITAR					
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	24 horas	TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,582		4,035
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,19		8,08
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,09		1,09
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	13100		5050
Color	Porcentaje de retención (%)				61,45
Color	Porcentaje no retenido (%)				38,55

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE MILITAR					
	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	T2
pH	[H+]	6,582	PE-LSA-01		4,037
Conductividad	ms/cm	2,19	PE-LSA-02		8,76
Oxígeno Disuelto	ppm	1,09	STANDARD METHODS4500-O-G mod		1,04
Color	unit ptCo (Upt-co)	13100	STANDARD METHODS 2120 C		7850
Color	Porcentaje de retención (%)				40,08
Color	Porcentaje no retenido (%)				59,92

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE MILITAR									
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	T3	29 horas	T3	47 horas	T3
					pH		[H+]		6,582

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Conductividad	us/cm	2,19	PE-LSA-02	5,55	5,29	5,42
Oxígeno Disuelto	ppm	1,09	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,94	1,36	1,29
Color	unit ptCo (Upt-co)	13100	STANDARD METHODS 2120 C	10200	8900	8150
Color	Porcentaje de retención (%)			22,14	32,06	37,79
Color	Porcentaje no retenido (%)			77,86	67,94	62,21

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE MILITAR							
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento		TP3		TP3
pH	[H+]	6,582	PE-LSA-01		4,958		5,254
Conductividad	us/cm	2,19	PE-LSA-02		5,40		5,98
Oxígeno Disuelto	ppm	1,09	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	24 horas	0,80	29 horas	1,03
Color	unit ptCo (Upt-co)	13100	STANDARD METHODS 2120 C		11200		10800
Color	Porcentaje de retención (%)				14,50		17,56
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,50		82,44
							47 horas
							1,27
							7800
							40,46
							59,54

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE OLIVA					
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		T2
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,648	24 horas	3,914
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,94		9,889

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,07	1,06
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	48100	13600
Color	Porcentaje de retención (%)			71,73
Color	Porcentaje no retenido (%)			28,27

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE OLIVA					
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial	24 horas	TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,648		3,890
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	3,94		9,69
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,07		0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	48100		14550
Color	Porcentaje de retención (%)				69,75
Color	Porcentaje no retenido (%)				30,25

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE OLIVA					
Parámetros	Unidades	Muestra Inicial	Método/Procedimiento	24 horas	T3
pH	[H+]	7,648	PE-LSA-01		3,934
Conductividad	ms/cm	3,94	PE-LSA-02		7,67
Oxígeno Disuelto	ppm	1,07	STANDARD METHODS4500-O-G mod		1,03
Color	unit ptCo (Upt-co)	48100	STANDARD METHODS 2120 C		10500
Color	Porcentaje de retención (%)				78,17
Color	Porcentaje no retenido (%)				21,83

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



VERDE OLIVA					
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	TP3
pH	[H+]	7,648	PE-LSA-01		6,247
Conductividad	ms/cm	3,94	PE-LSA-02		4,90
Oxígeno Disuelto	ppm	1,07	STANDARD METHODS4500-O-G mod		0,82
Color	unit ptCo (Upt-co)	48100	STANDARD METHODS 2120 C		16050
Color	Porcentaje de retención (%)				66,63
Color	Porcentaje no retenido (%)				33,37

NOTA: Dilución x 50 ml

VINO									
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	T3	29 horas	T3	47 horas	T3
pH	[H+]	6,784	PE-LSA-01		4,950		4,581		3,981
Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02		6,13		6,22		6,34
Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS4500-O-G mod		0,73		0,98		1,16
Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C		22500		22200		11250
Color	Porcentaje de retención (%)				66,74		67,18		83,37
Color	Porcentaje no retenido (%)				33,26		32,82		16,63

NOTA: Dilución x 150 ml

VINO									
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	24 horas	TP3	29 horas	TP3	47	TP3
pH	[H+]	6,784	PE-LSA-01		5,442		5,223		4,113

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02	6,52	5,93	5,75
Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,24	0,92	1,15
Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C	20400	23700	14850
Color	Porcentaje de retención (%)			69,84	64,97	78,05
Color	Porcentaje no retenido (%)			30,16	35,03	21,95

NOTA: Dilución x 150 ml

VINO						
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento	T2	T2	T2
pH	[H+]	6,784	PE-LSA-01	5,349	5,184	4,012
Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02	7,67	7,75	7,40
Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,97	0,62	1,07
Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C	18750	21300	16950
Color	Porcentaje de retención (%)			72,28	68,51	74,94
Color	Porcentaje no retenido (%)			27,72	31,49	25,06

NOTA: Dilución x 150 ml

VINO						
Parámetros	Unidades	Muestra Inicial	Método/Procedimiento	TP2	TP2	TP2
pH	[H+]	6,784	PE-LSA-01	5,559	5,391	3,929
Conductividad	us/cm	2,77	PE-LSA-02	7,66	6,95	8,32

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Oxígeno Disuelto	ppm	0,80	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,04	0,80	1,25
Color	unit ptCo (Upt-co)	67650	STANDARD METHODS 2120 C	18750	24750	16800
Color	Porcentaje de retención (%)			72,28	63,41	75,17
Color	Porcentaje no retenido (%)			27,72	36,59	24,83

NOTA: Dilución x 150 ml

CELESTE						
Parámetros	Unidades	Muestra Inicial	Método/Procedimiento	T3	T3	T3
pH	[H+]	7,330	PE-LSA-01	6,145	6,092	3,999
Conductividad	ms/cm	1295 us/cm	PE-LSA-02	3,99	3,89	4,49
Oxígeno Disuelto	ppm	1,44	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,54	1,38	1,36
Color	unit ptCo (Upt-co)	11050	STANDARD METHODS 2120 C	6950	5658	5100
Color	Porcentaje de retención (%)			37,10	48,87	53,85
Color	Porcentaje no retenido (%)			62,90	51,13	46,15

NOTA: Dilución x 50 ml

CELESTE						
Parámetros	Unidades	Muestra Inicial	Método/Procedimiento	TP3	TP3	TP3
pH	[H+]	7,330	PE-LSA-01	5,865	4,30	3,963
Conductividad	ms/cm	1295 us/cm	PE-LSA-02	5,36	1,32	4,62

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Oxígeno Disuelto	ppm	1,44	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,35	1,30	1,40
Color	unit ptCo (Upt-co)	11050	STANDARD METHODS 2120 C	7450	8900	5500
Color	Porcentaje de retención (%)			32,58	19,46	50,23
Color	Porcentaje no retenido (%)			67,42	80,54	49,77

NOTA: Dilución x 50 ml

CELESTE									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2		T2		T2
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,330	5 horas	6,051	6 horas	5,962	28 horas	4,007
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1295 us/cm		5,43		5,52		6,40
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,44		1,42		1,27		1,20
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050		8250		7700		7700
Color	Porcentaje de retención (%)				25,34		30,32		30,32
Color	Porcentaje no retenido (%)				64,46		69,68		69,68

NOTA: Dilución x 50 ml

CELESTE									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2		TP2		TP2
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,330	5 horas	5,894	6 horas	5,966	28 horas	3,942
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1295 us/cm		6,34		5,52		5,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,44		1,47		1,37		1,15
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050		7750		7950		8400

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color	Porcentaje de retención (%)			29,86		28,05		23,98
Color	Porcentaje no retenido (%)			70,14		71,95		77,02

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE FOSFORESCENTE									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		T2		T2		
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897	24 horas	4,988	29 horas	4,692	51 horas	
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm		6,72		6,81		7,29
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		1,11		0,72		1,26
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		2600		3400		5300
Color	Porcentaje de retención (%)				89,21		85,89		78,01
Color	Porcentaje no retenido (%)				10,79		14,11		21,99

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE FOSFORESCENTE									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TP2		TP2		
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897	24 horas	5,350	29 horas	5,125	51 horas	
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm		7,35		6,40		6,88
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		0,74		0,70		1,28
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		4500		4200		6250
Color	Porcentaje de retención (%)				81,33		82,57		74,07
Color	Porcentaje no retenido (%)				18,67		17,43		25,93

NOTA: Dilución x 50 ml

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



VERDE FOSFORECENTE									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	24 horas	T3	29 horas	T3	51 horas	T3
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897		4,948		4,577		3,962
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm		5,29		5,86		6,24
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		0,45		0,84		1,22
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		3500		6100		6800
Color	Porcentaje de retención (%)				85,27		74,69		71,78
Color	Porcentaje no retenido (%)				14,73		25,31		28,22

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE FOSFORECENTE									
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	24 horas	TP3	29 horas	TP3	51 horas	TP3
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897		4,618		4,508		4,129
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1777 us/cm		6,62		5,84		5,42
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		1,50		0,70		1,17
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		4500		6250		4300
Color	Porcentaje de retención (%)				81,12		74,07		82,16
Color	Porcentaje no retenido (%)				18,88		25,63		17,84

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



CAFE										
Parámetros	Unidades	Muestra inicial	Método/Procedimiento		TT	TT	TT	TT	TT	TT
pH	[H+]	6,907	PE-LSA-01		6,443	5,362	5,201	4,707	7,64	4,673
Conductividad	ms/cm	2,07	PE-LSA-02		4,26	4,76	4,68	4,52	4,74	4,52
Oxígeno Disuelto	ppm	1,08	STANDARD METHODS 500-O-G mod		1,45	0,83	0,92	1,05	0,87	0,83
Color	unit ptCo (Upt-co)	57250	STANDARD METHODS 2120 C	3 horas	27850	15750	15750	11950	11150	11100
Color	Porcentaje de retención (%)			22 horas	51,35	72,49	72,49	79,13	80,52	80,61
Color	Porcentaje no retenido (%)			25 horas	48,65	27,51	27,51	20,87	19,48	19,39
				27 horas						
				43 horas						
				45 horas						

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



PLOMO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TT		TT
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,231	16 horas	5,640	18 horas	5,490
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	6,57		5,19		5,36
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,14		0,83		0,88
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	3,33		3,63		3,73
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2260		2150		2750
Color	Porcentaje de retención (%)				4,87		
Color	Porcentaje no retenido (%)				95,13		121,68

NOTA: Dilución x 10 ml

ROSADO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TT		TT
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,505	3 horas	6,609	19 horas	5,785
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		3,70		4,02
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,84		1,11		0,74
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		2600		2300
Color	Porcentaje de retención (%)				7,14		17,86
Color	Porcentaje no retenido (%)				92,86		82,14

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



CAFE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	16 horas	TTP	18 horas	TTP
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,907				5,600
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,07		8,97		8,22
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,08		0,98		1,02
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		14250		11000
Color	Porcentaje de retención (%)				75,11		80,79
Color	Porcentaje no retenido (%)				24,89		19,21

NOTA: Dilución x 50 ml

ROSADO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	16 horas	TTP	18 horas	TTP
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,505				5,828
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		7,90		7,42
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,84		0,91		0,90
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		1900		2800
Color	Porcentaje de retención (%)				32,14		
Color	Porcentaje no retenido (%)				67,86		100

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



PLOMO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	16 horas	TTP	18 horas	TTP
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,231		5,629		5,641
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	6,57		8,51		8,20
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,14		0,92		1,01
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	3,33		5,96		5,81
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2260		1710		2320
Color	Porcentaje de retención (%)				25,34		41,59
Color	Porcentaje no retenido (%)				75,66		58,41

NOTA: Dilución x 10 ml

LILA							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	16 horas	TTP	18 horas	TTP
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,219		5,678		5,709
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		8,49		8,85
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,89		1,02		1,11
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		11100		12350
Color	Porcentaje de retención (%)				0,45		
Color	Porcentaje no retenido (%)				99,55		110,76

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s)
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAF.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



CAFE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial	16 horas	2,3TP	18 horas	2,3TP
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,907				5,588
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	2,07		7,96		6,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,08		1,01		1,04
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		12950		11800
Color	Porcentaje de retención (%)				77,38		79,39
Color	Porcentaje no retenido (%)				22,62		20,61

NOTA: Dilución x 50 ml

ROSADO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial	16 horas	2,3TP	18 horas	2,3TP
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,505				5,854
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		6,85		6,32
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,84		1,01		0,96
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		2400		1850
Color	Porcentaje de retención (%)				14,29		33,93
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,71		66,07

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



PLOMO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	16 horas	2,3TP	18 horas	2,3TP
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,231		5,616		5,618
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	6,57		7,66		7,39
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,14		0,97		0,97
Solidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	3,33		5,38		5,16
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2260		1930		1430
Color	Porcentaje de retención (%)				14,60		36,73
Color	Porcentaje no retenido (%)				85,40		63,27

NOTA: Dilución x 10 ml

LILA							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	16 horas	2,3TP	18 horas	2,3TP
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,219		5,760		5,727
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		7,38		6,72
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,89		1,05		1,03
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		9800		10250
Color	Porcentaje de retención (%)				12,11		8,07
Color	Porcentaje no retenido (%)				87,89		91,93

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



COLOR TOTAL							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TTP _{CT}		TTP _{CT}
pH	[H+]	PE-LSA-01	8,263	17 horas	5,719	20 horas	5,642
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		6,01		5,94
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,10		1,13
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	917		1,14		4,16
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600		2550		1800
Color	Porcentaje de retención (%)				9,81		30,77
Color	Porcentaje no retenido (%)				90,19		69,23
							6,09
							0,79
							4,27
							5150
							198,08

NOTA: Dilución x 50 ml

COLOR TOTAL							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TT _{CT}		TT _{CT}
pH	[H+]	PE-LSA-01	8,263	17 horas	5,803	20 horas	5,600
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		4,87		4,89
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,22		1,10
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	917		3,43		3,39
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600		2400		1400
Color	Porcentaje de retención (%)				7,69		46,15
Color	Porcentaje no retenido (%)				93,31		53,85
							5,09
							0,70
							3,56
							4400
							169,23

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



COLOR TOTAL							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3TP _{CT}	2,3TP _{CT}	2,3TP _{CT}
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	8,263	17 horas	5,694	5,568	4,174
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		5,77	5,78	6,13
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,24	1,17	0,72
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	917		4,04	3,98	4,28
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600		2250	1100	4250
Color	Porcentaje de retención (%)				13,46	57,69	
Color	Porcentaje no retenido (%)				86,54	42,31	178,85

NOTA: Dilución x 50 ml

COLOR TOTAL							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3T _{CT}	2,3T _{CT}	2,3T _{CT}
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	8,263	17 horas	5,911	5,745	4,261
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1312 us/cm		4,46	4,51	0,07 us/cm
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,35		1,04	1,07	0,73
Sólidos	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	917		3,14	3,15	3,45
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2600		1550	1550	4000

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color	Porcentaje de retención (%)				40,38		40,38	
Color	Porcentaje no retenido (%)				59,62		59,62	153,85

NOTA: Dilución x 50 ml

CELESTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CA		CA
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,330	26 horas	7,722	45 horas	7,668
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1295 us/cm		1018 us/cm		9006
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,44		1,17		0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050		5400		4700
Color	Porcentaje de retención (%)				51,13		57,47
Color	Porcentaje no retenido (%)				48,87		42,53

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



CAFE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CA		CA
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,907	16 horas	7,869	18 horas	7,415
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	2,07		1918		1998
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,08		0,87		0,81
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		8600		4700
Color	Porcentaje de retención (%)				84,89		91,79
Color	Porcentaje no retenido (%)				15,02		8,21

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE FOSFORECENTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CA		CA
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897	20 horas	7,81	39 horas	7,518
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1777		1227		1293
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,86		1,10		0,84
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		4150		2550
Color	Porcentaje de retención (%)				82,78		89,42
Color	Porcentaje no retenido (%)				17,22		10,58

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LILA							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CV		CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,219	16 horas	7,747	25 horas	7,563
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		1651		1599
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,89		1,01		0,98
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		5100		6050
Color	Porcentaje de retención (%)				54,26		45,74
Color	Porcentaje no retenido (%)				45,74		54,26
						27 horas	CV
							7,351
							1582
							0,96
							6350
							43,05
							56,95

NOTA: Dilución x 50 ml

VERDE FOSFORESCENTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CV		CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,897	3 horas	8,823	22 horas	9,336
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1777		4,31		2,27
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	0,86		1,25		1,10
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	24100		23250		23650
Color	Porcentaje de retención (%)				3,53		1,87
Color	Porcentaje no retenido (%)				96,47		98,13

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



CELESTE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial	3 horas	CV	22 horas	CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,330		8,684		9,147
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	1295		1108		1543
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,44		1,35		0,93
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11050		11350		9300
Color	Porcentaje de retención (%)						15,84
Color	Porcentaje no retenido (%)				102,71		84,16

NOTA: Dilución x 50 ml

CAFE							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial	3 horas	CV	22 horas	CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,907		8,462		8,967
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	2,07		2,67		3,13
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,08		1,10		0,94
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	57250		62300		51350
Color	Porcentaje de retención (%)						10,31
Color	Porcentaje no retenido (%)				108,82		89,69

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



VINO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		CV		CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,784	3 horas	8,690	22 horas	9,023
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	2,77		2,16		2,72
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,80		1,12		0,80
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	67650		68700		62700
Color	Porcentaje de retención (%)						7,32
Color	Porcentaje no retenido (%)				101,55		92,68

NOTA: Dilución x 150 ml

ROSADO							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra Inicial		CV		CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,505	3 horas	9,227	22 horas	9,429
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1880 us/cm		2,04		2,84
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,84		1,17		0,99
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	2800		9450		6650
Color	Porcentaje de retención (%)						
Color	Porcentaje no retenido (%)				337,5		237,5

NOTA: Dilución x 50 ml

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LILA							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	3 horas	CV	22 horas	CV
pH	[H+]	PE-LSA-01	7,219		8,997		9,336
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	1751 us/cm		2,37		3,37
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	0,89		1,17		1,02
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	11150		18600		18800
Color	Porcentaje de retención (%)						
Color	Porcentaje no retenido (%)				166,82		168,61

NOTA: Dilución x 50 ml

Nota: Las responsables de realizar los analisis fueron las tesisistas del proyecto, con la colaboracion tecnica del Dr. Juan Carlos Lara.

Karla Gaibor Velasco
TESISTA

Nicole Torres Tapia
TESISTA


Dr. Juan Carlos Lara R.

SUPERVISOR
RESPONSABLE TÉCNICO L.S.A.

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizad(a)s.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Srta. Nicol Torres
 Srta. Karla Gaibor
DIRECCIÓN: Ayacucho y Rocafuerte
TELÉFONO: 0980881653
 0995811723

RESULTADO DE ANÁLISIS

MÉTODOS UTILIZADOS:

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

Color Total										
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3 TPCVA		2,3 TPCV A		2,3 TPCVA	2,3 TPCV A
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	5,564	23 horas	5,621	39 horas	5,199	5,001
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm		4,96		4,69		4,76	4,70
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,13		1,04		1,03	0,80
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603 mg/L		3,46		3,29		3,38	3,29

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450	2950	2700	3100	3650
Color	Porcentaje de retención (%)			14,49	21,74	10,14	
Color	Porcentaje no retenido (%)			85,51	78,26	89,86	105,80

NOTA: Dilución x 50 ml

Color Total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial	TTCVA	TTCVA	TTCVA	TTCVA
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	6,592	5,933	5,886	5,362	4,877
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm	5,13	4,96	5,03	5,11
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00	1,09	1,10	0,93	0,88
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603 mg/L	3,57	3,44	3,54	3,53
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450	3200	3650	4100	4250
Color	Porcentaje de retención (%)			7,25			
Color	Porcentaje no retenido (%)			92,75	105,80	118,84	123,19

NOTA: Dilución x 50 ml

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color Total								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2,3 TCVA	2,3 TCVA	2,3 TCVA	2,3 TCVA
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	6,033	5,915	5,051	4,718
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm		3,40	3,35	3,52	3,48
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,11	1,04	0,88	0,74
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603 mg/L		2,38	2,34	2,46	2,42
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		3400	3700	4200	4700
Color	Porcentaje de retención (%)				1,45			
Color	Porcentaje no retenido (%)				98,55	107,25	121,74	136,23

NOTA: Dilución x 50 ml

Color Total								
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		TTPCV A	TTPC VA	TTPCV A	TTPC VA
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	5,726	5,66	5,399	4,743
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm		5,61	5,56	5,65	5,59
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,13	0,93	0,93	0,85
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603 mg/L		3,91	3,92	3,94	3,93

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizad(a)s.
 - Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 - Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450	2200	3150	3250	3350
Color	Porcentaje de retención (%)			36,23	8,70	5,80	2,90
Color	Porcentaje no retenido (%)			63,77	91,30	94,20	97,10

NOTA: Dilución x 50 ml

Color Total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		1CVA		1CVA
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	6,925	23 horas	7,276
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm		4,95		1200 us/cm
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,08		0,93
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603		877		835
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		3500		3900
Color	Porcentaje de retención (%)						
Color	Porcentaje no retenido (%)				101,45		113,04

NOTA: Dilución x 50 ml

Color Total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		1CVA 2,3TP		1CVA 2,3TP
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,592	16 horas	5,507	18 horas	5,510
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm		6,57		6,37
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,03		0,85

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAF.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603 mg/lt	4,60	4,45
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450	3050	3450
Color	Porcentaje de retención (%)			11,59	
Color	Porcentaje no retenido (%)			80,41	-

NOTA: Dilución x 50 ml

Color Total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2CVA		2CVA
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	6,697	23 horas	7,036
Conductividad	us /cm	PE-LSA-02	896		1134		1132
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,00		1,05		1,04
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603		798		789
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		2250		3100
Color	Porcentaje de retención (%)				34,78		10,14
Color	Porcentaje no retenido (%)				65,22		89,86

NOTA: Dilución x 50 ml

Color Total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		2CVA 2,3T		2CVA 2,3T
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	5,560	23 horas	5,562
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm		4,80		4,74
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,00		1,01		0,88
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603 mg/lt		3,36		3,32

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450	2200	2100
Color	Porcentaje de retención (%)			36,23	39,13
Color	Porcentaje no retenido (%)			63,77	60,87

NOTA: Dilución x 50 ml

Color Total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		3CVA		3CVA
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	6,948	23 horas	6,939
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	896		1116		907
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,00		1,09		1,04
Solidos Disueltos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603		778		1296
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		2050		3200
Color	Porcentaje de retención (%)				40,58		7,25
Color	Porcentaje no retenido (%)				59,42		92,75

NOTA: Dilución x 50 ml

Color Total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		3CVA TT		3CVA TT
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,592	16 horas	5,708	18 horas	5,622
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm		6,39		6,47
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS4500-O-G mod	1,00		1,11		0,89
Solidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603 mg/l		4,47		4,52
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		2600		3350

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s)
 -Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color	Porcentaje de retención (%)				24,64		2,90
Color	Porcentaje no retenido (%)				75,36		97,10

NOTA: Dilución x 50 ml

Color Total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		4CVA		4CVA
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,592	17 horas	6,833	23 horas	7,361
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	896		1174		1147
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,09		0,98
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603		822		804
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		3450		3650
Color	Porcentaje de retención (%)						
Color	Porcentaje no retenido (%)				-		105,80

NOTA: Dilución x 50 ml

Color Total							
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		4CVA TTP		4CVA TTP
pH	[H+]	PE-LSA-01	6,592	16 horas	5,736	18 horas	5,598
Conductividad	ms/cm	PE-LSA-02	896 us/cm		6,95		6,72
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		0,93		0,78
Sólidos Disueltos Totales	g/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603 mg/lt		4,84		4,71
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		2600		3050
Color	Porcentaje de retención (%)				24,64		11,59
Color	Porcentaje no retenido (%)				75,36		88,41

NOTA: Dilución x 50 ml

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Color Total											
Parámetros	Unidades	Método/Procedimiento	Muestra inicial		CAT		CAT		CAT		
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	6,592		6,258		5,815		4,775	6,521	
Conductividad	us/cm	PE-LSA-02	896		1157		350		1118	1155	
Oxígeno Disuelto	ppm	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	1,00		1,09		0,93		1,05	0,83	
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - C	603	15 horas	799	21 horas	243	37 horas	779	42 horas	807
Color	unit ptCo (Upt-co)	STANDARD METHODS 2120 C	3450		1400		1750		2550	2800	
Color	Porcentaje de retención (%)				59,42		49,28		26,09	18,84	
Color	Porcentaje no retenido (%)				40,58		50,72		73,91	81,16	

NOTA: Dilución x 50 ml


- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 - Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 - Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



Nota: Las responsables de realizar los análisis fueron las tesisistas del proyecto, con la colaboración técnica del Dr. Juan Carlos Lara.

Karla Gaibor Velasco
TESISTASISTA

Nicole Torres Tapia



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



-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Anexo 8: Informe de resultados de sólidos suspendidos del agua residual de la Hilandería Guijarro, prototipo filtros de tusa.

Ampliar (Ctrl+0)



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación No. OAE LE C 12-006

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Srta. Karla Galbor
EMPRESA: Proyecto de Tesis UNACH
DIRECCIÓN: Ayacucho y Rocafuerte

FECHA DE RECEPCIÓN: 09 - 02 - 15

TELÉFONO: 0995811723

FECHA DE INFORME: 13 - 02 - 15

NÚMERO DE MUESTRAS: 10

Agua Hilandería

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:	MA - 001-15	Café CA	Agua residual
	MA - 002-15	Café TzP	Agua residual
	MA - 003-15	Café TT	Agua residual
	MA - 004-15	Café 2,3 TP	Agua residual
	MA - 005-15	Verde Fosf, Carbón Activado	Agua residual
	MA - 006-15	Verde FT2	Agua residual
	MA - 007-15	Verde FT3	Agua residual
	MA - 008-15	Verde F TP3	Agua residual
	MA - 009-15	Verde F TP2	Agua residual
	MA - 010-15	Verde Fosforescente	Agua residual

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

RESULTADO DE ANÁLISIS

CODIGO	PARÁMETRO	UNIDADES	PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
MA - 001-15	Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	1052	+/- 8 %	09 - 02 - 15
MA - 002-15	Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	16886	+/- 8 %	09 - 02 - 15
MA - 003-15	Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	10032	+/- 8 %	09 - 02 - 15
MA - 004-15	Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	14020	+/- 8 %	09 - 02 - 15
MA - 005-15	Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	1852	+/- 8 %	09 - 02 - 15
MA - 006-15	Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	14890	+/- 8 %	09 - 02 - 15
MA - 007-15	Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	11020	+/- 8 %	09 - 02 - 15
MA - 008-15	Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	12386	+/- 8 %	09 - 02 - 15
MA - 009-15	Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	13048	+/- 8 %	09 - 02 - 15
MA - 010-15	Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	2484	+/- 8 %	09 - 02 - 15

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

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
 Dr. Mario Ruiz B.

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

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 - Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAR.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página del

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 3 1/2 vía a Guano Bloque Administrativo.

Anexo 9: Plano del diseño del filtro (Prototipo) real.

Anexo 10: Imágenes fotográficas del proceso de la Hilandería Guijarro.

Preparación de la lana ante del proceso de tinturado.



Se realiza un lavado previo de lana de borrego para después de esto proceder a realizar el proceso de trituración de los diferentes colores, previamente los trabajadores realizan la preparación de los colorantes añadiendo los diferentes químicos.

Proceso de lavado de la lana de borrego.



Luego de haber realizado el proceso de tinturado de la lana de borrego, se realiza dos o tres lavados de lana para que se concentre bien el color. Luego de esto se lleva la lana al proceso de centrifugado y toda esta agua residual tanto de preparación de la lana, lavado y centrifugado todo esto es descargado a la cisterna, pero evidenciamos que es descargado totalmente el agua residual al río guano.

Anexo 11: Imágenes fotográficas del proceso de filtrado por cada uno de los prototipos a base de envases cilíndricos de plástico.

1. Agua residual procedente de la Hilandería Guijarro, colores claros.

- **Pruebas de los diferentes prototipos, con colores claros.**



Se colocó el agua residual proveniente de la Hilandería Guijarro en cada uno de los filtros como son los siguientes: T2, TP2, T3, TP3, TT, TTP, TP2CV, T2CV, TP3CV, T3CV, TTCV, TTPCV.

- **Colores claros, procedentes de la Hilandería Guijarro.**



Se empezó a probar en cada uno de estos filtros de envases cilíndricos de plástico (prototipo), para verificar cual es el más óptimos variando los filtros que anteriormente mencionamos (IMAGEN 36) y observando cual es la diferencia de cada uno de estos ya que nosotras dividimos por claros a los siguientes: habano, rojo, verde fosforescente, lila, celeste, verde lechuga, rosado. Comprobando también que son más difíciles de reducir su color y saturándose más rápido

- **Todos los colores, procedentes de la Hilandería Guijarro.**



Se puede evidenciar que si hubo una ligera reducción de color del agua residual pero no es tan notoria.

2. Agua residual procedente de la Hilandería Guijarro, colores oscuros.

- **Pruebas de los diferentes prototipos, con colores oscuros.**



Se colocó el agua residual proveniente de la Hilandería Guijarro en cada uno de los filtros como son los siguientes: T2, TP2, T3, TP3, TT, TTP, TP2CV, T2CV, TP3CV, T3CV, TTCV, TTPCV.



- **Visualización del resultado final.**



Se observó una reducción de los colores oscuros, pero con una gran diferencia que con estos colores si se logra reducir más en comparación a los colores claros. En este tipo de colores también se utilizó los mismos filtros como son: T2, TP2, T3, TP3, TT, TTP, TP2CV, T2CV, TP3CV, T3CV, TTCV, TTPCV. Como colores oscuros descritos son los siguientes: verde oscuro, verde militar, café, negro.

- **Pruebas de los diferentes prototipos y resultado final.**



Se obtuvo buenos resultados con los colores oscuros y la gran ventaja es que se demora en saturarse, realizando esta comparación con los filtros de colores claros.

3. Agua residual procedente de la Hilandería Guijarro con los prototipos más eficientes.

- Los Prototipos más eficientes.



En esta imagen se visualiza los mejores prototipos, luego de haber descartado algunos, obteniendo los mejores prototipos los cuales son T2, TP2, TP3, 2,3TP, TTP y TT y como hubo una diferencia entre colores claros los mejores para este fueron T3, TP3, TP2.

- Distribuyendo el agua residual de color para cada uno de los filtros de tusa más eficientes.



Se realizó la toma de análisis cada 3 a 5 horas, lo cual podemos observar la diferencia de hora a hora en comparación a la muestra inicial, la variación de color.

- Pruebas de los diferentes prototipos y resultado final con los mejores prototipos (envases cilíndricos de plástico).



Se observa que se obtiene buenos resultados descartando entre todos estos filtros T2, TP2, TP3, 2,3TP, TTP y TT, obteniendo el mejor filtro que es el 2,3TP con una gran ventaja es que se demora en saturarse.

4. Agua residual procedente de la Hilandería Guijarro con CV.

- Pruebas de diferentes prototipos (envases cilíndricos de plástico) con el lecho filtrante de CV.



Presentación de los prototipos a base de carbón vegetal lo cual se comprobó con cada uno de los colores tanto claros como oscuros.

- Los diferentes prototipos (envases cilíndricos de plástico) con el lecho filtrante de CV.



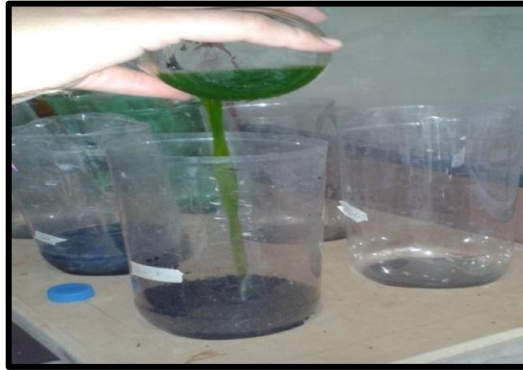
Se procedió llenar las botellas plásticas con cada uno de los diferentes colores anteriormente mencionados, obteniendo resultados desfavorables ya que en vez de reducir el color de las aguas residuales incrementaba su color y en algunas redujo un 5 % del 100 % de la muestra inicial.

5. Agua residual procedente de la Hilandería Guijarro, colores total.

Filtros: T2, TP2, TP3, 2,3TP, TTP y TT.

Agua residual procedente de la Hilandería Guijarro, pruebas de floculación y coagulación de la muestra CT (todos los colores mezclados).

- **Los diferentes filtros de tusa con el lecho filtrante de CA.**



Se procede a llenar los envases cilíndricos de plástico con cada uno de los diferentes colores anteriormente mencionados, tanto colores claros como colores oscuros.

- **Resultado final de los diferentes prototipos (envases cilíndricos de plástico) con el lecho filtrante de CA.**



Se pudo evidenciar y se obtuvo resultados favorables logrando reducir más de un 50%, en comparación a la muestra inicial que es del 100 %.

6. Agua residual procedente de la Hilandería Guijarro, realizando dos procesos de filtración.

- **Primer filtro CAV.**

Se colocó agua residual en el primer filtro de CAV, teniendo un tiempo de retención de 24 horas y luego colocando esta agua en el segundo filtro.



- **Segundo filtro, los más óptimos.**



En esta imagen se puede evidenciar que están los filtros más óptimos que son: T2, TP2, TP3, 2,3TP, TTP y TT, estos son llenados del agua proveniente del primer filtro de CAV, obteniendo resultados no muy buenos debido a que el agua que se coloca en el primer filtro

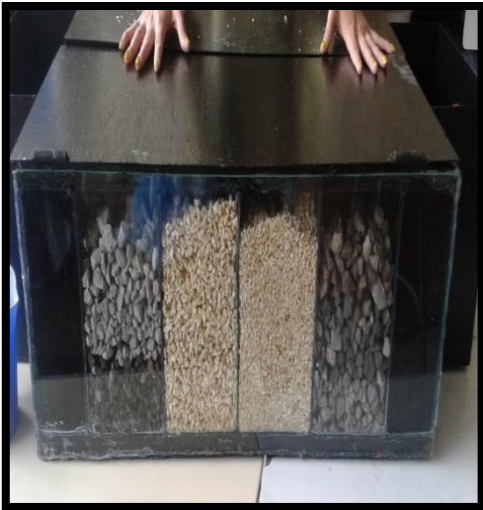
se pasa al segundo filtro pero es agua residual de color total, esta agua es difícil de tratar, pero haciendo pasar por dos filtros se reduce ligeramente de color debido que al pasar solo por un filtro no se reduce nada.

7. Agua residual procedente de la Hilandería Guijarro con CAT.



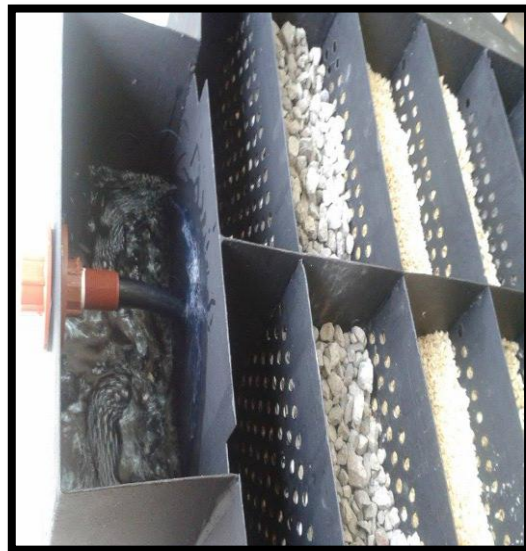
Anexo 12: Imágenes fotográficas del tanque de filtración-prototipo real

Prototipo real con los lechos filtrantes (tusa 3 con un tamaño de partícula de 2,36mm, tusa 2 con un tamaño de partícula de 4,5mm y grava).





Comienza el proceso de filtración con la abertura de la válvula de ingreso



Al llenarse el tanque de entrada, comienza por rebose a pasar a la cámara de filtración, pasando por cada lecho filtrante.





A medida que pasa el agua continua subiendo el nivel hasta llegar a inundar toda la camara de filtración.



Luego se deja por un tiempo de retención de 24 h para que el medio filtrante actúe.



Después de haber transcurrido el tiempo establecido se prosigue a tomar las muestras para sus respectivos análisis

Muestra inicial



Muestra de agua después del proceso de filtración



Muestras Analizar



Anexo 13: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 858:2010 (Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos)



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 858:2010
Primera revisión

ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA (PESO VOLUMÉTRICO) Y EL PORCENTAJE DE VACÍOS.

Primera Edición

STANDARD TEST METHOD FOR BULK DENSITY ("UNIT WEIGHT") AND VOIDS IN AGGREGATE.

First Edition

DESCRIPTORES: Áridos; Determinación de la masa.
CO: 02.03-303
COU: 651.322
CIU: 2901
ICS: 91.100.13

<p>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</p>	<p>ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA (PESO VOLUMÉTRICO) Y EL PORCENTAJE DE VACÍOS</p>	<p>NTE INEN 858:2010 Primera revisión 2010-12</p>
---	--	---

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar la masa unitaria (peso volumétrico) del árido, en condición compactada o suelta y calcular los vacíos entre las partículas en los áridos: fino, grueso o en una mezcla de ellos, basándose en la misma determinación.

2. ALCANCE

2.1 Este método de ensayo es aplicable a los áridos que no exceden de un tamaño máximo nominal de 125 mm, (ver nota 1).

2.2 Este método es frecuentemente utilizado para determinar los valores de masa unitaria (peso volumétrico), que son necesarios, en varios métodos, para la selección de las dosificaciones para las mezclas de hormigón.

2.3 El valor de la masa unitaria (peso volumétrico) también puede ser utilizada para la determinación de la relación masa / volumen, para las conversiones en la compra de áridos. Sin embargo, con este método de ensayo no se puede determinar la relación entre el grado de compactación de los áridos en una unidad de transporte o en el almacenamiento. Con este método de ensayo se determina la masa unitaria en condición seca, en cambio los áridos en las unidades de transporte y en el almacenamiento suelen contener humedad absorbida y superficial (esta última afecta su volumen).

2.4 Se incluye un procedimiento para el cálculo del porcentaje de vacíos entre las partículas del árido, basado en la masa unitaria (peso volumétrico) determinada por este método de ensayo.

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones de la NTE INEN 604 y además las siguientes:

3.1.1 *Masa unitaria (peso volumétrico) del árido.* Masa de una unidad de volumen correspondiente al árido total, en el cual se incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de los vacíos entre las partículas. Expresada en kg/m³.

3.1.1.1 *Comentario.* Peso es igual a la masa del cuerpo multiplicada por la aceleración gravitacional. El peso puede ser expresado en unidades absolutas (newtons) o en unidades gravitacionales (kgf); por ejemplo: sobre la superficie de la tierra, un cuerpo con una masa de 1 kg tiene un peso de 1 kgf (aproximadamente 9,81 N). Puesto que el peso es igual a la masa por la aceleración gravitacional, el peso de un cuerpo puede variar según el lugar en que se determina el peso, mientras que la masa del cuerpo se mantiene constante. En la superficie de la tierra, la fuerza gravitacional produce a un cuerpo que está en caída libre, una aceleración de aproximadamente 9,81 m/s².

3.1.2 *Vacíos, en volumen unitario de árido.* Espacio entre las partículas de una masa de árido, no ocupado por la materia mineral sólida.

3.1.2.1 *Comentario.* Los vacíos dentro de las partículas, tanto permeables como impermeables, no se incluyen en los vacíos determinados por este método de ensayo.

NOTA 1. Masa unitaria es la terminología tradicional utilizada para describir la propiedad determinada por este método de ensayo, que es la masa por unidad de volumen o densidad.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Áridos, Determinación de la masa

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Esta norma no tiene el propósito de contemplar todo lo concerniente a seguridad, si es que hay algo asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadamente saludables y seguras y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1 **Resumen.** Se coloca el árido en un molde con una capacidad adecuada, se lo compacta mediante alguno de los tres procedimientos señalados en este método de ensayo, se calcula la masa unitaria (peso volumétrico) del árido y el contenido de vacíos mediante las fórmulas indicadas en esta norma.

5.2 Equipos

5.2.1 **Balanza.** Que tenga una precisión de 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, con graduaciones de al menos 0,05 kg. Se debe considerar que el rango de uso se extiende desde la masa del molde vacío, hasta la masa del molde más su contenido el cual se considera que tiene una masa unitaria de 1 020 kg/m³.

5.2.2 **Varilla de compactación.** Debe ser una varilla recta, lisa, de acero, de 18 mm de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud, teniendo el extremo de compactación o los dos extremos redondeados con punta semiesférica, cuyo diámetro es de 18 mm.

5.2.3 **Molde.** Recipiente cilíndrico de metal, preferiblemente provisto de asas. Impermeable, con la parte superior y el fondo, rectos y uniformes. Suficientemente rígido para mantener su forma bajo condiciones agresivas de uso. El molde debe tener una altura aproximadamente igual a su diámetro, pero en ningún caso la altura debe ser menor al 80% ni superior al 150% del diámetro. La capacidad del molde debe cumplir con los límites indicados en la tabla 1, de acuerdo al tamaño del árido a ser ensayado. El espesor del metal en el molde debe cumplir con lo que se describe en la tabla 2. El borde superior debe ser liso y plano dentro de 0,25 mm y debe ser paralelo al fondo con una tolerancia de 0,5° (ver nota 2). La pared interior del molde debe ser una superficie lisa y continua.

TABLA 1. Capacidad de los moldes

Tamaño máximo nominal del árido mm	Capacidad nominal del molde ^A m ³ [litros]
12,5	0,0028 [2,8]
25,0	0,0093 [9,3]
37,5	0,014 [14]
75,0	0,028 [28]
100,0	0,070 [70]
125,0	0,100 [100]

^A Capacidad del molde a utilizar para ensayar áridos de un tamaño máximo nominal igual o menor que el correspondiente en la lista. El volumen real del molde debe ser de al menos el 95% del volumen nominal indicado.

NOTA 2. El borde superior es satisfactoriamente plano, si un calibre de sondas de 0,25 mm, no puede ser insertado entre el borde y una placa de vidrio, de 6 mm o más gruesa, colocada sobre el molde. La parte superior e inferior son satisfactoriamente paralelas si la pendiente entre la placa de vidrio en contacto con el borde superior y el fondo, no excede de 0,67% en cualquier dirección.

(Continúa)

TABLA 2. Requisitos para los moldes

Capacidad del molde	Espesor mínimo del metal		
	Fondo	38 mm superiores de la pared ^a	Resto de la pared
Menor que 11 (litros)	5,0 mm	2,5 mm	2,5 mm
De 11 litros a 42 litros incluido	5,0 mm	5,0 mm	3,0 mm
Sobre 42 litros a 80 litros incluido	10,0 mm	6,4 mm	3,8 mm
Sobre 80 litros a 133 litros incluido	13,0 mm	7,8 mm	5,0 mm

^a El espesor adicional, se puede obtener mediante la colocación de una banda de refuerzo en la parte superior del molde.

5.2.3.1 Si el molde se también utilizado para el ensayo de la masa unitaria (peso volumétrico) del hormigón fresco, de acuerdo a la norma ASTM C 138, el molde debe ser fabricado de acero o de otro metal adecuado, que no sea fácilmente atacable por la pasta de cemento. Se permiten materiales reactivos, tales como las aleaciones de aluminio, cuando como consecuencia de una reacción inicial, se forma una película superficial que protege el metal contra la corrosión futura.

5.2.3.2 Los moldes de capacidad nominal mayor a 28 litros, deben ser fabricados de acero por su rigidez. Para otros metales los espesores mínimos que se indican en la tabla 2 deben ser adecuadamente incrementados.

5.2.4 Pala o cucharón. De tamaño conveniente para llenar el molde con el árido.

5.2.5 Equipo de calibración: Además de la balanza.

5.2.5.1 Placa de vidrio. De al menos 6 mm de espesor y por lo menos 25 mm mayor que el diámetro del molde a ser calibrado.

5.2.5.2 Grasa. Un suministro de grasa liviana automotriz o similar.

5.2.5.3 Termómetro. Con un rango de al menos entre 10 °C y 32 °C y que permita una lectura de por lo menos 0,5 °C.

5.3 Calibración del molde

5.3.1 Los moldes deben ser calibrados por lo menos una vez al año o cada vez que exista motivo para dudar de su precisión.

5.3.2 Determinar la masa de la placa de vidrio y del molde, con una aproximación de 0,05 kg.

5.3.3 Colocar una fina capa de grasa en el borde del molde para prevenir la fuga de agua.

5.3.4 Llenar el molde con agua a temperatura ambiente y cubrirlo con la placa de vidrio de tal manera de eliminar las burbujas y el exceso de agua. Eliminar cualquier porción de agua que pueda haberse desbordado sobre el molde o la placa de vidrio.

5.3.5 Determinar la masa del agua, la placa de vidrio y el molde, con una aproximación de 0,05 kg.

5.3.6 Medir la temperatura del agua con una aproximación de 0,5 °C y determinar su densidad de acuerdo a la información de la tabla 3, interpolando si es necesario.

5.3.7 Calcular el volumen V, del molde. Alternativamente, calcular del factor F, para el molde (ver nota 3).

NOTA 3. Para el cálculo de la masa unitaria (peso volumétrico), el volumen del molde en unidades del SI debe ser expresado en metros cúbicos, o el factor como 1 m³. Sin embargo, por comodidad el tamaño del molde puede ser expresado en litros.

(Continúa)

TABLA 3. Densidad del agua

Temperatura °C	Densidad kg/m ³
15,0	999,10
17,0	998,28
19,0	997,40
21,0	996,48
23,0	995,52
25,0	994,53
27,0	993,50
29,0	992,42
31,0	991,31

5.4 Muestreo. Tomar la muestra del árido, de acuerdo a la NTE INEN 695 y reducirla hasta obtener una muestra de ensayo, de acuerdo con la NTE INEN 2 588.

5.5 Preparación de la muestra de ensayo. El tamaño de la muestra debe ser de aproximadamente 125% a 200% respecto de la cantidad necesaria para llenar el molde y debe ser manejada de tal manera que se evite la segregación. Secar la muestra hasta obtener masa constante, de preferencia en un horno a 110 °C \pm 5 °C.

5.6 Selección del procedimiento. El procedimiento por paladas para la masa unitaria (peso volumétrico) usualmente debe ser utilizado únicamente cuando se lo estipule específicamente. De lo contrario, se debe determinar la masa unitaria (peso volumétrico) compactada por el procedimiento por varillado, para áridos que tengan un tamaño máximo nominal de 37,5 mm o menos, o con el procedimiento por sacudidas, para áridos que tengan un tamaño máximo nominal superior a 37,5 mm y que no excedan de 125 mm.

5.7 Procedimiento por varillado

5.7.1 Llenar la tercera parte del molde y nivelar la superficie con los dedos. Compactar la capa de árido, con 25 golpes de la varilla de compactación distribuidos uniformemente sobre la superficie. Llenar los dos tercios del molde, nuevamente nivelar y compactar de la forma indicada anteriormente. Por último, llenar el molde a rebosar y compactar nuevamente en la misma forma mencionada anteriormente. Nivelar la superficie del árido con los dedos o una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde.

5.7.2 En la compactación de la primera capa, no se debe permitir que la varilla golpee fuertemente el fondo del molde. La compactación de la segunda y tercera capas debe ser vigorosa evitando que la varilla de compactación penetre la capa anterior del árido (ver nota 4).

5.7.3 Determinar la masa del molde y la masa del molde con su contenido. Registrar los valores con una aproximación de 0,05 kg.

5.8 Procedimiento por sacudidas

5.8.1 Colocar el molde sobre una base firme, como un piso de hormigón, llenar el molde en tres capas aproximadamente iguales, como se describe en el numeral 5.7.1, levantar los lados opuestos del molde alternativamente una 50 mm y permitir que el molde caiga de tal manera que el golpe sea seco y fuerte. Las partículas del árido, con este procedimiento, se acomodan por sí mismas en una condición muy compacta. Compactar cada capa dejando caer el molde 50 veces en la forma descrita, 25 veces en cada lado. Nivelar la superficie del árido con los dedos o con una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde.

NOTA 4. En la compactación de árido grueso de tamaños grandes, puede que no sea posible penetrar la capa que se está consolidando, especialmente con los áridos angulares. La compactación se levantará a cabo si se utiliza un esfuerzo vigoroso.

(Continúa)

5.8.2 Determinar la masa del molde y la masa del molde con su contenido. Registrar los valores con una aproximación de 0,05 kg.

5.9 Procedimiento por paladas

5.9.1 Llenar el molde a rebosar por medio de una pala o cucharón, descargar el árido desde una altura no superior a 50 mm por encima de la parte superior del molde. Tener cuidado para prevenir, tanto como sea posible, la segregación de las partículas que componen la muestra. Nivelar la superficie del árido con los dedos o con una regla, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde.

5.9.2 Determinar la masa del molde y la masa del molde con su contenido. Registrar los valores con una aproximación de 0,05 kg.

5.10 Cálculos

5.10.1 *Masa unitaria (peso volumétrico).* Calcular la masa unitaria (peso volumétrico) mediante los procedimientos de varillado, de sacudidas o de paladas, de la siguiente manera:

$$M = (G - T) / V \quad (1)$$

o

$$M = (G - T) \times F \quad (2)$$

Donde:

M = masa unitaria (peso volumétrico) del árido, kg/m³

G = masa del árido más el molde, kg

T = masa del molde, kg

V = volumen del molde, m³, y

F = factor del molde, 1/m³.

5.10.1.1 Si se desea el valor de la masa unitaria (peso volumétrico) en condición saturada superficialmente seca (SSS), utilizar el mismo procedimiento descrito en este método de ensayo y a continuación, calcular la masa unitaria (peso volumétrico) SSS aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Masa} = M [1 + (A / 100)] \quad (3)$$

Donde:

Masa = masa unitaria (peso volumétrico) en condición SSS, kg/m³, y

A = % de absorción, determinado de acuerdo con la NTE INEN 857 o la NTE INEN 858.

5.10.2 *Contenido de vacíos.* Calcular el contenido de vacíos en el árido utilizando la masa unitaria (peso volumétrico) determinada mediante los procedimientos de varillado, de sacudidas o de paladas, de la siguiente manera:

$$\text{Vacíos, \%} = \frac{[(S \times M) + D_w] \times 100}{(S \times D_w)} \quad (4)$$

Donde:

M = masa unitaria (peso volumétrico) del árido, kg/m³

S = gravedad específica (en condición seca), determinada de acuerdo con la NTE INEN 857 o la NTE INEN 858.

D_w = densidad del agua, 998 kg/m³.

(Continúa)

5.10.3 Volumen del molde. Calcular el volumen del molde, de la siguiente manera:

$$V = (W - M) / D \quad (5)$$

$$F = D / (W - M) \quad (6)$$

Donde:

- V = volumen del molde, m³
- W = masa del agua, placa de vidrio y molde, kg.
- M = masa de la placa de vidrio y molde, kg
- D = densidad del agua para la temperatura de medición, kg/m³, y
- F = factor del molde, 1/m³.

5.11 Informe de resultados. Se debe elaborar un informe de resultados que contenga al menos lo siguiente:

- a) Fecha de muestreo y ensayo,
- b) Nombre del laboratorio y del laboratorista que efectuó el ensayo,
- c) Identificación de la muestra de árido,
- d) Resultado de la masa unitaria (peso volumétrico), con una aproximación de 10 kg/m³, ya sea para el método por varillado, por secudías o suelta,
- e) Resultado de contenido de vacíos, con una aproximación de 1%, ya sea: vacíos en el árido compactado por varillado, vacíos en el árido compactado por secudías o vacíos en el árido suelta.
- f) Otros detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

5.12 Precisión y desviación

5.12.1 Las siguientes estimaciones de precisión para este método de ensayo, se basan en los resultados del Programa de muestras de referencia del laboratorio de materiales de la AASHTO (AMRL), los ensayos fueron realizados de acuerdo a la norma ASTM C 29 y a la norma AASHTO T 19/T19M. No existen diferencias significativas entre estos dos métodos de ensayo. Los datos se basan en el análisis de más de 100 pares de resultados de ensayos de 40 a 100 laboratorios.

5.12.2 Árido grueso (masa unitaria (peso volumétrico)):

5.12.2.1 Precisión para un solo operador. Se ha encontrado que la desviación estándar para un solo operador es de 14 kg/m³ (1s). Por lo tanto, los resultados de dos ensayos consecutivamente realizados por el mismo operador, en un material similar, no deben diferir en más de 40 kg/m³ (d2s).

5.12.2.2 Precisión multilaboratorio. Se ha encontrado que la desviación estándar multilaboratorio es de 30 kg/m³ (1s). Por lo tanto, los resultados de dos ensayos consecutivamente realizados por dos laboratorios diferentes, en un material similar, no deben diferir en más de 85 kg/m³ (d2s).

5.12.2.3 Estos números representan los límites (1s) y (d2s) respectivamente, como se describen en la norma ASTM C 670. Las estimaciones de precisión fueron obtenidas del análisis de los datos de muestra de AMRL para la masa unitaria (peso volumétrico) de áridos de densidad normal, mediante el procedimiento de varillado, que tienen un tamaño máximo nominal de 25,0 mm y utilizando un molde de 14 litros.

5.12.3 Árido fino (masa unitaria (peso volumétrico)):

5.12.3.1 Precisión para un solo operador. Se ha encontrado que la desviación estándar para un solo operador es de 14 kg/m³ (1s). Por lo tanto, los resultados de dos ensayos consecutivamente realizados por el mismo operador, en un material similar, no deben diferir en más de 40 kg/m³ (d2s).

5.12.3.2 Precisión multilaboratorio. Se ha encontrado que la desviación estándar multilaboratorio es de 44 kg/m³ (1s). Por lo tanto, los resultados de dos ensayos consecutivamente realizados por dos laboratorios diferentes, en un material similar, no deben diferir en más de 125 kg/m³ (d2s).

(Continúa)

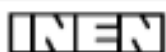
5.12.3.3 Estos números representan los límites (1 σ) y (2 σ) respectivamente, como se describen en la norma ASTM C 670. Las estimaciones de precisión fueron obtenidas del análisis de los datos de muestras de AMRL para la masa unitaria (peso volumétrico) suelta de laboratorio que utilizan un molde de 2,8 litros.

5.12.4 No están disponibles datos de precisión sobre el contenido de vacíos. Sin embargo, como el contenido vacíos en el árido se calcula a partir de la masa unitaria (peso volumétrico) y la gravedad específica, la precisión del contenido de vacíos refleja la precisión de estos parámetros de medición señalados en los numerales 5.12.2 y 5.12.3 de esta norma y de la NTE INEN 857 y la NTE INEN 856.

5.12.5 Desviación. El procedimiento de este método de ensayo para la medición de la masa unitaria (peso volumétrico) y contenido de vacíos, no tiene desviación puesto que los valores para masa unitaria (peso volumétrico) y contenido de vacíos pueden ser definidos solamente en términos de un método de ensayo.

(Continúa)

Anexo 14: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 156 (Determinación de la densidad relativa (gravedad específica) y absorción).



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 856:2010
Primera revisión

ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO.

Primera Edición

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY, RELATIVE DENSITY (SPECIFIC GRAVITY), AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE.

First Edition

DESCRIPTORES: Árido, árido fino, determinación de la densidad.
CO 02.05-307
CDU: 691.322
CIU: 2901
ICS: 91.100.15

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO	NTE INEN 868:2010 Primera revisión 2010-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar: la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del árido fino.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Este método de ensayo se aplica para la determinación de la densidad promedio en una muestra de árido fino (sin incluir el volumen de vacíos entre partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del árido. Dependiendo del procedimiento utilizado, la densidad es expresada como: seca al horno (SH), saturada superficialmente seca (SSS) o como densidad aparente. De la misma manera, la densidad relativa (gravedad específica), una cantidad adimensional, es expresada como SH, SSS o como densidad relativa aparente (gravedad específica aparente). La densidad SH y la densidad relativa SH se determinan luego de secar el árido. La densidad SSS, densidad relativa SSS y la absorción se determinan luego de saturar el árido en agua por un periodo definido.</p> <p>2.2 Este método de ensayo es utilizado para determinar la densidad de la porción sólida de un número grande de partículas de árido y proporcionar un valor promedio, que representa la muestra. La diferencia entre la densidad de las partículas del árido, determinadas por este método, y la masa unitaria (peso volumétrico) de los áridos, determinada de acuerdo al procedimiento de la NTE INEN 858, radica en que este último método incluye el volumen de los vacíos entre las partículas del árido.</p> <p>2.3 Este método de ensayo no es aplicable para ser utilizado con áridos livianos.</p> <p>2.4 El texto de esta norma hace referencia a notas en pie de página, las cuales proveen material explicativo. Estas notas, exceptuando aquellas ubicadas en tablas y figuras, no deben ser consideradas como requisitos de esta norma.</p> <p>2.6 Esta norma no tiene el propósito de contemplar todo lo concerniente a seguridad, si es que hay algo asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadamente saludables y seguras y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de su uso.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones de la NTE INEN 894 y además las siguientes:</p> <p>3.1.1 <i>Absorción.</i> Incremento de la masa del árido debido a la penetración de agua en los poros de las partículas durante un determinado periodo de tiempo, sin incluir el agua adherida a la superficie externa de las partículas, se expresa como un porcentaje de la masa seca.</p> <p>3.1.2 <i>Densidad.</i> Masa por unidad de volumen de un material, expresada en kilogramos por metro cúbico.</p> <p>3.1.2.1 <i>Densidad (SH).</i> Masa de las partículas del árido, seco al horno, por unidad de volumen, incluyendo el volumen de los poros permeables e impermeables, sin incluir los vacíos entre partículas.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno EB-28 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

3.1.2.2 *Densidad (SSS)*. Masa de las partículas del árido, saturado superficialmente seco, por unidad de volumen, incluyendo el volumen de poros impermeables y poros permeables llenos de agua, sin incluir los vacíos entre partículas.

3.1.2.3 *Densidad aparente*. Masa por unidad de volumen, de la porción impermeable de las partículas del árido.

3.1.3 *Seco al horno (SH)*, relacionado a las partículas del árido. Condición en la cual los áridos han sido secados por calentamiento en un horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por el tiempo necesario para conseguir una masa constante.

3.1.4 *Densidad relativa (gravedad específica)*. Relación entre la densidad de un material y la densidad del agua destilada a una temperatura determinada; los valores son adimensionales.

3.1.4.1 *Densidad relativa (gravedad específica) (SH)*. Relación entre la densidad (SH) de los áridos y la densidad del agua destilada a una temperatura determinada.

3.1.4.2 *Densidad relativa (gravedad específica) (SSS)*. Relación entre la densidad (SSS) de los áridos y la densidad del agua destilada a una temperatura determinada.

3.1.4.3 *Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)*. Relación entre la densidad aparente del árido y la densidad del agua destilada a una temperatura determinada.

3.1.5 *Saturado superficialmente seco (SSS)*, relacionado a las partículas del árido. Condición en la cual los poros permeables de las partículas del árido se llenan con agua al sumergirlos por un determinado período de tiempo, pero sin agua libre en la superficie de las partículas.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 La densidad relativa (gravedad específica) es la característica generalmente utilizada para el cálculo del volumen ocupado por el árido en las mezclas que contengan áridos, incluyendo hormigón de cemento portland, hormigón bituminoso y otras mezclas que son dosificadas o analizadas en base al volumen absoluto. La densidad relativa (gravedad específica) también se la utiliza para el cálculo de vacíos entre partículas en el árido, de acuerdo a la NTE INEN 858. La densidad relativa (gravedad específica)(SSS) se la utiliza en la determinación de la humedad superficial del árido fino mediante desplazamiento de agua de acuerdo a la NTE INEN 859. La densidad relativa (gravedad específica) se la utiliza si el árido está húmedo, esto es, si ha alcanzado su absorción; por el contrario, la densidad relativa (gravedad específica) (SH) se la utiliza para los cálculos cuando el árido está seco o se asume que está seco.

4.2 La densidad aparente y la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) corresponden al material sólido que conforman las partículas constitutivas, sin incluir los vacíos de poros dentro de las partículas, a los cuales es accesible el agua. Este valor no es muy utilizado en la tecnología de construcción con áridos.

4.3 Los valores de absorción se utilizan para calcular los cambios en la masa de un árido debido al agua absorbida por los poros de las partículas constitutivas, comparado con la condición seca, cuando se considera que el árido ha estado en contacto con agua el suficiente tiempo para satisfacer la mayoría del potencial de absorción. El valor de absorción determinado en el laboratorio, se consigue después de sumergir en agua el árido seco por un determinado período. Los áridos extraídos de una mina bajo la superficie del agua, comúnmente tienen un contenido de humedad mayor que la absorción determinada por este método, si se utilizan sin secarlos. Por el contrario, algunos áridos que no han sido conservados en una condición continua de humedad hasta ser utilizados, probablemente contendrán una cantidad de agua absorbida menor que en la condición de saturado en 24 horas. Para un árido que ha estado en contacto con agua y que tiene humedad libre en las superficies de las partículas, el porcentaje de humedad libre se determina restando el valor de la absorción, del valor total de humedad que contiene el árido, determinado por secado según la NTE INEN 862.

4.4 Los procedimientos generales descritos en este método de ensayo son válidos para la determinación de la absorción de áridos que han sido sometidos a condiciones de saturación diferentes que la inmersión en agua por 24 horas, tales como agua en ebullición o saturación al vacío. Los valores de absorción obtenidos mediante otros métodos de ensayo, serán diferentes de los valores obtenidos mediante la saturación indicada en este método, así como también los valores de densidad (SSS) o de densidad relativa (gravedad específica) (SSS).

4.6 Los poros en los áridos livianos, después de la inmersión por 24 horas, no están necesariamente llenos con agua. En realidad, la absorción potencial para muchos de estos áridos no se alcanza luego de algunos días inmersos en agua. Por lo tanto, este método de ensayo no es apropiado para uso con áridos livianos.

6. MÉTODO DE ENSAYO

6.1 **Resumen.** Se sumerge en agua por $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$, una muestra de árido previamente secada, hasta conseguir una masa constante, con el propósito de llenar con agua sus poros. Se retira la muestra del agua, se seca el agua superficial de las partículas y se determina su masa. Luego, se coloca la muestra (o parte de esta) en un recipiente graduado y se determina el volumen de la muestra por el método gravimétrico o volumétrico; finalmente, la muestra se seca al horno y se determina nuevamente su masa. Utilizando los valores de masa obtenidos y mediante las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción.

6.2 Equipos

6.2.1 **Balanza.** Que tenga una capacidad de 1 kg o más, con una sensibilidad de 0,1 g o menos y una precisión de 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso para este método de ensayo. La diferencia entre lecturas debe tener una precisión dentro de 0,1 g, en cualquier rango de 100 g de carga.

6.2.2 **Picnómetro (para uso con el procedimiento gravimétrico).** Matraz u otro contenedor apropiado, en el cual la muestra de ensayo de árido fino, pueda ser introducida fácilmente y en el cual el volumen contenido pueda ser legible dentro de $\pm 0,1\text{ cm}^3$. El volumen del contenedor lleno hasta la marca debe ser por lo menos 50% mayor que el requerido para acomodar la muestra de ensayo. Para una muestra de ensayo de 500 g del árido más fino, es adecuado un matraz o un recipiente de 500 cm^3 de capacidad, adaptado con un picnómetro en la parte superior.

6.2.3 **Matraz (para uso con el procedimiento volumétrico).** Para una muestra de ensayo de aproximadamente 55 g, es adecuado un frasco de Le Chatelier, como el que se describe en la NTE INEN 156.

6.2.4 **Molde y compactador para ensayo de humedad superficial.** El molde metálico debe tener la forma de un cono truncado, con las siguientes dimensiones: 40 mm \pm 3 mm de diámetro interno superior, 90 mm \pm 3 mm de diámetro interno en la base y 75 mm \pm 3 mm de altura; el metal debe tener un espesor mínimo de 0,8 mm. El compactador metálico debe tener una masa de 340 g \pm 15 g y una cara compactadora circular y plana, de 25 mm \pm 3 mm de diámetro.

6.2.6 **Horno.** De tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$.

6.3 **Muestreo.** Tomar las muestras del árido, de acuerdo a la NTE INEN 695. Mezclar íntegramente la muestra y reducirla hasta obtener una muestra de ensayo de aproximadamente 1 kg, utilizando el procedimiento indicado en la NTE INEN 2 566.

6.4 Preparación de la muestra de ensayo

6.4.1 Colocar la muestra en una bandeja o en otro recipiente apropiado y secarla en el horno a una temperatura de $110\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$, hasta conseguir una masa constante, dejarla que se enfría hasta una temperatura que sea confortable para su manipulación (aproximadamente $50\text{ }^\circ\text{C}$), luego cubrirla con agua, ya sea por inmersión o por adición de agua, hasta alcanzar al menos 6% de humedad en el árido fino y dejar que repose por $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.

(Continúa)

6.4.1.1 Cuando se utilizan los valores de absorción y densidad relativa (gravedad específica) en la dosificación de mezclas de hormigón, en las que el árido estará en condición de humedad natural; el requisito del numeral 5.4.1 sobre el secado inicial es opcional y si la superficie de las partículas de la muestra ha sido conservada húmeda continuamente hasta el ensayo, el requisito del numeral 5.4.1 sobre la inmersión por $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$, también es opcional (ver nota 1)

6.4.2 Decantar el exceso de agua, evitando la pérdida de finos (ver apéndice X), extender la muestra sobre una superficie plana, no absorbente, expuesta a una corriente suave de aire caliente y moverla frecuentemente para asegurar un secado homogéneo. Si se desea, se pueden utilizar equipos mecánicos como un agitador, para ayudar a alcanzar la condición saturada superficialmente seca. Continuar esta operación hasta que la muestra se aproxime a una condición de flujo libre. Seguir el procedimiento indicado en el numeral 5.4.3 para determinar si la humedad superficial todavía está presente en las partículas constituyentes del árido fino. Realizar el primer ensayo para esta determinación cuando todavía exista agua superficial en la muestra. Continuar secando con agitación constante y probar a intervalos frecuentes hasta que el ensayo indique que la muestra ha alcanzado la condición de superficie seca. Si el primer ensayo de determinación de humedad superficial indica que la humedad no está presente en la superficie, significa que se ha secado más allá de la condición saturada superficialmente seca; en este caso, mezclar íntegramente el árido fino con algunos cm^3 de agua y dejar que la muestra repose en un recipiente cubierto por 30 minutos. A continuación, reanudar el proceso de secado y ensayos a intervalos frecuentes hasta determinar el inicio de la condición de superficie seca.

6.4.3 *Ensayo para determinar la humedad superficial.* Mantener firmemente el molde sobre una superficie lisa no absorbente, con el diámetro mayor hacia abajo. Colocar en el molde en forma suelta, una porción del árido fino parcialmente seco, hasta llenarlo colocando material adicional en la parte superior manteniendo firme el molde con la mano, compactar el árido fino con 25 golpes ligeros del compactador. Cada caída debe iniciar aproximadamente 5 mm sobre la superficie del árido. Permitir que el compactador caiga libremente bajo la atracción gravitacional en cada golpe. Ajustar la altura de inicio a la nueva elevación de la superficie después de cada golpe y distribuirlos sobre la superficie. Remover el árido fino que ha caído alrededor de la base y levantar el molde verticalmente. Si la humedad superficial todavía está presente, el árido fino mantendrá la forma del molde. Cuando el árido fino se desmorona ligeramente, ello indica que se ha alcanzado la condición de superficie seca.

6.4.3.1 Algunos áridos finos con partículas de forma predominantemente angular o con una alta proporción de finos, pueden no desmoronarse en el ensayo del cono, al alcanzar la condición de superficie seca. Este problema se puede verificar si al dejar caer desde una altura de 100 mm a 150 mm sobre una superficie, un puñado de árido fino, tomado de la muestra ensayada, se pueden observar partículas individuales muy finas. Para estos materiales, se considera que han alcanzado la condición saturada superficialmente seca, en el punto en que, luego de remover el molde, un lado del árido fino apenas se derrumba. En el Apéndice W se describen algunos criterios que se han utilizado en materiales que no se desmoronan fácilmente.

6.5 Procedimiento

6.5.1 Ensayar, ya sea por el procedimiento gravimétrico indicado en el numeral 5.5.2 o por el procedimiento volumétrico indicado en el numeral 5.5.3. Realizar todas las determinaciones de masa con una aproximación al 0,1 g.

6.5.2 Procedimiento gravimétrico (picnómetro):

6.5.2.1 Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro $500 \text{ g} \pm 10 \text{ g}$ de árido fino saturado superficialmente seco, preparado como se describe en el numeral 5.4 y llenar con agua adicional hasta aproximadamente el 90% de su capacidad. Agitar el picnómetro como se describe, manualmente en el literal a) o mecánicamente en el literal b) de este numeral.

NOTA 1. Los valores de absorción y densidad relativa (gravedad específica) (SSS) pueden ser significativamente más altos en áridos que no se los ha secado en el horno antes de la inmersión, respecto al mismo árido tratado de acuerdo con el numeral 5.4.1.

(Continúa)

a) Procedimiento gravimétrico:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) (SH)} = \frac{A}{(B + S - C)} \quad (1)$$

b) Procedimiento volumétrico:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) (SH)} = \frac{S_1 \left(\frac{A}{S} \right)}{0,9975(R_2 - R_1)} \quad (2)$$

6.8.2.2 *Densidad relativa (gravedad específica) (SSS)*. Calcular la densidad relativa (gravedad específica) del árido en condición saturada superficialmente seca, de la siguiente manera:

a) Procedimiento gravimétrico:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) (SSS)} = \frac{S}{(B + S - C)} \quad (3)$$

b) Procedimiento volumétrico:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) (SSS)} = \frac{S_1}{0,9975(R_2 - R_1)} \quad (4)$$

6.8.2.3 *Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)*. Calcular la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) de la siguiente manera:

a) Procedimiento gravimétrico:

$$\text{Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)} = \frac{A}{(B + A - C)} \quad (5)$$

b) Procedimiento volumétrico:

$$\text{Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)} = \frac{S_1 \left(\frac{A}{S} \right)}{0,9975(R_2 - R_1) - \left[\left(\frac{S_1}{S} \right) (S - A) \right]} \quad (6)$$

6.8.3 *Densidad*:

6.8.3.1 *Densidad (SH)*. Calcular la densidad del árido en condición seco al horno, de la siguiente manera:

a) Procedimiento gravimétrico:

$$\text{Densidad (SH), kg/m}^3 = \frac{997,5 A}{(B + S - C)} \quad (7)$$

b) Procedimiento volumétrico:

$$\text{Densidad (SH), kg/m}^3 = \frac{997,5 S_1 \left(\frac{A}{S} \right)}{0,9975(R_2 - R_1)} \quad (8)$$

(Continúa)

6.6.3.2 *Densidad (SSS)*. Calcular la densidad del árido en condición saturada superficialmente seca, de la siguiente manera:

a) Procedimiento gravimétrico:

$$\text{Densidad (SSS), kg/m}^3 = \frac{997,5 S}{(B + S - C)} \quad (9)$$

b) Procedimiento volumétrico:

$$\text{Densidad (SSS), kg/m}^3 = \frac{997,5 S_1}{0,9975(R_2 - R_1)} \quad (10)$$

6.6.3.2 *Densidad aparente*. Calcular la densidad aparente de la siguiente manera:

a) Procedimiento gravimétrico:

$$\text{Densidad aparente (SSS), kg/m}^3 = \frac{997,5 A}{(B + A - C)} \quad (11)$$

b) Procedimiento volumétrico:

$$\text{Densidad aparente (SSS), kg/m}^3 = \frac{997,5 S_1 \left(\frac{A}{S}\right)}{0,9975(R_2 - R_1) - \left[\left(\frac{S_1}{S}\right)(S - A)\right]} \quad (12)$$

6.6.4 *Absorción*. Calcular el porcentaje de absorción, de la siguiente manera:

$$\text{Absorción, \%} = \frac{(S - A)}{A} \times 100 \quad (13)$$

(Ver nota 4)

6.7 *Informe de resultados*. Se debe elaborar un informe de resultados que contenga al menos lo siguiente:

- Fecha de muestreo y ensayo,
- Nombre del laboratorio y del laboratorista que efectuó el ensayo,
- Identificación de la muestra de árido fino,
- Resultados de densidad con una aproximación de 10 kg/m³, resultados de densidad relativa (gravidad específica) con una aproximación de 0,01 e indicar la condición del árido para densidad o densidad relativa (gravidad específica), ya sea (SH), (SSS) o aparente,
- Resultado de absorción con una aproximación de 0,1%,
- Si los valores de densidad, densidad relativa (gravidad específica) fueron determinados sin el secado preliminar del árido, según lo permitido en el numeral 5.4.1.1, registrar este particular en el informe,
- Otros detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

NOTA 4. El valor constante (997,5 kg/m³), utilizado en los cálculos de los numerales 6.6.2 a 6.6.4 es la densidad del agua destilada a 23 °C. Algunas autoridades recomiendan utilizar la densidad del agua destilada a 4 °C (1 000 kg/m³ o 1,000 Mg/m³), valores suficientemente precisos.

(Continúa)

6.8 Precisión y desviación

6.8.1 *Precisión*. La estimación de la precisión de este método de ensayo, que figura en la tabla 1, se basa en los resultados del Programa de muestras de referencia del laboratorio de materiales de la AASHTO, los ensayos fueron realizados de acuerdo a la norma ASTM C 128 y a la norma AASHTO T 84. La diferencia significativa entre estos métodos es que la norma ASTM C 128 requiere un periodo de saturación de 24 h \pm 4 h mientras que la norma AASHTO T 84 requiere un periodo de saturación de 15 h \pm 19 h. Se ha encontrado que esta diferencia tiene un efecto insignificante sobre los índices de precisión. Los datos se basan en el análisis de más de 100 pares de resultados de ensayos de 40 a 100 laboratorios. La estimación de la precisión para densidad fue calculada a partir de valores determinados de densidad relativa (gravedad específica), utilizando la densidad del agua destilada a 23 °C para la conversión.

TABLA 1. Precisión

	Desviación estándar (1s) ^A	Rango aceptable de dos resultados (d2s) ^A
Precisión para un solo operador:		
Densidad (SH), kg/m ³	11	13
Densidad (SSS), kg/m ³	9,5	27
Densidad aparente, kg/m ³	9,5	27
Densidad relativa (gravedad específica) (SH)	0,011	0,032
Densidad relativa (gravedad específica) (SSS)	0,0095	0,027
Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)	0,0095	0,027
Absorción, % ^B	0,11	0,31
Precisión multilaboratorio:		
Densidad (SH), kg/m ³	23	64
Densidad (SSS), kg/m ³	20	56
Densidad aparente, kg/m ³	20	56
Densidad relativa (gravedad específica) (SH)	0,023	0,066
Densidad relativa (gravedad específica) (SSS)	0,020	0,056
Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)	0,020	0,056
Absorción, % ^B	0,23	0,66

^A Estos números representan los límites (1s) y (d2s) respectivamente, como se describen en la norma ASTM C 870. La estimación de la precisión fue obtenida del análisis de los resultados de las muestras de referencia combinadas del laboratorio de materiales de la AASHTO, obtenidos de laboratorios que utilizaron un tiempo de saturación de 15 h \pm 19 h y otros laboratorios que utilizaron 24 h \pm 4 h de saturación. El ensayo se realizó en áridos de masa normal y comenzó con los áridos en condición seco al horno.

^B La estimación de la precisión está basada en áridos con absorciones menores de 1% y pueden variar en áridos finos producto de trituración, así como en áridos que tengan valores de absorción mayores de 1%.

6.8.2 *Desviación*. Puesto que no hay un material de referencia aceptado, que sea adecuado para determinar la desviación de este método de ensayo, no se ha hecho ninguna declaración de desviación.

(Continúa)

APÉNDICE W
(Información opcional)

CRITERIOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR LA CONDICIÓN SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA, EN MATERIALES QUE NO SE DESMORONAN FÁCILMENTE

W.1 En materiales que no se desmoronan fácilmente se han utilizado los siguientes criterios:

W.1.1 *Ensayos provisionales de cono.* Realizar el ensayo del molde cónico como se describe en el numeral 5.4.3, excepto que se debe aplicar solamente 10 golpes. Añadir más árido fino y aplicar 10 golpes nuevamente. A continuación, agregar material dos veces más, aplicando 3 y 2 golpes del compactador, respectivamente. Nivelar el material al ras de la parte superior del molde, retirar el material suelto en la base y levantar el molde verticalmente.

W.1.2 *Ensayo provisional de la superficie.* Si se observan los finos en el aire cuando se tiene un árido fino que no se desmorona cuando se encuentra en una condición de humedad, agregar más humedad al árido fino y cuando se considera que el material está en la condición de superficie seca, colocar con la mano aproximadamente 100 g de material sobre una superficie plana, no absorbente, seca, limpia, oscura o gris, como una plancha de caucho, una superficie de acero, galvanizada o una superficie de metal pintada de negro. Después de 1 s a 3 s, retirar el árido fino. Si se muestra humedad visible en la superficie de ensayo por más de 1 s a 2 s, entonces se considera que la humedad superficial está aún presente en el árido fino.

W.1.3 *Procedimientos colorimétricos,* descritos por Kandhal y Lee, en Highway Research Record No. 307, página 44.

W.1.4 Para alcanzar la condición saturada superficialmente seca en un material de un solo tamaño, que se desmorona cuando está húmedo, se pueden utilizar toallas de papel con textura áspera para secar la superficie del material hasta el punto donde se alcanza la condición, que es cuando la toalla de papel no parece estar recogiendo humedad de las superficies de las partículas del árido fino.

Anexo 15: Anteproyecto de Tesis.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ PARA LA
REDUCCIÓN DEL COLOR EN AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DE LA
HILANDERÍA GUIJARRO DEL CANTÓN GUANO.**

AUTOR(ES):

NICOLE TORRES TAPIÁ

KARLA GAIBOR VELASCO

2014-2015

ASPECTOS GENERALES:

TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL OLOTE O TUSA DE MAÍZ PARA LA REDUCCIÓN DEL COLOR EN AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DE LA HILANDERÍA GUIJARRO DEL CANTÓN GUANO

AUTOR (ES)

NICOLE TORRES TAPÍA

KARLA GAIBOR VELASCO

ASESOR

COLABORADOR(ES)

LUGAR DE REALIZACIÓN

LA MATRIZ, GUANO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

TIEMPO ESTIMADO DE ESTUDIO

12 MESES

BENEFICIARIOS

LA HILANDERÍA GUIJARRO Y POBLACIÓN DEL CANTÓN GUANO (LA MATRIZ)

COSTO ESTIMADO

\$ 3750

FINANCIAMIENTO

AUTOFINANCIAMIENTO

1. TÍTULO DEL PROYECTO

Estudio de la aplicación del olote o tusa de maíz para la reducción del color en aguas residuales procedentes de la Hilandería Guijarro del cantón Guano.

2. PROBLEMATIZACIÓN

2.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el Ecuador existen varias empresas que producen agua residual de color en un alto porcentaje, y una de ellas es la Hilandería Guijarro.

Los residuales líquidos de la Hilandería son evacuados al cauce del río Guano que cruza el cantón de su mismo nombre, este río es un afluente de la cuenca del río Chambo que cubre un 98% en la provincia de Chimborazo. La cuenca del Río Chambo forma parte del sistema hidrográfico del río Pastaza, que pertenece a la vertiente del Amazonas.

La Hilandería, para sus procesos de lavado de lana y tinturado del hilo utiliza una gran cantidad de agua y variedad de tintes; además los procesos se manejan en forma discontinua, por lo que las concentraciones de los materiales residuales varían significativamente.

Luego de su utilización los residuales de este proceso pasan a una planta de tratamientos, la misma que no cuenta con mecanismos adecuados de remoción de color, por tal razón nosotros nos hemos interesado y en buscar o crear nuevas alternativas ecológicas a través de la utilización de un producto de desecho y de fácil accesibilidad.

Por cada seis toneladas de cosecha, que produce una hectárea de cultivo, se queman o desechan dos toneladas de tusa”. Es decir que el 40% de la obtención de esta plantación es desechada. (ESPAC. 2002 – 2003).

El olote o tusa de maíz actualmente se vota en campo abierto, se quema entre otros, provocando un impacto considerable al ecosistema, por lo tanto se pretende darle un manejo adecuado y ser aprovechar en la absorción del color de las aguas residuales.

2.2. ANÁLISIS CRÍTICO

Con este tema de investigación se pretende investigar el grado de remoción de color en las aguas residuales procedentes de la Hilandería. Para lo cual se realizara diferentes pruebas,

con el olote o tuza de maíz y se combinara con el carbón activado antes y después para la retención de color.

2.3. PROGNOSIS

Con este tema de investigación vamos a evaluar la eficiencia de remoción del color con el fin de aportar alternativas innovadoras que contribuyan a solucionar problemas ambientales de contaminación de aguas residuales procedentes de la Hilandería en cuanto se refiera a la remoción del color. Ya que el olote o tusa de maíz a simple vista sólo pareciera un simple despojo utilizado para fines curativos, uso doméstico, entretenimiento infantil, instrumento anti-derrame y para la higiene personal.

2.4. DELIMITACIÓN

No existe ninguna limitación que pueda interferir directamente a la elaboración de nuestro proyecto de investigación.

2.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En qué medida el olote o tusa de maíz contribuirá a la reducción del color de las aguas residuales procedentes de la Hilandería Guijarro cantón guano provincia de Chimborazo?

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar la eficiencia del olote o tusa de maíz en la remoción de color de las aguas residuales para su posterior uso, procedentes de la Hilandería Guijarro del Cantón Guano.

2.6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Recolección e Identificación de los parámetros físico-químico de agua residual procedente de la Hilandería Guijarro y del material filtrante (olote o tuza de maíz).

Diseñar y construir el filtro (prototipo) para realizar las diferentes prácticas en el laboratorio.

Analizar la mejor aplicación del olote o tusa de maíz para remoción del color.

Evaluar la eficiencia del olote comparado con el de carbón activado como tratamiento complementario del proceso coagulación-floculación con las aguas residuales de la industria textil para la eliminación del color residual.

2.7. JUSTIFICACIÓN

Apenas dos de las industrias (hilandería y curtiembre), que funcionan en la ciudad de Guano, cuentan con un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales, el resto de industrias las eliminan directamente al río sin ningún tratamiento provocando que las aguas del río continúen contaminadas con metales pesados y principalmente colorantes.

Este tipo de investigación es nueva y que no existe información detallada acerca del estudio de la reducción del color en aguas residuales por medio de la utilización del olote o tusa de maíz.

La Hilandería, para sus procesos de lavado de lana y tinturado del hilo, utiliza una gran cantidad de agua, una gran variedad de tintes, ácidos, bases, sales, agentes humectantes, colorantes y otros acabados auxiliares; muchos de estos no permanecen en el producto final, sino que son desechados en los efluentes.

Se pretenderá dar un uso diferente e innovador, porque se requiere generar un producto nuevo y de bajo costo, que facilite su implementación como tratamiento complementario en la reducción de color de las aguas residuales.

Por cada seis toneladas de cosecha, que produce una hectárea de cultivo, se queman o desechan dos toneladas de tusa”. Es decir que el 40% de la obtención de esta plantación es desechada. (ESPAC. 2002 – 2003)

De este proyecto de investigación al obtener resultados factibles el beneficio producido no sólo será económico sino ambiental, ya que se le estaría dando un mayor y mejor uso a los recursos generados en gran cantidad por el país y a la vez se lograría reducir algunos de los problemas de contaminación que ocasionan los desechos agroindustriales en el medio y además se disminuirá el impacto que se origina por los efluentes residuales de los procesos que se dan en la Hilandería y al encontrarse en una zona rural donde la materia prima (olote) es de fácil acceso por lo que la aplicación de esta investigación sería beneficiosa.

Además se realizara un filtro que servirá para realizar prácticas entre los estudiantes dela Facultad de Ingeniería Ambiental

3. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES DEL TEMA

Se ha realizado un estudio acerca de remoción del cromo en las aguas Residuales de las curtiembres por un estudiante de la Universidad de América en Bogotá –Colombia.

Además no se ha encontrado estudios relacionados a la remoción de color a través del olote o tusa de maíz utilizado como medio filtrante que se haya hecho en el Ecuador.

3.2. ENFOQUE TEÓRICO

3.2.1. Guano

Es un cantón de la Provincia de Chimborazo en el Ecuador. Tiene una superficie de 473 km². Es un importante centro artesanal de tejidos de lana. Su especialidad es la elaboración de alfombras. De acuerdo con el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, SIISE, la pobreza por necesidades básicas insatisfechas, alcanza el 83,44% de la población total del cantón, y la extrema pobreza alcanza el 49,96%.

Tiene una extensión 473.3 km² cuadrados, corresponde al 7% de territorio provincial. La temperatura promedio es de 17 °C. Existe diversidad de pisos climáticos, desde el valle hasta la nevada montaña más alta. Por lo mismo, hay vegetación de toda clase, incluyendo la propia de los páramos. (http://es.wikipedia.org/wiki/Cant%C3%B3n_Guano)

3.2.2. Olote

El olote (náhuatl: *olotl*, ‘bizcocho del elote’) , Chócolo, marlo, tusa, zuro o La coronta (quechua: *choclo*)⁷ Es el residuo producido luego de desgranar la mazorca del maíz, es decir su tronco.

3.2.2.1. Usos

Aunque no se utilizan para consumo humano, los olotes en ocasiones se han utilizado como alimento para los animales o como combustible.

Existe un proverbio mexicano que dice: 'Mientras menos burros, más olotes'. Significa que mientras menos personas haya en la repartición, más cantidad le toca a cada uno. También se

usan en la elaboración de artesanías, juguetes y artículos decorativos. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Olote>)

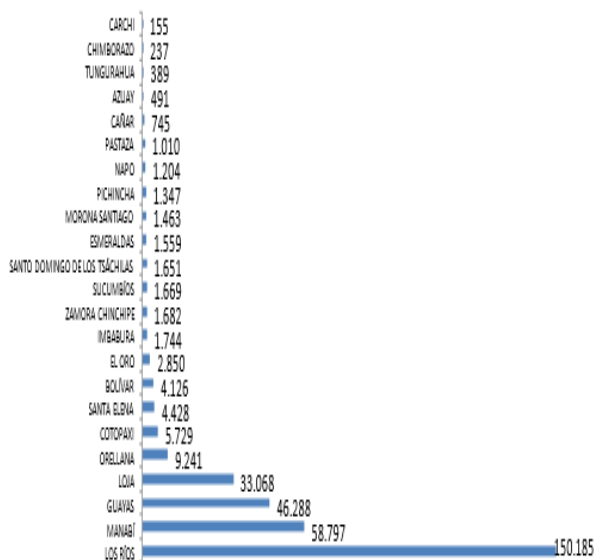
3.2.3. Producción de maíz

3.2.3.1. Datos estadísticos

El III Censo Nacional Agropecuario señala que, en el país se siembran anualmente unas 265.744 ha, de las cuales 54.823 ha, corresponden al callejón interandino y 190.453 ha, en el litoral. La producción de la sierra, principalmente se la dedica al consumo humano, en tanto que la del litoral a la industria de alimentos balanceados.

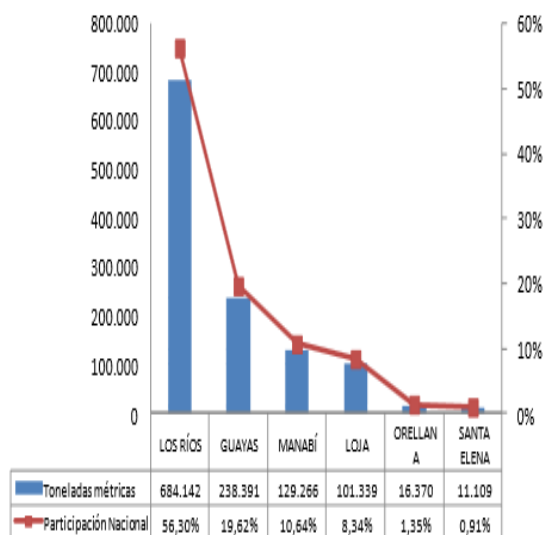
Por cada seis toneladas de cosecha, que produce una hectárea de cultivo, se queman o desechan dos toneladas de tusa”. Es decir que el 40% de la obtención de esta plantación es desechada. (ESPAC. 2002 – 2003)

Gráfico 13. Superficie cosechada (ha.) 2012



Fuente: ESPAC 2012
Elaborado por: INEC – Unidad de Estadísticas Agropecuarias

Gráfico 14. Producción (TM) 2012



Fuente: ESPAC 2012
Elaborado por: INEC – Unidad de Estadísticas Agropecuarias

Realizado por: (ESPAC. 2002 – 2003)

3.2.4. Teñido

El teñido es el proceso que puede generar más contaminación debido a que requiere el uso no solamente de colorantes y químicos, sino también de varios productos especiales conocidos como auxiliares de teñido. Estos materiales constituyen una parte integral de los procesos de teñido (por ejemplo, agentes reductores para el teñido con colorantes de tina) incrementando las propiedades de los productos terminados y mejorando la calidad del teñido, la suavidad, la firmeza, la textura, estabilidad dimensional, resistencia a la luz, al lavado, etc.

Los auxiliares del teñido forman un grupo muy heterogéneo de compuestos químicos, sin embargo, generalmente son surfactantes, compuestos inorgánicos, polímeros y oligómeros solubles en agua y agentes solubilizantes. Los auxiliares más comerciales son preparaciones que contienen varios de estos compuestos.

Sustancias auxiliares para el teñido

A continuación se mencionan algunos de los agentes auxiliares que se emplean comúnmente en las empresas y sus funciones.

3.2.5. Tratamiento de aguas residuales

3.2.5.1. Flotación de aire disuelto

La flotación de aire disuelto (DAF por sus siglas en inglés) es un tratamiento de aguas o proceso que clarifica aguas residuales (u otras aguas) mediante la remoción de materia suspendida como aceites o sólidos. La remoción se logra disolviendo en el agua u agua residual aire bajo presión y luego liberando el aire a presión atmosférica en tanques de flotación o piletas. La liberación de aire forma pequeñas burbujas que se adhieren a la materia suspendida y la hacen flotar en la superficie del agua donde serán removidas por un dispositivo de desnatado. (http://es.wikipedia.org/wiki/Flotaci%C3%B3n_de_aire_disuelto)

3.2.5.2. Etapas del tratamiento Físico-Químico

Para romper la estabilidad de las partículas coloidales y poderlas separar, es necesario realizar tres operaciones: coagulación, floculación y decantación o flotación posterior

El tratamiento físico-químico puede constituir una única etapa dentro del tratamiento del agua residual o bien puede interponerse como proceso de depuración complementario entre el pre-tratamiento y el tratamiento biológico.

En cualquiera de los dos casos, el vertido procedente del pre-tratamiento es sometido a las distintas fases de depuración físico-químicas:

Coagulación

Floculación.

Decantación

3.2.5.2.1. Coagulación.

La coagulación consiste en desestabilizar los coloides por neutralización de sus cargas, dando lugar a la formación de un floculo o precipitado.

La coagulación de las partículas coloidales se consigue añadiéndole al agua un producto químico (electrolito) llamado coagulante. Normalmente se utilizan las sales de hierro (cloruro férrico) y aluminio. (<http://es.slideshare.net/guillermo150782/coagulacion-y-floculacion>)

3.2.4.2.2. Floculación.

La floculación trata la unión entre los flóculos ya formados con el fin aumentar su volumen y peso de forma que pueden decantar. Consiste en la captación mecánica de las partículas neutralizadas dando lugar a un entramado de sólidos de mayor volumen. De esta forma, se consigue un aumento considerable del tamaño y la densidad de las partículas coaguladas, aumentando por tanto la velocidad de sedimentación de los flóculos. (<http://es.slideshare.net/aLeeMontijo/floculacin>)

3.2.4.2.3. Decantación o Flotación.

Esta última etapa tiene como finalidad el separar los agregados formados del seno del agua. + Esta última etapa tiene como finalidad el separar los agregados formados del seno del agua.

La decantación es un proceso físico de separación de mezcla especial para separar mezclas heterogéneas, estas pueden ser exclusivamente líquido - líquido o sólido - líquido. La decantación se basa en la diferencia de densidades entre los dos componentes, que hace que dejados en reposo, ambos se separen hasta situarse el más denso en la parte inferior del envase que los contiene. (<http://es.scribd.com/doc/21800557/Que-es-la-decantacion>).

3.2.6. CARBÓN ACTIVADO

La filtración por carbón activo se emplea en la industria azucarera, química, farmacéutica etc. así como en el tratamiento de aguas, debido a su gran capacidad de adsorción de diversos elementos, sumado a la posibilidad de limpieza del lecho filtrante con gran facilidad y rapidez, así como a la capacidad de regeneración del mismo.

El carbón activo se compone en un 75-80% de carbono y un 5-10% de cenizas. Físicamente se presenta en polvo o en grano. Existen varios tipos de carbón activo, según la materia prima, el tipo de activación y la duración del proceso de activación, pero, en cualquier caso, se caracteriza por su pequeño y homogéneo calibre y su estructura interna, formada por un gran número de poros de tamaños similares que puede alcanzar una superficie interna entre 500 y 1.500 m²/g. Estos poros se dividen según su tamaño en macro poros, con un radio mayor a 25 nm, meso poros, entre 25 y 1 nm y, micro poros, con radio inferior a 1 nm.

Los lechos de carbón activo se instalan en columnas de filtrado, con o sin presión, siendo la función desarrollada por éste la de filtrado final, en combinación con filtros de arenas, actuando como adsorbente o, individualmente, actuando como filtro mecánico y adsorbente.

La adsorción con carbón activo consiste en retirar del agua las sustancias solubles mediante el filtrado a través de un lecho de este material, consiguiéndose que los oligominerales pasen a través de los microporos, separando y reteniendo en la superficie interna de los gránulos los compuestos más pesados. (http://www.ambientum.com/revista/2003_03/CARBON.htm)

3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Tusa: Es el residuo producido luego de desgranar la mazorca del maíz, es decir su tronco.

Aguas residual: Un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales.

Caracterización: Es aquella que determina los atributos peculiares de alguien o de algo, de modo que claramente se distinga de los demás.

Eficiencia: Se define como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un objetivo determinado con el mínimo de recursos posibles viable

Aniónicos: Es un ion (o ión) con carga eléctrica negativa, es decir, que ha ganado electrones.

Tratamiento: Hace referencia a la forma o los medios que se utilizan para llegar a la esencia de algo, bien porque ésta no se conozca o porque se encuentra alterada por otros elementos.

Reducción: Se denomina reacción de reducción-oxidación, de óxido-reducción o, simplemente, reacción redox, a toda reacción química en la que uno o más electrones se transfieren entre los reactivos, provocando un cambio en sus estados de oxidación.

Floculación: Es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.

Sedimentación: Es el proceso por el cual el sedimento en movimiento se deposita. Un tipo común de sedimentación ocurre cuando el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo de un río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin.

Teñido: es un proceso químico en el que se añade un colorante a los textiles y otros materiales, con el fin de que esta sustancia se convierta en parte del textil y tenga un color diferente al original.

Solubilidad: es la cualidad de soluble (que se puede disolver). Se trata de una medida de la capacidad de una cierta sustancia para disolverse en otra. La sustancia que se disuelve se conoce como soluto, mientras que aquella en la cual este se disuelve recibe el nombre de solvente o disolvente.

3.4. HIPÓTESIS

3.4.1 HIPOTESIS ALTERNATIVA (Hi)

Con el uso del olote o tusa de maíz se alcanzara a remover en un 50 % el color de las aguas residuales.

3.4.2. HIPOTESIS NULA (Ho)

Con el uso del olote o tusa de maíz no se alcanzara a remover en un 50 % el color de las aguas residuales.

3.6. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

En el presente proyecto se ha identificado las siguientes variables:

Variable independiente: El Olote o tusa de maíz.

Variable dependiente: Reducción del color.

4.- METODOLOGÍA

4.1. TIPO DE ESTUDIO

Experimental

4.1.1. Tipo de Investigación:

4.1.1. Investigación Deductiva

En este método se desciende de lo general a lo particular, de forma que partiendo de enunciados de carácter universal y utilizando instrumentos científicos, se infieren enunciados particulares, pudiendo ser axiomático-deductivo cuando las premisas de partida la constituyen axiomas (proposiciones no demostrables), o hipotético-deductivo si las premisas de partida son hipótesis contrastables.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

En esta investigación no se cuenta con una población definida y a la vez la muestra estará conformada por las aguas residuales procedentes de la Hilandería Guijarro del Cantón Guano provincia de Chimborazo

4.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El Olote o tusa de maíz.	Es el residuo producido luego de desgranar la mazorca del maíz, es decir su tronco.	Independiente	Caracterización del olote. Tamaño y forma de la partícula. Cantidad de olote. Estructura. Porosidad Grado de Absorción	Observación Método gravimétrico. Absorción Adsorción Espectrometría de Absorción. Microscópico Tamizado Centrifugación

Reducción del color de las Aguas residuales	Minimizar la cantidad de sustancias químicas en efluentes o aguas residuales	Dependiente	<p>Análisis e Interpretación de resultados</p> <p>% reducción de color</p> <p>Características del agua: cruda</p> <p>*Parámetros Físicos (Color, Turbidez, Conductividad y Resistividad)</p> <p>*Parámetros Químicos (pH, Sólidos Disueltos, Sólidos en Suspensión, Sólidos Totales, Demanda Química de Oxígeno, Porcentaje de reducción de color)</p>	<p>*Técnicas del laboratorio</p> <p>1.- Método conductimétrico</p> <p>2.-Método título Métrico con EDTA.</p> <p>3.-Método electrométrico</p> <p>4.-.Técnica de dilución.</p> <p>5.-Método colorimétrico, reflujo cerrado.</p> <p>*(Conductímetro, Pehachímetro, potenciómetro).</p> <p>*Comparación de Resultados.</p> <p>*Cuadros comparativos</p>
---	--	-------------	--	---

4.4. PROCEDIMIENTOS

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos, se lo hará indistintamente mediante:

La Observación

Experimental

Análisis documental

Análisis de contenidos

Análisis de laboratorio

Comparación de los resultados (eficiencia)

Instrumentos:

TULSMA

Equipos y Materiales del laboratorio

Molino

Materiales para la construcción del prototipo.

Lechos filtrantes

Muestras de aguas residuales procedentes de la Hilandería Guijarro
Papelería y varios

4.5. PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS.

4.5.1. Procedimiento

Recolección de la materia prima:

Aguas residuales industriales procedentes de la Hilandería GUJARRO.

Olote o tuza de maíz.

Caracterización de aguas residuales industriales:

Medición de los parámetros físico-químicos

Comparación de resultados

Análisis del olote

Preparación del material filtrante

Trituración del olote o tuza de maíz

Diseño y construcción del filtro (prototipo)

Cálculos

Materiales para la construcción del prototipo

4.5.2. Análisis

Se evaluará la eficiencia del lecho filtrante (olote o tusa de maíz), y el grado de remoción de color de las aguas residuales procedentes de la Hilandería Guijarro, mediante análisis comparativos en el laboratorio de la Universidad Nacional de Chimborazo, además se utilizará estadística básica que nos permitirá conocer la comparación de datos con análisis estadísticos y la normativa Ambiental vigente.

5.1. MARCO ADMINISTRATIVO

5.1.1. RECURSOS

Recursos Humanos

En la ejecución del presente proyecto se utilizará los siguientes recursos:

TESISTAS

5.2. PRESUPUESTO

El presupuesto identificado será:

TABLA No 2

Recolección de la materia prima:

Aguas residuales industriales procedentes de la Hilandería GUJARRO.

Olote o tuza de maíz.

ESTADO DE FUENTES Y USOS			
ACTIVIDADES	INTERNAS		TOTAL
	RECURSOS PROPIOS	UNIVERSIDAD	
Recolección de agua residual procedente de la Hilandería Gujarro.	200		200
Recolección y trituración del material filtrante (olote o tuza de maíz).	270		365
Caracterización del agua residual.		450	480
Diseño y construcción del prototipo	1800		450
Evaluar la eficiencia del olote y como tratamiento complementario de otro proceso (coagulación-floculación).	150		305
Papel, impresiones, materiales de escritorio, entre otros.	350		300
Teléfonos e Internet y otros	300		300
Imprevistos	230		200
Total	3300	450	3750

NOTA:

Los costos no son precisos ya que en las actividades anteriormente mencionadas puede variar el puesto de cada uno de los procesos, la cuantía estimada de la investigación alcanzaría unos \$3.750.

5.3. CRONOGRAMA (de mayo del 2014 a mayo de 2015)

TABLA N^o 3

No	Actividades	Año 1											
		Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Aprobación del perfil de tesis	X	X	X									
2	Caracterización de los parámetros físico-químicos agua y del lecho filtrante (olote o tusa de maíz)			X	X	X	X	X	X				
3	Pruebas de aplicación del olote o tusa de maíz para remover color.			X	X	X	X	X	X				
4	Diseño y construcción del filtro (prototipo).					X	X						
	Comparar la eficiencia entre los lechos filtrantes de carbón activado y del olote o tusa en la remoción de color de las aguas residuales						X	X					
5	Procesamiento de datos							X	X				
6	Evaluar la eficiencia del olote comparado con el de carbón activado como tratamiento complementario del proceso coagulación-floculación con las aguas residuales de la Hilandería Guijarro para la eliminación del color.									X			
7	Presentación y defensa del proyecto de investigación										X	X	X

6. BIBLIOGRAFÍA

- Lewis, E. 1894. Notes on maize. *Bull. of the Torrey Bot.*, 21: 1. 1
- Tilman, D.; Cassman, K. G.; Matson, P. A.; Naylor, R. y Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418 (6898): 671-677.
- Domy, A. 2001. Soil remediation using *in situ* immobilization techniques. Thesis PhD. University of Georgia. Kim, W. Lee, S. Yun, Y. y Shin, B. 1998. Ammonia removal characteristics of artificial zeolite pellet using multi-stage adsorption. *Chawon Risaikring.*, 7 (1): 20-26. 1

- Querol, X. 1997. Industrial applications of fly ash: zeolites synthesis and ceramic applications. *CECA-ESCS-7220 ED/079*. 1st Report.
- Revista científica, técnica e informativa de la Facultad de Ciencias. ESPOCH
- M. Barkat, D. Nibou, S. Chegrouche, A. Mellah. “Kinetics and thermodynamics studies of chromium(VI) ions adsorption onto activated carbon from aqueous solutions”. 2007.
- M. Sibaja, M. Durán, M. Moya., R. Bolaños y J. Mata, *Ingeniería y Ciencia Química*, 6(2), 183 (1982).
- M. Moya, M. Durán, R. Sibaja y J. Vega. *Memorias XXI Congreso Latinoamericano de Química*, Panamá (1994).
- M. Moya, M. Sibaja, M. Durán y J. Vega, *UNICIENCIA*, 12(1-2), 39 (1995)

6.1. WEBGRAFÍA

- <http://eltajo1.blogspot.com/2009/08/la-tusa-usos-y-aplicaciones.html>
- <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/resunfagro/cerdos/Hernan.htm>
- <http://cadprebasicahn.files.wordpress.com/2010/07/artesantias-de-tusa.pdf>
- <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/266/3/03%20AGP%2094%20TESIS.pdf>
- (Kuhad *et al.*, 2004 y Anjaneyulu *et al.*, 2005).
- (http://es.wikipedia.org/wiki/Cant%C3%B3n_Guano)
- (<http://es.wikipedia.org/wiki/Olote>)
- (<http://www.minambiente.gov.co/documentos/Textiles.pdf>)
- www.monografias.com
- www.profuniandes.edu.co
- www.unet.edu.ve/expresion
- <http://www.secsuelo.org/XIICongreso/Simposios/Nutricion/Ponencias/6.%20Darwin%20YAnez.%20Elemento%20faltante%20en%20maiz.%20INIAP-EESC-Ecuador.pdf>
- http://www.inec.gob.ec/ESPAC2012/InformeEjecutivo.pdf?TB_iframe=true&height=600&width=1000