



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN OPCIÓN  
AL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN GESTIÓN DE LA  
PRODUCCIÓN**

**TEMA:**

**“USO DE CARBÓN VEGETAL ACTIVADO A PARTIR DE MADERA  
RESIDUAL PARA LA UTILIZACIÓN EN FILTROS DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO NATURAL DE AGUAS RESIDUALES GRISES EN LOS  
MOLINOS POULTIER EN LATACUNGA”.**

**AUTOR: YANCHAPAXI Bustillos, Diego Eduardo  
TUTOR: MSc. Renán Lara Landázuri  
LATACUNGA – ECUADOR  
Diciembre 2017**

## **CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Programa de Maestría en Gestión de la Producción del Trabajo, cohorte 2014, nombrado por el Honorable Consejo de Posgrados de la UTC.

### **CERTIFICO**

Que he analizado el Proyecto de investigación y desarrollo titulado de **“USO DE CARBÓN VEGETAL ACTIVADO A PARTIR DE MADERA RESIDUAL PARA LA UTILIZACIÓN EN FILTROS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO NATURAL DE AGUAS RESIDUALES GRISES EN LOS MOLINOS POULTIER EN LATACUNGA”** presentado por Diego Eduardo Yanchapaxi Bustillos, con cédula de ciudadanía No. 171042575 – 0; como requisito previo para la aprobación y el desarrollo de la investigación para optar el grado de Magister en Gestión de la Producción.

Sugiero su aprobación y permita continuar con el trabajo de investigación.

Latacunga, Diciembre 2017

-----  
Msc. Renán Lara Landázuri

0400488011-1

Tutor

## AVAL DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe del Proyecto de Investigación y Desarrollo de Pos- grados de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por cuanto, el posgraduado Diego Eduardo Yanchapaxi Bustillos, con el título del trabajo de investigación y desarrollo titulado **“USO DE CARBÓN VEGETAL ACTIVADO A PARTIR DE MADERA RESIDUAL PARA LA UTILIZACIÓN EN FILTROS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO NATURAL DE AGUAS RESIDUALES GRISES EN LOS MOLINOS POULTIER EN LATACUNGA”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Defensa.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Diciembre del 2017

Para constancia firman

-----  
MIEMBRO

-----  
MIEMBRO

-----  
MIEMBRO

-----  
MIEMBRO

## **Certificado de Validación del Tutor**

En mi calidad de Tutor del Programa de Maestría en Gestión de la Producción,  
nombrado por el Consejo de Posgrado

### **CERTIFICO**

**Que**, analizado el Proyecto de Investigación, presentado como requisito previo a  
optar por el grado de Magister en Gestión de la Producción

El problema de investigación se refiere a:

**“USO DE CARBÓN VEGETAL ACTIVADO A PARTIR DE MADERA  
RESIDUAL PARA LA UTILIZACIÓN EN FILTROS DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO NATURAL DE AGUAS RESIDUALES GRISES EN LOS  
MOLINOS POULTIER EN LATACUNGA”.**

Presentado por Yanchapaxi Bustillos Diego Eduardo con cedula de identidad  
1710425750

El proyecto de investigación reúne méritos suficientes para ser sometido al acto de  
defensa.

Latacunga, Diciembre del 2017

-----  
Msc. Renán Lara Landázuri

0400488011-1

Tutor

## **Responsabilidad por la autoría del proyecto de investigación**

**El presente trabajo de investigación es de mi autoría, por lo tanto, me responsabilizo del contenido del mismo.**

-----  
**Ing. Agr. Diego Eduardo Yanchapaxi Bustillos**

**171042575 – 0**

## **Agradecimiento**

Al culminar este proyecto de grado para la obtención del título de Magister en Gestión de la Producción es necesario dedicar el sincero agradecimiento a quienes hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

Mi gratitud para la Universidad Técnica de Cotopaxi, a mi Tutor Msc. Renán Lara por su continuo apoyo, a la Empresa Molinos Poulter S.A.; por ser la empresa en la que desarrollé mi investigación y a todas las personas que me ayudaron desde cada uno de sus espacios para culminar con esta anhelada meta.

-----  
**Ing. Agr. Diego Eduardo Yanchapaxi Bustillos**

**Autor**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo se lo dedico a Dios por ser siempre mi fortaleza y sabiduría en este caminar en mi formación, a la Virgen Dolorosa del Colegio San Gabriel por ser mi madre del cielo, a mi familia y a todos quienes contribuyeron para culminar con mis estudios de maestría, en especial a mi esposa Lorena Catherine Álvarez por su gran amor, dedicación, conocimientos y entrega; y a mi hija Lorena María, por ser el motor y fundamento de mi vida.

---

**Ing. Agr. Diego Eduardo Yanchapaxi Bustillos**

**Autor**

## Índice

<b>CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>ii</b>
<b>AVAL DEL TRIBUNAL DE GRADO.....</b>	<b>iii</b>
<b>Certificado de Validación del Tutor.....</b>	<b>iv</b>
<b>Responsabilidad por la autoría del proyecto de investigación.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>vi</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
Situación problemática.....	1
Justificación de la investigación.....	4
Delimitación del problema .....	6
Objeto de estudio de la investigación.....	6
Campo de acción de la investigación .....	6
Campo de la investigación .....	6
Objetivo general de la investigación .....	6
Objetivos específicos de la investigación.....	6
Breve descripción de la estructura de la investigación.....	7
<b>Capítulo I.....</b>	<b>9</b>
1 Fundamentación Teórica .....	9
1.1 Antecedentes de la investigación.....	9
1.2 Caracterización detallada del objeto de investigación .....	12
1.3 Molinos Poulter S.A. ....	13
1.4 Marco teórico de la investigación.....	15
1.4.1 Fundamentación de la investigación. ....	15
• Variable independiente: .....	15
• Variable dependiente:.....	15
1.5 Bases teóricas particulares de la investigación. ....	15



1.5.1 Carbón Vegetal Activado: Conceptos. ....	15
1.5.2 Breve historia del carbón activado. ....	16
1.5.3 Tipos de carbón. ....	17
1.5.3.1 Carbón mineral. ....	17
1.5.3.2 Carbón vegetal. ....	18
1.5.4 Clasificación del carbón activado. ....	19
1.5.4.1 Carbón granular: ....	19
1.5.4.2 Carbón pulverizado: ....	19
1.5.5 Proceso de obtención de carbón activado. ....	19
1.5.6 Descripción de los procesos de obtención del carbón vegetal activado ...	20
1.5.7 Métodos de activación del carbón. ....	21
1.5.7.1 Activación física. ....	21
1.5.7.2 Activación química. ....	21
1.5.8 Fundamentos químicos y físicos. ....	22
1.5.9 Filtros naturales de carbón y sus componentes. ....	23
1.5.10 Filtros de Carbón Activado. ....	24
1.5.11 Recepción y selección de la materia prima para la elaboración del carbón vegetal. ....	26
1.6 Agua: Conceptos. ....	26
1.6.2 Calidad de Agua. ....	27
1.6.3 Contaminación hídrica. ....	29
1.6.4 Aguas Residuales. ....	30
1.6.5 Tipos de aguas residuales. ....	30
1.6.6 Plantas de tratamiento de aguas residuales. ....	31
1.6.7 Tipos de tratamiento de aguas residuales. ....	32
1.6.7.1 Pre-tratamiento. ....	32
1.6.7.2 Tratamiento primario o tratamiento físico-químico. ....	32
1.6.7.3 Tratamiento secundario o tratamiento biológico. ....	32
1.6.7.4 Tratamiento terciario, de carácter físico-químico o biológico. ....	32
1.6.8 Métodos naturales de tratamiento de aguas residuales. ....	33
1.6.9 Carga contaminante del agua. ....	33
1.6.10 Uso de carbón activado en plantas de tratamiento. ....	34

1.6.11 Normativa Vigente de Gestión ambiental respecto a las aguas residuales. .....	35
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>40</b>
2. Metodología.....	40
2.1. Fundamentación de la investigación .....	40
2.2 Bases teóricas particulares de la investigación.....	40
2.3 Investigación cuantitativa:.....	41
2.4 Paradigma o enfoque epistemológico.....	41
2.5 Técnicas de Muestreo de Aguas. ....	42
2.6 Protocolo para la toma de muestras de aguas residuales.....	42
2.6.1 Propósito.....	42
2.6.2 Aplicabilidad .....	43
2.6.3 Requerimientos.....	43
2.6.3.1 Personal .....	43
2.6.3.2 Equipos y Materiales .....	43
2.6.4 Procedimiento.....	44
<b>Capitulo III .....</b>	<b>47</b>
3. Evaluación de resultados .....	47
3.1 Alcance de la investigación .....	47
3.2 Técnica e instrumentos .....	47
3.4 Operacionalización de variables.....	48
Variable Independiente.....	48
Variable Dependiente .....	49
2.5. Informe de Resultados.....	50
2.5.1 Parámetro pH.....	51
2.5.2 Parámetro Aceites y Grasas.....	53
2.5.3 Parámetro Sulfatos .....	55
2.5.4 Parámetro Tensoactivos .....	57
2.5.5 Parámetro Sólidos Suspendedos Totales.....	59
2.5.6 Parámetro DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno).....	61
2.5.7 Parámetro DQO (Demanda Química de Oxígeno).....	63
2.6 Técnica Lista de Chequeo (Check List) .....	65

2.6.1 Análisis e Interpretación.....	67
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>68</b>
Propuesta .....	68
a. Título: .....	68
Elaboración de filtros de carbón activado para su implementación en plantas de tratamiento de aguas residuales grises.....	69
b. Justificación.....	69
c. Objetivos.....	69
General .....	69
Específicos.....	69
d. Estructura de la propuesta .....	70
e. Desarrollo de la propuesta .....	71
Proceso de implementación de filtros de carbón activado .....	71
1. Reciclado de madera residual “pallets” obsoletos.....	72
2. Obtención de carbón vegetal por medio de un horno pirolítico. ....	72
3. Activación química del carbón con ácido fosfórico. ....	74
4. Elaboración del filtro de carbón activado.....	74
5. Implementación de filtros en la planta de tratamiento natural de aguas grises .....	75
6. Obtención de mejoras en los parámetros analizados de aguas residuales (seguimiento y monitoreo) .....	76
f. Evaluación socio-económico-ambiental de la propuesta .....	77
<b>Conclusiones .....</b>	<b>78</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>79</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>80</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>83</b>

## Lista de Tablas

Tabla No. 1 Limites de descarga a un cuerpo de agua dulce vigente en la normativa ambiental del TULSMA.....	35
Tabla No. 2 Variable Independiente y Variables dependiente.....	40
Tabla No. 3 Variable Independiente.....	48
Tabla No. 4 Variable Dependiente.....	49
Tabla No. 5 Resultados del Parámetro pH.....	51
Tabla No. 6 Resultados del Parámetro Aceites y Grasas.....	53
Tabla No. 7 Resultados del Parámetro Sulfatos.....	55
Tabla No. 8 Resultados del Parámetro Tensoactivos.....	57
Tabla No. 9 Resultados del Parámetro Sólidos Suspendidos Totales.....	59
Tabla No. 10 Resultados del Parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO.....	61
Tabla No. 11 Resultados del Parámetro Demanda Química de Oxígeno DQO.....	63

## Lista de Figuras

Figura No. 1 Ubicación de la Empresa Molinos Poulthier S.A.....	28
Figura No. 2 Ubicación de la Empresa Molinos Poulthier S.A.....	29
Figura No. 3 Planta de Tratamiento Natural de Aguas Grises Molinos Poulthier S.A.....	45
Figura No.4 Toma de muestra de agua residual por parte de la empresa SENERIN, laboratorio acreditado por el SAE (Secretaria de Acreditación Ecuatoriana) año 2016.....	57
Figura No. 5 Procedimiento en la toma de muestra por parte del	

laboratorio.....	60
Figura No. 6 Resultados de los parámetros pH.....	52
Figura No. 7 Resultados de los parámetros Aceites y Grasas.....	54
Figura No. 8 Resultado de los parámetros Sulfatos.....	56
Figura No. 9 Resultado de los parámetros Tensoactivos.....	58
Figura No. 10 Resultado de los parámetros Sólidos Suspendedos Totales.	60
Figura No. 11 Resultado de los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO.....	62
Figura No. 12 Resultado de los parámetros Demanda Química de Oxígeno DQO.....	64
Figura No. 13 Flujograma de la Propuesta de Implementación de Filtros de carbón activado.....	69
Figura No. 14 Pallets en el área de despacho de la empresa Molinos Poulter S.A.....	71
Figura No. 15 Horno pirolítico elaborado con material reciclado.....	72
Figura No. 16 Obtención de carbón vegetal a partir de madera reciclada.....	73
Figura No. 17 Implementación de filtro de carbón activado.....	75
Figura No. 18 Responsable del mantenimiento y seguimiento de la Planta de Tratamiento Natural.....	76

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

**TÍTULO “USO DE CARBÓN VEGETAL ACTIVADO A PARTIR DE MADERA RESIDUAL PARA LA UTILIZACIÓN EN FILTROS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO NATURAL DE AGUAS RESIDUALES GRISAS EN LOS MOLINOS POULTIER EN LATACUNGA”.**

**AUTOR. Diego Eduardo Yanchapaxi Bustillos**  
**TUTOR. Lara Landázuri Renán**

**RESUMEN**

La presente investigación establece mecanismos para mejorar la calidad de aguas grises en la planta de tratamiento natural de la Industria Molinos Poulthier S.A.; ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, mediante la implementación de filtros de carbón vegetal activado, para desarrollar prácticas amigables con el planeta y cumplir con la normativa legal ambiental vigente en el Ecuador. La investigación realiza un estudio amplio de la temática que contiene revisión bibliográfica actualizada sobre el uso del carbón activado y aguas residuales, en la parte metodológica hace uso de técnicas e instrumentos de investigación experimental para determinar valores comparativos de muestras de agua antes y después del uso de los filtros, encontrándose interesantes hallazgos que determinan un notable mejoramiento de la calidad de aguas grises en especial en los parámetros de PH, La Demanda Biológica de Oxígeno (**DBO**) y la Demanda Química de Oxígeno (**DQO**) entre otros, lo que determina un vertido de mejor calidad que servirá para riego. Se determina que la implementación de filtros de carbón activado puede ser replicado en fábricas con similares características y con resultados positivos.

**Descriptor:** Filtros de carbón activado, tratamiento de aguas residuales, plantas de tratamiento naturales

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY  
POSTGRADO DEPARTMENT**

**MANAGEMENT PRODUCTION MASTER'S DEGREE**

**TOPIC: "USE OF ACTIVATED CARBON FROM WASTE WOOD FOR USE IN FILTERS OF THE NATURAL GRAY WASTEWATER TREATMENT PLANT IN THE MOLINOS POULTIER IN LATACUNGA".**

**AUTHOR. Yanchapaxi Bustillos Diego Eduardo**

**TUTOR. Lara Landázuri Renán**

**ABSTRACT**

The present investigation establishes mechanisms to improve the quality of gray water in the natural treatment plant of the Molinos Poulter SA industry located in the city of Latacunga, province of Cotopaxi, through the implementation of activated carbon filters, developing friendly practices with the planet and comply with the environmental legal regulations in force in Ecuador. The research makes a broad study of the subject that contains updated bibliographic review on the use of activated carbon and wastewater. The methodological part makes use of experimental techniques and instruments to determine comparative values of water samples, before and after the use of the filters; finding interesting results [U2], that determine a notable improvement in the quality of gray water. Especially in the PH parameters, the Biological Oxygen Demand (BOD) and the Chemical Oxygen Demand (COD) among others, that determines a discharge of better quality that will serve for irrigation. It is determined that the implementation of activated carbon filters can be replicated in factories with similar characteristics and with positive results.

**Descriptors:** Activated carbon filters, Wastewater treatment, Natural Treatment Plants.

## **Introducción**

La presente investigación busca demostrar la eficacia del uso de carbón vegetal activado para el uso en plantas de tratamiento de aguas residuales, tomando en consideración la experiencia aplicada en los Molinos Poultier S.A.; En el Ecuador en la actualidad se recomienda que todas las industrias tengan una planta de tratamiento de aguas residuales, según lo establece la norma TULSMA que es el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente donde se reúne todas las leyes relacionadas a la protección de los recursos naturales, sin embargo en su gran mayoría estas suelen ser costosas y con impacto ambiental negativo por el uso de energía y de sustancias químicas, de ahí la innovación de esta propuesta que busca el uso de material del medio para la elaboración del carbón y su posterior uso en filtros que son ubicados en plantas de tratamiento natural de las aguas residuales, dicho proceso resulta a bajo costo y es totalmente amigable con el planeta ya que a parte de los beneficios propios del uso del filtro, se emprende un proceso de reciclaje de tal manera que se aprovechan los desechos de madera de la propia fábrica, es decir existe un amplio beneficio tras la implementación de las plantas de tratamiento natural de agua residual como es este caso.

Un correcto uso de los recursos naturales y a su vez el cumplimiento de la ley vigente permite que el presente estudio sea factible de realizar, además se contará con estudios de agua realizados en laboratorio especializados y acreditados por parte de la Secretaría de Acreditación Ecuatoriana (SAE) que dan cuenta del cumplimiento de los límites máximos permisibles por parte de la normativa ambiental vigente en el Ecuador con respecto al agua después del uso de los filtros.

### **Situación problemática**

De acuerdo a la normativa vigente en el Ecuador, existe un reconocimiento e interés en los temas ambientales vía la Ley de Gestión Ambiental, conocida hoy como TULSMA que es el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, donde se reúne todas las leyes relacionadas a la protección de los



recursos naturales, de manera específica, en el anexo “Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua”, señala la necesidad de contar con una planta de tratamiento de aguas residuales: entendidas como un conjunto de obras, facilidades y procesos, implementados para mejorar las características del agua residual doméstica e industrial (norma 2.61), de tal manera que se garantice la prevención y control ambiental en lo referente al recurso agua.

Según la normativa, las industrias tendrían la necesidad de implementar plantas de tratamiento de aguas residuales, no obstante, los costos de plantas sofisticadas resultan altos en especial las que conllevan utilización de energía eléctrica para los diferentes procesos de filtración y además la utilización de químicos, por lo que una alternativa viable podrían ser las plantas naturales cuyo uso viene en aumento, debido a sus costos que son significativamente más bajos y los resultados son similares en cuanto a calidad de agua.

Según registros del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el Ecuador existen 179.833 empresas divididas en 11 sectores, mientras que según datos del Ministerio del Ambiente en Cotopaxi existe el registro de 1.700 empresas aproximadamente de la cuales solo 25 son consideradas como industrias grandes por su infraestructura y consumo energético y de estas, solo la mitad usan plantas de tratamiento con costos altos de filtros y químicos.

Las plantas de tratamiento naturales según el autor (Frers, 2008) se convierten en una solución biotecnológica que consiste en la instalación de plantas que actúan como filtros naturales. En su experiencia hace referencia a humedales ubicados entre la planta y los recursos acuáticos, y según su investigación estos sistemas, además de no necesitar mantenimiento ni energía eléctrica, cuestan menos que la cuarta parte de un sistema de tratamiento tradicional. En el artículo sobre: “El uso de plantas acuáticas para el tratamiento”, señala que dichas plantas además se construyen utilizando diferentes especies de plantas que abundan en la zona como totoras, lechuguines, camalotes o juncos.

(Frers, 2008) señala que la mayoría de estudios hacen referencia a lo eficiente de las plantas naturales, y hay investigaciones que se están realizando de cómo estas pudieran ser mejoradas en su eficiencia con la implementación de carbón activado u otros componentes, lo que conllevaría al buen uso de recursos que las fabricas consideran como desechos.

Respecto de los desechos, estos podrían considerarse un problema ambiental que enfrentan las fábricas al generar desechos sólidos, en Cotopaxi se pueden encontrar residuos de “pallets”, que son unos armazones de madera que ayudan al levantamiento y manejo de cargas dentro de las Empresas y una vez que han cumplido su vida útil se transforman en desechos sólidos que generalmente vienen a engrosar los botaderos de basura, pese a que podrían convertirse en material válido para la elaboración de carbón vegetal mediante el uso de un horno pirolítico.

La presente investigación se realizó en los Molinos Poulitier S.A.; ubicados en Latacunga cuya producción está enfocada a la elaboración de harina de trigo y maíz, esta compañía tiene una capacidad de producción de 30.000 sacos de 50 kg. de harina trigo al mes y de 10.000 sacos de 50 kg. de harina de maíz (Maizabrosa) por ende se enmarca dentro de las grandes industrias alimenticias.

Tomamos este caso de estudio porque la empresa reúne las características para aplicar los procedimientos planteados, es decir existe la debida factibilidad.

Con estos antecedentes el presente estudio busca obtener carbón de los residuos de madera de los pallets a través de un horno pirolítico y mediante una reacción química con ácido fosfórico activar este carbón para que tenga mayor eficiencia como filtro de agua en las plantas de tratamiento.

Como meta se propuso desarrollar el tratamiento natural de aguas residuales eliminando los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del comedor, lavandería, condensado de maíz y del caldero; estas aguas

residuales se las puede considerar como aguas grises más no pretende la presente investigación tratar la aguas negras o cloacales.

En el caso concreto de Molinos de Poulthier, en el año 2012 se implementó la planta de tratamiento natural de aguas residuales, sin embargo, aun cuando los análisis cumplían con los parámetros de calidad establecidos por la normativa ambiental vigente, existían aspectos a mejorar como turbidez y claridad, color y olor, por lo que se planteó mejorar la calidad de agua mediante los filtros de carbón.

### **Justificación de la investigación**

La investigación contiene un aporte teórico y práctico, porque se analizó el uso de carbón activado para la elaboración de filtros a ser utilizados en plantas naturales de tratamiento de aguas grises, hay que destacar que en Cotopaxi existen 120 fábricas aproximadamente, según la nueva normativa todas deben cumplir los límites máximos permisibles para los parámetros establecidos en la calidad de agua, una opción es contar con plantas de tratamiento de aguas, el presente estudio pretende optimizar y presentar una nueva alternativa para su implementación desde una visión natural con la reutilización de residuos vegetales utilizados en los pallets y su transformación en carbón activado para su uso como filtro orgánico.

El carbón activado es un sólido que tiene propiedades que lo han hecho muy útil en el tratamiento de aguas. Una de las propiedades del carbón activado es su alta capacidad de adsorción, lo que le permite remover contaminantes orgánicos por adsorción, otra de las propiedades del carbón activado es su gran reactividad química lo que permite neutralizar elementos químicos nocivos en el agua. En estas funciones se ha considerado la aplicación de filtros de carbón activado como la tecnología más rentable. (Tierramor, 2005)

Debido a ello, prácticamente todas las industrias que requieren agua para sus procesos y plantas municipales de tratamiento de agua en países desarrollados utilizan la filtración en carbón activado como uno de los procesos básicos de

descontaminación del agua residual, con una tendencia creciente también en los países en desarrollo.

La adsorción es un proceso donde un sólido se utiliza para eliminar una sustancia soluble del agua. En este proceso el carbón activado es el sólido. 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 perfecto; es extremadamente poroso y puede llegar a desarrollar áreas superficiales del orden de 500 a 1500 m<sup>2</sup> o más, por gramo de carbón. Esta superficie interna grande hace que el carbón tenga una adsorción ideal. (Metcalf, 2010) por lo que esta investigación es factible de dar buenos resultados y puede aplicarse en industrias de Cotopaxi.

El aporte ambiental es evidente pues se evita el uso de costosas plantas convencionales de tratamiento con utilización de energía y de métodos físico-químicos, por lo que constituye en una práctica de bajo costo de inversión y amigable con nuestro entorno y esto deriva en mejorar la calidad de vida de los habitantes.

En lo referente a la parte económica-social, la investigación permitirá que al utilizar medios vivos e inertes como fuente de filtración, los costos de purificación o neutralización de parámetros no deseables se abaraten por un lado y por otro es un proceso muy amigable con el medio ambiente, que garantiza un mínimo impacto ambiental en bien de la sociedad

Las posibles **limitaciones** que se puedan presentar durante el proceso de la investigación si se muestran eventos que impidan el desarrollo de la misma como:

- Situaciones externas que pudiesen variar la condición del agua.
- Imprevistos en el funcionamiento de la planta de tratamiento natural de aguas grises.
- Resultados no confiables luego de aplicar las técnicas de obtención de información.

## **Delimitación del problema**

### **Objeto de estudio de la investigación**

Tratamiento natural de aguas grises en plantas industriales

### **Campo de acción de la investigación**

Uso del carbón vegetal en el tratamiento natural del agua como parte de la Gestión Ambiental.

### **Campo de la investigación**

Implementar filtros de carbón vegetal activado para mejorar la calidad de aguas grises en la planta de tratamiento natural en la Industria Molinos Poultier S.A.

### **Objetivo general de la investigación**

- Implementar filtros de carbón vegetal activado para mejorar la calidad de aguas grises en la planta de tratamiento natural en la Industria Molinos Poultier S.A.

### **Objetivos específicos de la investigación**

- Fundamentar el tratamiento natural de aguas grises en plantas industriales a partir de uso del carbón vegetal activado.
- Diagnosticar el estado en el tratamiento de aguas grises en la planta de tratamiento natural en la Industria Molinos Poultier S.A.
- Desarrollar la ejecución de filtros de carbón activado en la planta de tratamiento natural de la Industria Molinos Poultier S.A.

## **Breve descripción de la estructura de la investigación**

El presente proyecto de investigación detalla un breve resumen de la estructura de cada capítulo que tiene este tema a investigar, con el fin de dar cumplimiento a todas las tareas que se propone a desarrollar en base al objetivo planteado.

**Capítulo I** Está conformado por el marco contextual y teórico dividido en cuatro fases:

- **La primera fase** es la caracterización detallada del objeto, es una descripción amplia y precisa del objeto, en base a lo estipulado por la dirección de pos grado de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- **La segunda fase** es el Marco Teórico de la investigación, se expone en referencias precisas a las fuentes y considerando las normas establecidas, fuentes bibliográficas, así como también la valoración crítica de los resultados encontrados que están relacionados con la investigación y el análisis de tendencias sobre enfoques investigativos sobre el tema.
- **La tercera fase** comprende la fundamentación de la investigación, argumenta si existe un problema científico, así como la viabilidad práctica y teórica de la investigación.
- **La cuarta fase** de este capítulo corresponde a las bases teóricas particulares de la investigación, donde se describe la operacionalización de las variables, además se declaran los campos y teorías científicas bajo cuyos principios, leyes y sistemas conceptuales referentes a la temática planteada.

**Capítulo II** Corresponde a la metodología, donde se describe detalladamente el sistema de procedimientos, técnicas y métodos de investigación que en calidad de autor se propone para el desarrollo de la presente investigación.

**Capítulo III** Se exponen los resultados de la investigación, en este capítulo se analizan, interpretan y discuten los resultados obtenidos al aplicar los métodos de investigación y se procede a verificar la hipótesis planteada.

**Capítulo IV** La propuesta, se expone de manera formal lo que se va a desarrollar como propuesta para el proyecto de investigación, cumpliendo con los ítems como título, justificación, objetivos, estructura de la propuesta y desarrollo de la propuesta. Además, se plantean las conclusiones generales, se elabora en forma breve y precisa como una consecuencia lógica de los resultados obtenidos, y deben expresar el cumplimiento de los objetivos planteados, es decir el general y los específicos.

Mientras que las recomendaciones reflejaran los tópicos que pueden construir nuevos problemas científicos. Estas conclusiones se realizan en base de los objetivos planteados, son recomendaciones que se pueden plantear para su fiel cumplimiento.

# Capítulo I

## 1 Fundamentación Teórica

### 1.1 Antecedentes de la investigación

La investigación se hace necesaria debido a que el desarrollo de plantas de tratamiento de agua residuales que exige la normativa ecuatoriana en la mayoría de empresas e industrias son de altos costos debido al desconocimiento de la posibilidad de poderlas realizar de manera natural y con recursos del entorno. Al realizar filtros naturales a base de carbón vegetal activado, las empresas podrán no solo abaratar costos, sino también hacer uso de recursos considerados como desecho (pallets) para la elaboración misma del carbón, a lo que se suma el impacto positivo en el medio ambiente. La aplicación del proyecto piloto en la industria alimenticia de Molinos Poulter S.A.; podrá dar pautas para que el resto de fábricas de la región puedan aplicar a sus propias plantas de tratamiento.

Toda industria o empresa del país debería contar con una planta de tratamiento de agua para asegurar la buena calidad de agua luego de ser utilizada por las industrias, así lo estipula la norma ambiental vigente y también el compromiso ético de las entidades con el planeta y la sociedad.

La mayoría de empresas hacen fuertes inversiones en plantas con tecnología de punta y el uso de métodos físico-químicos que, si bien son válidos, no son la única alternativa. El presente estudio pretende mostrar como una experiencia exitosa de la implementación de plantas naturales con un sin número de ventajas tanto en costos como en impacto ambiental positivo.

En la búsqueda bibliográfica se encuentran experiencias como la de (Arcila & Peralta, 2016) que en su investigación “Agentes Naturales como Alternativa para el Tratamiento del Agua” destaca que cada vez es más frecuente el buscar nuevas y eficientes alternativas que brinden la posibilidad de mejorar la calidad del agua para



el consumo humano que sea de fácil acceso y consecución para las poblaciones marginales. Señalan que “La materia prima propuesta para el tratamiento del agua se extrae de la naturaleza sin ningún proceso invasivo; de esta manera se rompe el paradigma de la exclusividad de los productos químicos industriales tales como el sulfato de aluminio y el sulfato férrico para tratar el agua y se abre la posibilidad a nuevas tecnologías a bajo costo, inocuas para la salud humana y respetuosa con el medio ambiente”.

Un agente natural es el carbón activado, según el estudio de (Rodríguez & Molina, 2017) del Departamento de Química Inorgánica. Señala que “El carbón activado es un material de carbón que se prepara en la industria para que tenga una elevada superficie interna y así poder adsorber (retener sobre su superficie) una gran cantidad de compuestos muy diversos, tanto en fase gaseosa como en disolución”, destaca que una aplicación específica es la eliminación de olores en plantas depuradoras de aguas residuales. Los autores explican que los olores son causados por los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica, señalan que el carbón activado proporciona una superficie catalítica para la oxidación y además se puede impregnar con catalizadores de oxidación como óxidos metálicos y metales nobles. “Así, el sulfuro de hidrógeno podría oxidarse a azufre, los mercaptanos a bisulfuros, y cuando esta oxidación tiene lugar en la superficie del carbón el mayor volumen molecular de los productos obtenidos significa un aumento en la capacidad de retención” (Rodríguez, Molina 168 a la mayoría de investigaciones coinciden en que el procedimiento a implementar es factible y de fácil comprobación.

Para la investigación del tema, se evidencian varias investigaciones, entre ellas la de: (Moreno, Droppelmann, & Verdejo, 2006), sobre el tema “Evaluación de Carbón Activado Producido a partir de Lodo Generado en una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas”; en el que se aborda sobre “En este trabajo se evaluó el carbón activado producido a partir de lodo generado en una planta de tratamiento de aguas servidas. El lodo utilizado proviene de un lodo activado tipo aireación extendida y la transformación fue realizada mediante un proceso de

activación química con cloruro de zinc y pirólisis. La pirólisis se realizó a diferentes temperaturas (550, 600, 650°C) y tiempos (30, 45 y 60 minutos). El rendimiento en carbón obtenido fluctuó entre el 42 y 66%, registrándose el mayor rendimiento a la temperatura de 550°C. La capacidad de adsorción, para el carbón activado obtenido, evaluada mediante la constante de adsorción lineal, para el colorante cristal violeta, fluctuó entre los 0,05 y 0,132 L/g. De acuerdo a esto, el mejor carbón se obtuvo cuando la temperatura de pirólisis fue de 650 °C. No resulta estadísticamente significativo el efecto del tiempo de pirólisis, en la constante de adsorción lineal.”

*Según el autor*, (Villamarín, 2017), en su investigación en el año 2017 en la Universidad Técnica de Ambato: “Estudio de un filtro biológico para el control de efluentes generados en una quesera en la parroquia Mulaló - cantón Latacunga, a base de piedra caliza, canutillos de cerámica, zeolita y carbón activado granular de cáscara de coco”, señala el proceso para evaluar la eficiencia de los materiales filtrantes, propuestos en su investigación. El autor refiere a que el método aplicado en la creación del filtro biológico conformado de piedra caliza, canutillos de cerámica, zeolita y carbón activado granular de cáscara de coco, se basa en el proceso de aireación por medio de aireadores de bandejas múltiples. Según explica el experimento desarrolló dos etapas, una primera de calibración y una segunda etapa de funcionamiento para lograr determinar tanto la eficiencia como la vida útil de los materiales. El autor describe que la estructura del filtro es metálica, con una altura de 2 metros, con cinco cavidades que contienen los materiales filtrantes, al final se realizan el análisis de los parámetros, creyéndose necesarios; Aceites y Grasas, DB0, DQO, ST, SST, CT y PH, esta investigación resulta interesante por contener similares variables y hallazgos pertinentes para el desarrollo de la presente tesis.

Mientras que en la investigación “Selección de un método para producir carbón activado utilizando Cuatro especies forestales” (Herrera, Morales, & Pérez, 2017), de la Universidad Nacional de Colombia se señala que su investigación se realizó en los laboratorios de Carbones y de Productos Forestales de la Universidad Sede Medellín. Según lo explican “Ésta se orientó hacia la selección de un método para

obtener carbón activado a partir de las especies forestales pino pátula (*Pinus patula*), chingalé (*Jacaranda copaia*), pino tecunumani (*Pinus tecunumani*) y roble (*Quercus humboldtii*). Cada una de las maderas se caracterizó, determinando sus propiedades físicas de densidades y contracciones”. Los investigadores explican que experimentaron siete métodos; en los que se estudiaron las variables que se dé tiempo de residencia y la temperatura, señalan que se tomó como parámetro el índice de yodo y se seleccionó el método de activación químico – física con vapor de agua, obteniéndose índices de yodo, por encima de 800 para todas las especies estudiadas, a excepción del roble que solo alcanzó 764, que aún es aceptable para el tratamiento de aguas. Es pertinente para la presente investigación por que aborda las distintas maneras de activación del carbón.

## **1.2 Caracterización detallada del objeto de investigación**

La presente investigación identifica como **problema** la necesidad de mejorar la calidad de aguas grises en la planta naturales de tratamiento de la industria Molinos Poulthier S. A.; mediante la implementación de filtros de carbón vegetal activado realizados con material reciclado de la empresa.

La importancia de las plantas naturales de tratamiento de agua, radica en que son socialmente justas, económicamente viables y correctamente ambientales, a diferencia de las plantas industriales cuyos costos son altos.

Según la normativa ambiental vigente en el Ecuador, las Industrias deben contar con procesos de tratamiento de aguas grises que permitan dar cumplimiento de límites máximos permisibles de diferentes parámetros y de otros factores para poder contar con los permisos ambientales de acuerdo a su categorización, necesaria para su funcionamiento.

Esta investigación se desarrolló en la empresa Molinos Poulthier S.A.; ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia La Matriz, entre la Avenida Rumiñahui 3-08 y calle Quito.

### **1.3 Molinos Poultier S.A.**

Es una empresa dedicada a la producción de harina; viene realizando sus actividades desde el 20 de noviembre de 1980, localizada en la ciudad de Latacunga, en las coordenadas 17M 765647 UTM 9896434. Sus principales productos elaborados son harina de maíz y trigo, ejecutando sus actividades de una manera responsable preocupándose de desarrollar un producto de excelente calidad realizándolo de manera sustentable.

El área de la empresa la cual es objeto de estudio, es de 23.554 m<sup>2</sup> de las cuales 6.376 m<sup>2</sup> del área se dedican a la producción en sí.

Dentro del proceso de elaboración de harina de trigo está la recepción del grano en la cual se le realizan pruebas de calidad, almacenamiento de la materia prima, acondicionamiento y pesaje, se realiza la primera limpieza y acondicionamiento donde se limpia el trigo de toda impureza, luego se separa el trigo pedaceado del polvo, triguillo y restos de maíz, el grano seleccionado se mezcla con agua, se realiza una segunda limpieza en donde se elimina los restos metálicos que contiene aún el grano, posteriormente se procede a la molienda, el producto terminado, es decir la harina de trigo es almacenada para su venta posterior.

La elaboración de harina de maíz conocida en el mercado como Maizabrosa, empieza con el proceso en la recepción del grano en donde se realizan las pruebas de calidad, almacenamiento, pesaje, se realiza una primera limpieza, hidratación del grano, reposo, desgerminación y tamizado donde se evita la germinación del grano de maíz, posteriormente el grano es partido, clasificación del maíz partido de acuerdo a sus tamaños, el grano partido se mantiene en reposo hasta ser precocado y se los traslada hacia los laminadores, luego se procede a la molienda para obtener harina de maíz precocida y subproductos, se realiza el empaquetamiento para su despacho y comercialización.

Molinos Poultier, cuenta con una política ambiental que refiere a cumplir con lo

que establecen las normas ambientales y generar el menor impacto posible en el medio ambiente como consecuencia de sus actividades de producción.

### Ubicación de la Empresa Molinos Poultier S.A.

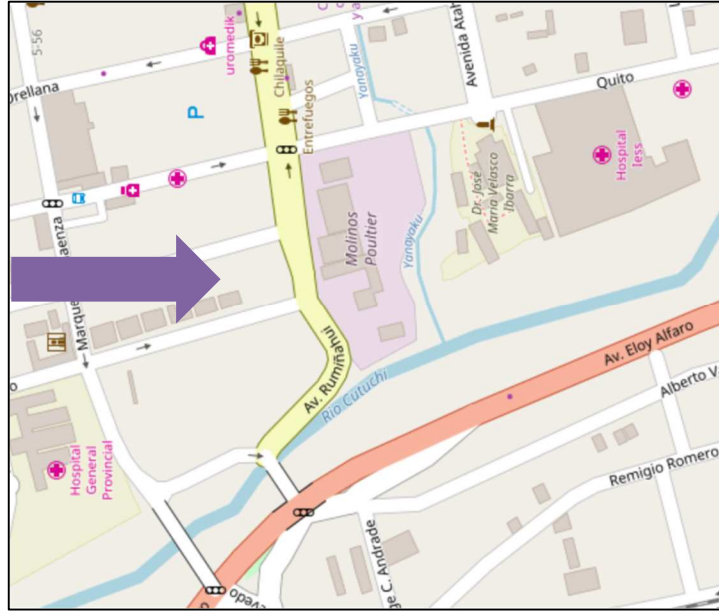


Figura No. 1

### Ubicación de la Empresa Molinos Poultier S.A.



Figura No. 2

## **1.4 Marco teórico de la investigación.**

### **1.4.1 Fundamentación de la investigación.**

- **Variable independiente:**  
Filtros de carbón vegetal activado.
  
- **Variable dependiente:**  
Calidad de Agua residual

## **1.5 Bases teóricas particulares de la investigación.**

### **1.5.1 Carbón Vegetal Activado: Conceptos.**

El uso del carbón vegetal activado no es nuevo, según la investigación realizada por los autores (Luna, Gonzáles, Gordon, & Martinez, 2007), en la Universidad Autónoma de México, señalan que este se refiere “a una serie de carbones porosos preparados artificialmente, a través de un proceso de carbonización, para que exhiban un elevado grado de porosidad y una alta superficie interna”, según se explica el carbón activado resulta importante porque es un adsorbente muy versátil, esto debido a que su tamaño y la distribución de sus poros en la estructura carbonosa pueden ser controlados para satisfacer las necesidades de tecnología actual y futura. Señalan que este se refiere “a una serie de carbones porosos preparados artificialmente, a través de un proceso de carbonización, para que exhiban un elevado grado de porosidad y una alta superficie interna”, según se explica el carbón activado resulta importante porque es un adsorbente muy versátil, esto debido a que su tamaño y la distribución de sus poros en la estructura carbonosa pueden ser controlados para satisfacer las necesidades de tecnología actual y futura.

En el mismo artículo se hace referencia que dicho carbón activado, concentra su importancia en la serie de propiedades con la que cuenta; (Herrera & Morales, 2017): El interés por este tipo de material se basa en algunas de sus propiedades: a) estabilidad térmica; b) resistencia al ataque ácido; c) carácter esencialmente hidrófobo (repelente al agua); d) bajo costo relativo; e) estructura porosa. Por tal razón, en los últimos años ha aumentado considerablemente el número de investigaciones en lo que concierne a su síntesis y a sus diversas aplicaciones, como en la separación de gases; y, en la industria en general. (p.39).

Es decir que su uso como tal cuenta cada vez más con mayor popularidad, al punto que países como México han visto en su exportación una posibilidad de ingresos económicos, debido a la gran gama de usos tanto en industrias químicas como naturales.

### **1.5.2 Breve historia del carbón activado.**

Los primeros usos de materiales a base de carbón fueron en aplicaciones médicas. Para ello usaban carbón vegetal como adsorbente preparado a partir de madera carbonizada, así lo describen los griegos en un papiro encontrado en Tebas que data de 1550 a.C. Posteriormente, los griegos amplían su uso para filtrar el agua, con el fin de eliminar malos olores y sabores; y, prevenir enfermedades.

De igual forma, se sabe que los barcos fenicios almacenaban el agua para beber en barriles de madera parcialmente quemados en su interior. Sin embargo, la primera aplicación documentada del uso de carbón activo en fase gas, se da en 1793 por el Dr. D. M. Kehl quien usa carbón vegetal para eliminar olores emanados por la gangrena. El mismo doctor lo usaba también para filtrar el agua para beber (Luna, Gonzáles, Gordon, & Martinez, 2007).

La primera aplicación industrial del carbón activado tuvo lugar en Inglaterra, en 1794, donde se usó como decolorante en la industria del azúcar, aun cuando la patente se publica hasta 1812. En 1854 tiene lugar su primera aplicación a gran escala cuando un alcalde de Inglaterra ordena instalar filtros de carbón vegetal en

los sistemas de ventilación de los drenajes. En 1872, aparecen las primeras máscaras con filtros de carbón activado usadas en la industria química para evitar la inhalación de vapores de mercurio.

La historia señala que es en el año de 1881, cuando Kayser introduce el término adsorción para describir como los materiales carbonizados atrapaban a los gases. En fechas cercanas, Von Raphael Ostrejko, quien se considera como el inventor del carbón activado, desarrolló varios métodos para producir carbón activado tal y como se conoce hoy en día. En 1901 patentó dos de sus métodos.

Tras este recorrido por la historia del carbón, se puede constatar que, en los últimos años, la creciente demanda de nuevos sistemas de almacenamiento de energía ha impulsado la utilización de los carbones activados en electrodos de condensadores eléctricos de doble capa, también llamados súper-condensadores. Estos dispositivos son usados en sistemas de copias de seguridad para computadoras, telefonía móvil, sistemas de potencia no-interrumpida, escáner, entre otros.

### **1.5.3 Tipos de carbón.**

Existen varios tipos de carbón, pero tras analizar a varios autores y para efecto de esta investigación, se podría mencionar que se pudieran clasificar en dos clases:

#### **1.5.3.1 Carbón mineral.**

De acuerdo a los estudios, este tipo de carbón es procedente de las minas o los pozos y es utilizado en estufas, fraguas, industrias, calefacción, entre otras, su uso se limita para producir calor, y no es considerado biomasa, después de varios estudios está en desuso por ser considerado por su alto grado de contaminación.

El denominado carbón mineral se divide en cinco tipos: la antracita, la hulla, lignito, la turba y coque.



### 1.5.3.2 Carbón vegetal.

Este tipo de carbón denominado vegetal, se produce mediante la carbonización de madera, al someter la leña u otros residuos vegetales en un horno a temperaturas que oscilan entre 400 y 700 °C, con ausencia de aire, proceso que sirve para eliminar la mayor parte de agua. Al elevar el poder calorífico de la leña que oscila entre 12.000 y 21.000 kJ/kg, el carbón vegetal puede llegar a valores de entre 29.000 y 35.000 kJ/kg.

El carbón vegetal se considera biomasa vegetal, entre sus ventajas visibles está que no contamina y es ecológico, además es ideal para las barbacoas de particulares, restaurantes y asadores, ya que produce brasa, buena y consistente, puede además ser utilizado en la fabricación de filtros con buenos resultados.

Debido al proceso de producción, el carbón vegetal también se puede clasificar por su calidad, es decir existen muchas diferencias de acuerdo a la forma en la que se produce y la materia prima que se utiliza.

Según varios autores, un carbón de calidad puede diferenciarlo por las siguientes características:

- **Durabilidad:** Es un carbón que dura mucho tiempo encendido, y cuanto más dura más económico resulta y además da menos trabajo, porque no se tiene que ir añadiendo carbón constantemente a la barbacoa.
- **Sabor:** el carbón de calidad deja un sabor singular que impregna en las carnes, pescados o cualquier tipo de alimento que se cocine con él.
- **Poder calorífico:** El poder calorífico ha de ser elevado, porque si no lo es hace que los alimentos se cuezan en vez de asarse.
- **Rendimiento:** Un carbón de calidad tiene mayor rendimiento que uno de

baja calidad, una bolsa de 3 kg de carbón de calidad rinde el doble que el carbón de baja calidad. En cuanto a la materia prima utilizada, los mejores carbones son los elaborados con leña dura, como es la leña de encina o de quebracho blanco.

#### **1.5.4 Clasificación del carbón activado.**

En términos generales los carbones activados se clasifican en dos grandes grupos:

- Carbones para purificación en fase líquida: Carbón Granular y Pulverizado.
- Carbones para purificación en fase gaseosa.

Las propiedades más importantes a considerar al seleccionar un carbón son el diámetro de los poros y las características de los mismos.

##### **1.5.4.1 Carbón granular:**

La única diferencia entre un carbón granular y uno pulverizado es el tamaño de la partícula. Presentan un tamaño medio de partícula entre 1 y 5 mm.

##### **1.5.4.2 Carbón pulverizado:**

El Carbón Activado pulverizado presenta tamaños menores de 100  $\mu\text{m}$ , siendo los tamaños típicos entre 15 y 25  $\mu\text{m}$ .

#### **1.5.5 Proceso de obtención de carbón activado**

Existen básicamente dos procesos a través de los cuales se puede lograr la activación:

- Proceso Físico
- Proceso Químico

En el proceso físico, la activación consiste en oxidar la materia prima a altas temperaturas en presencia de un agente oxidante, usualmente, vapor de agua, debido a que la reacción endotérmica es necesario generar una temperatura constante, normalmente y dependiendo de la materia prima, ésta es de 800°C. Los agentes activantes que se suelen usar son: Oxígeno (raramente a escala industrial) aire, vapor de agua (el más usado) y CO<sup>2</sup>. Estos agentes activantes dan lugar a las reacciones química que eliminan átomos de carbono produciendo así la porosidad.

### **1.5.6 Descripción de los procesos de obtención del carbón vegetal activado**

Desde el punto de vista estructural, el carbón activado se puede definir como un material carbonoso poroso preparado a partir de un precursor a base de carbón con gases y en ocasiones con la adición de productos químicos (por ejemplo, ácido fosfórico, cloruro de cinc, hidróxido de potasio, etc.), durante y después de la carbonización, para aumentar la porosidad.

Según el autor (Luna, Gonzáles, Gordon, & Martinez, 2007) “La estructura del carbón activado está constituida por un conjunto irregular de capas de carbono, con espacios que constituyen la porosidad. Este ordenamiento al azar de las capas y el entrecruzamiento entre ellas impide el ordenamiento de la estructura para dar grafito aun cuando se someta a tratamientos térmicos de hasta 3000°C”. Se explica que es precisamente, esta característica del carbón activado la que contribuye a su propiedad más importante, la estructura porosa interna altamente desarrollada y al mismo tiempo, accesible para los procesos de adsorción (Reinoso,2005).

De acuerdo a varios autores, la superficie específica y las dimensiones de los poros dependen del precursor y de las condiciones de los procesos de carbonización y activación utilizados. Reinoso, señala que “los tamaños de poros medidos en nanómetros cuya unidad es: nm y que equivale a una milmillonésima parte de un metro; van desde los más pequeños llamados micro poros (2,0 nm) hasta los meso poros (entre 2.0 y 50.0 nm) y macro poros (> 50,0 nm). Diferentes presentaciones: polvo (CAP, con tamaño medio de partícula en el carbón en polvo de (15–25 mm)

y granular o conformado (CAG, con tamaño medio de partícula de 1.0–5.0 nm). Otras formas son: las fibras, telas, membranas, y monolitos, de carbón. La selección en el tipo de presentación se basa según el grado de purificación que se requiera (Reinoso & Sabio, 2002)

Sin embargo, las propiedades adsorbentes de un carbón activado no sólo están definidas por su estructura porosa, sino también por su naturaleza química.

### **1.5.7 Métodos de activación del carbón.**

Los procesos de fabricación se dividen en dos, según el tipo de activación: la activación física (llamada también térmica) y la activación química.

#### **1.5.7.1 Activación física.**

La porosidad de los carbones preparados mediante activación física es el resultado de la gasificación del material carbonizado a temperaturas elevadas. En la carbonización se eliminan elementos como el hidrógeno y el oxígeno del precursor para dar lugar a un esqueleto carbonoso con una estructura porosa rudimentaria. Durante la gasificación el carbonizado se expone a una atmósfera oxidante (vapor de agua, dióxido de carbono, o mezcla ambos) que elimina los productos volátiles y átomos de carbono, aumentando el volumen de poros y el área específica. El carbón que se obtiene es llamado carbón primario (similar al usado para asar carnes). López, M. E., & González, A. G. (2013).

#### **1.5.7.2 Activación química.**

La porosidad de los carbones que se obtienen por activación química es generada por reacciones de deshidratación química, que tienen lugar a temperaturas mucho más bajas. En este proceso el material a base de carbón se impregna con un agente químico, principalmente ácido fosfórico (o cloruro de cinc) y el material impregnado se calienta en un horno a 500–700 °C. Los agentes químicos utilizados reducen la formación de materia volátil y alquitranes (Robau, 2006).

Cabe señalar que el carbón resultante se lava para eliminar los restos del agente químico usado. Este carbón es llamado carbón secundario.

### **1.5.8 Fundamentos químicos y físicos.**

Según las autoras (Sanchez & Verena, 2013) las propiedades más importantes a considerar al seleccionar un carbón son el diámetro de los poros y las características de los mismos, de ahí que se puede encontrar características diferentes dependiendo del tipo de carbón:

Para la presente investigación se considera pertinente el uso de carbón granulado por sus características propias, se descarta el carbón pulverizado por la complejidad de su elaboración y por no considerar necesario dicho proceso.

Por otra parte, el investigador considera analizar parámetros que influyen sobre las propiedades de adsorción del carbón activado, es decir el fenómeno por el cual un sólido o un líquido atrae y retiene en su superficie gases, vapores, líquidos o cuerpos disueltos.

El carbón activado presenta las siguientes características al respecto al proceso de adsorción en cada espacio:

- En su área superficial: La capacidad de adsorción es proporcional al área superficial, es decir ella es en función del grado de activación del carbón.
- Tamaño del poro: La correcta distribución del tamaño de poros es necesaria para facilitar el proceso de adsorción (suministrando los sitios de adsorción, los poros finos, y los canales de transporte adecuados para el manejo del adsorbato).
- Tamaño de partículas: El tamaño de partículas no influye sobre el área superficial total. El área superficial total es definida por el grado de activación y por la estructura de los poros del carbón.
- Temperatura: Las temperaturas bajas aumentan la capacidad de adsorción.

- Concentración del adsorbato: La capacidad de adsorción es proporcional a la concentración del adsorbato (altas concentraciones proveen grandes fuerzas de empuje durante el proceso de adsorción).
- pH: La capacidad de adsorción aumenta, con aquellas condiciones de pH que aumentan la solubilidad del adsorbato.
- Tiempo de Contacto: Para alcanzar el equilibrio en la adsorción y maximizar su eficiencia, se requiere de suficiente tiempo de contacto.
- Densidad Aparente: Es utilizada para indicar la actividad de un volumen de carbón. Esta es significativamente más baja que la densidad teórica del sólido. (La actividad volumétrica es proporcional a la densidad aparente).

### **1.5.9 Filtros naturales de carbón y sus componentes.**

Varios autores coinciden que entre las principales aplicaciones del Carbón Activado están:

- Tratamiento de aguas residuales, que es una de las principales razones que sustentan esta investigación.
- Potabilización de agua.
- Deodorización y decoloración de líquidos (jugos, vinos, vinagres, destilados).
- Decoloración de agua.
- Retención de contaminantes orgánicos como solventes y fenoles, producto de la descomposición de desechos animales y vegetales.
- Eliminación de los trihalometanos formados de la reacción entre el cloro libre y la materia orgánica disuelta en el agua.
- Purificación de medicamentos.
- Clarificación de mieles (Industria Dulcera).
- Clarificación de aceites.
- Retención de excesos de Flúor en agua utilizada especialmente en la industria alimenticia (embotelladoras, cervecerías, productos lácteos, potabilizadoras estatales municipales), para obtener niveles dentro de la

norma.

- Eliminación de sabor, olor y ozono del agua.
- Remoción de sólidos suspendidos.
- Purificación de aire.
- Purificación de gases industriales.

#### **1.5.10 Filtros de Carbón Activado.**

El carbón activado puede fabricarse a partir de todo material carbonoso, en donde cada materia prima le brindara propiedades distintas. Los filtros de carbón activado son utilizados principalmente para la purificación del agua, es decir, como un potabilizador doméstico.

Estos tipos de filtros domésticos, están compuesto por carbón activo granular, es decir, por partículas del tamaño de granos de arena, instalados dentro de una carcasa. Se le suele colocar antes del carbón, un tejido de polipropileno, para retener sólidos de mayor diámetro.

Los filtros de carbón activado se utilizan siempre como parte de un sistema de extracción y tratamiento para limpiar aguas subterráneas, de rio, lago, pozo, manantial, aguas residuales.

Los filtros con partículas más pequeñas de carbón activado tienen generalmente una mejor tasa de adsorción. Por otro lado, la acidez y temperatura del agua a filtrar influyen en el desempeño del filtro de carbón activado. A mayor acidez y menor temperatura del agua, el desempeño de los filtros de carbón activado mejora. El asbesto no puede ser eliminado del agua a través de un filtro de carbón activado.

En los procesos de obtención del carbón, se debe primero establecer que cualquier partícula de carbón tiene la capacidad de adsorber. Activar un carbón consiste en hacerlo poroso para ampliar su capacidad de adsorción. Un gramo de

carbón de leña tiene un área superficial de alrededor de  $50 \text{ m}^2$ . Con la activación, ésta llega a  $600$  u  $800 \text{ m}^2$ . Es decir, aumenta entre 12 y 16 veces.

Según se explica, los átomos de carbono que forman un sólido al que llamamos “carbón”, se ligan entre sí mediante uniones de tipo covalente, de tal manera que cada átomo comparte un electrón con otros cuatro átomos de carbono (hay que recordar que, en las uniones iónicas, el átomo más electronegativo le roba uno o más electrones al otro).

(Tierramor, 2005), explica que los átomos que no están en la superficie, distribuyen sus cuatro uniones en todas las direcciones. Pero los átomos superficiales, aunque están ligados con otros cuatro, se ven obligados a hacerlo en menor espacio, y queda en ellos un desequilibrio de fuerzas. Ese desequilibrio es el que los lleva a atrapar una molécula del fluido que rodea al carbón.

La fuerza con la que el átomo superficial de carbono atrapa a la otra, se llama “Fuerza de London”, que es uno de los siete tipos de “fuerzas de Van der Waals”. Se considera una unión fisicoquímica, suficientemente fuerte para retener al adsorbato, pero no tan fuerte como para considerarla una unión química irreversible que forma una nueva estructura molecular. Por ello, la adsorción es reversible y el carbón activado puede reactivarse para utilizarse de nuevo.

Como se explica, las moléculas que adsorbe el carbón tienden a ser covalentes; no iónicas, pues estas últimas tratarían de robar o de donar electrones a los átomos de carbono. Las uniones entre átomos de carbono e hidrógeno son covalentes, y es por ello que el carbón es un buen adsorbente de moléculas orgánicas.

No todas las moléculas orgánicas tienden a ser covalentes. Suelen contener átomos de oxígeno, azufre y otros de alta electronegatividad, que dan tendencia iónica a la parte de la molécula que los contiene. Por otro lado, no todas las moléculas inorgánicas tienden a ser iónicas; también las hay de tendencia covalente. Tal es el caso del di cianuro de oro, que hace del carbón activado una parte esencial del proceso de extracción de este metal precioso.



Cuando una sustancia se adhiere a una superficie se habla de adsorción, es este caso, la sustancia se adhiere a la superficie interna del carbón activo. Cuando la sustancia es absorbida en un medio diferente esto es llamado absorción. Cuando un gas es atraído dentro de una solución se habla de absorción.

#### **1.5.11 Recepción y selección de la materia prima para la elaboración del carbón vegetal.**

Según la FAO, el como la madera se transforma en carbón vegetal se explica de la siguiente manera, señala que la fase de la carbonización puede ser decisiva en la fabricación de carbón vegetal, si bien no se trata de la más costosa. A menos que se complete lo más eficientemente posible, puede crear un riesgo para la operación global de la producción de carbón, puesto que los bajos rendimientos en la carbonización repercuten a lo largo de toda la cadena de producción, en la forma de mayores costos y desperdicios de los recursos.

La madera consiste de tres componentes principales: celulosa, lignina y agua. La celulosa, la lignina y algunas otras materias están fuertemente ligadas entre sí y constituyen el material denominado madera. El agua es absorbida o retenida como Moléculas de agua en la estructura celulosa/lignina. La madera secada al aire o "estacionada" contiene todavía 12-18% de agua absorbida. La madera en crecimiento, recientemente cortada o "no estacionada", contiene además agua líquida, llevando el contenido total de agua a alrededor del 40-100%, expresado en porcentaje del peso de la madera seca al horno.

#### **1.6 Agua: Conceptos.**

El agua en el Ecuador es un derecho humano, y ocupa un espacio preponderante en la Constitución del año 2008. El manejo del agua no escapa a estas consideraciones. Así, desde el inicio, en el artículo 3 de la Constitución se estableció como el primer

deber primordial del Estado:

*“Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes”.*

En el pleno de la Asamblea Constituyente en Montecristi se aprobaron cuatro puntos fundamentales (Constitución Política del Ecuador, 2008):

1. El agua es un derecho humano.
2. El agua es un bien nacional estratégico de uso público.
3. El agua es un patrimonio de la sociedad, y
4. El agua es un componente fundamental de la naturaleza, la misma que tiene derechos propios a existir y mantener sus ciclos vitales.

En concreto, en el artículo 12, se determinó que: “el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.”

### **1.6.2 Calidad de Agua.**

Un tema que ha concentrado los grandes debates académicos en los últimos tiempos tiene que ver con la importancia del agua en la vida de cualquier ser vivo del planeta. Según la fundación ADVANT, no solo se debe hablar del agua como tal sino de su calidad, siendo un tema que preocupa cada vez más en países de todo el mundo por motivos que van desde la salud de la población, el desarrollo económico nacional hasta la calidad ambiental de los ecosistemas. Según establece las Naciones Unidas, hay 2.400 millones de personas que no tienen garantizado el acceso al saneamiento y unos 760 millones de personas no tienen acceso a agua potable, pese a que tanto el agua como el saneamiento son derechos humanos reconocidos.

Para hablar de calidad de agua, hay que ahondar en qué factores determinan la

calidad del agua, en principio según varios autores, serían las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del elemento, que hacen que sea apto o no para un uso determinado y no lo sea para otro, se debe considerar sin embargo que no es necesario que reúna los mismos requisitos un agua destinada al consumo humano que una destinada al riego.

A la hora de analizar la calidad de las aguas de origen residual, industrial, doméstico y urbano que son vertidas a los ríos y mares, ya que acumulan una elevada carga de materia orgánica e inorgánica, y además contienen compuestos peligrosos se deben considerar varios parámetros que serán profundizados en el marco teórico. “La Contaminación perjudica gravemente a los ecosistemas acuáticos, afectando a su vegetación, a su fauna e incluso llegándolos a convertir en auténticos vertederos si no se realiza una buena gestión”, según la fundación ADVANT encargada de realizar estudios sobre el agua.

Según la legislación ecuatoriana, existe una normativa puntual que garantiza que los ecosistemas acuáticos sigan proporcionando agua para satisfacer nuestras necesidades de agua, en términos de calidad y cantidad, minimizando la contaminación y conservándola en buen estado.

Sin embargo, de la normativa vigente, existe una falta de gestión y de tratamiento de las aguas residuales lo que causan su contaminación, por un lado, puede deberse a los costos elevados para implementar plantas de tratamiento y al poco incentivo para procesos amigables con los ecosistemas y el planeta.

Una mala calidad de agua puede deberse tanto a causas naturales, como las debidas a la geología del terreno, o artificiales, como la contaminación en zonas con gran presión antrópica. La fuente más importante de su contaminación es la falta de gestión y tratamientos adecuados de los residuos humanos, industriales y agrícolas. Es indiferente de dónde proceda este alejamiento del estado natural del agua, lo importante es establecer los tratamientos y límites necesarios para los diferentes usos y actividades, y de este modo garantizar una buena calidad de vida para todos

los ciudadanos, a la vez que cuidamos y respetamos el medio ambiente.

En la actualidad existen numerosas empresas dedicadas a su gestión, ya sean ingenierías, consultoras, constructoras, empresas de servicios, o la propia administración, por lo que el nicho de trabajo para esta especialidad es sin duda uno de los más importantes.

### **1.6.3 Contaminación hídrica.**

Desafortunadamente, las aguas residuales (al igual que los residuos sólidos) son un producto inevitable de la actividad humana. En la antigüedad, diferentes civilizaciones (desarrolladas por obvias razones en las riberas de ríos y lagos) hicieron uso de la capacidad de asimilación o autodepuración del agua, pero con descargas tan pequeñas que sus vertidos no presentaban mayor problema. No obstante, la densificación actual de las ciudades y el crecimiento poblacional e industrial, entre otros aspectos, ha ocasionado que esta capacidad limitada de auto purificación de los cuerpos hídricos haya sido excedida. Por esta razón, se hace necesario “asistir” a la naturaleza mediante la instalación de depuradoras y unidades de tratamiento de las aguas servidas.

Todos los cuerpos de agua poseen una capacidad natural y limitada de dilución y “auto purificación” de los elementos que incorpora, conocida como Capacidad de Asimilación o Capacidad de Carga (Lozano, 2012)

Se considera como contaminación hídrica, la presencia de formas de energía, elementos, compuestos (orgánicos o inorgánicos) que disueltos, dispersos o suspendidos alcanzan una concentración tal, que limita cualquiera de los otros usos del agua (consumo humano, uso agrícola, pecuario, industrial, recreativo, estético, conservación de flora y fauna, etc.). Esta definición deja en evidencia que el uso del agua depende, de manera ineludible, a sus características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas que definen su calidad en función del uso establecido por una normativa.

#### **1.6.4 Aguas Residuales.**

Las aguas residuales son aquellas aguas de desecho que contienen una gran cantidad de sustancias contaminantes y que han sido empleadas en alguna actividad humana sea doméstica, industrial, pecuaria, agrícola o recreativa.

#### **1.6.5 Tipos de aguas residuales.**

Las aguas residuales, entonces, tienen diversos orígenes (doméstico, industrial, pecuario, agrícola, recreativo) que determinan sus distintas características. Las aguas residuales pueden clasificarse de la siguiente manera:

1. Agua Residual Doméstica: residuos líquidos de viviendas, zonas residenciales, establecimientos comerciales o institucionales. Estas, además, se pueden subdividir en:

- Aguas Negras: aguas que transportan heces y orina, provenientes del inodoro.
- Aguas Grises: aguas jabonosas que pueden contener grasas también, provenientes de la ducha, tina, lavamanos, lavaplatos, lavadero y lavadora.

2. Agua Residual Municipal o Urbana: residuos líquidos de un conglomerado urbano; incluye actividades domésticas e industriales y son transportadas por una red de alcantarillado.

3. Agua Residual Industrial: residuos líquidos provenientes de procesos productivos industriales, que incluso pueden tener origen agrícola o pecuario.

### 1.6.6 Plantas de tratamiento de aguas residuales.

#### Planta de Tratamiento Natural de Aguas Grises Molinos Poultier S.A.



**Figura No. 3**

El tratamiento de aguas y las plantas de tratamiento de agua son un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es que a través de los equipamientos elimina o reduce la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final.

Según (Rovirosa, 2016), debido a que las mayores exigencias en lo referente a la calidad del agua se centran en su aplicación para el consumo humano y animal estos se organizan con frecuencia en tratamientos de potabilización y tratamientos de depuración de aguas residuales, aunque ambos comparten muchas operaciones.

### **1.6.7 Tipos de tratamiento de aguas residuales.**

Existen varios tipos de tratamiento de aguas residuales para mejorar su calidad, entre ellos se puede mencionar:

#### **1.6.7.1 Pre-tratamiento.**

Busca acondicionar el agua residual para facilitar los tratamientos propiamente dichos, y preservar la instalación de erosiones y taponamientos. Incluye equipos tales como rejillas, tamices, desarenadores y desengrasadores.

#### **1.6.7.2 Tratamiento primario o tratamiento físico-químico.**

Busca reducir la materia suspendida por medio de la coagulación, floculación, sedimentación y decantación, con o sin reactivos, o por medio de diversos tipos de oxidación química —poco utilizada en la práctica, salvo aplicaciones especiales, por su alto costo.

#### **1.6.7.3 Tratamiento secundario o tratamiento biológico.**

Se emplea de forma masiva para eliminar la contaminación orgánica disuelta, la cual es costosa de eliminar por tratamientos físico-químicos. Suele aplicarse tras los anteriores. Consisten en la oxidación aerobia de la materia orgánica —en sus diversas variantes de fangos activados, lechos de partículas, lagunas de oxidación y otros sistemas— o su eliminación anaerobia en digestores cerrados. Ambos sistemas producen fangos en mayor o menor medida que, a su vez, deben ser tratados para su reducción, acondicionamiento y destino final.

#### **1.6.7.4 Tratamiento terciario, de carácter físico-químico o biológico.**

Desde el punto de vista conceptual no aplica técnicas diferentes que los tratamientos primarios o secundarios, sino que utiliza técnicas de ambos tipos destinadas a pulir

o afinar el vertido final, mejorando alguna de sus características. Si se emplea intensivamente pueden lograr hacer el agua de nuevo apta para el abastecimiento de necesidades agrícolas, industriales, e incluso para potabilización (reciclaje de efluentes).

#### **1.6.8 Métodos naturales de tratamiento de aguas residuales.**

Para la aplicación de métodos de depuración natural, se engloban aquellos procedimientos en los que el tratamiento principal es proporcionado por componentes del medio natural. Habitualmente se diferencian dos grandes grupos: los métodos de tratamiento mediante aplicación en el terreno y los sistemas acuáticos. En todos ellos, el efecto depurador se debe a la acción de la vegetación, suelo, microorganismos (terrestres y acuáticos) y en menor medida, a la acción de animales superiores, sin la intervención de agentes artificiales (Becerra, 2016).

Según (Ray, 2012) es importante analizar el rol de las lagunas de estabilización como componente integral en los esquemas de tratamiento natural. Destaca la importancia y beneficios que ofrecen los sistemas biológicos para el control de la contaminación y detalla el funcionamiento, aplicación, criterios de diseño de las lagunas facultativas, anaeróbicas y de alta tasa. Resalta el cultivo controlado de plantas y animales acuáticos superiores como medios de control de la contaminación del agua y su aprovechamiento como recursos beneficiosos. La importancia de este estudio en concreto, es que analiza la posible aplicación de pantanos naturales o artificiales para el tratamiento de aguas residuales, además que contiene métodos para el tratamiento de aguas residuales y lodos por aplicación de éstos en el terreno (irrigación, infiltración) para el caso de los residuos líquidos y de compostaje y lombricultura.

#### **1.6.9 Carga contaminante del agua.**

No es posible establecer con precisión unos valores “estándar” para las aguas residuales independientemente de su origen, sea doméstico, urbano o industrial. Los



hábitos alimenticios, la calidad de vida o la pobreza, hacen variar las características fisicoquímicas y microbiológicas de los efluentes domésticos. En las ciudades, los vertidos de las actividades económicas e industriales hacen variar los parámetros; incluso, dos industrias de igual naturaleza que manejen un proceso productivo similar, pueden generar aguas servidas de características diferentes.

#### **1.6.10 Uso de carbón activado en plantas de tratamiento.**

El carbón activado es un sólido que tiene dos propiedades que lo han hecho muy útil en el tratamiento de aguas. La primera consiste en que atrapa todo tipo de contaminantes orgánicos en sus paredes, con una avidéz tal que puede dejar un agua prácticamente libre de estos compuestos. La segunda, es que destruye el cloro libre residual que no ha reaccionado después de que dicho compuesto haya realizado una acción desinfectante.

En estas funciones se ha considerado desde hace muchos años la tecnología más rentable. Debido a ello, prácticamente todas las industrias que requieren tratar aguas residuales utilizan carbón activo como uno de los procesos básicos de purificación.

En cuanto a las plantas potabilizadoras municipales, existen dos realidades: la de los países “desarrollados” y las de países “en desarrollo”. En los primeros, el carbón activado se aplica en casi todas las plantas. En los segundos, se aplica más bien cuando existen problemas de olor y sabor. Los primeros potabilizan el agua con carbón activado debido a que en los últimos años se ha encontrado que prácticamente ya no existe río, lago ni pozo cuya agua se encuentre libre de contaminantes orgánicos sintéticos.

De todo lo anterior puede señalarse que, por un lado, el tratamiento de aguas residuales con carbón activado es muy común desde hace tiempo, especialmente en el sector industrial. Por otro, que también lo es, aunque de manera más reciente, en las plantas del sector público de países desarrollados y de países en vía de desarrollo. Se debe aprovechar las funciones del carbón activo en el tratamiento de

aguas para la eliminación de contaminantes por sus propiedades de adsorción.

### 1.6.11 Normativa Vigente de Gestión ambiental respecto a las aguas residuales.

En el Ecuador desde el año 1999, existe en la Constitución un interés en los temas ambientales, que se plasma en la Ley de Gestión Ambiental, antes denominada TULA hoy TULSMA que se refiere a las siglas del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente donde se reúne todas las leyes relacionadas a la protección de los recursos naturales.

A continuación, las tablas en las que se explica los parámetros y límites en cuanto a las aguas dulces:

**Tabla No. 1**

#### **Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce vigente en la normativa ambiental del TULSMA**

<b>Tabla No. 10 de Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce de la reforma al anexo 1 del libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua del 28 de febrero del 2014.</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	30,0
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
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1

**Tabla No. 10 de Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce de la reforma al anexo 1 del libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua del 28 de febrero del 2014.**

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		<sup>1</sup> Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0

<sup>1</sup> Aquellos regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3 000, quedan exentos de tratamiento.

**Tabla No. 10 de Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce de la reforma al anexo 1 del libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua del 28 de febrero del 2014.**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9

**Tabla No. 10 de Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce de la reforma al anexo 1 del libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua del 28 de febrero del 2014.**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
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 <sub>4</sub> =	mg/l	1000
Sulfitos	SO <sub>3</sub>	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
temperatura	oC		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0

**Tabla No. 10 de Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce de la reforma al anexo 1 del libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua del 28 de febrero del 2014.**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Zinc	Zn	mg/l	5,0

**Fuente:** TUSLMA

**Elaborado por:** Ministerio del Ambiente

## **CAPÍTULO II**

### **2. Metodología**

#### **2.1. Fundamentación de la investigación**

La presente investigación es factible, porque se sostiene en un estudio bibliográfico y de campo solvente, el proceso de recolección de datos se hará de forma descriptiva, experimental y observable lo que permitirá predecir hechos, en cuanto al diseño fue estructurado, sus objetivos son prácticos. Los instrumentos para esta investigación son los siguientes: computadora, cámara, fichas de Lista de chequeo, instrumento de valoración del agua, inventarios, indicadores y escalas para tener el resultado de la recolección de datos.

Mencionado lo anterior se realizó la observación general del proceso de uso de carbón activado para la elaboración de filtros a ser ubicados en la planta natural de tratamiento de aguas de la planta de la industria alimenticia “Molinos Poulitier”, se realizará además una búsqueda de documentos que corroboren los niveles de contaminación antes y después del uso de dichos filtros.

#### **2.2 Bases teóricas particulares de la investigación**

Al establecer las bases teóricas de la investigación es necesario indicar el tema de investigación “Uso de carbón activado a partir de madera residual para la utilización en filtros de la planta de tratamiento natural de aguas en los molinos Poulitier en Latacunga”.

Definiendo las bases teóricas para las dos variables, es decir tanto para la variable independiente como para la variable dependiente como se muestra en la figura

#### **Tabla No. 2**

### Variable Independiente y Variables dependiente

Variables Independiente	Variables Dependiente
Carbón vegetal activado	Calidad del Agua
Adsorción de contaminantes	Criterio de Calidad (Parámetros)
Filtros en plantas de tratamiento	Aguas residuales grises

Fuente: Molinos Poultier S.A.

Elaborado por: Investigador

### 2.3 Investigación cuantitativa:

El enfoque cuantitativo "usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías" (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010)

Para efectuar este enfoque de investigación se realizará la recolección de datos durante la aplicación de la experimentación, para efecto de esta investigación se seguirá los métodos analítico, deductivo e inductivo. Con las siguientes técnicas: Observación directa, Lista de chequeo y Muestreo.

### 2.4 Paradigma o enfoque epistemológico.

La investigación tiene un enfoque cuantitativo que permitió un análisis comparativo del antes y después del uso de carbón activado.

Las variables propuestas confrontaron y formularon la teoría con la práctica de la industria en la que se realiza el estudio, permitiendo que el tipo de investigación sea aplicable para la mejora de la calidad del agua residual.

Se cumplió con el método participativo e integrativo, porque se interactuó junto con los miembros de la institución; además permitió detallar el proceso tanto de la elaboración del filtro como de su implementación.



## **2.5 Técnicas de Muestreo de Aguas.**

Existen dos tipos de recolección de muestras: muestreo simple y muestreo compuesto, para efectos de esta investigación se ha determinado desarrollar el muestreo compuesto en vista que este tipo de técnica toman varias muestras en distintos momentos y se la colocan en mismo recipiente.

**Toma de muestra de agua residual por parte de la empresa SENERIN,  
laboratorio acreditado por el SAE (Secretaria de Acreditación Ecuatoriana)**



**Figura No.4**

## **2.6 Protocolo para la toma de muestras de aguas residuales**

### **2.6.1 Propósito**

A continuación, se describen los requerimientos, instrucciones y cuidados que se consideraron para la toma de muestras de aguas residuales industriales, y su respectivo análisis en el Laboratorio.

## **2.6.2 Aplicabilidad**

El presente instructivo aplica para muestreo de aguas residuales provenientes de efluentes industriales, como parte de la prestación de servicios por parte de los laboratorios acreditados por el SAE.

## **2.6.3 Requerimientos**

### **2.6.3.1 Personal**

Las actividades descritas a continuación deben ser realizadas por un profesional y/o técnico debidamente capacitado y avalado por el Laboratorio en la toma de muestras de agua, en la operación de sensores de campo y con conocimientos básicos en química.

### **2.6.3.2 Equipos y Materiales**

La siguiente es una lista general de los implementos requeridos en el momento del muestreo:

- GPS.
- Equipos portátiles para mediciones de temperatura, pH y conductividad eléctrica.
- Baldes plásticos de 10 L de capacidad.
- Probeta plástica graduada de 1000 ml.
- Cronómetro.
- Neveras de poliuretano con suficientes bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a 4°C.
- Frasco lavador.
- Toalla de papel absorbente.
- Cinta adhesiva y de etiquetado.
- Esfero (bolígrafo) y marcador de tinta indeleble.
- Apoya manos.
- Guantes.
- Agua destilada. En su defecto utilizar agua embotellada o de bolsa.
- Recipientes plásticos y de vidrio. Varía según requerimientos de análisis.

- Registro de la Cadena de Custodia de toma de muestras de aguas.
- Overol o ropa de trabajo cómoda y que le brinde protección adecuada
- Gafas de seguridad
- Máscara respiradora con filtros para ácidos y vapores orgánicos
- Impermeable

#### **2.6.4 Procedimiento**

Cuando se va a realizar el muestreo de calidad de aguas residuales se siguen las instrucciones descritas a continuación:

- Organice las botellas rotuladas, los reactivos, formatos e insumos listados.
- Diligencie el registro de la Cadena de Custodia de captura de datos con la información necesaria.
- Con ayuda del GPS determine la latitud, longitud y altitud del sitio exacto de vertimiento y regístrelos.
- Escriba con letra legible y con marcador indeleble el nombre del responsable del muestreo, las etiquetas de los frascos y el registro de la Cadena de Custodia.
- Calibre el pH metro y conductímetro.
- Mida el caudal del efluente preferiblemente por el método volumétrico manual, empleando el cronómetro y uno de los baldes aforados. Purgue el balde.
- Coloque el balde bajo la descarga de tal manera que reciba todo el flujo; simultáneamente active el cronómetro. Tome un volumen de muestra entre 1 y 10 L, dependiendo de la velocidad de llenado, y mida el tiempo transcurrido desde el inicio hasta la finalización de la recolección de la descarga; siendo Q el caudal (en litros por segundo, L/s), V el volumen (en litros, L), y t el tiempo (en segundos, s), el caudal se calcula como  $Q = V / t$ , para ese instante de tiempo.
- Mida los parámetros de campo, Introduzca los electrodos del pH metro y conductímetro. Oprima la tecla MODE. Espere a que los valores en las pantallas de los equipos se estabilicen (el valor deja de titilar). Oprima la

tecla READ. Cuando se establezca la medición, registre los datos de pH, temperatura y conductividad eléctrica.

- Lave los electrodos con abundante agua ya que los valores extremos que pueden presentar los efluentes industriales los deterioran más rápidamente.
- Componga una muestra desde 1 a 24 horas, según se haya establecido en el plan de muestreo.
- Una vez mezclados los volúmenes, homogenice el contenido del balde por agitación con un tubo plástico limpio y proceda al llenado de los recipientes.
- Cubra el rotulo con una cinta adhesiva transparente para evitar su deterioro.
- Tan pronto se ejecuta el muestreo, purgue todas las botellas con muestra y proceda a llenarlas, mientras homogeniza el contenido del balde por agitación constante con el tubo plástico (NO agite directamente con la mano ni por rotación del balde).
- Evite la inclusión de objetos flotantes y/o sumergidos. Extraiga la muestra del balde a través de la llave, nunca sumerja las botellas.
- Tape cada botella y agítela.
- Coloque las botellas dentro de la nevera y agregue hielo suficiente para refrigerar.
- Enjuague con agua destilada los baldes y todos los elementos utilizados en el muestreo.
- Coloque las botellas de un mismo sitio de muestreo dentro de la nevera en posición vertical y agregue hielo suficiente para refrigerar.

**NOTA:**

El diseño del experimento fue la toma de muestras de aguas grises en periodos anuales, con la muestra del año 2106 se determinó la necesidad de la implementación de filtros. Los técnicos recomiendan una toma anual en función del caudal de agua en la planta de Tratamiento de Molinos Poulthier S.A. Los análisis se deben realizar en laboratorios especializados y autorizados por el Ministerio de Ambiente.

**Procedimiento en la toma de muestra por parte del laboratorio**



**Figura No. 5**

## **Capítulo III**

### **3. Evaluación de resultados**

#### **3.1 Alcance de la investigación**

El presente estudio explorará el proceso del uso de carbón activado para la realización de filtros para ser utilizados en la planta de tratamiento de aguas de los Molinos Poultier S.A.

#### **3.2 Técnica e instrumentos**

Para el desarrollo del proyecto, se utilizaron las siguientes técnicas: Inspección en campo, Instrumento: lista de chequeo, análisis en un laboratorio certificado por la SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriana) de la calidad de agua, Instrumento. - hoja guía – Informe de resultados.

### 3.4 Operacionalización de variables

**Tabla No. 3**  
**Variable Independiente**

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INTEMS
<p><b>Carbón Vegetal Activado</b></p>	<p>Serie de carbones porosos preparados artificialmente, a través de un proceso de carbonización, para que exhiban un elevado grado de porosidad y una alta superficie interna, es un adsorbente muy versátil, pueden ser usado en plantas naturales de tratamiento de aguas</p>	<p>Eficacia</p>	<p>Filtro para ser aplicado en la planta de tratamiento y su posterior análisis en un laboratorio acreditado mediante toma de muestras anuales. Parámetros de análisis</p>	<p>Análisis de la eficacia del filtro</p>

Fuente: Molinos Poulter S.A:

Elaborado por: Investigador

**Tabla No. 4**  
**Variable Dependiente**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>
<b>Calidad de Agua Residual</b>	Características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del elemento, que hacen que sea apto o no para un uso determinado y no lo sea para otro, se debe considerar sin embargo que no es necesario que reúna los mismos requisitos un agua destinada al consumo humano que una destinada al riego.	Instalaciones	Nivel de cumplimiento de las especificaciones.	Técnica: Inspección en campo Instrumento: Lista de chequeo
		Planta de Tratamiento	Nivel de cumplimiento de las especificaciones que describen los artículos de la normativa vigente.	Técnica: Inspección en campo Instrumento: Lista de chequeo
		Análisis de Calidad	Nivel de cumplimiento de las especificaciones que describen los artículos de la ley vigente.	Técnica: análisis en un laboratorio certificado de la calidad de agua
		Seguimiento	Nivel de cumplimiento de lo planificado.	Técnica: análisis en un laboratorio certificado de la calidad de agua
		Aseguramiento y control de calidad	Nivel de cumplimiento de las especificaciones que describen los artículos de la ley TULAS	Técnica: Inspección en campo (auditoría) Instrumento: Lista de chequeo

Fuente: Molinos Poulter S.A.

Elaborado por: Investigador



## 2.5. Informe de Resultados

La caracterización de las aguas residuales es una de las fases más importantes en la búsqueda de su tratamiento, ya que nos permitirá conocer la composición que presentan las mismas, definiendo las concentraciones de los diferentes contaminantes y por consiguiente el tipo de agua residual de un determinado proyecto.

Para el análisis de las aguas residuales de Molinos Poulthier S.A: se han determinado los parámetros más representativos de su composición, como son los físico-químicos (pH, aceites y grasas, sulfatos, tensoactivos, sólidos suspendidos totales, y DBO, DQO).

El carbono activado granular, ha sido desarrollado especialmente para la purificación de agua residual grises. Ofrece propiedades de adsorción superiores para, por ejemplo, orgánicos naturales, cuerpos de color, pesticidas, detergentes, disolventes y compuestos clorados que causan problemas de sabor y olor.

La descarga del agua residual de aguas grises del Molino Poulthier S.A.; después del proceso de descontaminación a través de la Planta Natural de Tratamiento es vertida en el Río Cunuyacu para su posterior análisis. Si bien se cumplía con los parámetros exigidos por la ley, era necesario buscar mejoras para la turbidez y claridad, Color y Olor, por lo que se experimentó con los filtros de carbón activado.

Los resultados del análisis del agua fueron comparados con la Tabla No. 10 del MAE que es específica sobre los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, la cual consta en la reforma al anexo 1 del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua del 28 de febrero del 2014.

A continuación, un análisis e interpretación de los parámetros establecidos de calidad de agua, mediante cuadros comparativos que establecen los años de toma

de muestra, los laboratorios que realizaron el análisis, las unidades de medida, los resultados, los límites máximos permisibles y una columna que establece si cumple o no cumple.

### 2.5.1 Parámetro pH

Se entiende por Potencial Hidrogeno (PH) a la concentración del ion hidrógeno, es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de aguas naturales como residuales. Según estudios realizados el intervalo de concentraciones adecuado para la correcta proliferación y desarrollo de la mayor parte de la vida biológica es bastante estrecho y crítico. El agua residual con concentraciones de ion hidrógeno inadecuadas presenta dificultades de tratamiento con procesos biológicos, y el efluente puede modificar la concentración de ion hidrógeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas.

A continuación, una tabla comparativa No. 5 de los resultados obtenidos respecto de este parámetro PH

**Tabla No. 5**  
**Resultados del Parámetro pH.**

Fecha	Nombre del Laboratorio	Unidades	Resultado	Límite máximo permisible	Análisis
2017-06-07	LAB-BIO-TEC	uni-pH	7,4	6 a 9	C
2016-05-03	SENERIN	uni-pH	7,59	6 a 9	C
2014-12-01	SENERIN	uni-pH	7,62	6 a 9	C
2012-06-08	EISMASTER	uni-pH	8	6 a 9	C

Fuente: Molinos Poultier S.A.

Elaborado por: Investigador

N/C = No Cumple. C = Cumple.

**Análisis e Interpretación:** Según el Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente TULSMA, anexo 1, tabla 10 nos dice que el rango normal del PH se encuentra de 6 a 9, como se observa en la tabla No 5 el resultado refiere a un pH de 7,4 en el año 2017 después de la utilización de los filtros de carbón activado en la planta de Tratamiento Natural, por lo cual cumple con la Ley Ambiental vigente para descargas a cuerpo de agua dulce. A diferencia del año 2012 cuando no se contaba con una Planta de Tratamiento Natural el valor del pH estaba por el valor de 8 por lo que se justifica su construcción ya que año tras año se ha venido mejorando el resultado de este parámetro.

En la Figura No 6 se demuestra la tendencia en función de años en los que realizó la medición:



**Figura No. 6**

En este parámetro el pH resulta ser más cercano a 7, es decir se puede considerar como un pH neutro óptimo para la vida de los organismos, lo que deriva en un adecuado funcionamiento de la planta de tratamiento natural con la implementación de carbón activado.

## 2.5.2 Parámetro Aceites y Grasas

En lo referente a este parámetro, las grasas, los aceites y los jabones son compuestos minerales que tienden a recubrir las superficies que están en contacto con el agua. Las partículas de estos compuestos interfieren en el normal desarrollo de la actividad biológica y son causa de problemas de mantenimiento de las plantas de tratamiento, si no se elimina el contenido en grasa antes del vertido del agua residual, este puede interferir con la vida biológica en aguas superficiales y crear películas y acumulaciones de materia flotante desagradables conocidas como natas de grasa.

En la siguiente tabla comparativa No.6 se puede observar los resultados obtenidos respecto del presente parámetro, mismo que fue desarrollado con laboratorios acreditados.

**Tabla No. 6**

### **Resultados del Parámetro Aceites y Grasas.**

<b>Fecha</b>	<b>Nombre del Laboratorio</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>	<b>Límite máximo permisible</b>	<b>Análisis</b>
<b>2017-06-07</b>	<b>LAB-BIO-TEC</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;20</b>	<b>30</b>	<b>C</b>
<b>2016-05-03</b>	<b>SENERIN</b>	<b>mg/L</b>	<b>12,3</b>	<b>30</b>	<b>C</b>
<b>2014-12-01</b>	<b>SENERIN</b>	<b>mg/L</b>	<b>25,3</b>	<b>100</b>	<b>C</b>
<b>2012-06-08</b>	<b>EISMASTER</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;10</b>	<b>0,3</b>	<b>NC</b>

Fuente: Molinos Poulter S.A.

Elaborado por: Investigador

N/C = No Cumple. C = Cumple.

**Análisis e Interpretación:** Como se observa, aparece nuevamente una tendencia a valores inferiores a partir del año 2014 hasta el año 2016; esto es a consecuencia de contar con una Planta de Tratamiento Natural. Sin embargo, en el año 2017 aunque

el valor obtenido por el laboratorio LAB-BIO-TEC cumple con la normativa ambiental vigente, el valor en relación al año anterior 2016 se incrementa a consecuencia de otros factores externos tales como: la ineficacia por parte de las bacterias y microorganismos degradadores de grasa por presencia de sustancias tóxicas que evitan su desarrollo y normal funcionamiento tales como el cloro y de detergentes a base de aluminio.

En año 2017 al implementar los filtros de carbón activado no existe una variación debido a que el carbón activado tiene incidencia física, mas no en la degradación de aceites y grasas. Sin embargo, el parámetro cumple con la normativa ambiental es decir el rango del límite permisible que es de 30 mg/L.

En el siguiente Figura No.7, se muestra la tendencia desde el año 2012 hasta el 2017.

#### Resultados parámetros Aceites y Grasas

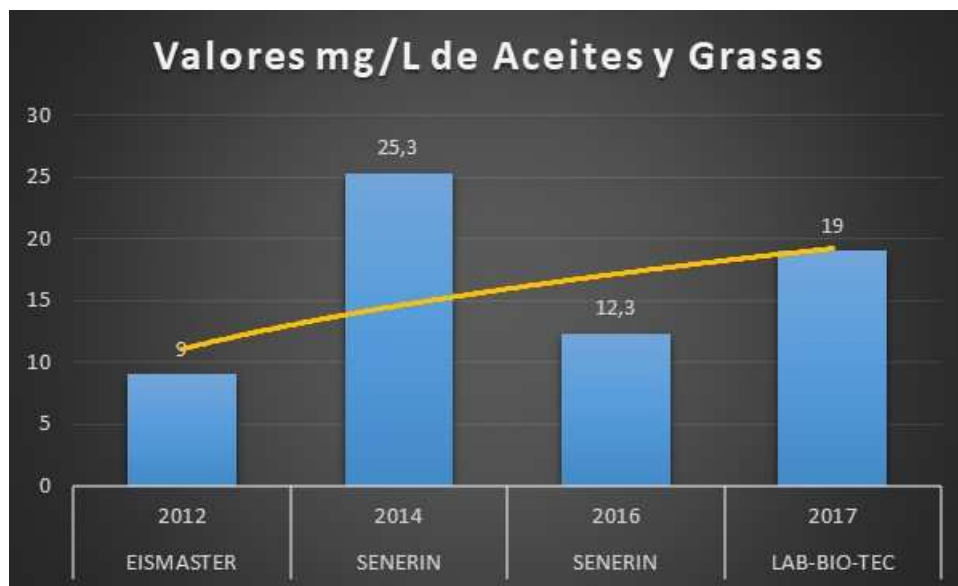


Figura No. 7

Una consideración adicional es que, de acuerdo a la revisión bibliográfica de plantas de tratamiento natural, este parámetro se acumula por lo que se sugiere hacer limpiezas profundas anuales de las trampas de grasas.

### 2.5.3 Parámetro Sulfatos

En lo que refiere al parámetro que analiza los Sulfatos, estos están presentes en forma natural en numerosos minerales que se utilizan comercialmente, sobre todo en las industrias químicas, debido a que son uno de los siete principales constituyentes de los detergentes en polvo, además se los encuentra en el tratamiento de las aguas de los calderos que forman parte de los procesos de producción en Molinos Poultier S.A.; de las aguas residuales grises.

Uno de los compuestos que contribuye en gran medida a la generación de malos olores es el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) que dará origen a la concentración de sulfatos en la planta de tratamiento, que es un producto natural de la descomposición anaerobia de la materia orgánica, muy frecuentemente encontrado en drenajes y en plantas de tratamiento de aguas residuales y de lodos de desecho.

A continuación, la tabla comparativa No. 7 de los resultados obtenidos respecto al parámetro sulfatos:

**Tabla No. 7**

#### **Resultados del Parámetro Sulfatos.**

<b>Fecha</b>	<b>Nombre del Laboratorio</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>	<b>Límite máximo permisible</b>	<b>Análisis</b>
<b>2017-06-07</b>	<b>LAB-BIO-TEC</b>	<b>mg/L</b>	<b>22,3</b>	<b>1000</b>	<b>C</b>
<b>2016-05-03</b>	<b>SENERIN</b>	<b>mg/L</b>	<b>26</b>	<b>1000</b>	<b>C</b>
<b>2014-12-01</b>	<b>SENERIN</b>	<b>mg/L</b>	<b>24</b>	<b>400</b>	<b>C</b>
<b>2012-06-08</b>	<b>EISMASTER</b>	<b>mg/L</b>	<b>400</b>	<b>1000</b>	<b>C</b>

Fuente: Molinos Poultier S.A.

Elaborado por: Investigador

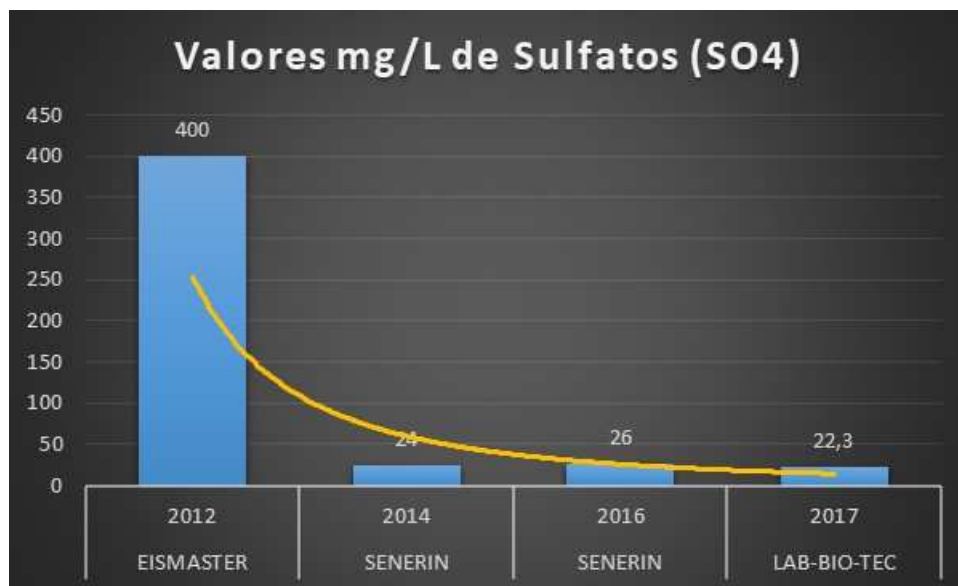
N/C = No Cumple. C = Cumple.

**Análisis e Interpretación:** El comportamiento respecto a los resultados obtenidos a lo largo del tiempo es de disminución de la concentración de sulfatos. Como consta, si se parte desde en el año 2012 en el que el parámetro se ubica en 400 mg/L considerado alto, luego el parámetro sigue bajando ya con la implementación de la Planta de Tratamiento establecida y en el año 2017 con la implementación de filtros de carbón activado se ubica en 22,3 mg/L, lo que se considera una disminución significativa.

Nota. - Respecto del cambio de valores de los límites permisibles en el año 2014 de límite permisible máximo de 1000 a 400, esto se debió a un cambio en la normativa, que luego volvió a exigir 1000 en los años posteriores.

En el siguiente Figura No.8, se muestra la tendencia desde el año 2012 hasta el 2017.

#### Resultados parámetros Sulfatos



**Figura No. 8**

La disminución de la concentración del parámetro sulfatos en gran medida se debe a la presencia de biofiltros, en este caso plantas acuáticas lechuguines (*Eichhornia crassipes*), que conforman un sistema de interacción del gas con un medio orgánico cuya actividad de degradación proviene de los microorganismos que viven y se desarrollan en él. La suma de ambos se denomina medio biológico filtrante

consiguiendo cumplir con la normativa ambiental vigente de un límite máximo permisible de 1000 mg/L, a lo que se suma la presencia de los filtros de carbón activado que también aportan en la disminución de concentración de sulfatos.

#### 2.5.4 Parámetro Tensoactivos

En las aguas residuales grises por descarga de residuos acuosos del lavado y de operaciones de limpieza están presentes los denominados tensoactivos causantes de la presencia de espuma, estos son productos químicos sintéticos que se utilizan en grandes cantidades para la limpieza doméstica e industrial y que son contaminantes del agua que provocan la disminución de la solubilidad de oxígeno disuelto en el agua con lo cual se dificulta la vida acuática. A los peces les produce lesiones en las branquias, dificultándoles la respiración y provocándoles la muerte, inhibe el proceso de fotosíntesis originando la muerte de la flora acuática.

A continuación, una tabla comparativa No. 8 de los resultados obtenidos respecto de este parámetro Tensoactivos:

**Tabla No. 8**

**Resultados del Parámetro Tensoactivos.**

Fecha	Nombre del Laboratorio	Unidades	Resultado	Límite máximo permisible	Análisis
2017-06-07	LAB-BIO-TEC	mg/L	0,38	0,5	C
2016-05-03	SENERIN	mg/L	0,25	0,5	C
2014-12-01	SENERIN	mg/L	0,56	2,0	C
2012-06-08	EISMASTER	mg/L	0,03	0,5	C

Fuente: Molinos Poultier S.A.

Elaborado por: Investigador

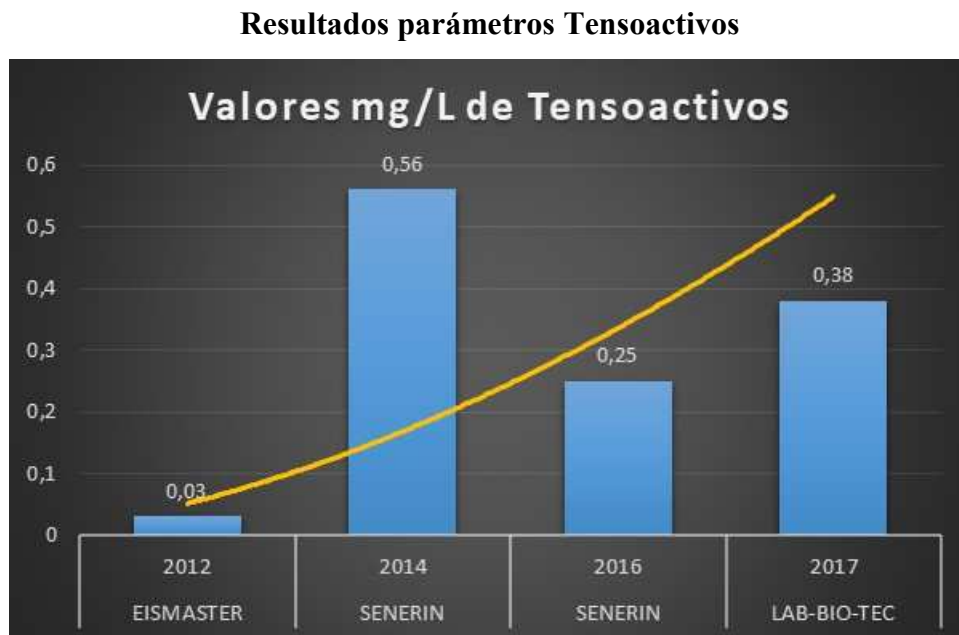
N/C = No Cumple. C = Cumple.



**Análisis e Interpretación:** En el año 2012 al no contar con una planta de tratamiento natural, las descargas eran independientes y directas al cuerpo de agua dulce, de ahí que su baja concentración en vista que el laboratorio tomo una sola de las fuentes que era del concentrado de maíz. Para los años 2014 y 2016 en los que ya se implementó la planta de tratamiento y se concentró en un solo lugar todas las muestras, existe una tendencia a la baja en su concentración, mientras que para el año 2017 aunque existe un ligero incremento por diversos factores externos, sin embargo, su concentración sigue cumpliendo con la norma que es de 0,5 mg/L.

Nota. - Respecto del cambio de valores de los límites permisibles en el año 2014 de limite permisible máximo de 0,5 a 2,0 esto se debió a un cambio en la normativa, que luego volvió a exigir 0,5 en los años posteriores.

En el siguiente Figura No. 9, se muestra la tendencia desde el año 2012 hasta el 2017.



**Figura No. 9**

Lo que se interpreta en el presente gráfico es que la implementación de filtros de carbono tiene baja incidencia respecto de la concentración del parámetro

Tensoactivos, de la investigación también se destaca que no influye negativamente, el parámetro cumple con la normativa ambiental vigente al estar dentro del límite máximo permisible de 0,5 mg/L.

### 2.5.5 Parámetro Sólidos Suspendidos Totales

Los sólidos suspendidos totales son responsables de las impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de decantamiento. Pueden ser identificadas por sus características visibles en el agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua.

Los análisis de sólidos suspendidos totales son importantes en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales, y para evaluar el cumplimiento de las limitaciones que regulan su vertido.

A continuación, una tabla comparativa No. 9 de los resultados obtenidos respecto de este parámetro de sólidos suspendidos totales entre el año 2012 al 2017 por laboratorios acreditados por el Ministerio del Ambiente:

**Tabla No. 9**

#### **Resultados del Parámetro Sólidos Suspendidos Totales.**

<b>Fecha</b>	<b>Nombre del Laboratorio</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>	<b>Límite máximo permisible</b>	<b>Análisis</b>
<b>2017-06-07</b>	<b>LAB-BIO-TEC</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;20</b>	<b>130</b>	<b>C</b>
<b>2016-05-03</b>	<b>SENERIN</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;50</b>	<b>130</b>	<b>C</b>
<b>2014-12-01</b>	<b>SENERIN</b>	<b>mg/L</b>	<b>72</b>	<b>220</b>	<b>C</b>
<b>2012-06-08</b>	<b>EISMASTER</b>	<b>mg/L</b>	<b>215</b>	<b>100</b>	<b>NC</b>

Fuente: Molinos Poulthier S.A.

Elaborado por: Investigador

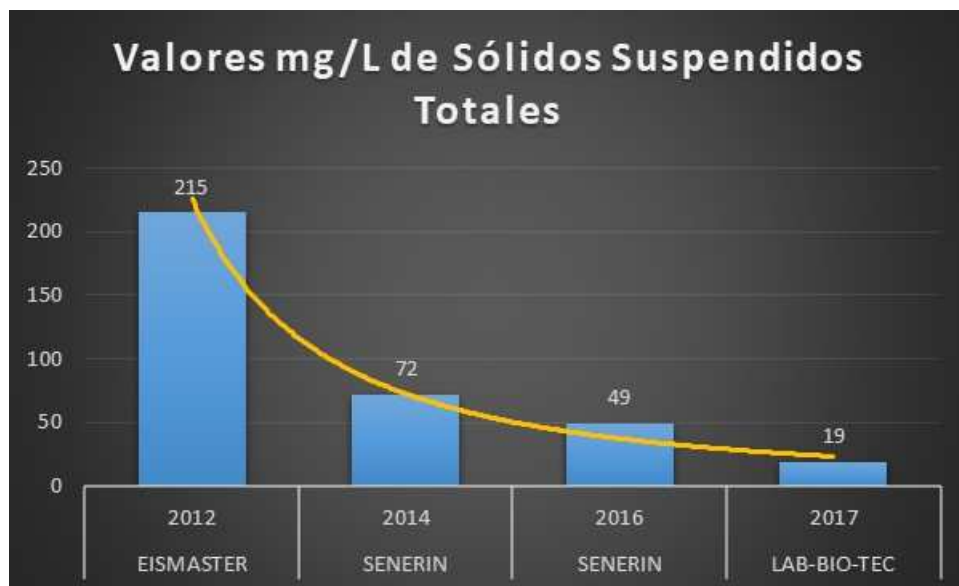
N/C = No Cumple. C = Cumple.

**Análisis e Interpretación:** Podemos observar que para el año 2017 el límite máximo permisible de acuerdo a la normativa ambiental vigente está en una concentración de 130 mg/L y el resultado del análisis de agua residual para ese año es de una concentración menor a veinte, mientras que en años anteriores observamos una disminución progresiva como resultado de la implementación de la planta de tratamiento, no así en el año 2012 en que los valores fueron de 215 es decir fuera del cumplimiento de la norma lo que se deduce como consecuencia de no contar con una planta de tratamiento de aguas residuales grises.

Nota. - Respecto del cambio de valores de los límites permisibles estos han variado año tras años acorde a cambios en la normativa.

En el siguiente Figura No.10 , se muestra la tendencia desde el año 2012 hasta el 2017.

#### Resultados parámetros Sólidos Suspendidos Totales



**Figura No. 10**

En la figura vemos una tendencia de disminución en la concentración del parámetro de Sólidos Suspendidos Totales a consecuencia de contar con una Planta de Tratamiento Natural establecida y con presencia de filtros de Carbón Activado.

### 2.5.6 Parámetro DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno)

El parámetro de contaminación orgánica más ampliamente empleado, aplicable tanto a aguas residuales como a aguas superficiales, es la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), su determinación está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. Además, los ensayos de DBO se emplean para:

- Determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.
- Dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.
- Medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento.

A continuación, la tabla comparativa No. 10 de los resultados obtenidos respecto de este parámetro DBO:

**Tabla No. 10**

#### **Resultados del Parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO.**

<b>Fecha</b>	<b>Nombre del Laboratorio</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>	<b>Límite máximo permisible</b>	<b>Análisis</b>
<b>2017-06-07</b>	<b>LAB-BIO-TEC</b>	<b>mg/L</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>C</b>
<b>2016-05-03</b>	<b>SENERIN</b>	<b>mg/L</b>	<b>87</b>	<b>100</b>	<b>C</b>
<b>2014-12-01</b>	<b>SENERIN</b>	<b>mg/L</b>	<b>38</b>	<b>250</b>	<b>C</b>
<b>2012-06-08</b>	<b>EISMASTER</b>	<b>mg/L</b>	<b>298</b>	<b>100</b>	<b>NC</b>

Fuente: Molinos Poulter S.A.

Elaborado por: Investigador

N/C = No Cumple. C = Cumple.

**Análisis e Interpretación:** Podemos observar que el valor en el año 2012 cuando no existía la planta de tratamiento está por 298 mg/L es decir encima del rango permitido, mientras que para el año 2017 con la implementación de la Planta de

tratamiento y el carbón activado, dicho valor baja considerablemente y se ubica en 30 mg/L, esto es un resultado muy importante y positivo porque nos determina que la Planta de Tratamiento Natural con la presencia de Filtros de Carbón Activado está cumpliendo con su objetivo de neutralizar y minimizar la presencia de sustancias que tienen impactos negativos para el ambiente, cumpliendo los tres criterios de tamaño, eficacia y nivel de oxígeno.

La DBO es un indicador de consumo de oxígeno por parte de microorganismos, y al contar con aguas residuales grises con alta concentración del parámetro DBO se considera que presenta riesgos ambientales, Delgadillo, O (2010), como era el caso de Molinos Poultier S.A, sin la planta de tratamiento.

Nota. - Respecto del cambio de valores de los límites permisibles en el año 2014 de límite permisible máximo de 250, esto se debió a un cambio en la normativa, que luego volvió a exigir 100 en los años posteriores.

En el siguiente Figura No. 11, se muestra la tendencia desde el año 2012 hasta el 2017.

#### Resultados parámetros Demanda Biológica de Oxígeno DBO

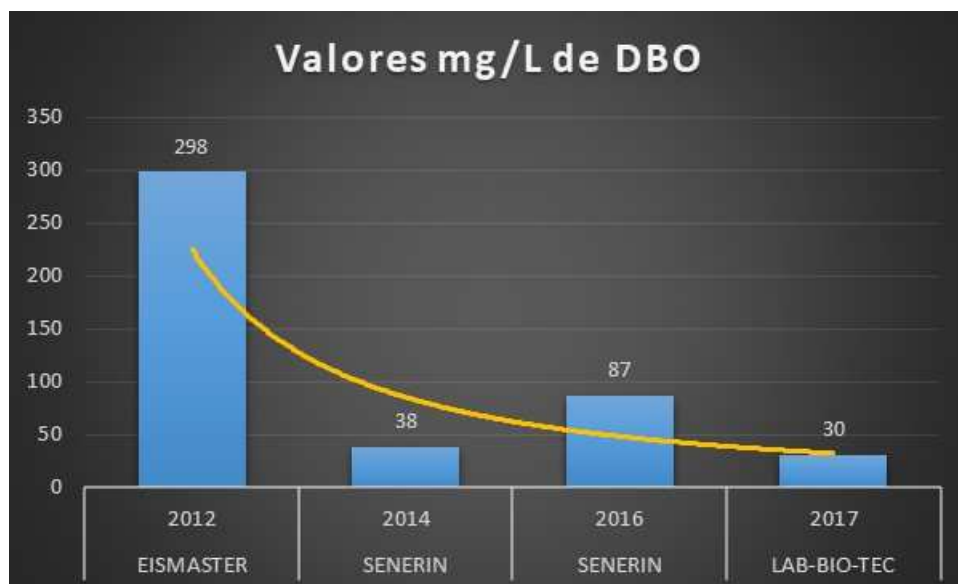


Figura No. 11

En el gráfico podemos concluir que los valores de DBO para el año 2017 se mantienen dentro de la normativa ambiental vigente de 30 mg/L; siendo un máximo permisible de 100 mg/L; lo que ratifica que en el año 2012 al no contar con una

planta de tratamiento natural de aguas residuales grises el valor está por encima al tener una concentración de 298 mg/L. La presencia del filtro de carbón activado ayudó a corregir el valor de 87 mg/L para el año 2016 a un valor de 30 mg/L para el año 2017, es decir su implementación fue de gran significación para este parámetro en particular.

### 2.5.7 Parámetro DQO (Demanda Química de Oxígeno)

Este parámetro se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. Para su medición se usa un agente químico fuertemente oxidante (dicromato potásico) en un medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. También, este parámetro se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica.

En la siguiente tabla comparativa No. 11 se pueden observar los resultados obtenidos respecto del presente parámetro, mismo que fue desarrollado con laboratorios acreditados por parte del organismo de control.

**Tabla No. 11**

#### **Resultados del Parámetro Demanda Química de Oxígeno DQO.**

<b>Fecha</b>	<b>Nombre del Laboratorio</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>	<b>Límite máximo permisible</b>	<b>Análisis</b>
<b>2017-06-07</b>	<b>LAB-BIO-TEC</b>	<b>mg/L</b>	<b>169</b>	<b>200</b>	<b>C</b>
<b>2016-05-03</b>	<b>SENERIN</b>	<b>mg/L</b>	<b>182</b>	<b>200</b>	<b>C</b>
<b>2014-12-01</b>	<b>SENERIN</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;73</b>	<b>500</b>	<b>C</b>
<b>2012-06-08</b>	<b>EISMASTER</b>	<b>mg/L</b>	<b>&gt;325</b>	<b>250</b>	<b>NC</b>

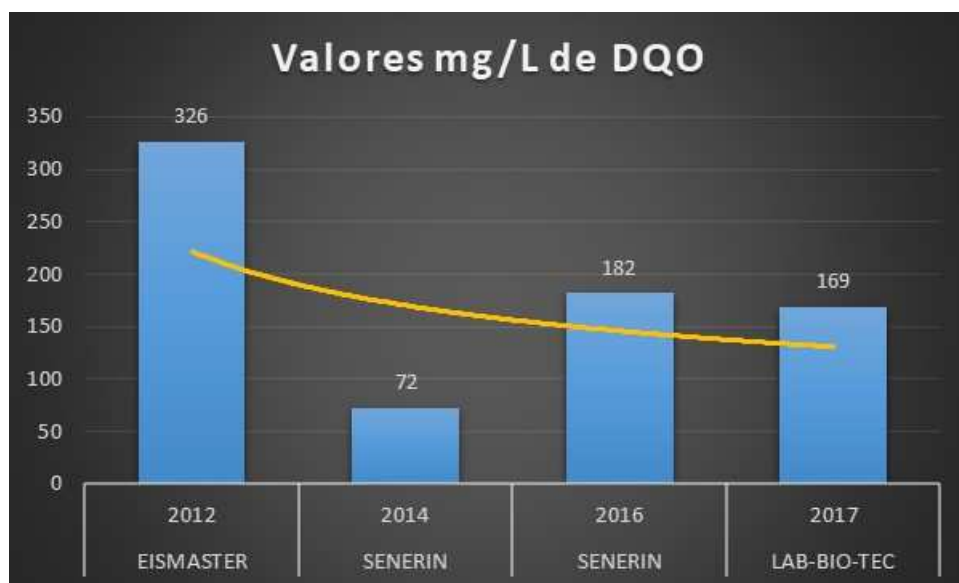
Fuente: Molinos Poulthier S.A.

Elaborado por: Investigador

N/C = No Cumple. C = Cumple.

**Análisis e Interpretación:** Los resultados obtenidos nos indican claramente una baja en la concentración del parámetro DQO siendo en el año 2012 un valor mayor a 325 mg/L; mientras que después del funcionamiento de la planta de tratamiento natural y la implementación de filtros de carbón activado su disminución es considerable, teniendo un valor de 169 mg/L para el año 2017, logrando de esta manera cumplir dos criterios: el primero que es el de estar dentro del rango del límite permisible que es de 200 mg/L para el parámetro DQO según la normativa ambiental vigente y el segundo que refiere a que la planta de tratamiento de aguas grises cumple con neutralizar los contenidos de materia orgánica biodegradable y no biodegradable y enviar el consumo de oxígeno vital para la flora y fauna. En el siguiente Figura No. 12, se muestra la tendencia desde el año 2012 hasta el 2017.

#### Resultados parámetros Demanda Química de Oxígeno DQO



**Figura No. 12**

En la figura podemos constatar la tendencia de disminución en la concentración del parámetro DQO y esto es resultado de un tratamiento de aguas residuales grises, que logra la conversión del agua no tratada proveniente del uso en sistemas de producción a aguas de un efluente final aceptable a las condiciones del ambiente (estético, organoléptico y de salud pública) y la disposición adecuada de los sólidos (lodos) obtenidos durante el proceso de purificación, los mismos que son utilizados

como abono orgánico para la agricultura en las áreas verdes de la empresa.

Nota. - Respecto del cambio de valores de los límites permisibles, esto se debió a un cambio en la normativa que a partir del 2016 exige sea de 200.

## **2.6 Técnica Lista de Chequeo (Check List)**

Es un instrumento de recolección de información que también es conocida como una hoja de verificación que nos proporciona datos fáciles de comprender y son obtenidos mediante un proceso simple.

A continuación, se detalla los resultados obtenidos en la matriz de verificación:



<b>Lista de Chequeo</b>			
<b>Molinos Poulthier S.A. - Planta de Tratamiento Natural</b>			
<b>N°</b>	<b>Preguntas:</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
1	¿El sitio presenta un adecuado tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos?	X	
2	¿El agua residual se descarga en lugares autorizados por la entidad de control?	X	
3	¿Tienen un control de residuos con el fin de garantizar que estos no contaminen el ambiente?	X	
4	¿Evacuan las aguas contaminadas con el fin de garantizar la salud y las condiciones que necesitan sus trabajadores?	X	
5	¿El agua que consumen los trabajadores es agua potable?	X	
6	¿La entidad de control ambiental cumple con las inspecciones y el seguimiento necesarias para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente?	X	
7	¿Se realiza un análisis físico, biológico y microbiano a estas aguas residuales?	X	
8	¿Realizan inspecciones diarias a la Planta de Tratamiento Natural de agua residuales?	X	
9	¿Se realiza una limpieza en cocina (lavamanos y pisos), caldero y condensado de maíz con el fin de garantizar la calidad del agua residual?	X	
10	¿Se realiza un control de todos los componentes de la Planta de Tratamiento Natural a fin de garantizar	X	

	el óptimo funcionamiento?		
11	¿El tipo de construcción de la Planta de Tratamiento Natural hacen contraste con su entorno natural?		X
12	¿Para evitar contaminación ambiental se cuenta con información necesaria en cuanto al funcionamiento de la Planta de Tratamiento Natural?	X	
13	¿Se encuentran en la zona señalética que eviten el un mal uso de la Planta de Tratamiento Natural?	X	
14	¿Actualmente existe en la zona daño o contaminación ambiental que afecte a la flora y fauna?		X

Fuente: Molinos Poultier S.A.

Elaborado por: Investigador

### 2.6.1 Análisis e Interpretación

Mediante el presente instrumento se puede evidenciar que los catorce ítems, doce tiene una respuesta afirmativa mientras que solamente dos presentan un resultado negativo al listado de verificación.

Los primeros diez ítems consultan respecto al cumplimiento de la normativa ambiental legal en el Ecuador, los cuales obtienen en la presente investigación una respuesta afirmativa debido a que la empresa cuenta con políticas de producción limpia, por tanto tiene como norma implementar acciones tendientes a mitigar los impactos ambientales, en función de la importancia que le da al recurso agua, como resultado cuenta con la licencia ambiental expedida por el Ministerio de ambiente y por ende es su obligación el cumplimiento de los ítems señalados. Como un añadido la empresa tiene como una acción afirmativa el manejo adecuado de desechos sólidos, por mencionar uno de ellos, son los residuos de palets los mismos que a través de un proceso térmico se obtiene carbón vegetal que tras un tratamiento

químico resulta en carbón activado, materia prima para la elaboración de filtros que se han implementado en la planta de tratamiento natural, por ello al momento se encuentran en trámite para la obtención del reconocimiento como Punto Verde, un reconocimiento especial que realiza el Ministerio del ambiental para destacar acciones adicionales al cumplimiento de la norma.

En referencia al ítem once que refiere al tipo de construcción de la Planta de Tratamiento Natural y su contraste con su entorno natural, la respuesta es negativa por ser una infraestructura ajena al entorno.

Con respecto a los ítems doce y trece, existe un correcto flujo de información respecto al funcionamiento y a las normas que lo rigen para lo cual se cuenta con la señalética adecuada.

El ítem catorce que verifica si actualmente existe en la zona daño o contaminación ambiental que afecte a la flora y fauna, la respuesta es negativa por que pese a todas las acciones implementadas hay factores externos como las descargas de aguas servidas del municipio de Latacunga en el sector, lo que imposibilita contar con aguas libres de contaminación.

## **Capítulo IV**

### **Propuesta**

#### **a. Título:**

## **Elaboración de filtros de carbón activado para su implementación en plantas de tratamiento de aguas residuales grises**

### **b. Justificación**

La presente propuesta busca diseñar el proceso de elaboración de filtros de carbón activado en plantas de tratamiento natural que podrían ser aplicadas en las Industrias de Cotopaxi.

La elaboración de los filtros de carbono activado busca presentar la experiencia desarrollada en Molinos Poulter S.A, de una manera didáctica, de tal manera que se pueda desarrollar en otras industrias de similares características.

Esta elaboración de filtros de carbono activado y su implantación busca ser técnica y operativa que parte desde conceptos básicos sobre carbón activado y plantas de tratamiento natural de aguas residuales grises y explica cómo se elaboran los filtros y su aplicación a una planta de tratamiento, así como la factibilidad y positivos resultados amigables con el medio ambiente y en armonía con las normativas ambientales vigentes.

Tras los resultados obtenidos en su aplicación se considera necesario socializarlo al resto de Industrias, de tal manera que cuenten con una alternativa natural para el tratamiento de aguas grises y se cumpla con la normativa de la ley de Gestión Ambiental que forma parte del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundario del Ministerio del Ambiente TULSMA y demás leyes y reglamentos relacionados con todos aquellos aspectos relevantes que demanden su aplicación.

### **c. Objetivos**

#### **General**

- Realizar filtros de carbón activado a partir de madera residual para su aplicación en la planta de tratamiento natural de aguas grises de Molinos Poulter SA.

#### **Específicos**

- Reciclar madera residual
- Obtener carbón vegetal a través de la madera residual con un tratamiento térmico
- Activar el carbón vegetal a través de un proceso químico
- Elaborar e implementar los filtros de carbón activado en la planta de tratamiento de aguas grises

#### **d. Estructura de la propuesta**

La presente propuesta tiene varios pasos secuenciales a seguir, a continuación, un gráfico que detalla y resume el proceso de obtención de filtros de carbón activado en una planta de tratamiento natural de aguas grises:

#### **Flujograma de la Propuesta de Implementación de Filtros de carbón activado**



**Figura No. 13**

Los pasos a seguir que sugiere el presente documento buscan orientar a otras industrias para su efectiva aplicación, de tal manera que por un lado se reciclan recursos orgánicos (pallets) y otros desechos de madera para la elaboración del carbón vegetal y por otro se incentiva el desarrollo de plantas de tratamiento natural

a precios accesibles y sin dañar el ecosistema.

#### **e. Desarrollo de la propuesta**

El cuidado y conservación del medio ambiente es una preocupación actual, la sociedad cada vez es más consiente del deterioro ambiental, mientras que las políticas públicas apuntan a un trabajo mancomunado en especial con empresas e industrias que por lo general son responsables de grandes cantidades de contaminación, de ahí que la normativa exige la implementación de plantas de tratamiento de aguas, sin embargo estas suelen ser costosas y utilizan químicos para su efectivo funcionamiento, de ahí la importancia de esta guía que busca plantear como alternativa la aplicación de plantas naturales con elementos propios del medio como el carbón para el tratamiento efectivo de las aguas residuales.

Bajo estas consideraciones la presente propuesta se transforma en un instrumento para visibilizar la experiencia en la aplicación de una planta natural de tratamiento de aguas grises y además puede servir como fuente de consulta y orientación pues contiene elementos importantes para su desarrollo.

El presente aporte es importante porque preserva el medio natural y propicia procesos de reciclaje pues usa material de las propias industrias que era desechado como residuos de madera y los mismos pallets para la producción del carbón activado, además no usa químicos externos que podrían ser contraproducentes con el medio ambiente.

#### **Proceso de implementación de filtros de carbón activado**

Para la presente investigación se han considerado seis fases de implementación, las mismas que se describirán en base a la experiencia desarrollada en Molinos Poulter S.A, las fases son las siguientes:

1. Recolección de pallets obsoletos
2. Producción de carbón vegetal en Horno Pirolítico
3. Activación química del carbón
4. Elaboración del filtro de carbón activado
5. Implementación de filtros en la planta de tratamiento natural de aguas grises
6. Obtención de mejoras en los parámetros analizados de aguas residuales

(seguimiento y monitoreo).

### **1. Reciclado de madera residual “pallets” obsoletos.**

Esta primera etapa tiene dos partes, la primera que refiere a la concientización a quienes forman parte de la Empresa sobre la necesidad de reciclar, para ello se realizan charlas de concientización y procesos de empoderamiento de tal manera que sean los propios trabajadores los promotores de la práctica de las tres R: reciclar, reutilizar y reducir, para el caso de Molinos Poultier S.A, se consideró la gran cantidad de pallets utilizados en el área de almacenamiento de producto terminado, que tras su vida útil eran descartados y enviados al basurero municipal, luego de un rápido diagnóstico se determinó que podrían ser materia prima fundamental para la elaboración de carbón vegetal. Se estableció como protocolo la recolección de los pallets obsoletos cada seis meses, luego se procede a su desmantelamiento y acumulación en un área destinada en la zona del horno pirolítico para ser transformado en carbón vegetal.

#### **Pallets en el área de despacho de la empresa Molinos Poultier S.A.**



**Figura No. 14**

### **2. Obtención de carbón vegetal por medio de un horno pirolítico.**

En esta fase, una vez que se ha obtenido la madera de los pallets obsoletos, se

procede su ubicación dentro de tanques metálicos de 55 galones, posteriormente se realiza la colocación de la tapa y su introducción de manera inversa dentro del horno pirolítico.

### **Horno pirolítico elaborado con material reciclado.**



**Figura No. 15**

Dicho horno fue construido con planchas metálicas reciclables provenientes del taller de mantenimiento, cuyas dimensiones son 2, 50 m de largo por 1,50 m de ancho y 1,50m de alto, en su parte central se ubica una tubería de 6 pulgadas que hace las veces de chimenea, posee una puerta central por donde ingresan los dos tanques que contienen la madera, posee además orificios de 2 pulgadas en las paredes laterales con el fin de proporcionar suficiente oxígeno al horno. Una vez que se ingresan los tanques con madera en donde se va a formar el carbón vegetal se adiciona suficiente madera en el espacio entre las paredes del horno y los tanques con el propósito de generar el proceso de pirólisis, teniendo que alcanzar entre 500 y 600<sup>0</sup>C. Este procedimiento demora aproximadamente un promedio de 6 horas, que es el tiempo en el que se consume la madera ubicado en los espacios fuera de



los tanques, mientras que la madera que estuvo dentro de los tanques se transforma en carbón vegetal. En lo posterior se establece un tiempo de 24 horas de espera para su enfriado, na vez que se cumple con el plazo se sacan de los tanques, se procede a cerciorar que se ha transformado en carbón y se realiza su traslado al área de molido.

### **Obtención de carbón vegetal a partir de madera reciclada.**



**Figura No. 16**

### **3. Activación química del carbón con ácido fosfórico.**

En esta fase se requiere uniformizar el tamaño del Carbón vegetal por medio de un molino manual, luego de la molienda del carbón que lo reduce a partículas de hasta 3 mm se las coloca en unas bandejas para su tratamiento químico con ácido fosfórico  $H_3 PO_5$ , a continuación luego de aproximadamente dos horas, se lo somete nuevamente a un tratamiento térmico en un horno convencional a  $500\text{ }^{\circ}C$  con una duración aproximada de una hora, el resultado final es el carbón activado que será materia prima para la elaboración de los filtros.

### **4. Elaboración del filtro de carbón activado**

En esta fase, una vez que se cuenta con el carbón activado se procede a la elaboración del filtro siguiendo el siguiente proceso: En una cubeta obsoleta de 80 cm x 40 cm de ancho y 40 cm de alto , se procede al armado que consiste en colocar de una capa de grava o piedra fina de alrededor de 3 cm aproximadamente, a continuación, se ubica una siguiente capa de arena lavada de río de dos centímetros aproximadamente, luego se coloca una nueva capa de carbón activado de alrededor de 20 centímetros, se continúa ubicando otra capa de arena lavada de río de dos centímetros y una capa de grava o piedra fina de tres centímetros. Para evitar que estos materiales salgan del contenedor se colocan dos mallas tanto en la entrada como en la salida.

### **5. Implementación de filtros en la planta de tratamiento natural de aguas grises**

Una vez que se cuenta con el filtro elaborado, este es colocado en la etapa terciaria de la planta natural de tratamiento de aguas grises, de tal manera que todo el caudal de agua entre en contacto con el filtro y cumpla su función de adsorción. La vida útil de cada filtro en la planta de tratamiento es de seis meses, luego de lo cual se procede a su retirada y vaciado para ser utilizado como abono agrícola y cerrar el ciclo de su uso.

Todas las fases cuentan con protocolos de seguridad para el personal designado, utilizando equipos de protección personal y supervisión del técnico a cargo.

### **Implementación de filtro de carbón activado**



**Figura No. 17**

**6. Obtención de mejoras en los parámetros analizados de aguas residuales (seguimiento y monitoreo)**

La experiencia de la Empresa Molinos Poulthier S.A deriva que las utilizations de filtros de carbón activado dan resultados positivos como lo demuestra la presente investigación y los análisis periódicos de agua exigidos por la autoridad de control.

Al ser una planta de tratamiento natural un ente vivo, y estar sujeta a factores externos, por experiencia se recomienda llevar una bitácora con un personal encargado para hacer un seguimiento y solucionar los inconvenientes que se

pudieran presenta, asegurando un seguimiento y monitoreo continuo.

### **Responsable del mantenimiento y seguimiento de la Planta de Tratamiento Natural**



**Figura No. 18**

#### **f. Evaluación socio-económico-ambiental de la propuesta**

La propuesta planteada es factible de realizar y cumple con generar un positivo impacto socio-económico-ambiental por ser amigable con el planeta, a nivel social se destaca el involucramiento y empoderamiento del personal de la empresa que a su vez replican en los espacios que se desarrollan la necesidad de buscar alternativas para el cuidado y conservación del agua con el uso de materiales del medio; en lo referente a lo económico al generar procesos de reciclaje y al ser una planta de tratamiento natural genera un buen uso de los recursos económicos de la empresa y los organismos encargados del cuidado del medio ambiente, y en el aspecto ambiental cumple con la normativa vigente, evita las sanciones, cumple la política de empresa de minimizar los impactos ambientales y busca comprometerse con el cuidado y conservación del ambiente lo que genera también un reconocimiento por parte del Ministerio del Ambiente.

## Conclusiones

- Después de la investigación realizada se pudo determinar que es factible la realización de filtros de carbón activado y su implementación en el uso en el tratamiento de aguas residuales para la mejora de su calidad.
- Luego de los análisis de agua en los laboratorios acreditados, se demostró que, al implementar la planta de tratamiento natural para aguas grises con la utilización de los filtros de carbón activado, se mejoraron los parámetros de PH, DBO y DQO lo que demuestra que la planta de tratamiento cumple con mejorar la calidad de aguas residuales y con lo establecido en la ley para las auditorías ambientales y obtención de la licencia ambiental.
- El proceso de uso de filtros de carbón activado es amigable con el medio ambiente por que no genera contaminación y favorece procesos ecológicos de alto impacto, generan además procesos de reciclaje efectivo que permiten usar desechos para su elaboración.
- Mediante la investigación se documentó el proceso de elaboración e implementación de los filtros de carbón activado en la planta de tratamiento de los Molinos Poulitier S.A
- El proceso se fortalece con la participación activa de los empleados y trabajadores de la empresa que se empoderan de una actividad responsable con el medio ambiente, lo que asegura la sostenibilidad socio-económico-ambiental.

## Recomendaciones

- La Empresa debe fortalecer el proceso de monitoreo y seguimiento de la planta de tratamiento natural de aguas grises ya que permite cumplir con todos los parámetros, el mantenimiento y seguimiento de este sistema de tratamiento de aguas residuales debe contar con los cambios programados de los filtros de carbón activado.
- Una vez que la presente investigación demostró resultados positivos y sustentó el conocimiento científico tanto en la teoría como en lo práctica, se recomienda que la experiencia de Molinos Poultier S.A se replique en las Industrias de la provincia de Cotopaxi cuyas características sean similares.
- Se debe crear una guía didáctica que permita la sistematización de la experiencia para ser implementada en otras industrias.
- Las industrias de Cotopaxi deben contar con políticas ambientales innovadoras no solo por cumplir con la normativa ambiental vigente, que es importante, sino bajo la necesidad de producir causando el menor impacto ambiental posible y además con un criterio social.
- La Universidad Técnica de Cotopaxi al ser una fuente de conocimientos científicos deben continuar con procesos de profesionalización de técnicos encargados del área ambiental de las empresas.

## Bibliografía

- AQUALAI. (2012). *“Aguas Residuales: aguas residuales por Filtro biológico, Depuración de agua residual.” Sistema de Depuración de Aguas residuales mediante Filtro Biológico.*
- Arce Velásquez, A. L., Filis Moreno, M., & Rivera, L. M. (s.f.). *Serie Autodidactica de Medición de Calidad de Agua.*
- Arcila, H., & Peralta, J. (2016). *Agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua. Revista Facultad de Ciencias Básicas.* Universidad Militar Nueva Granada. Colombia.
- Becerra. (2016). Obtenido de Metodos naturales de tratamiento de aguas residuales: Recuperado de:  
<https://es.scribd.com/document/144723556/Investigacion-Tratamientos-de-agua>
- Calle Chumo, R. N., & Rodas Soto, W. L. (2013). *Estudio de Tratabilidad para el Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en una Industria Alimenticia.* Guayaquil.
- CEPAL. (s.f.). *“Diagnóstico de las estadísticas del Agua en Ecuador. Informe Final.*
- Cetrone, C. (2006). *Filtro casero de carbón activado para reducir el contenido de cloro en el agua, Cerveceros Caseros.*
- Constitución Política del Ecuador. (2008). *Registro oficial.* Quito.
- Díaz, G. (1997). *La Gestión Eficaz.* España: Díaz de Santos.
- Dinges, R. (1982). *Natural systems for water pollution control.*
- Estupiñán. (2012). *Gestión Comunicativa.* Ambato.
- Frers, C. (2008). *El uso de plantas acuáticas para el tratamiento* (Vol. vol. 11 ).
- González, B., Rivero, A., & Puche, M. (2013). *Planificación Estratégica de Marketing en empresas del sector comercial del Municipio Cabimas. Venezolana, 279.*
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2010). *Metodología de la investigación.*
- Herrera, B., & Morales, A. (2017). *Selección de un método para producir carbón activado utilizando cuatro especies forestales.*

- Herrera, J., Morales, W., & Pérez, J. (2017). Selección de un método para producir carbón activado utilizando cuatro especies forestales. *BDIGITAL, Portal de Revistas*, Recuperado de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24235>.
- INEC. (2010). *Censo Nacional*. Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (1998). *Norma Técnica Ecuatoriana 2176. Agua, Calidad del Agua, Muestreo, Técnicas de Muestreo* (Primera ed.).
- Jangel, I. (2015). “DBO y DQO para caracterizar aguas residuales residuales, NIHON KASETSU WATER,” *DBO y DQO para caracterizar aguas residuales*.
- Lapeña, M. R. (1989). *Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales* (Vol. 27). Marcombo.
- Lepeley, M. (2001). *Gestión y Calidad en edicación*. Chile: McGraw Hill.
- Linda, D. (2017). *Tratamientos de Agua y Aguas Residuales para la Producción de Alimentos*. Obtenido de “Wastewater Treatment for Food Production | RWL Water Blog.
- Lozano, C. (2012). *Diseño del tratamiento de Aguas Residuales* .
- Luna, D., Gonzáles, A., Gordon, M., & Martinez, N. (2007). Obtenido de Obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco: Recuperado de: [http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n64ne/carbon\\_v2.pdf](http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n64ne/carbon_v2.pdf)
- Metcalf, E. (2010). *Wastewater, Engineering* (Tercera ed.).
- Moreno, H., Droppelmann, C., & Verdejo, M. (2006). ). “Evaluación de carbón activado producido a partir de lodo generado en una planta de aguas servidas” (Vols. 17 No. 3-2016. ).
- Nowicki, H. (2017). *Carbones activados de punto de uso para tratamientos de contaminante*.
- Osorio Robles, F. T. (2010). *Tratamiento de Aguas para la Eliminación de Microorganismos y Agentes Contaminantes*.
- Plan Nacional del Buen Vivir. (2013- 2107).
- Ray, D. (2012). *Lagunas de Estabilización*. Buenos Aires .




- Reinoso, F. (2005). "Carbón activado: estructura, preparación y aplicaciones". *Revista Uniandes, Colombia*, 66–69.
- Reinoso, R. F., & Sabio, M. M. (2002). *El carbón activado en procesos de descontaminación. Departamento de Química Inorgánica*. Universidad de Alicante. España.
- Rigola, L. M. (2005). *Tratamiento de Aguas Industriales: Aguas de Proceso y Residuales*.
- Robau, S. A. (2006). *Tesis de Doctorado, CBI, UAM-A, "Síntesis de Tamices Moleculares de carbón a partir de materiales lignocelulosa "*. México.
- Rodríguez, F., & Molina, M. (2017). *Estrucplan*. Obtenido de El carbon activado en los procesos de descontaminación: Recuperado de: <https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=791>
- Rovirosa, F. (2016). *Aguasistec*. Obtenido de Productos de tratamiento de agua y aguas residuales: Recuperado de: <http://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-agua-potable.php>
- Sanchez, N., & Verena, Y. (2013). *Elaboración de un filtro a base de carbón activado obtenido del endocarpo del coco con el propósito de reducir la dureza en el agua potable*. EL Salvador.
- Tierramor, K. (2005). *Scrib*. Obtenido de Evidencia 3, Química 3: Recuperado de: <http://www.carbontecnia.info>
- Villamarín, D. (2017). *Estudio de un filtro biológico para el control de efluentes generados en una quesera en la parroquia Mulaló - cantón Latacunga, a base de piedra caliza, canutillos de cerámica, zeolita y carbón activado granular de cáscara de coco*.

# Anexos

## Anexo No. 1

### Informe de Resultados de Medición de las Aguas Residuales de la Planta de tratamiento Natural de Aguas Grises de Molinos Poulter S.A: año 2017



**CONTROL Y CARACTERIZACION AMBIENTAL DE EMISIONES Y EFLUENTES INDUSTRIALES**

**INFORME N°: A17-081-01**

**INFORME DE ANALISIS DE AGUAS**

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS

N°	Parámetro	Unidad	Valor	Norma	Observaciones
1	PH		7.5	6.5 - 8.5	
2	Temperatura	°C	22	15 - 30	
3	Conductividad	µS/cm	150	100 - 200	
4	Dureza	mg/L	100	100 - 200	
5	Cloruros	mg/L	10	10 - 20	
6	Sulfatos	mg/L	10	10 - 20	
7	Sólidos Totales	mg/L	100	100 - 200	
8	Sólidos Suspensos Totales	mg/L	10	10 - 20	
9	Sólidos Disueltos	mg/L	90	90 - 180	
10	Color	PCU	10	10 - 20	
11	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	100	100 - 200	
12	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	10	10 - 20	
13	Nitrógeno Total	mg/L	10	10 - 20	
14	Fósforo Total	mg/L	10	10 - 20	
15	Metales Pesados	mg/L	10	10 - 20	
16	Carbón Activado	mg/L	10	10 - 20	

**LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS**

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS

**LAB - BIO - TEC**

SONIDO ANONIMIA

R.U.C. 1722730701

*[Firma]*

Gerente General

Dirección: De las Gardenias E12-81 y de las Magnolias, El Inca, Quito- Ecuador  
 Teléfono: 2449988 / 0984252025 / 0987954377. E-mail: labiotec 2013@hotmail.com

## Anexo No. 2

### Informe de Resultados de Medición de las Aguas Residuales de la Planta de tratamiento Natural de Aguas Grises de Molinos Poultier S.A: año 2016

	<b>INFORME DE RESULTADOS DE MEDICIÓN</b>	<b>IR: AG 301/2016</b>
		FMC 2203 Pag 1 de 1 Edición 2

**Nombre de la Empresa:** MOLINOS POULTIER      **Procedimiento de muestreo:** STDA 1060  
**Dirección:** CALLE QUITO Y AVENIDA RUMIRAHUI      **Fecha de toma de muestra:** 2016-04-21  
**Teléfono:** 2811270      **Lugar de la toma de muestra:** Planta de tratamiento  
**Responsable:** ING. DIEGO YANCHAPAXI      **Fecha de Recepción:** 2016-04-21  
**Fecha de Emisión:** 2016-05-03      **Fecha de Análisis:** 21/04/2016 al 03/05/2016  
**Recepcionado por:** DANIEL SOLIS  
**Analizado por:** DANIEL SOLIS  
**Análisis de:** Aguas residuales

INFORMACIÓN DEL CLIENTE	CÓDIGO DEL LABORATORIO	ENSAYO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Planta de tratamiento	AG1604301	pH	PEAGSEN01	UpH	7,59	6-9
		T	PEAGSEN16	°C	19,6	condicion natural ±3
		DQO	PEAGSEN02	mg/L	182	200
		DBO	PEAGSEN09	mg/L	87	100
		SOLIDOS SUSPENDIDOS	PEAGSEN13	mg/L	<50	130
		SOLIDOS SEDIMENTABLES	PEAGSEN05	mL/L	<1	-
		ACEITES Y GRASAS	PEAGSEN12	mg/L	12,3	30
		TENSOACTIVOS	PEAGSEN10	mg/L	0,25	0,5
		SULFATOS	PEAGSEN14	mg/L	26	1000
		*BARIO	MEAG - 13/20	mg/L	<0,12	2,0
		*CLORUROS	MEAG - 39	mg/L	550	1000
		* CAUDAL PROMEDIO	AFORO	L/S	0,04	4,5

#### NOTAS IMPORTANTES:

El laboratorio realizó la toma de muestra compuesta.  
 Los parámetros analizados se solicitaron por el cliente.  
 Las condiciones ambientales no interfieren en los resultados de los análisis realizados.  
 Los resultados de los análisis corresponden únicamente a las muestras detalladas y codificadas en el presente informe.

\* ENSAYO NO ACREDITADO

(2) Ensayo subcontratado a otro laboratorio acreditado N° OAE LE 2C 05-007

(1) Ensayo fuera de alcance de acreditación

Los resultados de los ensayos no pueden ser reproducidos total o parcialmente a menos que tenga una autorización del Laboratorio

#### INCERTIDUMBRE METODOS

Parámetro	Rango	Incertidumbre
pH	4 - 10	± 0,09 unidades de pH
TEMPERATURA	20-45	±2,93%
DBO	5-500	±12,8%
DQO	50 - 500	± 11,3%
SOLIDOS SUSPENDIDOS	50 - 500	± 6,9%

Responsable del análisis: DANIEL SOLIS

Responsable del Informe:

*Wilson Navas B.*


ING. WILSON NAVAS B.

DIRECTOR TÉCNICO SENERIN CIA. LTDA.

Parámetro	Rango	Incertidumbre
SOLIDOS SEDIMENTABLES	1 - 10	± 21%
ACEITES Y GRASAS	11,8 - 48	± 4,8%
DETERGENTES	0,062-0,250	± 12,9%
SULFATOS	6 - 56,6	± 17%

Anexo No. 3


Informe de Resultados de Medición de las Aguas Residuales de la Planta de tratamiento Natural de Aguas Grises de Molinos Poultier S.A: año 2014

		<b>INFORME DE RESULTADOS DE MEDICIÓN</b>		IR: AG 1239/2014 FMC 2203 Pag 1 de 1 Edición 2		
<b>Nombre de la Empresa:</b> MOLINOS POULTIER <b>Dirección:</b> CALLE QUITO Y AVENIDA RUMIÑAHUI 2811270 <b>Teléfono:</b> <b>Responsable:</b> Ing. Diego Yanchapaxi <b>Fecha de Emisión:</b> 2014-12-01 <b>Recepcionado por:</b> ANDREA CHAMORRO <b>Analizado por:</b> ANDREA CHAMORRO <b>Análisis de:</b> Aguas residuales		<b>Procedimiento de muestreo:</b> STD 1060 <b>Fecha de toma de muestra:</b> 2014-11-14 <b>Lugar de la toma de muestra:</b> PLANTA DE TRATAMIENTO <b>Fecha de Recepción:</b> 2014-11-14 <b>Fecha de Análisis:</b> 2014-11-14				
INFORMACIÓN DEL CLIENTE	CÓDIGO DEL LABORATORIO	ENSAYO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
MOLINOS POULTIER	AG14111239	pH	PEAGSEN01	UpH	7,62	5-9
		DQO	PEAGSEN02	mg/L	<73	500
		DBO	PEAGSEN09	mg/L	38	250
		SOLIDOS SUSPENDIDOS	PEAGSEN13	mg/L	72	220
		SOLIDOS SEDIMENTABLES	PEAGSEN05	ml/L	<1	20
		ACEITES Y GRASAS	PEAGSEN12	mg/L	25,3	100
		SULFATOS	PEAGSEN19	mg/L	24	400
		SULFUROS	PEAGSEN14	mg/L	0,071	1,0
		<sup>2</sup> COLIFORMES FECALES	APAMA 9221-C	UFC/100 mL	<1	-
		TENSOACTIVOS	PEAGSEN10	mg/L	0,56	2,0
		<sup>2</sup> BARIO	APHA3111D	mg/L	<0,12	5
		Q promedio	AFORO	L/s	0,085	4,5

**NOTAS IMPORTANTES:**  
 El laboratorio realizó la toma de muestra compuesta.  
 Los parámetros analizados se solicitaron por el cliente.  
 Las condiciones ambientales no interfirieron en los resultados de los análisis realizados.  
 Los resultados de los análisis corresponden únicamente a las muestras detalladas y codificadas en el presente informe.  
 (2) Ensayo subcontratado a otro laboratorio acreditado N° OAE LE 2C 05-007.  
 Los resultados de los ensayos no pueden ser representativos totales o parciales a menos que tenga una autorización del Laboratorio.

**INCERTIDUMBRE METODOS**


Parámetro	Rango	Incertidumbre
pH	4 - 10	± 0,09 unidades de pH
DQO	73 - 643	± 23% ppm
COLOR	9 - 450	± 3% PCo
ZINC	0,2 - 10	± 16%
TEMPERATURA	20-45	± 3%
SOLIDOS SUSPENDIDOS	66,6 - 452	± 14,1% mg/L
SOLIDOS SEDIMENTABLES	1 - 10	± 9%
ACEITES Y GRASAS	11,6 - 48	± 10% mg/L
FENÓLES	0,05 - 0,20	± 20%
DETERGENTES	0,062-0,250	± 10% mg/L
COBRE	0,05 - 0,2	± 13%
CRÓMO	0,05 - 0,4	± 13%
NIQUEL	0,05 - 0,2	± 4%

Responsable del análisis: ANDREA CHAMORRO  
 Responsable del Informe:  
  
 QUIM. DANIEL SOLIS  
 DIRECTOR TÉCNICO SENERIN CIA LTDA


DIR: CESAR TERÁN LÓPEZ N 53-168 Y DE LOS OHLANES TELF: 2415-067 / 3281-239 Mail:senerin@hotmail.com

Anexo No. 4

**Informe de Resultados de Medición de las Aguas Residuales de la Planta de tratamiento Natural de Aguas Grises de Molinos Poulter S.A: año 2012**




**CHÁVEZSOLUTIONS AMBIENTALES Cia. Ltda.**  
LABORATORIO Y CONSULTORES AMBIENTALES



**EISMASTER CIA. LTDA.**  
CONSULTORES AMBIENTALES

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-059



\*Laboratorio de ensayo acreditado por el OGE con acreditación N° LE 06-001\*

**INFORME DE RESULTADOS**  
**LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANÁLISIS: Físicoquímico de aguas de residual  
MC/EIS/22-01  
Revisión 4  
Orden de trabajo N° 346

R: A0468-12

EMPRESA: MOLINOS POULTER		TIPO DE MUESTRAS: Agua Residual	
DIRECCION: Latacunga		CÓDIGO DE MUESTREO: NA	
TELEFONO: 02610075		CUERPO RECEPTOR: Cauche de agua	
SOLICITADO POR: Ing. Diego Yashinapari		LOCALIZACIÓN DE DESCARGA: Detalle de Caucho	
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: FEE/EIS/01			

CONDICIONES AMBIENTALES		TEMPERATURA (°C)	PH		
SUCEDENEA 30/02/2012 A LAS 08:00 HORAS MUESTREO		26.0	7.0		
TÉCNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRAS		D. GUANA			
TIPO DE TOMA DE MUESTRAS (CON O SIN FILTRO)		CON FILTRO			
FECHA DE TOMA DE MUESTRAS		30/02/2012			
HORA DE TOMA DE MUESTRA		08:00			
FECHA DE RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO		30/02/2012			
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS		30/02/2012			


PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO*	MÉTODO	PRECISIÓN	RESULTADO	COMENTARIO
Aceites y Grasas	mg/L	0,3	FEE/EIS/01 / SM5520B	15%	<10	INC
Aluminio <sup>+++</sup>	mg/L	5,0	SM 3000	15%	<0,1	C
Arsénico Total <sup>+++</sup>	mg/L	0,1	SM 3500	15%	<0,002	C
Bario <sup>*</sup>	mg/L	2	SM 3000 Ba	30%	3,0	INC
Cadmio	mg/L	0,02	FEE/EIS/03 / SM3111 B	30%	<0,02	C
Cianuros total <sup>+++</sup>	mg/L	0,1	HACH 100	15%	<0,01	C
Coliformes Fecales <sup>+++</sup>	ufc/100ml	NA	POE 5.4.18.9222 D	NA	540	C
Cobalto <sup>+++</sup>	mg/L	0,5	SM 3500	30%	0,21	C
Cobre <sup>*</sup>	mg/L	1	SM 3000- Cu	15%	<0,2	C
Cromo Activo <sup>*</sup>	mg/L	0,5	SM 4500 Cr G	16%	<0,15	C
Cloruro <sup>*</sup>	mg/L	1000	SM 4500 Cl- E	16%	>20	C
Cromo hexavalente <sup>*</sup>	mg/L	0,5	SM 3500 Cr-D	21%	<0,05	C
DBO5 <sup>*</sup>	mg/L	100	SM5210 B	10%	298	INC
DDO	mg/L	250	FEE/EIS/03 / SM5520B	5%	>125	INC
Fósforo Total	mg/L	10	FEE/EIS/02 / SM 4500P-E	17%	>2	C
Hierro total <sup>*</sup>	mg/L	10	SM 3500 Fe D	30%	10,0	C

Página 1 de 4


Ignacio Asín N52-27 y Antonio Román - Urb. San Fernando - Telfs.: (593-2) 246-4304/224-0724 - Telefax: 227-4038 - Cel.: 08 4495850  
E-mail: ventas@elismaster.com / Web: www.elismaster.com  
Quito - Ecuador




Continuación del Anexo No. 4



**CHÁVEZSOLUTIONS AMBIENTALES Cia. Ltda.**  
LABORATORIOS Y CONSULTORES AMBIENTALES



**EISMASTER CIA. LTDA.**  
CONSULTORES AMBIENTALES




LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-059

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE*	MÉTODOS	U+Q†	Primer Intento Aprobado‡	CUMPLE				
Hidrocarburos Totales de Petróleo*	mg/L	20	EPA 418.1	18%	3.2	C				
Manganeso*	mg/L	2	SM 3600-MH	10%	<0.04	C				
Mercurio***	mg/L	0.009	SM 3000	15%	<0.0009	C				
Niquel	mg/L	2	PEE/ISO25 / SM 3111B	15%	<0.25	NC				
Nitrato*	mg/L	10	SM 4500-NO3-B	15%	2.5	C				
Nitrito*	mg/L		SM 4500-NO2-B	15%	>0.5	C				
Nitrógeno Total*	mg/L	15	SM 4500-NH-C	15%	<5	C				
Plomo	mg/L	0.2	PEE/ISO24 / SM 3111B	18%	<0.5	C				
Potencial Hidrogeno	uPH	5 - 9	PEE/ISO2 / SM 4500-B	15%	<10	C				
Sólidos Sedimentables*	ml	1	SM 2540-F	10%	1.5	NC				
Sólidos Suspendedos*	mg/L	100	SM 2540-C	10%	2.5	NC				
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	NA	PEE/ISO7 / SM 2540-C	8%	>2000	C				
Selenio***	mg/L	0.1	MAAS/1 / SM 3114-B	30%	<0.0005	C				
Sulfatos*	mg/L	1000	SM 4500-SO4-2-E	15%	400	C				
Temperatura*	°C	< 35	SM 2550-B	2°C	>40	NC				
Turbiedad	mg/L	0.5	PEE/ISO6 / 5540C	10%	0.038	C				
Vanadio*	mg/L	5	SM 3111-C	30%	<0.5	C				
Zinc***	mg/L	5	SM 3000-Zn	15%	<0.4	C				

\* Parámetros no prioridades  
 \*\* Según TUS-SMA, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.  
 \*\*\* Parámetros subcontratados acreditados a Laboratorios con número de acreditación N° OAE LE 2C 05-005, OAE LE 2C 05-007 y OAE LE 1C 04-002.  
 Parámetros acreditados por el Laboratorio  
 U : Inicialmente del Método

PERSONA RESPONSABLE



Dr. Lilian Godoy  
RESPONSABLE TÉCNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC= No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA= No aplica

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo  
 - Prohíbida la reproducción total o parcial, por cualquier medio en el permiso escrito del laboratorio  
 - Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE

Página 2 de 4

Ignacio Asín N52-27 y Antonio Román • Urb. San Fernando • Telfs.: (503-2) 246-4303/224-0724 • Telefax: 227-4038 • Cel.: 08 4495850  
 E-mail: ventas@eismaster.com / Web: www.eismaster.com  
 Quito - Ecuador

## Anexo No. 5

### Lista de Chequeo de la Planta de Tratamiento

Lista de Chequeo			
Molinos Poultier S.A. - Planta de Tratamiento Natural			
N°	Preguntas:	SI	NO
1	¿El sitio presenta un adecuado tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos?		
2	¿El agua residual se descarga en lugares autorizados por la entidad de control?		
3	¿Tienen un control de residuos con el fin de garantizar que estos no contaminen el ambiente?		
4	¿Evacuan las aguas contaminadas con el fin de garantizar la salud y las condiciones que necesitan sus trabajadores?		
5	¿El agua que consumen los trabajadores es agua potable?		
6	¿La entidad de control ambiental cumple con las inspecciones y el seguimiento necesarias para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente?		
7	¿Se realiza un análisis físico, biológico y microbiano a estas aguas residuales?		
8	¿Realizan inspecciones diarias a la Planta de Tratamiento Natural de agua residuales?		
9	¿Se realiza una limpieza en cocina (lavamanos y pisos), caldero y condensado de maíz con el fin de garantizar la calidad del agua residual?		
10	¿Se realiza un control de todos los componentes de la Planta de Tratamiento Natural a fin de garantizar el óptimo funcionamiento?		
11	¿El tipo de construcción de la Planta de Tratamiento Natural hacen contraste con su entorno natural?		
12	¿Para evitar contaminación ambiental se cuenta con información necesaria en cuanto al funcionamiento de la Planta de Tratamiento Natural?		
13	¿Se encuentran en la zona señalética que eviten el un mal uso de la Planta de Tratamiento Natural?		
14	¿Actualmente existe en la zona daño o contaminación ambiental que afecte a la flora y fauna?		

**Anexo No. 6**

**Registro Fotográfico de la Planta de Tratamiento Natural de aguas grises de Molinos Poulter S.A.**





