UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TEMA:

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PELAMBRE EN LA EMPRESA "CURTIPIEL MARTÍNEZ", PARROQUIA IZAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PERIODO 2013-2014".

Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniero en Medio Ambiente

AUTOR: Fernández Lescano Juan Bolívar.

DIRECTORA: Ing. Tapia Borja Alexandra Isabel.

Latacunga –Ecuador

2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, ***Juan Bolívar Fernández Lescano***; declaro bajo juramento que el trabajo descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada en ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondiente a lo desarrollado en este trabajo, a la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Juan Bolívar Fernández Lescano

1803978780

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Alexandra Tapia Borja, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la presente Tesis de Grado: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PELAMBRE EN LA EMPRESA "CURTIPIEL MARTÍNEZ", PARROQUIA IZAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PERIODO 2013-2014"** de **Juan Bolívar Fernández Lescano,** de la especialidad de Ingeniería en Medio Ambiente. **CERTIFICO:** Que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación; de la misma ya que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACION DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI,** vigente.

……

Ing. Alexandra Tapia Borja

0502661754

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES "UA - CAREN"

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

LATACUNGA-COTOPAXI-ECUADOR

AVAL MIEMBROS DEL TRIBUNAL

En calidad de miembros del tribunal para el acto de Defensa de Tesis del Sr. postulante: **Juan Bolívar Fernández Lescano** con el Tema: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PELAMBRE EN LA EMPRESA "CURTIPIEL MARTÍNEZ", PARROQUIA IZAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PERIODO 2013-2014",** se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutado a entera satisfacción, por lo que autorizamos a continuar con el trámite correspondiente.

Ing. Renán Lara Landázuri
Presidente del Tribunal
C.C. 0400488011

Ing. Ing. Alicia Porras Angulo
Miembro del Tribunal
C.C. 0502279474

Ing. Ivonne Endara Campaña
Opositor del Tribunal
C.C. 0502248677

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **FERNÁNDEZ LESCANO JUAN BOLÍVAR**, cuyo título versa **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PELAMBRE EN LA EMPRESA "CURTIPIEL MARTÍNEZ", PARROQUIA IZAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, PERIODO 2013-2014"**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, febrero del 2015

Atentamente,

Lic. Martha Chasi

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 0502223092

AGRADECIMIENTO

A ti Dios mío, por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porqué hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Mi gratitud a todo el personal docentes de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente por que a lo largo de mi carrera, me han transmitido sus amplios conocimientos y sus sabios consejos, queda grabado mi profundo e imperecedero agradecimiento.

Juan Bolívar Fernández Lescano

DEDICATORIA

Dedico a mi familia, a ustedes queridos tíos quienes velaron por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional, a mis primos por el apoyo moral, me incentivaron durante mi formación, a mis padres y sobrinos de manera especial a mis hermanas Ximena y Magali que me apoyaron incondicionalmente cuando parecía que me iba a rendir, pues para todos ustedes es que hago esta dedicatoria.

A mi esposa Martha y mi hijo Ariel quienes fueron mi fuerza y mi impulso para llegar a esta meta, por su comprensión y por qué siempre contare con ustedes, gracias por apoyarme para llegar a tener una profesión.

Juan Bolívar Fernández Lescano

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS iii
AVAL MIEMBROS DEL TRIBUNAL iv
AVAL DE TRADUCCIÓN v
AGRADECIMIENTO vi
DEDICATORIA vii
ÍNDICE viii
ÍNDICE DE TABLAS xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS xii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS xiii
RESUMEN xv
ABSTRAC xvi
I. INTRODUCCIÓN xvii
II. PROBLEMATIZACIÓN xviii
III. JUSTIFICACIÓN xix
IV. OBJETIVOS xx

CAPÍTULO I 1

1. MARCO TEÓRICO 1
1.1 Recurso Hídrico 1
1.1.2 Distribución Porcentual del Agua en el Mundo 3
1.2 Contaminación a los Recursos Hídricos 4
1.2.2 Efectos de la Contaminación del Agua 11
1.3 Aguas Residuales 12
1.3.1 Definición 12
1.3.2 Tipos de Aguas Residuales 14
1.4 Industrias de Curtiembres 18
1.4.1 Pelambre o Rivera 19
1.4.2 Sub-Etapas del Proceso de Producción en el Pelambre 24

1.4.3 Tipos de Pelambre 25
1.5 Daño Ambiental Causado por las Curtiembres 29
1.5.1 Efectos Sobre el Recurso Hídrico Superficial 31
1.5.2 Efectos Sobre el Recurso Hídrico Subterráneo 31
1.5.3 Efectos Sobre el Suelo 32
1.5.4 Efectos Sobre el Aire 32
1.5.5 Daño a la Salud Causado por las Curtiembres 35
1.6 Normativa Vigente 36
1.6.1 Constitución de la República del Ecuador 37
1.7 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales 44
1.7.1 Definición 44
1.8. Tratamiento de las Aguas Residuales 46
1.8.1 Definición 46
1.8.2 Necesidad de Tratar las Aguas Residuales 47
1.8.3 Método de Tratamiento de las Aguas Residuales 48

CAPITULO II 55

2. DISEÑO METODOLÓGICO 55
2.1 Descripción del Área de Estudio 55
2.1.1 Ubicación 55
2.1.2 Antecedentes 57
2.2 Características del Medio Biótico 59
2.2.1 Ecosistema 59
2.3 Tipo de Investigación 61
2.3.1 Investigación Descriptiva 61
2.3.2 Investigación de Campo 61
2.4 Métodos y Técnicas 62
2.4.1 Métodos 62
2.4.2 Técnicas 62
2.5 Normativa a Utilizar en la Toma de Muestras 65
2.5.1 Plan Previo al Muestreo 65

2.6 Resultados de los Análisis del Agua de Canal de Riego Latacunga, Salcedo, Ambato 69

2.6.1 Interpretación del Análisis Realizado al Agua Antes del Proceso del Pelambre 70

2.7 Resultados del Laboratorio Realizado al Agua Residual del Pelambre 71

2.7.1 Interpretación del Análisis Realizado al Agua Residual Proveniente del Pelambre 71

CAPITULO III 73

3. DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AGUA RESIDUAL DEL PROCESO DEL PELAMBRE EN LA CURTIEMBRE "CURTIPIEL MARTÍNEZ" 73

3.1 Diseñar la Planta de Tratamiento 73

3.2 Objetivo del Diseño de la Planta de Tratamiento 73

3.3 Equipos y Maquinaria para el Tratamiento 74

3.3.1 Diseño del Canal 74

3.3.2 Rejillas Finas 76

3.3.3 Tamiz 78

3.3.4 Decantador de Doble Acción 79

3.3.5 Sedimentación 81

3.3.6 Filtros Lentos de Arena (FLA) 92

3.3.7 Sistema Recolector 96

3.3.8 Lecho de Secado de Lodos 97

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 99

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 101

6 ANEXOS 104

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: *ALTERACIONES FÍSICAS DEL AGUA*.....9
TABLA N° 2: *ALTERACIONES QUÍMICAS DEL AGUA* 10
TABLA N° 3: *ALTERACIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA* 11
TABLA N° 4: *VOLUMEN DE AGUA QUE SE EMPLEA PARA EL PROCESO DE PELAMBRE* 20
TABLA N° 5: *PRINCIPALES PRODUCTOS QUÍMICO QUE SE EMPLEAN EN EL PROCESO DE PELAMBRE*.....28
TABLA N° 6: *CONTAMINANTES DE IMPORTANCIA EN LAS AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CURTIEMBRE* 34
TABLA N° 7: *TABLA 12 DEL TULSMA LIBRO V DE LA CALIDAD DEL AGUA*.....41
TABLA N° 8: *EQUIPOS QUE POSEE LA EMPRESA*.....*57*
TABLA N° 9: *MAQUINARIA EXISTENTE EN LA EMPRESA.*.....58
TABLA N°10: *ESPECIES DE FLORA SILVESTRE DE LA ZONA* 60
TABLA N° 11: *ESPECIES DE FAUNA DE LA ZONA* 60
TABLA N° 12: *EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA LA RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS*.....68
TABLA N° 13: *RESULTADO DE LABORATORIO DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE PELAMBRE*.....69
TABLA N° 14: *RESULTADO DEL LABORATORIO DEL AGUA RESIDUAL DEL PELAMBRE* 71
TABLA N° 15: *VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN.* 83
TABLA N° 16: *FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN* 84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: *DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN EL MUNDO*.....4
GRÁFICO N° 2: *PRINCIPALES CAUSAS PARA EL DETERIORO DEL AGUA* 8
GRÁFICO N° 3: *VOLUMEN DE AGUA QUE SE NECESITA PARA LA OBTENCIÓN DEL CUERO*.....21
GRÁFICO N° 4: *DIAGRAMA DEL PROCESO DE PELAMBRE* 23
GRÁFICO N° 5 : *UBICACIÓN DE LA EMPRESA "CURTIPIEL MARTINEZ" EN LA CARTA TOPOGRÁFICA* 56
GRÁFICO N° 6: *UBICACIÓN DE LA TOMA DE MUESTRAS EN EL PRIMER PUNTO, EN LA CARTA TOPOGRÁFICA*.....66
GRÁFICO N° 7: *TAMIZ PARA AGUA RESIDUAL* 79
GRÁFICO N° 8: *DECANTADOR DE DOBLE ACCIÓN* 81
GRÁFICO N° 9: *PRISMA DE SEDIMENTACIÓN* 82
GRÁFICO N° 10: *TABLA DE CRITERIO PARA EL DISEÑO DEL FILTRO LENTO DE ARENA*.....93

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AH: Área Hidráulica

AR: Área Útil

As: Área Superficial.

b: **A**ncho

da: Densidad del Agua

DBO_5: Demanda Bioquímica de Oxigeno (ml/L)

dg: Densidad del Grano

DQO: Demanda Química de Oxigeno (ml/L)

Ec: Ecuación

FLA: Filtro Lento de Arena

g: Gravedad

H: Altura

h: Horas

H_m: Altura máxima

i: Pendiente

K: Constante

L: Largo

l: Litros

m: Metros

m^2: Metro cuadrado.

m^3: Metros cúbicos

mm: Milímetros

n: Número

pH: Potencial de Hidrógeno

Q: Caudal

R: Radio

s: Segundos

SSV: Solidos Suspendidos Volátiles

T_o: Tiempo de Retención

TULSMA: Texto Unificado de Legislación Segundaria del Ministerio del Ambiente.

V: Volumen

v: Velocidad

vA: Velocidad de asentamiento

Vf: Velocidad de filtración

Vp: Velocidad de paso

$\mathbf{V_{S:}}$ Velocidad de sedimentación

x: Perímetro Mojado

RESUMEN

Las Curtiembres, es una industria de importancia, en el desarrollo económico dentro de la provincia de Tungurahua, prueba de esta actividad ha generado empleos y progresos económicos a muchas familias ecuatorianas, esta habilidad de transformar las pieles de los animales a cuero, es una de las más contaminantes, por los insumos químicos que usan para obtener sus productos de óptima calidad y el consumo de agua es de grandes volúmenes que emplean para la producción y obtención del cuero. Se realizó los análisis de laboratorio al agua que proviene de la fase del pelambre, los parámetros hacer examinados se encontraban fuera de la Normativa Ambiental Vigente, con los datos tomados en el campo y las especificaciones técnicas sobre el empleo del agua para el proceso del pelambre, se calculó el caudal total que entrará a la planta hacer tratada. Es por esta razón que se diseñó una planta de tratamiento de aguas residuales para la primera fase de producción que es el Pelambre o Rivera, es aquí, donde se genera la mayor cantidad de carga contaminante de sus aguas residuales como son materia orgánica, lodos residuales, cal y sulfuros. Acaparando estos datos se dimensionó la infraestructura, los diferentes componentes del sistemas de tratamiento como son las rejillas finas, el prisma de sedimentación, el decantador, los filtros lentos de arena, el tanque colector que recogerá el agua y el lecho de secado de lodos, que resulta del tratamiento primario. La planta de tratamiento diseñada para el agua residual ayudara al control de la contaminación que la empresa causa todos los días.

ABSTRAC

THEME "DESIGN OF A SYSTEM OF WATEWATER TREATMENT TO OPTIMIZE THE PROCESS OF LIMING IN THE COMPANY"CURTIPIEL MARTINEZ", IZAMBA PARISH, AMBATO CANTON, TUNGURAHUA PROVINCE, PERIOD 2013-2014",

Author: Juan Bolivar Fernandez Lescano

The tanneries, it is an important industry in the economic development at the Tungurahua province, evidence of this activity has generated jobs and economic progress for many Ecuadorian families, this ability of transforming animals skin in to leather, is one of the most polluting, by the chemical inputs used to obtain their products of optimum quality and water consumption is the greatest volumes used for the production and acquisition of leather. The analysis of laboratory water that comes from the phase of the liming, the parameters to be examined; those ones were out Environmental Laws, with the data taken in the field and the technical specifications concerning the use of water for the liming process, then was calculated the total flow that will enter the plant to make treated. For this reason was designed a plant of wastewater treatment for the first phase of production which is the liming or Rivera, here is where the largest number of pollutant mud of its wastewater is generated such as organic matter, sewage sludge, lime and sulfides. Hogging these data evaluation infrastructure, the different components of the treatment systems such as fine grids, the prism of sedimentation, decanter, and slow sand filters the collection tank containing water and sludge-drying bed that is the primary treatment. Designed for the wastewater treatment plant will help to control the pollution caused by the company every day.

I. INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales que se generan en las industrias actualmente son altamente tóxicas, esto se debe a la alta tecnología contaminante que emplean para obtener sus diferentes productos de óptima calidad, esto han relevado los procesos de producción tradicional por la tecnología moderna que usan en la actualidad, prueba de estas actividades es la generación de grandes volúmenes de aguas residuales, que hoy en día se han convertido en un problema ambiental y social.

La industria de curtiembre también forma parte de este problema, por sus aguas residuales que generan grandes volúmenes de efluentes.

En el desarrollo de este estudio, se detallara a la industria dedicada al proceso del cuero y sus principales etapas de producción, desde luego que el proceso del curtido genera una carga altamente contaminante, por lo tanto se considera a la industria del curtido como la más contaminante para el ambiente.

El Ecuador es importador de materia prima en cuero y de otros productos que logran conseguir y es, en la provincia de Tungurahua en donde se encuentra el mayor asentamiento de curtiembres a nivel nacional, actividad que se inició hace mucho tiempo atrás, la mayoría de las empresas dedicadas a la industria del cuero, se encuentran en la zona urbana del cantón Ambato, principalmente en Quisapincha, Totoras, Cevallos, Martínez, Atahualpa e Izamba.

Las empresas de curtiembres que se encuentran en la Provincia de Tungurahua generan efluentes con altas cargas contaminantes que afectan a las cuencas hídricas. En el caso de la empresa “CURTIPIEL MARTINEZ” ubicada en la parroquia Izamba del cantón Ambato, no es ajena a esta realidad, todos sus efluentes son vertidos directamente a la quebrada Patulata, sin un previo tratamiento.

II. PROBLEMATIZACIÓN

El desperdicio, la escasez y la contaminación del agua son ignorados o subestimada por la sociedad, el crecimiento de los establecimientos industriales y de la humanidad ha deteriorado los recursos naturales y la mala administración de estos han creado un problema de tipo ambiental y social.

El uso indiscriminado del agua, en las actividades urbanas y rurales, agrícolas, domésticas y fabriles pone en riesgo al recurso hídrico y la amenaza a la vida acuática, que son muy frágiles o en todo de los casos cesara con la biota y el consumo del agua per cápita y sigue creciendo y la disponibilidad del líquido vital cada vez es más escaza.

En el Ecuador existen lugares con agua limpia y de buena calidad que pueden ser utilizadas para cualquier propósito, pero sin embargo en la provincia de Tungurahua la insolvencia del recurso agua cada vez es más notorio y junto a este problema está ligado el deterioro de los cursos hídricos, por las grandes, medianas y pequeñas industrias que se asientan en esta zona, es de mencionar que, La Agencia de Aguas ha hecho algunas evaluaciones, han podido constatar que la disminución de los caudales va en el orden del 30% al 50%, la tendencia a la disminución de los caudales responde a múltiples términos.

La calidad de los cursos de agua es dramática, hay muchos sistemas que utilizan aguas contaminadas como en la agricultura para riego y para procesos de producción en las industrias. La sociedad enfrenta el grave problema de los afluentes y la contaminación del curso de las aguas por la descarga de aguas servidas y residuales.

III. JUSTIFICACIÓN

El agua es un recurso natural que cada día se vuelve más escaso, debido a que su demanda, que cada vez es mayor por el incremento industrial de los últimos años, prueba de ello, la contaminación del agua es un problema de gran magnitud porque abarca acuíferos, lagos, lagunas, ríos y mares, y es acerca de esta problemática que se enfoca el tema de esta tesis.

El presente trabajo se enfocara principalmente al control de la carga contaminante producida por la industria del curtido, que durante muchos años han venido degradando los causes hídricos, con sus aguas residuales altamente toxicas.

Este tema justifica plenamente el desarrollo de un sistema de tratamiento de aguas residuales para las curtiembres, con el objetivo de optimizar el recurso natural y evitar la contaminación, a ríos y quebradas, donde vierten sus efluentes sin previo tratamiento.

Por esta razón es necesario realizar los análisis del agua residual, que resulta del proceso de pelambre, para posteriormente con los resultados, diseñar la planta de tratamiento; y a su vez se realizar los análisis correspondientes al agua que se obtenga antes y después de este proceso.

Este estudio, constituye un punto de referencia para conducir a las industrias del sector curtiembre a mejorar su imagen ante la sociedad y a cumplir con las normativas ambientales vigentes.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para optimizar el proceso de pelambre en la empresa "CURTIPIEL MARTINEZ", parroquia Izamba, cantón Ambato, provincia de Tungurahua periodo 2013-2014.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de las aguas provenientes del proceso de pelambre.

- Caracterizar las aguas mediante análisis físico, químico y microbiológico antes y después del proceso de pelambre.

- Diseñar un sistema de tratamiento en base a los resultados de los análisis, realizados al proceso de pelambre.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Recurso Hídrico

1.1.1 Definición

> **MADRID Antonio. (2012) dice: El agua es una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Se trata de un líquido inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color), aunque también puede hallarse en estado sólido (cuando se conoce como hielo) o en estado gaseoso vapor. p.23.**

La mayor parte del agua en el mundo es salobre y una parte muy pequeña es agua dulce, contribuye a mantener el clima en la Tierra, disuelve a una gran cantidad de sustancias, que pueden llegar a ser contaminantes, y es esencial para las formas de vida conocidas en la Tierra.

Se considera que las propiedades físicas y químicas del agua son las responsables de que la Tierra sea tal como se conoce y que la vida misma es consecuencia de las propiedades tan especiales de la molécula de agua, ya que se considera que las primeras formas primitivas de vida comenzaron en una solución acuosa.

Según: FOROS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS. (2008) publica:

el agua es un "elemento natural" renovable pero limitado que se usa para atender necesidades humanas ilimitadas, es además un elemento imprescindible para la reproducción de la vida y el desarrollo de las actividades económicas de los pueblos, como elemento en su oferta al transformarse en recurso hídrico en su demanda y en su interrelación con los demás elementos, adquiere un valor ambiental, social, económico y cultural, las características peculiares de los recursos hídricos son en si el resultado de su polivalencia ambiental y de sus roles económicos y sociales. p.10

El agua se presenta principalmente como un líquido de características poco comunes, es un recurso natural indispensable para todos los seres vivos y en general forma parte de toda la materia viva.

También es fundamental para la vida, el hombre le ha dado diferentes utilidades, como por ejemplo: para regadío, usos domésticos, industriales entre otras actividades.

DYSON Megan. (2010) manifiesta: El agua se caracteriza por su oferta limitada, es decir, es un elemento finito y está asociada a determinada disponibilidad, en una determinada geografía y determinada cantidad en la que se obtiene. p. 3

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL DEL SECTOR DE AGUA Y SANEAMIENTO DEL ECUADOR. (2007) expone: El agua es demandada simultáneamente como recurso para el consumo humano directo, para la producción de alimentos, para el uso en industrias como la minería y la explotación de hidrocarburos, para la producción de biocombustibles, así como para la generación de hidroelectricidad y es que nuestra relación con el agua encierra un mundo tan complejo como apasionante. p.19

ROGERS Peter. (2002) expresa: “La gobernabilidad sobre el agua es la capacidad de un sistema social para movilizar energías en forma coherente para alcanzar el desarrollo sostenible de los recursos hídricos.” p. 11

La complejidad del estudio y el entendimiento de los recursos hídricos están relacionados con la naturaleza del recurso y con el ciclo hidrológico, el cual varía según la dimensión temporal (verano, invierno) y espacial definiendo su grado de disponibilidad. También varía según las características físicas del territorio (cuenca hidrográfica) por donde discurre, así como por la presencia o no de distintos tipos de usuarios.

Según: GWP. (1999): El agua se la define como el proceso cuyo objetivo es asegurar el desarrollo y el manejo coordinado de los recursos agua y tierra, teniendo presente su interacción con otros sistemas naturales, sociales y culturales, maximizando el bienestar económico, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. p. 21

1.1.2 Distribución Porcentual del Agua en el Mundo

Casi el 71% de la superficie del planeta Tierra están cubiertas de agua.

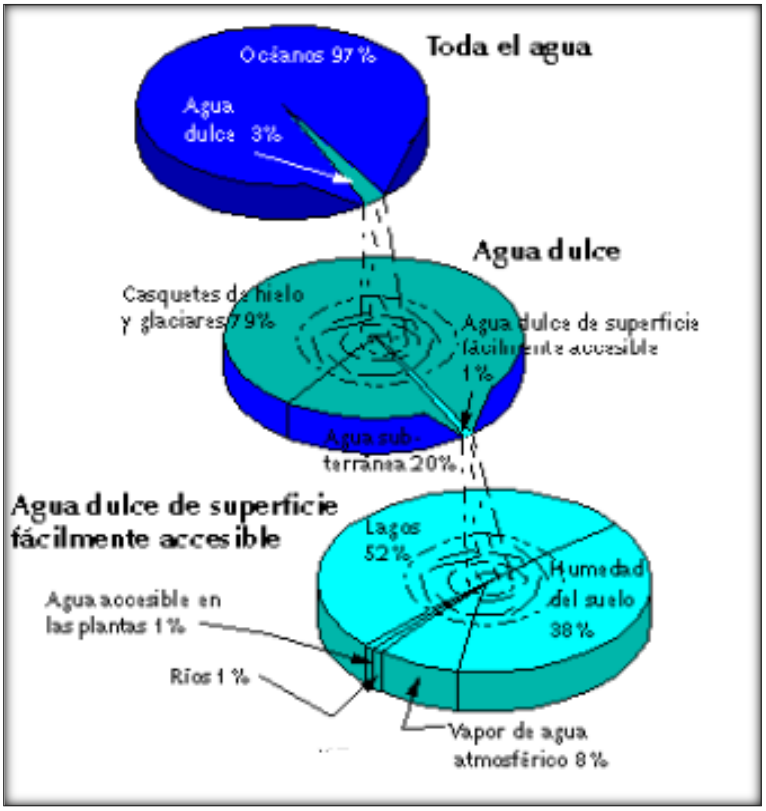
El agua disponible en la Tierra se encuentra principalmente formando parte de los océanos. Cerca del 97% del volumen total está en el mar.

Alrededor de 2,25% (36 millones de km3) es agua congelada de los glaciares y capas de hielo polares.

La mayor parte del 0.75% (8 millones de km3) restante está como agua dulce en las aguas superficiales y subterráneas, y el 0.2 % flota en la atmósfera.

Siendo indispensable para la vida, es necesario conocer sus características, usos, situación ambiental actual, y pronósticos para proteger este recurso.

GRÁFICO N° 1: DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN EL MUNDO



FUENTE: Lean y Hinrichsen 1994

1.2. Contaminación a los Recursos Hídricos

1.2.1 Definición

Es la introducción de material químico, físico o biológico en un cuerpo hídrico (ríos, lagos, océanos) que degrada la calidad del agua y afecta a los organismos vivos que viven en ella, como a los que la consumen. Este proceso varía desde la adición de sólidos suspendidos o disueltos, hasta descargas de contaminantes

tóxicos persistentes tales como: Pesticidas, Metales pesados, Compuestos químicos no degradables y bio-acumulativos.

La contaminación del agua es un problema del que nadie quiere responsabilizarse y que, hasta en algunos casos, no se percibe hasta cuando ya es demasiado tarde y es un gran problema que afecta no solo a nuestro país, sino al mundo entero, por las pocas medidas que tenemos para su cuidado.

Existen dos tipos de contaminación, la contaminación natural, es el que existe siempre, originada por restos de animales y vegetales, por minerales y sustancias que se disuelven cuando los cuerpos de agua atraviesan diferentes terrenos.

La contaminación antrópica, aparece a medida que el hombre comienza a interactuar con el ambiente.

Aunque el hombre no es un ser acuático, ha llegado a depender intensamente del medio acuático para satisfacer sus necesidades tecnológicas y sociales.

La contaminación actúa sobre el ambiente acuático alteran el delicado equilibrio de los diversos ecosistemas integrado por organismos productores, consumidores y descomponedores que interactúan con componentes sin vida originando un intercambio cíclico de materiales.

MOPU. (2005): "El agua no se encuentra en su estado pura siempre tiene sustancias que provienen de diversas fuentes la presipitacion su propia accion erociva el viento el contacto con la atmosfera" p. 26

MOPU. (2005): Caracteres y cualidades se relaciona con la calidad del agua aunque de modo distntinto, según el modo de uso que a esta se designe como ya se a puntado los vertidos naturales los alteran y pueden introducirse diferentes sustancias asi modificando la calidad natural. p.8

GUIMARAES. (1994): En America latina mas del 90% de las aguas residuales se descargan sin ningun tratamiento en los cuerpos receptores con lo que se puede apresiar la magnitud del deterioro de nuestro ecosistema urbano. p.13

El mal uso de este recurso natural en la vida y la naturaleza del ser humano han contribuido al deterioro del ambiente, olvidando que este es un recurso esencial para la vida.

La calidad del agua es función tanto de la fuente de agua propiamente dicha, como la de su potencial uso, la calidad de un cuerpo de agua puede estar definida no sólo en términos de las características y requerimientos del sistema hídrico que suministra el agua, sino también de acuerdo con los requisitos exigidos a los efluentes que se descargan en el cuerpo receptor.

Esta premisa se cumple en la mayoría de las situaciones reales en las que grandes o medianas ciudades utilizan el mismo río aguas arriba como suministro y abastecimiento de agua potable y también como sitio de descarga de sus efluentes municipales aguas abajo, el agua conducida por los ríos finalmente alcanzará los océanos y por ende causará un potencial impacto ambiental en las zonas costeras y estuarinas.

La calidad de las aguas en la mayoría de los cuerpos hídricos está alterada con elevadas concentraciones de sustancias contaminantes provenientes de fenómenos naturales y actividades del hombre, que vierte contaminantes en los cuerpos hídricos como si se trataran de sumideros con una inacabable capacidad de autodepuración; esto no es así, y aguas contaminadas son utilizadas para consumo humano, agricultura, ganadería, entre otros; esto genera problemas económico - sociales y ambientales que no se resolverán en forma adecuada si no se enfrenta las fuentes primarias que los producen.

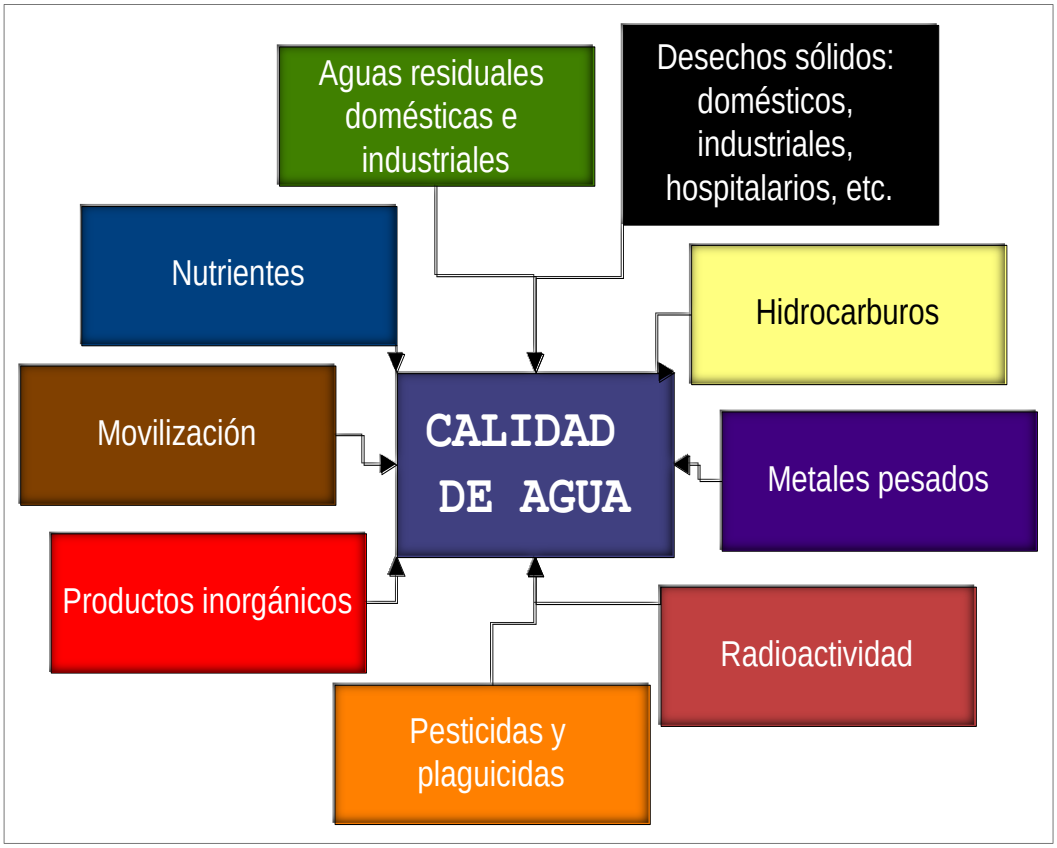
La tendencia a la disminución de los caudales responde a múltiples procesos, entre otros, son las siguientes: ampliación de la zona agrícola como resultado de la baja producción, no existen incentivos o compensaciones de los gobiernos locales y nacionales hacia las comunidades de las zonas altas, débil rol asumen las autoridades de medio ambiente para, proteger concertadamente, los páramos y las cuencas hidrográficas.

Durante muchos años el tema del manejo del agua se ha limitado casi exclusivamente al manejo de embalses, construcción de canales de riego, drenajes, obras de captación, sistemas de agua potable, y alcantarillado.

Es decir, se han centrado en la provisión de agua para las diferentes actividades, concentradas en la cantidad de agua que se puede entregar a una determinada población o para una determinada actividad, sin importar el manejo adecuado de los recursos hídricos, a las industrias que se las entregado el uso y el aprovechamiento del agua, y sin importar las contaminaciones que causan a los cursos hídricos de diferentes sectores.

Al parecer los seres humanos no hemos comprendido lo importante que es este líquido vital para el desarrollo biológico de la persona, razón por la cual el hombre de hoy hace caso omiso a los daños que poco a poco va ocasionando al ambiente y a la sociedad, expresado en el derroche de agua y la contaminación de la misma.

GRÁFICO N° 2: PRINCIPALES CAUSAS PARA EL DETERIORO DEL AGUA



FUENTE: Calidad del agua (2010)

TABLA N° 1: ALTERACIONES FÍSICAS DEL AGUA

Alteraciones Físicas	Características y contaminación que indica
Color	Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos color espero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación.
Olor y Sabor	Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones.
Temperatura	El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (Oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14ºC.
Materiales en Suspensión	Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra
Radiactividad	Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isotopos de potasio (K). Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos
Espumas	Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder auto depurador delos ríos al dificultar la actividad bacteriana
Conductividad	El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos.

FUENTE: Carta de calidad del agua (1988)

TABLA N° 2: ALTERACIONES QUÍMICAS DEL AGUA

Alteraciones Químicas	Contaminación que indica
pH	Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales tienen pH muy ácido.
Oxígeno Disuelto OD_1	Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.
Materia Orgánica biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	DBO_5 es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua.
Materiales Oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido).
Nitrógeno Total	El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En los análisis habituales se suele determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal.
Compuestos Orgánicos	Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos.
Sulfuros Cianuros Fluoruros	Indican contaminación de origen industrial en algunos casos se añaden al agua para la prevención de las caries, aunque es una práctica muy discutida.

FUENTE: Carta de calidad del agua (1988)

TABLA N° 3: ALTERACIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA

Alteraciones Biológicas del Agua	Contaminación que indican
Bacterias coliformes	Desechos fecales
Virus	Desechos fecales y restos orgánicos
Animales, plantas, microorganismos diversos	Eutrofización

FUENTE: Carta de calidad del agua (1988)

1.2.2 Efectos de la Contaminación del Agua

Entre las múltiples consecuencias derivadas de la contaminación que el hombre expone al agua de lagos, ríos y mares, podemos destacar un sin número de causas o efectos como son:

Afectaciones a la salud de humanos y en general de los seres vivos con el incremento de enfermedades.

En los humanos produce: cólera, parasitosis, diarreas, hepatitis, fiebre tifoidea, mutaciones genéticas, aberraciones cromosómicas, alteraciones en la síntesis y reparación de ácidos nucleicos, alteraciones celulares.

Desaparición de vida marina y destrucción de ecosistemas acuáticos, debido a la extrema toxicidad de los desechos industriales.

Deterioro de la calidad de un curso de agua para diferentes usos: consumo humano, agrícola, recreativo, pecuario, entre otros.

Fuerte repercusión por envenenamiento en especies pertenecientes a otros ecosistemas, debido al consumo del agua o por la falta total de ella.

Ruptura del equilibrio ecológico, desaparecen especies que sirven de alimento a otras; ruptura de cadenas tróficas.

1.3. Aguas Residuales

1.3.1 Definición

Se denomina aguas residuales, las que provienen de las actividades humanas ya sean de tipo doméstico o industrial, las mismas que son desplazadas al sistema de alcantarillado urbano o alguna fuente de agua.

Las aguas residuales contaminadas, son las que han perdido su calidad como resultado de su uso en diversas actividades.

Las aguas residuales constituyen un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos, siendo necesarios los sistemas de depuración antes de evacuarlas, como medida importante para la conservación de dichos sistemas.

> **MEDCALF Y EDDY. (1999): El agua residual es aquella que ha sufrido alteraciones en sus características físicas, químicas y biológicas por la introducción de contaminantes como residuos sólidos, bilógicos, químicos, municipales, industriales, agrícolas, etc. P.66**

NOVOTNY Y SÁNCHEZ. (2003): "Las aguas residuales provienen del sistema de abastecimiento de una población son líquidos de composición variada que pueden clasificarse según su origen y sus contaminantes propios". p. 8

DICCIONARIO Ambiental. (2010) pública: Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y solidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituye el gran reto ecológico de los últimos años por la contaminación de los ecosistemas. Sinónimo de aguas negras. p. 18

HILLEBOE Hernán E. (1999) expresa: "La aguas negras son líquidos turbios que contienen material sólido en suspensión". p.16

La cantidad de sólidos, en general son muy pequeñas casi siempre menos de 0.1 por ciento en peso, pero es la fracción que presenta el mayor problema para su tratamiento y disposición adecuado. El agua provee solamente el volumen y es el vehículo para el transporte de sólidos.

Los productos de desechos de los procesos fabriles son parte importante de las aguas negras de una población y deben tomarse las precauciones necesarias para su eliminación.

Estos desechos varían mucho por su tipo y volumen, las características de los desechos industriales, que contienen agentes espumosos o espumantes, detergentes y otras sustancias químicas que interfieren con la disposición final de las aguas, estas aguas dependen de la clase de establecimiento fabril ubicado en la localidad.

1.3.2 Tipos de Aguas Residuales

1.3.2.1 Aguas Residuales de las Industrias

El término desechos industriales líquidos es sumamente amplio, pues incluyen todos los desechos sólidos, líquidos y gaseosos que producen las industrias de transformación y otras.

En muchas poblaciones, la cantidad de desechos líquidos excede a las aguas negras y el poder contaminante del desecho es con frecuencia mucho mayor que el de las aguas negras, el problema se presenta donde quiera, pero desechos que tengan las mismas características no son muy comunes, se han extendido mucho y son muy numerosas, las industrias con problemas difíciles de tratamiento y disposición de sus desechos líquidos, a su vez hoy en la actualidad las industrias han aumentado en número y en tamaño.

Desde el punto de vista del industrial, los desechos líquidos que produce son de su responsabilidad y por ello deberá procurar disponer de ellos lo más rápidamente posible, para la sociedad, los desechos industriales constituyen un riesgo porque pueden ocasionar perjuicios a las alcantarillas e instalaciones de las plantas de tratamiento y contribuyen a la contaminación de las corrientes hídricas.

a) Industria de Lácteos

Los desechos líquidos de la industria lechera proceden principalmente del lavado de latas, botellas, tuberías, del equipo para descremadoras, de las fugas de tuberías mal ajustadas y de las aguas del lavado de piso y equipo en general.

b) Industria Empacadora de Carne

Estos desechos incluyen los de corrales, mataderos y establecimientos empacadores de carne, los desechos de los corrales contienen abono, heno, paja, y material fibroso, y los de los mataderos contienen usualmente sangre, estiércol, grasas, pelos y partículas de tejidos de animales.

Todos estos desechos constituyen de material disuelto en suspensión y la DBO varía de 350 a 2,000 ppm, la sangre y el estiércol no deben ser descargados a los cuerpos hídricos sin antes ser sometidos a un tratamiento.

c) Industria de Fermentación

La mayor parte de sus desechos líquidos tiene un alto potencial contaminante, sin embargo el mayor abatimiento de la carga contaminante de estos desechos se ha logrado mediante tratamientos para la recuperación de subproductos.

El principal desecho de las cervecerías y destilerías es el grano agotado, conocido con el nombre de flemas, el desecho industrial usualmente es de gran volumen que es evacuado a los ríos.

d) Industrias que Procesan Frutas y Legumbres

La industria empacadora ha logrado tal expansión que incluye procesos de conservación a base de deshidratación, saldo y congelado.

Los desechos de todos estos procesos constituyen un problema general, generalmente porque consumen muchos volúmenes de aguas, estos son de alto contenido de solidos orgánicos totales.

e) Industria Textil

Debido a las muchas operaciones que se verifican en el acabado de textiles los desechos de esta industria varían mucho, tanto en composición como en concentración, el desecho de muchos de estos procesos es altamente contaminante y pueden ser fuertemente ácidos o alcalinos y los desechos de procesos de teñido son intensamente coloreados, por lo consiguiente estos desechos son muy difícil de tratarlos y en muchas ocasiones estos vertidos son arrojados a los cuerpos de aguas superficiales.

f) Industrias Papeleras

Esta industria produce grandes volúmenes de agua residual los cuales pueden dividirse en dos clases: 1) el desecho de la manufactura de la pulpa y 2) el desecho de la elaboración del papel, ambos desechos se dan en un solo proceso.

Los procedimientos seguidos para la elaboración de pulpa son principalmente tres: al sulfito, al sulfato y sosa.

Los desechos que se producen en el proceso al sulfito para le elaboración de la pulpa de madera (recocido) son difíciles de tratar, debido a su alta concentración, y a la vez es altamente contaminante y la lignina que contiene es resistente a la oxidación bilógica.

Se han hecho muchos estudios para modificar este proceso, con el propósito de disminuir la contaminación de los cuerpos hídricos superficiales.

g) Industria del Acabado de Metales

Los desechos de la industria de acabado de metales contienen usualmente ácidos, iones, metálicos, cianuros y cromatos, estos provienen del procesos del bruñido del acero, del hierro y del cobre y de los procesos galvanizados.

Los licores del bruñido del acero tienen alta concentración de ácidos y común mente son altos en contenido de hierro ferroso, estos desechos son difíciles de tratar y muy tóxicos para los microorganismos, el bruñido del cobre, el lavado y procesado, se traduce en la presencia del cobre en el agua residual, este aun en bajas concentraciones el cobre es muy toxico para le vida acuática y perturba los procesos bilógicos que se empleen en el tratamiento de las aguas.

h) Industria de Petróleo

Los principales desechos de esta industria son las salmueras y los desechos de la refinería de petróleo.

La salmuera es bombeada de los pozos junto con el petróleo, el contenido de sólidos es alto y son tan salinas que destruyen la vida en el agua limpia si no se diluyen suficientemente.

Los desechos líquidos industriales de refinerías contienen ácidos, álcalis, compuestos del azufre, fenoles y aceites. El petróleo se recupera mediante tanques desnatadoras y separadores, estos son de uso corriente en la industria y de los efluentes pueden tratarse ulteriormente en filtros gateadores o en estanques de oxidación.

1.3.2.2 Aguas Residuales Domesticas

Proceden de la manipulación domestica del lavado de ropa, baño, desperdicios de cocina, limpieza y preparación de los alimentos y lavado de pisos, estos desechos contienen jabones, detergentes sintéticos, que generalmente tienen agentes espumantes y que son de uso común en las labores domésticas. Los desechos de cocina tienen partícula de alimentos y grasas, que con el uso cada vez mayor de aparatos domésticos para moler basura, se están convirtiendo en la parte más importante de los desechos caseros que sin duda van a para en los corrientes de aguas.

1.3.2.3 Desechos Humanos y Animales

Son las exoneraciones corporales que llegan a formar parte de las aguas negras, mediante los sistemas hidráulicos de los retretes y en cierto grado de los procedentes de los animales que van a para en los cursos hídricos, estos desechos líquidos son de importancia porque pueden obtener organismos perjudiciales al hombre, por lo que su tratamiento seguro y eficaz constituye el principal problema de acondicionamiento de las aguas residuales para su disposición.

1.4. Industrias de Curtiembres

La industria de las curtiembres y su producto, el cuero, es muy antigua en el mundo entero. El cuero es la piel animal preparada químicamente para producir un material robusto, flexible y resistente a la putrefacción, que se obtiene de las pieles de diversos animales, principalmente reses, ovejas, cabras y cerdos.

La industria del cuero y sus manufacturas tienen una larga tradición en nuestro país, remontándose a fines del siglo XVII, en el cual se registraron las primeras exportaciones.

Esta industria mundialmente se reconoce como una de las más contaminantes de aguas, debido a los procesos químicos involucrados, es conocido que los efluentes de la industria del cuero constituyen uno de los residuos de mayor complejidad para su tratamiento en razón de las características de su carga contaminante, pueden ser caracterizadas por varios parámetros clave, incluyendo contaminantes tóxicos que exhiben toxicidad.

La industria del cuero genera grandes cantidades de aguas residuales que presentan un alto contenido de materia orgánica, sólidos, salinidad, grasas y contaminantes específicos como el sulfuro, amoniaco, carbonatos y cal, hay que resaltar que la cantidad y las características de las aguas residuales dependen del método que se realice y de las sustancias químicas utilizadas en las diferentes fases, del proceso de pelambre.

Es de señalar que el tamaño de las industrias grandes o pequeñas no importa, todas contaminan, solo que con mayor o menor volumen de agua residual.

En la actual, las industrias intentan tener planes para la prevención de la contaminación y a la vez adoptar medidas que protejan al medioambiente y que puedan generar beneficios tanto a nivel económicos, como en calidad del cuero que procesan.

A continuación se detalla todo el proceso de la fase del pelambre y el objetivo de esta operación, que es de importancia en el proceso de la producción del cuero.

1.4.1 Pelambre o Rivera

Este proceso productivo consiste en eliminar el pelo de las pieles mediante procesos químicos, esta actividad se lo realiza en grandes recipientes cilíndricos de madera llamados fulones o bombos, en estos recipientes se los ingresa las pieles con grandes cantidades agua y las diferentes fórmulas químicas necesarias.

El objetivo del pelambre consiste en la eliminación de la epidermis, pelo o lana, y por otro lado aflojar las fibras de colágeno a fin de prepararlas adecuadamente para los siguientes procesos posteriores, en el proceso de pelambre las pieles se someten a un elevada concentración de sulfuro de sodio, suficiente para atacar la queratina del pelo, la concentración de reactivos químicos, el tiempo y el agua a emplearse en este proceso serán determinantes para una buena producción del cuero.

Entre los factores que deben ser controlados para un pelambre eficiente son: la temperatura, cantidad de baño, efecto mecánico, tiempo, productos químicos, pH y calidad del agua.

TABLA N° 4: VOLUMEN DE AGUA QUE SE EMPLEA PARA EL PROCESO DE PELAMBRE

VOLUMEN DE AGUA QUE SE UTILIZA EN LOS SUB-PROCESOS DE PELAMBRE POR CADA 300 KG DE PIEL				
PROCESO	**ETAPAS**	**VOLUMEN DE AGUA NECESARIA PARA CADA ETAPA**	**%DE VOLUMEN DE AGUA EN LA RELACION AL VOLUMEN UTILIZADO EN TODO EL PROCESO**	**VOLUMEN DE DESCARGA M^3**
PELAMBRE	pre-remojo	$4m^3$	22,30%	3,64 m^3
	lavado	$3m^3$	16,70%	2,64 m^3
	remojo	$1m^3$	5,50%	0,186 m^3
	pelambre	$1m^3$	5,50%	0,183 m^3
	lavado	$9m^3$	50%	8,82 m^3
	PRIMERA ETAPA		100%	

FUENTE: Tabla elaborado por técnico de la empresa "CURTIPIEL MARTÍNEZ" para la fórmula química del proceso del pelambre.

En esta tabla se detalla la cantidad de agua que se necesita para cada sub-proceso de la fase del pelambre,en 3000 kilos de piel, que ingresan en cada bombo o fulon.

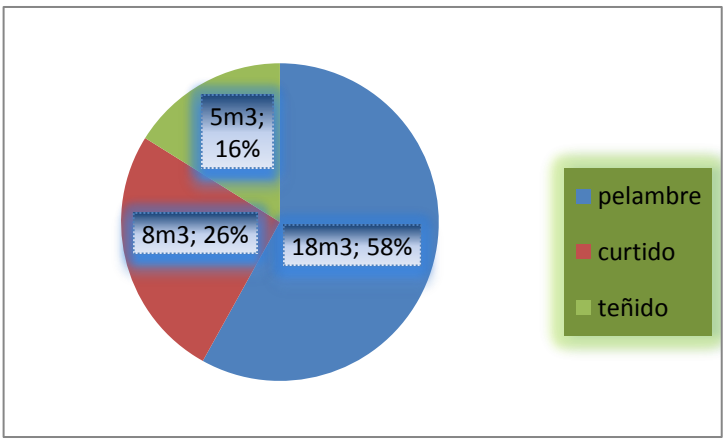
Cada piel tiene su peso promedio de 20kg, esto implica que:

3000kg /20kg= 150 pieles.

Es asi que se especifica que en cada peso de 3000 kg de pieles, se utiliza 18 m^3 de agua para procesar en la fase del pelambre, es de mensionara que para esta etapa, todas las pieles son clasificadas por su tamaño y su origen, provenientes de los camales costeños o de la sierra.

Cada piel para ser procesada nececita 0.12m^3 litros de agua. De la cantidad total de agua que se emplea en el proceso de pelambre que son los 18m^3 de agua, los15.469m^3 se evacua como agua residual y los 2,531m^3de agua asimila en las 150 pieles. También hay que enfatizar que el 60% de las pieles son desplazadas como materia orgánica junto con el agua residual y tan solo el 40% es aprovechado para la obtención del cuero.

GRÁFICO N° 3: VOLUMEN DE AGUA QUE SE NECESITA PARA LA OBTENCIÓN DEL CUERO

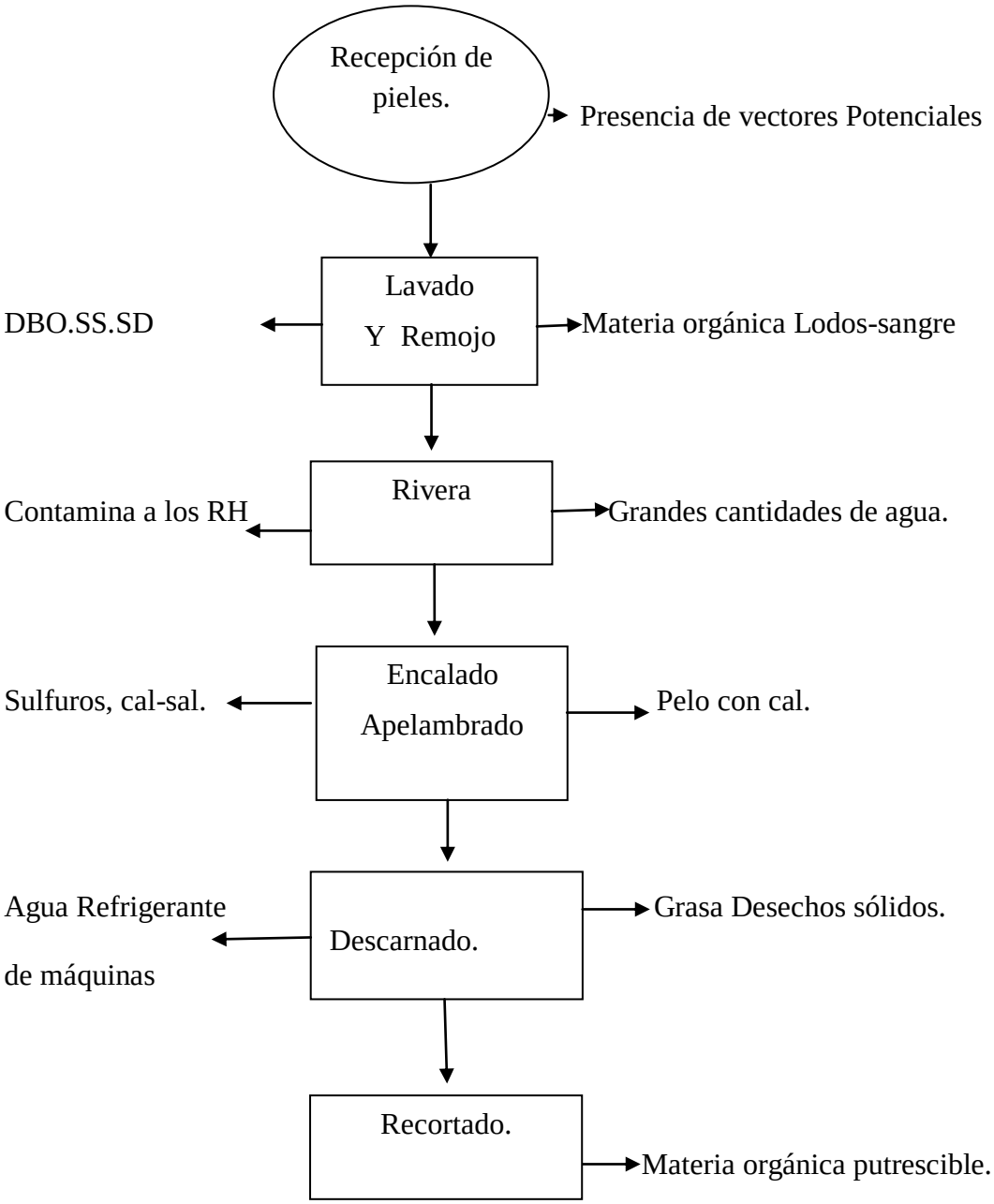


FUENTE: El Autor

En esta representación gráfica se indica la cantidad de agua que necesita todo el proceso del curtido y la cantidad de agua que se emplea en cada etapa de toda la producción del cuero.

Es de mencionar que la empresa “Curtipiel Martínez” realiza las fases de pelambre y curtido de pieles, para su comercialización en cuero wet blue.

GRÁFICO N° 4: DIAGRAMA DEL PROCESO DE PELAMBRE



FUENTE: El Autor

1.4.2 Sub-Etapas del Proceso de Producción en el Pelambre

1.4.2.1 Recepción de Pieles

Las pieles son llevadas desde los saladeros a las curtiembres para ser procesadas, al llegar a la curtiembre son apiladas en montones diferentes de acuerdo al proveedor

Luego son clasificadas tomando en cuenta: tamaño, presencia de garrapatas, cortes, tupe y cicatrices, cuando las pieles son de la zona costa y para las pieles de la sierra se separa por tamaño. Posteriormente las pieles saladas se pesan para elaborar la fórmula a usarse.

1.4.2.2 Remojo

Es el primer proceso que se realiza después de la conservación de la piel, tiene como finalidad limpiar la piel de sangre, microorganismos y productos de la conservación, a la vez que humectarla para que ésta pueda tener una apariencia más blanda y caída. Por lo general el remojo suele durar entre 12 y 24 horas, los productos añadidos suelen ser humectantes, tensoactivos, antisépticos, productos basificantes entre otros.

1.4.2.3 Ribera

La ribera es una de las primeras etapas de pelambre y se considera el proceso que más consumo de agua tiene, además es una etapa muy contaminante, ya que se utiliza sulfuro y cal en el pelambre.

1.4.2.4 Pelambre

El pelambre elimina la epidermis y el pelo o lana de la piel, Por otra parte también consiguen el hinchamiento en la piel para que sea más fácil el paso de la piel por las máquinas de descarnar y dividir. Hay que comentar hoy en día se buscan diferentes métodos para disminuir el grado de contaminación de las aguas residuales.

1.4.2.5 Descarnado

En esta etapa se elimina de la piel, el tejido subcutáneo (restos de músculos y nervios) o grasas de las pieles, mediante cuchillas que ingresan las pieles a la máquina descarnadora.

1.4.3 Tipos de Pelambre

1.4.3.1 Pelambres Enzimáticos

El uso de enzimas en la industria del cuero está en aumento, y su aplicación está siendo ampliada para incluir operaciones tales como: desengrasado, pelambre y otras operaciones en húmedo. Las enzimas también pueden usarse para ayudar en procesos de reciclaje de desperdicios del cuero, así como para evitar contaminación.

1.4.3.2 Depilado por Resudado

Es un tipo de depilado que consiste básicamente en dejar que crecer la flora bacteriana para poder obtener los enzimas y así que estos puedan hidrolizar la proteína de la epidermis y crear una desunión de la dermis y la epidermis, consiguiendo que el pelo se pueda arrancar con mucha facilidad, las condiciones

de trabajo de éste método pueden ser varias, por ejemplo se puede realizar la operación a una temperatura de entre 8-12 ºC, pero durará entre 1-2 semanas, si por lo contrario se quisiera acelerar el proceso, se tendría que trabajar a una temperatura entre 20-25 ºC y puede durar entre 1-2 días. Hay que tener en cuenta que si hay demasiada temperatura puede existir riesgo de encogimiento de la piel.

1.4.3.3 Depilado con Preparados Enzimáticos

Éste método se utilizan preparados enzimáticos que pueden proceder de animales o vegetales, pero los más utilizados, ya sea en pieles de cabra como vacunas son los preparados enzimáticos de hongos, el método de trabajo se basa en polvorear el preparado enzimático sobre el lado carne de la piel, después se apilan las pieles un tiempo de 18-24 horas en reposo. Pasado éste tiempo se debe realizar un tratamiento a la piel con sulfuro y cal para hinchar la piel. Por último, se debe de tener en cuenta que el rendido debe ser breve y suave para evitar que la piel quede muy vacía.

1.4.3.4 Embadurnado

Es un método que normalmente se utiliza para recuperar lana o pieles de una calidad alta, antiguamente se hacía una pasta de sulfuro, cal y un espesante inerte, se mezclaba todo y se pintaba por el lado carne con una brocha y se dejaba reposar. Al tener la piel y la pasta poco agua el hinchamiento que se genera es más lento que el pelambre en bombo, en la actualidad, la pasta que se utiliza no tiene cal y se aplica a la piel mediante una ducha, siendo ésta más práctica que la brocha. Hay que tener en cuenta, que en el embadurnado no se produce el efecto del calero, por ello hay que realizar un calero después del embadurnado.

1.4.3.5 Pelambre Químico

a) Pelambre Reductor con Sulfuro y Cal en Bombo

En la actualidad éste tipo de pelambre es el más utilizado en las tenerías, en el método de trabajo se emplea sulfuro sódico, el cual es muy soluble y se debe de conservar en sacos bien cerrados, ya que puede reaccionar con el aire y oxidarlo. En muchas ocasiones se suele combinar sulfuro sódico y el sulfhidrato sódico en el baño, porque el sulfhidrato es menos reductor que el sulfuro. Otro producto empleado en éste tipo de pelambre reductor es el hidróxido cálcico, que tiene dos importantes efectos físicos: el hinchamiento osmótico e hinchamiento liotrópico.

b) Pelambre Oxidante con Peróxido de Hidrógeno

Es una de las alternativas que en la actualidad tiene más repercusión para poder sustituir al pelambre reductor con sulfuro. Es un proceso que consiste en añadir hidróxido sódico y peróxido de hidrógeno en el baño, después de un tiempo de rodaje se tiene que acidificar para deshinchar la piel y eliminar mejor el pelo de dentro de la piel.

Por lo general, una piel apelambrada con peróxido de hidrógeno absorbe más cantidad de cromo que una piel apelambrada con sulfuro y cal, por esta razón, las características finales de los cueros pueden ser diferentes, básicamente se opta por éste tipo de pelambre oxidante porque se puede consideran un método eficaz para poder reducir el consumo de agua y la carga contaminante que pueda llevar un pelambre reductor.

c) Problemática del depilado con Sulfuro

Se debe de tener en cuenta que uno de los efluentes más contaminados de las tenerías es el que proviene del pelambre, porque presenta un alto contenido de

sulfuro, el cual es un producto generalmente muy contaminante para el medio ambiente, y por ello hoy en día se realizan pelambres y caleros con recuperación del pelo, para disminuir los parámetros contaminantes. Por otra parte, el proceso de ribera es la primera fase en la cual se trata a la piel para obtener el artículo deseado, además esta etapa precisa de una cantidad de agua considerable, por esta razón a veces en algunas fábricas se re-circulan los baños agotados de otros procesos obteniendo así un importante ahorro en el consumo de agua y en la utilización de productos químicos.

TABLA N° 5: PRINCIPALES PRODUCTOS QUÍMICO QUE SE EMPLEAN EN EL PROCESO DE PELAMBRE

CANTIDA	**PRODUCTO**	**PORCENTAJE**
50 Kl	**SULFURO**	**1.50%**
80 kl	**CAL**	**3%**
3 kl	**BACTERICIDAS**	**0,10%**
3 kl	**MELPIN 8010**	**0,10%**
7 kl	**MELPIN 8011**	**0,25%**
17 kl	**MELPIN 8016**	**0,60%**
8 kl	**MELPIN 8020**	**0,30%**

FUENTE: Tabla elaborado por técnico de la empresa "CURTIPIEL MARTÍNEZ" En 150 pieles, esta fórmula es general en 3000 kg para el pelambre químico.

1.5. Daño Ambiental Causado por las Curtiembres

Las aguas residuales de la industria del cuero, la cual es una de las industrias más expandidas que tiene un gran consumo de agua y cargas de contaminación muy altas, además es caracterizada por varios parámetros, incluso han llevado a una disputa entre técnicos y científicos a nivel del mundo sobre esta problemática.

Hoy en día la contaminación ambiental causada por las tenerías es un tema muy importante, ya que las iniciativas medio ambientales que están relacionas con las actividades de la industria del cuero, tienen que cumplir una normativa para afrontar los problemas de contaminación ambiental que están , por esta razón, en la actualidad se está investigando sobre cómo reducir la cantidad de sulfuro en los baños del pelambre, y sobre cómo poder recuperar el sulfuro para tratarlo antes de mezclarlo con las aguas residuales.

> **BARBIERI R. (2010): Crónica de una contaminación anunciada producida por las curtiembres". En un informe publicado por Greenpeace basado en un estudio de la UNEP (programa del cuidado del medio ambiente delas Naciones Unidas. p. 44**

UNEP. (1991): "Las curtiembres son un ejemplo de industrias con alto potencial de impacto ambiental y sobre la seguridad laboral."p.45

HUMAN Rights Watch. (1998): "Las curtidurías, que exportan cuero por valor de cientos de millones de dólares para productos de lujo alrededor del mundo, vierten sustancias contaminantes a las comunidades que las rodean." p12.

> **PEARSHOUS Richard. (1998): Las curtidurías inundan el medio ambiente con sustancias químicas dañinas, los residentes locales se enferman y los trabajadores sufren a diario a causa de la exposición a las sustancias químicas peligrosas de las curtidurías. p.18**

Esto es consecuencia principalmente del uso de compuestos químicos para el curtido, solventes, pigmentos, etc. Que suelen ser tóxicos y persistentes, y afectar la salud humana y el medio ambiente.

Los impactos incluyen efectos sobre las aguas donde se descargan los efluentes, el suelo, el agua subterránea, los sitios de disposición de los lodos de tratamiento y residuos sólidos, la calidad del aire y la salud humana.

Esta contaminación, ya se promulgó hace más de 20 años en La Haya, por parte de la Comunidad Económica Europea, invitando a los distintos profesionales a buscar tecnologías alternativas más limpias, dando origen al concepto de "Tecnologías Limpias "definidas como "Procesos nuevos o modificados que producen un nivel de contaminación y/o residuos significativamente menos, y/o consumen menos energía que los procesos convencionales".

> **DIARIO Hoy. (2006) publica: Reciclar el agua, utilizar químicos en concentraciones adecuadas son las recomendaciones. Se puede ahorrar hasta el 19 por ciento del volumen de agua. Las curtiembres sí pueden cuidar el ambiente. Es más barato evitar derramar agua con un bajo nivel de polución que tratar de limpiar una completamente contaminada.**

Las curtiembres pueden ahorrar en químicos, en el tiempo del procesamiento de pieles y el volumen de agua de todo el proceso. Las propuestas de nueva tecnología se concentran en aquellas con un bajo período de retorno de la inversión. Por ejemplo, para la contaminación orgánica se propone el reciclaje de los baños de pelambre. Esto implica una inversión de entre cinco y diez mil dólares. La recuperación del monto se realiza en un plazo de dos a cinco años; se ahorraría en agua y químicos como el sulfuro y cal. Un ejemplo de esto son las técnicas difundidas por la Corporación Oikos a 16 empresas de curtiembre de cueros ubicadas en Ambato-Tungurahua.

1.5.1 Efectos Sobre el Recurso Hídrico Superficial

Generalmente los efluentes de las curtiembres presentan variaciones de pH entre 2,5 y 12,0, estas variaciones afectan considerablemente la vida acuática de las corrientes receptoras.

La presencia de concentraciones altas de DBO y DQO en los cuerpos de agua genera desoxigenación del mismo, que es la causa de malos olores y de muerte de la fauna acuática.

Los efluentes de curtiembres descargados a una red de alcantarillado provocan incrustaciones de carbonato de calcio y gran deposición de sólidos en las tuberías. La presencia de sulfuros y sulfatos también acelera el deterioro de materiales de concreto o cemento.

Si la carga contaminante presenta sustancias tóxicas (cromo y sulfuro) y es conducida a una planta de tratamiento, puede interferir con el proceso biológico de la planta. En lugares donde no existen plantas de tratamiento, estos contaminantes afectan la calidad del cuerpo de agua receptor y causan su deterioro.

1.5.2 Efectos Sobre el Recurso Hídrico Subterráneo

La capacidad de degradación de las aguas subterráneas es menor que la delas aguas superficiales por condiciones hidráulicas y físico-químicas inherentes al suelo. Estas aguas se contaminan cuando las aguas residuales se filtran al suelo desde los tanques de almacenamiento, conductos de transporte de agua sin revestir o deteriorados o desde los mismos puntos de descarga, o cuando los efluentes vierten directamente al suelo.

Además de lo anterior, los efluentes de las curtiembres ocasionan salinidad en las aguas subterráneas debido a la alta concentración de cloruros, empleados en el proceso productivo para la conservación de las pieles.

En el caso de las aguas subterráneas, su contaminación es más problemática y persistente porque su autodepuración es lenta debido a que no presenta corrientes que le confieran una adecuada aireación. Los efluentes no tratados de las curtiembres ocasionan salinidad en las aguas subterráneas debido a la alta concentración de cloruros, sulfatos y cromo entre otros.

1.5.3 Efectos Sobre el Suelo

Aunque el suelo tiene cierta capacidad para neutralizar la carga contaminante recibida, los niveles de contaminación deben controlarse para evitar el daño de su estructura con la consecuente disminución de la producción agrícola y la aceleración de la erosión.

Todos los contaminantes de la producción de curtido, tienen un impacto sobre el suelo, pero los más importantes son el cromo, que puede alterar en algunos casos el crecimiento y desarrollo de los cultivos; y el sodio, que altera el índice de absorción de sodio. Los sustitutos del cromo como el titanio, circonio y el aluminio son también perjudiciales para el crecimiento vegetal.

1.5.4 Efectos Sobre el Aire

La descomposición de la materia orgánica, la emisión de sulfuro de las aguas residuales (especialmente del pelambre), las emisiones de amoníaco y vapores de solventes que provienen del desencalado y de la etapa de acabado, así como las carnazas y grasas del descarne, causan el característico mal olor de una curtiembre.

Por ello, la localización de este tipo de industria es motivo de controversias en muchas regiones del país y del mundo.

Las curtiembres también emiten contaminantes al aire como CO y CO2 mediante el uso de calderas y generadores eléctricos.

TABLA N° 6: CONTAMINANTES DE IMPORTANCIA EN LAS AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CURTIEMBRE

CONTAMINANTE	PARÁMETRO TÍPICO DE MEDIDA	IMPACTÓ AMBIENTAL
Materia orgánica biodegradable	DBO.DQO	Desoxigenación del agua generación de malos olores.
Materia suspendida	SST. SSV	Causa turbiedad y lodos en el agua.
Patógenos	CF	Hace al agua insegura para el consumo humano.
Amoniaco	NH. –N	Desoxigena el agua, es toxico para organismos acuáticos y estimulas el crecimiento de algas.
Fosforo	ORTOFOSFATOS	Estimula el crecimiento de algas.
Materiales tóxicos	CADA MATERIAL	Peligro para la vida en todas sus existencias.
Sales inorgánicas	SDT	Limita el uso para la agricultura y la industria.
Energía térmica	TEMPERATURA	Reduce la concentración de oxígeno en el agua.
Iones hidrógenos	PH	Riesgos potenciales para organismos acuáticos.

FUENTE: Cueronet

1.5.5 Daño a la Salud Causado por las Curtiembres

DR. LEE JONG-WOOK, 2011 dice que: "El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública" p. 21

> **LA AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA) DE LOS ESTADOS UNIDOS. (2001): Las aguas negras sin tratar llevan una peligrosa carga de bacterias infecciosas, virus, parásitos y sustancias químicas tóxicas, cuando termina en el agua que bebemos y usamos para fines recreativos, en los mantos freáticos y en los sótanos de nuestras casas, causa graves daños a la salud de los seres humanos y en el medio ambiente.**

> **TOXIC TANNERIES: "THE HEALTH REPERCUSSIONS OF LEATHER" (CURTIDURÍAS TÓXICAS). (2013): Las repercusiones para la salud del cuero documenta: las crisis de salud y seguridad entre los trabajadores de estos establecimientos, tanto hombres como mujeres, que incluye enfermedades cutáneas y respiratorias provocadas por la exposición a los productos químicos para curtir y amputaciones de extremidades provocadas por accidentes con maquinaría peligrosa.**

El riesgo para la salud se presenta por accidentes y manejo inadecuado de los insumos químicos que se emplean en el proceso de producción de cueros, así como por un mal manejo de los residuos al interior y fuera de la planta industrial. El sulfuro de sodio, las sales de cromo, las bases o álcalis, los ácidos, así como los solventes y pesticidas, son algunos de los insumos que pueden causar intoxicaciones o accidentes a los empleados expuestos a ellos.

Los residuos con sulfuro son potenciales formadores de gas sulfhídrico que muchas veces provocan desmayos y accidentes fatales durante la limpieza de canaletas y tanques recolectores de efluentes. Los gases o vapores de solventes en

la etapa de acabado son de alto riesgo sí son inhalados por largos periodos de tiempo.

El sulfuro, que se utiliza para eliminar el pelo o pelambre, cuando se transforma en ácido sulfhídrico es extremadamente nocivo para la salud. Bastan 20 - 50 ppm en el aire para causar un malestar agudo que conlleva a sofocación y a muerte por sobre exposición.

1.6. Normativa Vigente

La Constitución Política reconocida como la Suprema Ley, Carta Magna, Ley de Leyes o Ley Fundamental, es un sistema de normas, reglas y principios jurídicos universales que rige la organización y el funcionamiento del Estado y de la sociedad ecuatoriana.

Ecuador tiene una deuda muy alta en cuanto a los esfuerzos que se realizan para mejorar la calidad del agua, especialmente, del agua que se vierte de actividades industriales, domésticas y agropecuarias.

FOROS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, 2008 publica que: "Dentro de las políticas nacionales y locales, la contaminación de los Recursos Hídricos está dentro de las cenicientas."p8

Se conoce que hay leyes y reglamentos importantes, pero no pasa de ser articulo muerto de leyes archivadas.

La legislación el origen de las restricciones, o más bien de las pautas a seguir en la sostenibilidad del agua, es preceptivo hacer una breve introducción al marco legal de referencia.

Los tratamientos a los que se deben someter los efluentes tienen que garantizar la eliminación o recuperación del compuesto orgánico en el grado requerido por la legislación que regula el vertido del efluente o para garantizar las condiciones mínimas del proceso en el caso de reutilización o recirculación de la corriente para uso interno.

El nivel máximo admisible de contaminante puede conseguirse mediante la utilización de diversas técnicas tanto destructivas como no destructivas.

1.6.1 Constitución de la República del Ecuador

Que, los artículos 12, 313 y 318 de la Constitución de la República consagran el principio de que el agua es patrimonio nacional estratégico, de uso público, dominio inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos, reservando para el Estado el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

1.6.1.1 Ley Orgánica De Recursos Hídricos, Usos Y Aprovechamiento

a) Artículo 80.- Vertidos: Prohibiciones y Control

Se consideran como vertidos las descargas de aguas residuales que se realicen directa o indirectamente en el dominio hídrico público. Queda prohibido el vertido directo o indirecto de aguas o productos residuales, aguas servidas, sin tratamiento y lixiviados susceptibles de contaminar las aguas del dominio hídrico público.

b) Artículo 107.- Aprovechamiento Industrial

Para toda actividad industrial en la que se utilice agua de fuentes hídricas, se solicitará la autorización de aprovechamiento productivo a la Autoridad Única del Agua.

Las aguas destinadas para el aprovechamiento industrial, una vez utilizadas, serán descargadas por el usuario, previo su tratamiento, cumpliendo con los parámetros técnicos que dicte la Autoridad Ambiental Nacional.

1.6.1.2 Leyes Ordinarias

a) Código de la Salud

Art. 103.- Se prohíbe a toda persona, natural o jurídica, descargar o depositar aguas servidas y residuales, sin el tratamiento apropiado, conforme lo disponga en el reglamento correspondiente, en ríos, mares, canales, quebradas, lagunas, lagos y otros sitios similares. Se prohíbe también su uso en la cría de animales o actividades agropecuarias.

Art. 104.- Todo establecimiento industrial, comercial o de servicios, tiene la obligación de instalar sistemas de tratamiento de aguas contaminadas y de residuos tóxicos que se produzcan por efecto de sus actividades.

b) Código Penal

Los jueces penales que conozcan las causas de delitos ambientales pueden ordenar cautelarmente la suspensión inmediata de la actividad contaminante, así como la clausura definitiva o temporal del establecimiento que genera las acciones delictivas, sin perjuicio de lo que pueda ordenar la autoridad competente en materia ambiental.

Art. 437 A Quien, fuera de los casos permitidos por la ley, produzca, introduzca, deposite, comercialice, tenga en posesión, o use desechos tóxicos peligrosos, sustancias radioactivas, u otras similares que por sus características constituyan peligro para la salud humana o degraden y contaminen el «medio« «ambiente«, serán sancionados con prisión de dos a cuatro años. Igual pena se aplicará a quien produzca, tenga en posesión, comercialice, introduzca armas químicas o biológicas.

Art. 437 B El que infringiera las normas sobre protección del «ambiente«, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiere causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido.

Art. 437 C La pena será de tres a cinco años de prisión, cuando:

- Los actos previstos en el artículo anterior ocasionen daños a la salud de las personas o a sus bienes.

- El perjuicio o alteración ocasionados tengan carácter irreversible.

- El acto sea parte de actividades desarrolladas clandestinamente por su autor.

- Los actos contaminantes afecten gravemente recursos naturales necesarios para la actividad económica.

Art. 437 D Si a consecuencia de la actividad contaminante se produce la muerte de una persona, se aplicará la pena prevista para el homicidio inintencional, si el hecho, no constituye un delito más grave. En caso de que a consecuencia de la

actividad contaminante se produzcan lesiones, impondrá las penas previstas en los artículos 463 a 467 del Código Penal.

Art. 437 E Se aplicará la pena de uno a tres años de prisión, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido, al funcionario o empleado público que actuando por sí mismo o como miembro de un cuerpo colegiado, autorice o permita, contra derecho, que se viertan residuos contaminantes de cualquier clase por encima de los límites fijados de conformidad con la ley; así como el funcionario o empleado cuyo informe u opinión haya conducido al mismo resultado.

Art. 437 K El juez penal podrá ordenar, como medida cautelar, la suspensión inmediata de la actividad contaminante, así como la clausura definitiva o temporal del establecimiento de que se trate, sin perjuicio de lo que pueda ordenar la autoridad competente en materia ambiental."
(L 99-49. Registro Oficial No. 2 / 25 de enero de 2000).

1.6.1.3 Texto Unificado de la Legislación Segundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

Publicada el 31 de Marzo del 2003, Mediante Decreto Ejecutivo Nº 3516 (TULSMA), establece los principios y directrices de política ambiental, determinando las obligaciones, responsabilidades niveles de participación de los sectores públicos y privado de la gestión ambiental y señalando los límites permisibles, controles sanciones en esta materia. Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes.

TABLA N° 7: TABLA 12 LÍMITES PERMISIBLES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Parámetros	**Expresado Como**	**Unidad**	**Límite Máximo Permisible**
Nitrógeno total.	N	mg/l	15
Órganos Clorados Totales	Concentración de órgano clorado totales	mg/l	0,05
Órgano Fosforados Totales	Concentración de órgano fosforado totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	mg/l	5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		mg/l	1,0
Sólidos Suspendidos totales		mg/l	100
Sólidos Totales		mg/l	1600
Sulfatos	$SO_4^=$	mg/l	1000
Sulfitos	SO_3	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		≤35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	$D.B.O_5$	mg/l	100
Demanda Química de Oxigeno	D.Q.O	mg/l	250
Cromo Hexavalente	Cr^{+6}	mg/l	0,5
Materia Flotante	**Visible**		**Ausencia**

FUENTE: Libro VI Anexo 1, TULSMA

1.6.1.4 Decreto Ejecutivo 2393 Sobre el Reglamento de Seguridad y Seguridad de los Trabajadores y el Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo

Establece las disposiciones que se aplicaran a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos de trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

1.6.1.5 Políticas Básicas Ambientales del Ecuador

Emitida mediante Decreto Ejecutivo 1802 del 7de julio de 1994, Registro Oficial N º 456 en el inciso 15 establece que es responsabilidad del Estado Ecuatoriano, sin perjuicio de atender todos los asuntos relativos a la gestión ambiental en el país, dar prioridad al tratamiento y solución de los siguientes aspectos reconocidos como problemas ambientales prioritarios al país:

- La contaminación creciente de aire, agua y suelo.

- La generación y manejo deficiente de desechos, incluyendo, los tóxicos y peligrosos.

1.6.1.6 Ordenanza Municipal del Cantón Ambato

a) Titulo Capítulo I de la Contaminación al Agua

Art. 53. Criterios generales de descarga de efluentes

Se descargarán los efluentes previamente tratados, tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua.

Los límites permisibles de descarga de los contaminantes en el cantón Ambato, tanto a un cuerpo de agua o receptor, sistema de alcantarillado, se establecerá en el respectivo reglamento.

En los casos en los que se concedan derechos de aprovechamiento de aguas con fines múltiples, los criterios de calidad para el uso de aguas, corresponderán a los valores más restrictivos para cada referencia.

b) Titulo Capítulo II de las Descargas de los Efluentes

Art. 55.- La presente ordenanza determina los parámetros de descarga, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua.

Art. 57.- Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias yaguas subterráneas.

Art. 58.- Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta ordenanza, deberán ser tratadas, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.

Art. 60.- Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos - sólidos-semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.

Art. 61.- Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, o hacia un cuerpo de agua, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

1.7. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

1.7.1 Definición

Es una instalación donde a las Aguas Residuales se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o por su reúso en otras actividades de nuestra vida cotidiana con excepción del consumo humano (no para ingerir o aseo personal).

ANDREOZZI, 1999 dice que: "La aplicación de un método u otro depende fundamentalmente de la concentración del contaminante y del caudal de efluente."p.12

Una planta de tratamiento de aguas residuales se diseña para retirar de las aguas la cantidad suficiente de sólidos orgánicos e inorgánicos que permitan su disposición, sin infringir los objetivos propuestos.

Los diversos procesos que se usan para el tratamiento de aguas residuales siguen estrechamente los lineamientos de los de auto purificación de una corriente contaminada, los dispositivos para el tratamiento solamente localizan y limitan estos procesos a una área adecuada, restringida y controlada, y proporcionan las condiciones favorables para la aceleración de las reacciones físicas y bioquímicas.

El grado hasta el cual sea necesario llevar un tratamiento determinado varía mucho de un lugar a otro. Existen tres factores básicos determinantes.

- Las características y la cantidad de sólidos acarreadas por las aguas residuales.

- Los objetivos que se propongan en el tratamiento.

- La capacidad o aptitud que tenga el terreno, para verificar el auto purificación o dilución necesaria de los sólidos de las aguas residuales sin violar los objetivos propuestos.

Determinadas técnicas, como la incineración y algunos tratamientos de oxidación, son utilizables sólo cuando la concentración de compuestos orgánicos es elevada, mientras que otras, como la adsorción y los procesos de oxidación avanzada, son útiles en efluentes con baja concentración de contaminante.

El adecuado tratamiento de aguas residuales industriales y su posterior reutilización para múltiples usos contribuye a un consumo sostenible del agua y a la regeneración ambiental del dominio público hidráulico y marítimo y de sus ecosistemas. Sin olvidar que el agua de calidad es una materia prima crítica para la industria. La comunidad internacional ha reconocido en múltiples foros el importante papel que juega el agua en un sistema sostenible de desarrollo industrial a largo plazo.

TALBOT De Urbana, A.N (LLLINOIS). (1887) “Le coloco bafles al antiguo pozo séptico” p.16

IMHOFF Kart. (1905) “Un ingeniero alemán separo las dos fases del proceso sedimentación y digestión dándole así su propio nombre a este proceso” p. 20

El tratamiento de las aguas servidas, también constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, puesto que la volcadura de aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor, es una fuente de contaminación.

El desarrollo y el crecimiento de la población humana vinieron con su carga de desechos. En principio los ríos tenían la capacidad de absorber las cargas contaminadas sin que las disminuciones de los niveles de oxígeno estuvieran por debajo de los mínimos permisibles para afectar la vida acuática.

1.8. Tratamiento de las Aguas Residuales

1.8.1 Definición

El tratamiento de aguas es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

> **HILLEBOE Hernán, M. D. (1964): El tratamiento de las aguas es un proceso por el cual los sólidos que el líquido contiene son separados parcialmente, haciendo q el resto de los sólidos orgánicos complejos muy putrescibles queden convertidos en sólidos minerales o en sólidos orgánicos relativamente estables. p.14.**

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.

La magnitud de este cambio depende del proceso de tratamiento empleado, una vez completado todo el proceso de tratamiento es aun necesario disponer de, los líquidos y los sólidos que se haya separado.

El tratamiento de las aguas residuales es una práctica que, si bien se lleva realizando desde la antigüedad, hoy por hoy resulta algo fundamental para mantener nuestra calidad de vida. Son muchas las técnicas de tratamiento con larga tradición y, evidentemente, se ha mejorado mucho en el conocimiento y diseño de las mismas a lo largo de los años.

1.8.2 Necesidad de Tratar las Aguas Residuales

HILLEBOE Hernán, M. D. (1964): "El problema de disponer de las aguas residuales fue imponiéndose debido al uso del agua para recoger y arrastrar los productos de desechos de la vida humana, actividades industriales." p.12

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.

El tratamiento de las aguas residuales ha sido una de las consecuencias del desarrollo de la civilización y que caracteriza por el aumento de la densidad demográfica y expansión industrial, las razones que justifican el tratamiento de las aguas residuales pueden ser resumidas en cuatro puntos importantes como son higiénicas o de salud pública, económicas, estéticas pero lo más es por razones legales)

Antes de estos, los volúmenes de desechos, sin que el agua sirviese de vehículo, era muy pequeño y su eliminación se limitaba, solo se conocía que el primer método consistía en dejar los desechos sobre la superficie de la tierra, en donde eran degradados por las bacterias.

Con el desarrollo de los suministros del agua a las poblaciones y el uso del agua para arrastrar o transportar los desechos caseros, industriales o de uso doméstico, se hizo necesidad encontrar métodos para disponer no solamente para los desechos mismos, sino para el agua portadora. Los objetivos que hay que tomara en consideración en el tratamiento de las aguas residuales incluyen:

La conservación de las fuentes de abastecimiento aguas para el uso doméstico, la prevención de enfermedades, la prevención de molestias a las poblaciones, el mantenimiento de agua limpia para el baño y otros propósitos recreativos,

mantener limpias las aguas que se usan para la propagación y supervivencia de la vida acuática, la prevención del azolve de los canales navegables.

1.8.3 Método de Tratamiento de las Aguas Residuales

BARNES GEORGE E. (1996): "Las aguas negras de una comunidad no pueden cambiarse a voluntad; constituye un producto de la vida comunal fuera de control." p.13

El ingeniero que afronta el problema de la disposición de los desperdicios de cualquier industria no puede dar por asentado nada ni apoyarse siempre en la práctica ya conocida. Debe considerar en detalle tres aspectos correlativos del problema, que son:

Es conveniente tratar los desechos, como existe o han de existir según los procesos o actividades proyectados por la industria.

Sería conveniente exigir algunos cambios en los procesos de modo que, sin afectar ni a la calidad ni a la eficiencia de los métodos de producción, resultaren desechos menos difíciles o costosos de tratar.

Sería posibles materiales de valor, o fabricarlas de los desechos, para derivarla así algún provecho de los desperdicios antes desechados o por desecharse, para eliminar la polución o eliminar.

La materia en suspensión puede ser de muy diversa índole, desde partículas de varios centímetros y muy densas (normalmente inorgánicas), hasta suspensiones coloidales muy estables. (Normalmente de naturaleza orgánica).

También la concentración de los mismos, tanto en el agua a tratar como en el agua una vez tratada, juega un papel fundamental a la hora de la elección del tratamiento más conveniente.

A continuación se describen las operaciones unitarias más habituales. La utilización de una u otra es función de las características de las partículas (tamaño, densidad, forma, etc.) Así como de la concentración de las mismas.

1.8.3.1 Desbaste

Es una operación en la que se trata de eliminar sólidos de mayor tamaño que el que habitualmente tienen las partículas que arrastran las aguas. El objetivo es eliminarlos y evitar que dañen equipos posteriores del resto de tratamientos. Suele ser un tratamiento previo a cualquier otro.

1.8.3.2 Rejillas finas

Con las rejillas finas o cedazos, se logra extraer de cualquier suspensión cuantos solidos se pueda, por métodos mecánicos. Consta de chapas ranuradas que, corrientemente, se hacen en forma de cilindro o disco, según el tipo.

Las rejillas finas se usan con mayor frecuencia en ciertas industrias, cuyos desperdicios, llevando por las aguas servidas, muestran un alta carga de sólidos, ya sedimentables o nadantes. Así, bien sea para el recobro de tales solidos o para su disposición en cualquier forma, se ve la importancia de las rejillas finas en muchas industria.

1.8.3.3 Tamices

Consiste en una filtración sobre soporte delgado, y sus objetivos son los mismos que se pretenden con el desbaste, es decir, la eliminación de materia que por su tamaño pueda interferir en los tratamientos posteriores. Según las dimensiones de los orificios de paso del tamiz, se distingue entre:

a) Macro Tamizado

Se hace sobre chapa perforada o enrejado metálico con paso superior a 0,2 mm. Se utilizan para retener materias en suspensión, flotantes o semi flotantes, residuos vegetales o animales, ramas, granos de tamaño entre 0,2 y varios milímetros.

b) Micro Tamizado

Hecho sobre tela metálica o plástica de malla inferior a 100 micras. Se usa para eliminar materias en suspensión muy pequeñas contenidas en el agua de abastecimiento (Plancton) o en aguas residuales pretratadas. Los tamices se incluirán en el pretratamiento de una estación depuradora en casos especiales:

Cuando las aguas residuales brutas llevan cantidades excepcionales de sólidos en suspensión, flotantes o residuos.

Cuando existen vertidos industriales importantes provenientes principalmente del sector alimentario (residuos vegetales, de matadero, semillas, textiles, etc.).

Los tamices suelen ir precedidos por un desbaste de paso entre barrotes de 10-50 mm.Según el paso de malla del tamiz.

1.8.3.4 Trampas de Grasas

Las trampas de grasa son un sistema totalmente diseñado y construido para separar las grasas y aceites de las aguas residuales. Dichas grasas y aceites así separados quedan atrapados dentro de un tanque de acero inoxidable dejando pasar por el sistema el agua clarificada que va a la alcantarilla. Se puede emplear las trampas en aplicaciones muy variadas, que van desde las operaciones en restaurantes y de procesado de alimentos hasta numerosos y diferentes tipos de aplicaciones industriales.

A medida que el agua del drenaje, que contiene grasa y aceites, entra en el sistema, las grasas y aceites más livianos se separan inmediatamente y quedan suspendidas sobre el agua, el agua limpia, más pesada, sale por debajo del deflector de la salida. Los coladores separan todos los restos de alimentos o desechos sólidos que contiene el agua de drenaje que entra la trampa y los detienen en el área de retención de sólidos.

BARNES, UTEHA. (1996): "Las trampas de grasa tienen también la ventaja de rebajar la Demanda Biológica de Oxigeno (DBO), al igual que la Demanda química de Oxigeno (DQO), Sólidos suspendidos (S.S.), Grasas y Aceites." p.11

1.8.3.5 Sedimentación

Operación física en la que se aprovecha la fuerza de la gravedad que hace que una partícula más densa que el agua tenga una trayectoria descendente, depositándose en él, esta operación será más eficaz cuanto mayor sea el tamaño y la densidad de las partículas a separar del agua, es decir, cuanto mayor sea su velocidad de sedimentación, siendo el principal parámetro de diseño para estos equipos esta operación de sedimentación se le suele denominar también decantación.

1.8.3.6 Filtración

La filtración es una operación en la que se hace pasar el agua a través de un medio poroso, con el objetivo de retener la mayor cantidad posible de materia en suspensión, el medio poroso tradicionalmente utilizado es un lecho de arena, de altura variable, dispuesta en distintas capas de distinto tamaño de partícula, siendo la superior la más pequeña y de entre 0.15 y 0.3mm. Es una operación muy utilizada en el tratamiento de aguas potables, así como en el tratamiento de aguas para reutilización, para eliminar la materia en suspensión que no se ha eliminado en anteriores operaciones sedimentación). En aguas industriales hay más variedad en cuanto al material filtrante utilizado, siendo habitual el uso de tierra de diatomeas. También es habitual, para mejorar la eficacia, realizar una coagulación-floculación previa.

Hay muchas maneras de clasificar los sistemas de filtración: Por gravedad o a presión, lenta o rápida.

1.8.3.7 Filtración por Gravedad

El agua circula verticalmente y en descenso a través del filtro por simple gravedad. Dentro de este tipo, podemos hablar de dos formas de operar, que nos lleva a tener una filtración lenta, apenas utilizados actualmente, o una filtración rápida. El mecanismo de la separación de sólidos es una combinación de asentamiento, retención, adhesión y atracción, por lo que se eliminan partículas mucho menores que el espacio intersticial. Es un sistema muy utilizado en tratamiento para aguas residuales.

1.8.3.8 Coagulación

El objetivo principal de la coagulación es desestabilizar las partículas coloidales que se encuentran en suspensión, para favorecer su aglomeración; en

consecuencia se eliminan las materias en suspensión estables; la coagulación no solo elimina la turbiedad sino también la concentración de las materias orgánicas y los microorganismos.

La coagulación es el tratamiento más eficaz pero también es el que representa un gasto elevado cuando se emplea este método.

1.8.3.9 Floculación

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.

Estos flóculos inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimenta, la floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los flóculos; un mezclado demasiado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. La floculación no solo incrementa el tamaño de las partículas del flóculo, sino que también aumenta su peso.

a) Floculantes

Los floculantes son polímeros o polielectrolitos con pesos moleculares muy elevados moléculas orgánicas solubles en agua formadas por bloques denominados monómeros, repetidos en cadenas larga.

1.8.3.10 Descomposición Aérobica y Anaeróbica

Existen también dos medios para descomponer el contenido orgánico de ciertas aguas industriales, donde las bacterias es capaz de utilizar el oxígeno libre en los

procesos de su vida, se llaman descomposición aérobica, donde las bacterias deben extraer el oxígeno de los compuestos, pues no hay oxigeno libre se llama anaeróbicas. En un ambiente favorable dado puede aprovecharse a voluntad uno u otro método, y ambos son útiles.

BARNES UTEHA. (1967): La práctica del saneamiento de las aguas industriales no deben de ser fijas y sin desarrollo, tender avanzar en el campo de la investigación para el logro de nuevos métodos, aún más sencillos y económicos. p.17

CAPITULO II

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Descripción del Área de Estudio

La empresa "CURTIPIEL MARTINEZ", se asienta en una superficie de terreno de área de 10.000 m^2, donde se encuentra implantada todas sus instalaciones, maquinaria y equipo operativo con las que se ejecutan los diferentes procesos de producción, sobre los cuales se desarrollará el presente estudio, con fin de optimizar y descontaminar el recurso agua.

En este lugar las pieles utilizan como materia prima para la producción del cuero, que obtienen de los diferentes camales de reses que operan a nivel local y nacional.

Realizan las actividades productivas de Recepción de pieles; pelambre; curtido y clasificado; escurrido y secado; recortado y clasificado; medición y embalaje, con la finalidad de obtener el producto de la manera más óptima.

2.1.1 Ubicación

La empresa "CURTIPIEL MARTINEZ" está ubicada en la parroquia Izamba, cantón Ambato, provincia de Tungurahua en el kilómetro 4 ½, en la carretera

Panamericana norte vía a Quito, está situada dentro de una zona rural en vías de desarrollo.

a) Coordenadas geográficas

- **Latitud**

  9869252 N coordenada UTM

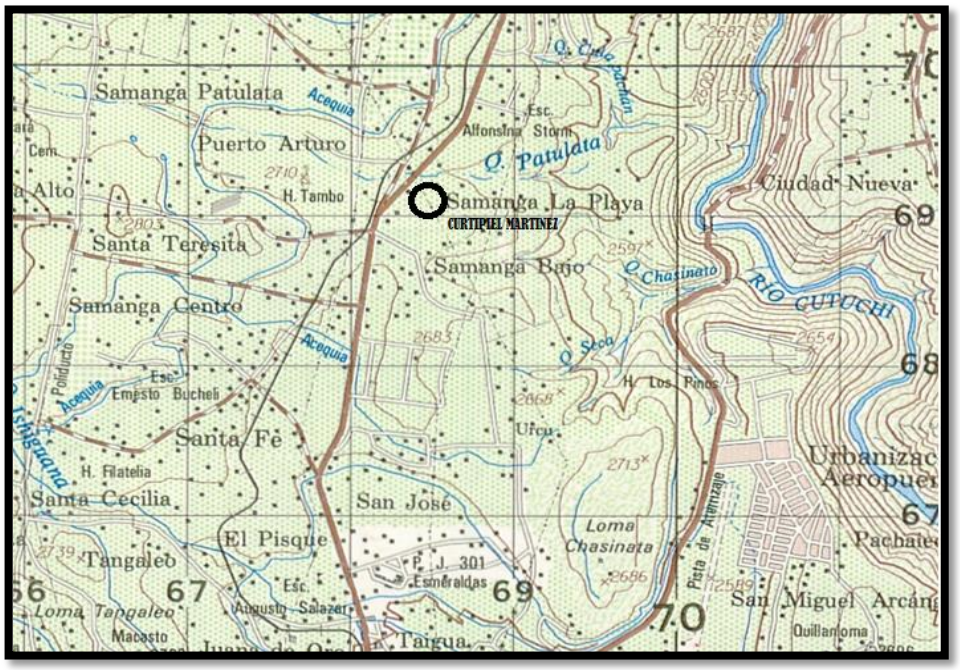
- **Longitud**

  768516 W coordenadas UTM

- **Altitud**

  2.711 metros sobre el nivel del mar.

GRÁFICO N° 5: UBICACIÓN DE LA EMPRESA "CURTIPIEL MARTINEZ" EN LA CARTA TOPOGRÁFICA



FUENTE: Carta topográfica IGM

2.1.2 Antecedentes

La industria "CURTIPIEL MARTINEZ" es una industria ecuatoriana, dedicada al proceso de producción y comercialización de cuero en wet blue, para la exportación a nivel nacional e internacional, desde hace aproximadamente 13 años.

Mensualmente procesan, aproximadamente 1200 pieles para la producción de cuero, en esta planta se encuentran 18 operadores y 7 administrativos, en su mayoría el personal que trabaja en esta empresa es de la zona donde se encuentra la curtiduría.

2.1.2.1 Equipos y Maquinaria con las que Cuenta la Empresa

Cuenta con maquinaria y equipos de alta tecnología, para la producción en la etapa del pelambre, por las exigencias que obliga el comercio del cuero en la actualidad, a continuación se detalla cada una de ellas.

TABLA N° 8: EQUIPOS QUE POSEE LA EMPRESA

Equipos	Cantidad	Uso
Bombos.	8	Pelambre y curtido.
Balanza.	2	Pesar las pieles y los químicos.
Mesa de madera.	1	Para recortar las retazos del descarnado.
Separador de pelo.	1	Separa el pelo que es evacuado con el agua del pelambre.
Computadoras.	5	Uso de oficina administrativa.
Impresora.	2	Uso de oficina.
Caldero.		Generador de vapor.

FUENTE: El Autor

TABLA N° 9: MAQUINARIA EXISTENTE EN LA EMPRESA

Maquinaria	Cantidad	Uso
Descarnadora	1	Separa las grasas y venas de la piel.
Divididora	1	Rebaja el grosor o el calibre de las pieles.
Montacargas	2	Diferentes usos dentro de la empresa.

FUENTE: El Autor

2.1.2.2 Servicios Básicos

La empresa CURTIPIEL MARTINEZ, cuenta con todos los servicios básicos que se describen a continuación.

a) Agua Potable

Es adquirida de la red pública.

b) Agua de Riego

El dueño de la empresa, es usuario del canal de riego Latacunga –Salcedo – Ambato, que percibe 10 horas semanales de agua, con la que abastece su cisterna para sus procesos productivos, la adjudicación del uso del agua es con fines agroindustriales.

c) Luz eléctrica

Cuenta con el servicio eléctrico de la empresa pública, que es de importancia por la producción, ya que los fulones y toda la maquina a utilizar en los diferentes procesos funcionan con energía eléctrica.

d) Teléfono e internet

Este servicio también lo adquiere de la red pública, lo utilizan para su uso de trabajo en la empresa.

e) Alcantarillado

La empresa no cuenta con este servicio, sin embargo sus desperdicios domésticos son evacuados a un pozo séptico.

2.1.3.3 Límites

Limita con la quebrada Patulata, junto a la empresa se asientan viviendas que se dedican a la producción del cuero en forma artesanal.

2.1.2.4 Recursos Hídricos Existentes en la Zona

El principal cauce de agua natural superficial que pasa por cerca de la curtiembre es la quebrada Patulata, la misma que se ha visto significativamente afectada por las distintas actividades industriales y los asentamientos humanos que cada vez van en aumento.

2.2. Características del Medio Biótico

2.2.1 Ecosistema

En la actualidad el ecosistema se encuentra alterado por la presencia de factores antropogénicos como son las construcciones habitacionales, la explotación minera y la agricultura.

a) Flora

En esta zona se logró apreciar pocas especies, por encontrarse en un sitio urbano, las más representativas se describen a continuación.

TABLA N° 10: ESPECIES DE FLORA SILVESTRE DE LA ZONA

Nombre común	**Nombre científico**
Kicuyo	Pennisetum clandestinum
Chilca	Baccharis latifolia
Marco	Ambrosia arboresen
Tilo	Sambucusnigra
Eucalipto	Eucaliptus globulus

FUENTE: Especies botánicas de Latacunga

b) Fauna

No se evidencio la presencia de animales endémicos, principalmente por falta de vegetación y la circulación vehicular, generalmente en esta zona se encuentran potenciales vectores.

TABLA N° 11: ESPECIES DE FAUNA DE LA ZONA

Nombre común	**Nombre científico**
Perro	Canis lupus famiaris
Vaca	Bos Taurus
Rata	Ratus
Conejo	Oryctolagus cuniculos
Gato	feliz
Ratón campesino	Apodemus sylvaticus

FUENTE: Fauna en el Ecuador

2.3. Tipo de Investigación

Se realizó una investigación, revisando los antecedentes que al respecto se hallan hecho, se indagó sobre la problemática ambiental que tiene la localidad, y el impacto que encuentran en ella sus habitantes que se encuentran situadas alrededor de la empresa "Curtipiel Martínez" y la situación actual del cuerpo receptor de los efluentes resultantes de la actividad de la producción del Pelambre en el punto de la descarga y las condiciones ambientales antes de recoger las aguas residuales de esta empresa.

2.3.1 Investigación Descriptiva

Se especificó todas las operaciones y los procesos técnicos que emplean en la producción del proceso del pelambre y el sub- proceso, mediante un flujo grama, detallando desde el inicio, dónde se adquiere la materia prima y como entra a la línea de producción y se mencionó los efectos adversos que causan al ambiente y a la sociedad, la actividad de procesamiento de pieles y otras variables, fenómenos y hechos que pasan en esta fase de producción.

2.3.2 Investigación de Campo

Se trabajó en el ambiente natural, en donde las fuentes consultadas y los datos se obtuvieron en el área in situ, mediante un reconocimiento en la planta de producción, en un recorrido con el técnico de producción y con el gerente propietario que particularizaron cómo se encuentra instalada la planta de producción, además de esto recopilé datos en los puntos de muestreos que proporcioné muestras e informes exactos que me permitieron procesar toda la información en este estudio.

2.4. Métodos y Técnicas

2.4.1 Métodos

2.4.1.1 Método Inductivo

Establece reposiciones de carácter particular obtenidos en la investigación.

Este método utilicé en el primer y segundo capítulo de esta investigación, ya que permitió analizar casos, hechos y fenómenos particulares.

2.4.1.2 Método Deductivo

Este método apliqué en el primer y segundo capítulo ya que me permitió describir toda la investigación, acerca de las actividades de transformación de las pieles a cuero, estableciendo información que parte de lo general a acontecimientos, datos y fenómenos particulares que se enmarcan en este estudio.

2.4.2 Técnicas

2.4.2.1 Técnica de Observación

Mediante esta técnica logré observar, cada acontecimiento que influye directamente o indirectamente en esta investigación y los sucesos que acontecen, en este estudio.

2.4.2.2 Técnica Documental

Mediante esta técnica se detalló las características del lugar de estudio, enunciando las teorías que sustentan en el estudio de la investigación, la cual facilito el trabajo en donde se detalló toda la información que se logró tomar en el campo de estudio para plasmar en este documento.

2.4.2.3 Técnica de Muestreo

El valor de cualquier resultado de laboratorio, dependerá de la integridad de la muestra, el propósito de la muestra es recoger una porción de agua lo suficientemente representativa en volumen, para ser manejada convencionalmente en el laboratorio, debe recogerse en tal forma que no se agregue ni se pierda nada en la porción tomada y que no se produzca ningún cambio durante el tiempo que transcurra desde la recolección hasta el examen de laboratorio, si no se satisfacen estas condiciones, los resultados obtenidos en el laboratorio serán engañosos y de peores consecuencias que la falta de ellos.

El muestreo se realiza para conocer y controlar la calidad (física, química, bacteriológica y biológica) de aguas y suelos que son usadas por el hombre para diversas finalidades: abastecimiento, recreación, preservación, industria, cultivo y ganadería, el muestreo permite garantizar la representatividad con respecto al ítem muestreado.

El proceso del muestreo es un factor determinante en el análisis físico-químico-microbiológico de todas las matrices que puede limitar la exactitud de todo el proceso analítico; por lo cual se debe poner mucho interés y cuidado en la toma de muestras.

2.4.2.4 Muestreo de Aguas Residuales

Para la toma de muestras de agua residual hay que tener especial precaución en la recolección de estas muestras por su procedencia.

Seleccionar un sitio adecuado para la toma de muestra, por lo general debe elegirse antes de la descarga del agua hacia algún cuerpo de agua.

Tomar la muestra, tener especial cuidado con la contaminación que se pueda introducir al manipular el cuello y el tapón del envase, por lo tanto se debe sujetar el frasco por la base.

a) Muestreo en Corrientes de Agua Superficial

Seleccionar un sitio adecuado para la toma de muestra, para que la muestra sea representativa, el punto de muestreo no debe estar muy próximo a la orilla o excesivamente alejado en superficie o profundidad.

- Debemos tomar en cuenta los siguientes puntos para la recolección de las muestras.
- Tomar la muestra lejos de obstáculos naturales o artificiales evitando poner en suspensión los depósitos sedimentados.

- No recolectar hojas, ramas u otro tipo de sólidos que sean ajenos de la matriz.

- Considerar que la lámina de agua (altura) debe ser lo suficientemente alta para que pueda ingresar la boca del envase y que el mismo se pueda llenar.

- La persona que realiza el muestreo debe ubicarse de manera que no ponga en riesgo su seguridad, considerando las características del cuerpo de agua a muestrear.

2.5. Normativa a Utilizar en la Toma de Muestras

Se realizó en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176 1998 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo, mediante esta Norma se pudo definir el tipo de muestras y consideraciones a tomar en cuenta, en el momento de la recolección de las muestras.

También se utilizó la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2226:2012 Agua. Calidad Del Agua. Muestreo. Diseño de los Programas de Muestreo, en donde nos indica los factores a considerar en los canales, ríos y vertientes.

2.5.1 Plan Previo al Muestreo

El muestreo se planifico para dos días consecutivos, el primero fue en la bocatoma del canal de riego y el día siguiente dentro de la empresa en el albañar.

Los puntos de la toma de la primera muestra se lo realizó en el canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato, en las coordenadas geográficas siguientes:

- **Latitud**
  9869808 N

- **Longitud**
  768322 E

- **Altitud**
  2724 msnm.

GRÁFICO N° 6: UBICACIÓN DE LA TOMA DE MUESTRAS EN EL PRIMER PUNTO, EN LA CARTA TOPOGRÁFICA

FUENTE: Carta topográfica IGM

2.5.1.1 Características del Sitio del Primer Punto de Muestreo

El día 18 de Noviembre del 2013, se realizó la muestra en la mañana a las 06:30, con cielo nublado a una temperatura de 13°C, en el sitio de la bocatoma, del canal que conduce el agua hasta las instalaciones de la planta de producción.

El agua en el canal se encontraba ligeramente turbia y sin olor.

2.5.1.2 Características del Sitio del Segundo Punto de Muestreo

Al día siguiente 19 de Noviembre del 2013, la recolección se realizó en el vertedero de la descarga de agua residual del proceso del pelambre, las mismas que son evacuado al cuerpo receptor de agua, sin un previo tratamiento, esta

muestra se realizó en el interior de la planta de producción, en las coordenadas geográficas siguientes:

- **Latitud**
  9869222 N

- **Longitud**
  768416 E

- **Altitud**
  2707 msnm

Las aguas residuales que se evacuan del proceso del pelambre recorren por un canal revestido de concreto de 30 metros de largo, hasta llegar al vertedero, y luego se desplaza por una zona con vegetación de 20 metros y finalmente la descarga llega a la quebrada.

La muestra se recolecto el 19 de Noviembre del 2013, a las 06:45, en una mañana ligeramente nublada, a una temperatura ambiente 14°C.

2.5.1.3 Técnica de Recolección

La recolección de la muestra del agua proveniente del canal de regadío se lo realizó en la bocatoma del canal que conduce el agua hacia la empresa, se buscó un sitio alto al espejo de agua, una vez ubicada el lugar para la cogida de la muestra se procedió a entrar a la mitad de la acequia y luego esperar que se vaya los sólidos que se levantaron en el agua, para después sumergir el envase hasta que se llene y taparle sin levantar el recipiente del agua.

Para la recolección de la muestra del agua residual del pelambre se utilizó un envase de polietileno de 4000 ml de volumen, el mismo que se le agito con el agua residual a recolectar por tres veces.

Los envases se llenaron en su totalidad, y se entregaron bien tapados para que no existiera ningún derrame de las muestras.

2.5.1.4 Tipo de Muestra

Se tomaron muestras puntuales, las muestras tomadas fueron manuales.

2.5.1.5 Entrega de las Muestras al Laboratorio

Cada muestras se entregó con su debida identificación y especificando el lugar y la etapa de la que se tomó la muestra de agua residual en un cooler.

TABLA N° 12: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA LA RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	USO
Guantes de látex	Toma de muestras de agua, preservación de muestra
Botas de caucho, gafas de seguridad, máscara de gases.	Ingreso a acequia, lagos ríos.
Gorra, encauchado	Depende el clima.

FUENTE: El Autor

2.6. Resultados de los Análisis del Agua de Canal de Riego Latacunga, Salcedo, Ambato

TABLA N° 13: RESULTADO DE LABORATORIO DEL AGUA ANTES DEL PROCESO DE PELAMBRE

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	TULSMA LIBRO VI ANEXO VI, TABLA 12
PH	mg/L	7,86	5-9
Sólidos suspendidos	mg/L	95	100
Conductividad eléctrica	uS/cm	694	No aplica
Color real	U. Pt-Co	40	Inapreciable en dilución:1/20
Turbiedad	N.T.U	10.4	No aplica
Sólidos Totales	mg/L	457	1600
Sólidos Disueltos	mg/L	337	
Sólidos Suspensión	mg/L	120	100
Sólidos sedimentables	mg/L	2	1,0
Dureza Total	mg/L	212	No aplica
Hierro Total	mg/L	1.17	10.2
Sulfatos	mg/L	37	1000
Nitritos	mg/L	0.27	10
Nitratos	mg/L	4.8	10
Oxígeno disuelto	mg/L	6.1	No Aplica
D.B.O(5)	mg/L	102	100
D.Q.O	mg/L	215	250
T °C		13,9	No aplica
Salinidad		0,3	No aplica

FUENTE: Laboratorio Casa del Químico 2

2.6.1 Interpretación del Análisis Realizado al Agua Antes del Proceso del Pelambre

- Se determinó mediante el análisis realizado que el parámetro de sólido en suspensión sobrepasa el valor límite permisible de 100 mg/L.

- Se determinó mediante el análisis realizado que el parámetro de sólido sedimentables sobrepasa el valor límite permisible de 100 mg/L.

- El parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), sobrepasa los valores límites permisibles 100 mg/L.

- Los parámetros que no están en mención cumplen con los requerimientos que exige la Normativa Ambiental.

2.6.1.1 Medición de Parámetros In Situ en el Canal de Riego

Los siguientes parámetros fueron medidos in situ:

- Temperatura del agua.
- pH.
- Conductividad eléctrica.
- Salinidad.
- Solidos totales disueltos.

Para este cometido, se empleó un medidor impermeable HANNA serie HI 98130 de pH, CE/TDS, SAL y temperatura. El equipo fue previamente calibrado y empleado de acuerdo a las instrucciones de la guía operacional.

2.7. Resultados del Laboratorio Realizado al Agua Residual del Pelambre

TABLA N° 14: RESULTADO DEL LABORATORIO DEL AGUA RESIDUAL DEL PELAMBRE

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	TULSMAS LIBRO VI ANEXO VI, TABLA 12
PH	mg/L	7,4	5-9
Solidos suspendidos	mg/L	9240	100
Solidos sedimentables	mg/L	8,5	1,0
Oxígeno disuelto	mg/L	0	
D.B.O	mg/L	22550	100
D.Q.O	mg/L	31128	250
Sulfuros	mg/L	37,6	0,5

FUENTE: Laboratorio Casa del Químico 2

2.7.1 Interpretación del Análisis Realizado al Agua Residual Proveniente del Pelambre

Del análisis realizado al agua residual del proceso de pelambre se obtiene los siguientes resultados, los mismos que son comparados con la Normativa Ambiental Vigente, TULSMAS – LIBRO VI, Anexo VI, Tabla 12:

- El parámetro de sólidos suspendidos sobrepasa el valor límite permisible que es de 100 mg/L.

- El parámetro sólidos sedimentables sobrepasa el valor límite permisible que es de 1,00 mg/L.

- El parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), sobrepasa los valores límites permisibles 100 mg/L.

- El parámetro de Demanda Química de Oxígeno (DQO), sobrepasa los valores límites permisibles 250 mg/L.

- El parámetro de sulfuros sobrepasa los valores límites permisibles 0,5 mg/L.

Es innegable que las industrias dedicadas a la producción y elaboración del cuero, es la más contamínate a los cursos hídricos, en el lugar donde se encuentren estas empresas siempre evacuaran estos residuos líquidos y de una u otra forma llegara a un cuerpo de agua dulce, acabar con toda forma de vida que ahí se encuentre.

CAPITULO III

3. DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AGUA RESIDUAL DEL PROCESO DEL PELAMBRE EN LA CURTIEMBRE "CURTIPIEL MARTÍNEZ"

3.1. Diseñar la Planta de Tratamiento

Con los resultados de laboratorio obtenidos, del análisis realizado al agua residual del pelambre, se procedió al diseño de la planta de tratamiento, es aquí donde se dimensionara la infraestructura y los diferentes componentes, para la eficacia de la planta.

3.2. Objetivo del Diseño de la Planta de Tratamiento

Este capítulo tiene como objetivo diseñar la planta de tratamiento, con capacidad de 15,469 m^3/día, de agua residual, que es el volumen que está considerado como agua residual dentro del proceso de pelambre, de la industria del curtido.

De esta manera se logrará suministrar el agua que descarga de la planta, para la reutilización en los diferentes sub-procesos del pelambre, y de esta forma, reducir la degradación en los cursos hídricos y la contaminación al ambiente y las contrariedades a la sociedad, que han ocasionado durante muchos años.

3.3. Equipos y Maquinaria para el Tratamiento

3.3.1 Diseño del Canal

Como primer paso se diseñará el canal, con una eficiencia hidráulica que conducirá el caudal proveniente de las actividades del pelambre hacia la planta, esta tendrá una sección rectangular.

Para el cálculo del canal se debe tener en cuenta ciertos factores como son, tipo de material del cuerpo del canal, coeficiente de rugosidad, velocidad máxima y mínima permitidas, pendiente del canal, taludes.

Datos:

$b = Solera: 0.37cm$

$c = Calado: 0.30cm$

$AH = Área\ Hidráulica: ?$

$Q = Caudal: \frac{15.469m^3}{día} = 0.00179\frac{m^3}{s} = 1{,}79\ l/s$

Fórmula: (Ec. 1)

$$AH = b * c$$

Colocación de los datos

$$AH = 0{,}37m * 0{,}30m$$

$$AH = 0.11m^2$$

Adquirimos un área hidráulica de $0.11 m^2$.

Para calcular la velocidad se adoptó la ecuación de MANNING, que permite verificara la velocidad que se debe manejara dentro del canal.

Se conseguirá el perímetro mojado.

Fórmula: (Ec. 2)

$$V = \frac{1}{n} * R\,{}^{2}/_{3} * \iota 1/2$$

Dónde:

$V = Velocidad$:?

$R = Radio\ Hidráulico \rightarrow R = \frac{AH}{X}$

$X = Perímetro\ mojado$: ?

$\iota = Pendiente\ longitudinal\ del\ canal\ existente$: $3\%o = 0.003$

$n = Coeficiente\ de\ rugosidad\ de\ MANNING$: 0.016 Hormigón Nuevo

Colocación de los datos:

$X = h + b + h$

$X = (0.30 + 0.37 + 0.30)m$

$X = 0.97m$

Como resultado del perímetro mojado tenemos 0.97m.

Subsiguientemente calcularemos el radio hidráulico.

Fórmula: (Ec. 3)

$$R = \frac{AH}{X}$$

$$R = \frac{0.11m^2}{0.97m}$$

$$R = 0.11m$$

Con los datos obtenidos se aplicara la ecuación para el cálculo de la velocidad.

$$v = \frac{1}{0.016} * 0.11m^{\,2}/_{3} * 0.003^{\,1}/_{2}$$

$$v = 62.5 * 0.22m * 0.054$$

$$v = 0.74\ m/s$$

Una vez que se ha obtenido los datos necesarios, se procedió a calcular el caudal que transportará el canal existente.

Fórmula: (Ec. 4)

$$Q = AH * V$$
$$Q = 0.11m^2 * 0.74\ m/s$$
$$Q = 0.0814\ m^3/s$$

Caudal calculado ***mayor*** para el caudal existente, el canal es eficiente para recoger el agua residual que resulta de las actividades de producción.

3.3.2 Rejillas Finas

En los resultados del análisis de laboratorio se puede identificar, que los sólidos sedimentables, sobrepasan los límites permisibles, para esto se diseñará unas rejillas finas, que logrará retener la mayor cantidad de solidos gruesos, como son las hilachas, pedazos de carnaza, que son evacuados junto con el agua residual.

La rejilla consta de una parrilla de barras redondas, formado por elementos rectos y planos, que se colocará a un ángulo de inclinación de 30° de la vertical a través del canal de efluente, las mismas que serán limpiadas manualmente.

Para esto se realizó el cálculo del ancho y profundidad en la zona de la rejilla.

Fórmula: (Ec. 5)

$$P = Q * \frac{B + L}{\left(1 - \frac{30}{100}\right) * Vp * L * BR}$$

Dónde:

$Q = 0.179 m^3/s$
$BR = Ancho\ del\ canal\ 0.37m$
$L = Luz\ espacio\ entre\ barrotes\ 0.08m$
$B = Ancho\ de\ barrotes\ 0.06m$
$G = Grado\ de\ colmatación\ 30\%$
$Vp = Velocidad\ de\ paso\ en\ la\ rejilla\ 1.1\ m/s$
$P = Profundidad\ en\ la\ zona\ de\ la\ rejilla\ (m): ?$
$AR = Área\ util\ del\ canal\ =?$

Colocación de los datos.

$$P = 0.179\ m^3/s * \frac{0{,}06m + 0.08m}{\left(1 - \frac{30}{100}\right) * 1{,}1m/s * 0.08m * 0{,}37m}$$

$P = 1.13m$

La profundidad en la zona de la rejilla será de 1.13 m.

Seguido de este valor se calcula el área útil del canal en la zona de la rejilla.

Fórmula: (Ec. 6)

$$AR = BR * \frac{L}{L+B} * (1 - \frac{\mathrm{G}}{100})$$

Colocación de datos.

$$AR = 0.37m * \frac{0.08m}{0.08m + 0.06m} * (1 - \frac{30}{100})$$

$$AR = 0.15m^2$$

El área útil para la zona de la rejilla será de 0.15m^2, a partir de este valor se calculara el número de barrotes.

Fórmula: (Ec. 7)

$$N = \frac{Br - L}{B + L}$$

Colocación de los datos.

$$\mathrm{N} = \frac{0.37m - 0.08m}{0.06m + 0.08m}$$

$$N = 2$$

El número total de barrotes que se necesita es de 2 barrotes.

3.3.3 Tamiz

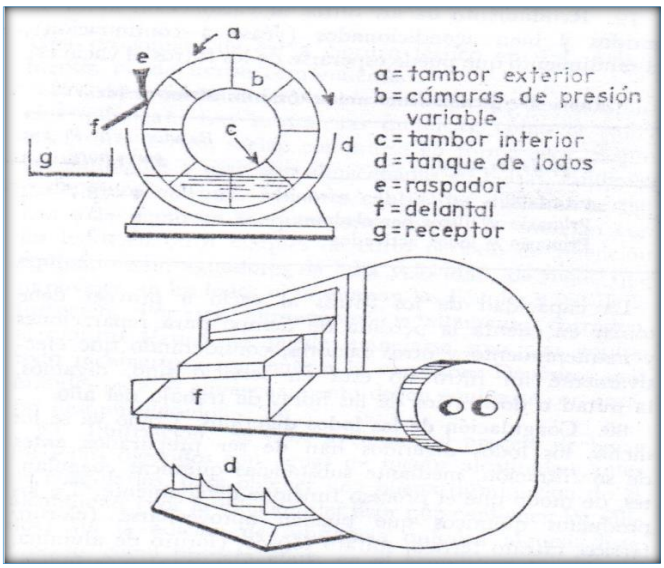
Por la gran cantidad de sólidos sedimentables, como es el pelo efecto de las pieles procesadas, la propuesta será de un tamiz industrial, que ayude a la retención de

los sólidos pequeños, de esta forma se lograra separar el pelo, que es arrastrado con el agua residual, y materia orgánica que franqueen de las rejillas.

El tambor mayor tiene una superficie de malla metálica, formando un armazón que sostiene la tela filtrante.

El tambor interior se hace impermeable y el espacio entre los dos tambores está dividido en compartimentos, estas cámaras son independientemente conectadas a las tuberías que proveen las presiones positivas o negativas necesarias, el dispositivo se hace girar a velocidades bajas y se establece un vacío en las cámaras, los sólidos se desprenden del tamiz de forma automática y el agua retorna a su colector.

GRÁFICO N° 7: TAMIZ PARA AGUA RESIDUAL



FUENTE: UTHA N° 337/ Aguas Negras y Desechos Industriales

3.3.4 Decantador de Doble Acción

El decantador tiene por objeto mantener el agua residual firme, bajo condiciones anaerobias, por un periodo de 4 a 6 horas, durante este tiempo se efectúa una gran eliminación de solidos sedimentables, mediante este sistema las partículas

resbalan por la pendiente hacia el fondo del decantador, mientras que el agua sigue una trayectoria ascendente hacia la superficie superior del decantador, y mediante un recogedor vertedero ubicado en la parte superior del decantador se evacúa el agua por tubería al siguiente colector.

Subsiguientemente en el decantador recolector de agua se removerá el líquido por fuerza motriz, para su recuperación de la DBO, que se disminuye durante el fenómeno de sedimentación en el primer decantador, y a su vez con la remoción también se tratara el agua que se encuentra alto en sulfuros para convertir en sulfatos, junto a este tratamiento se propone el agregado de Bio-car o carbón activado, las mismas que describen de una familia altamente adsorbentes y una porosidad interna altamente desarrollada, con la ayuda de esta tecnología se lograra retener en cierto porcentaje los sólidos que resten de la primera etapa.

3.3.4.1 Cálculo del Volumen del Decantador.

Para el cálculo del volumen se aplicara la fórmula del cono trunco.

Fórmula: (Ec. 8)

$$V = \frac{\pi}{12} \times h(D^2 + D.d + d^2)$$

Datos:

$V = ?$
$\pi = 3.14$
$h = 2.5m$
$D = 3.8m\ Díametro\ mayor$
$d = 1.8m\ Díametro\ menor$
$12 = Constante$

Colocación de datos

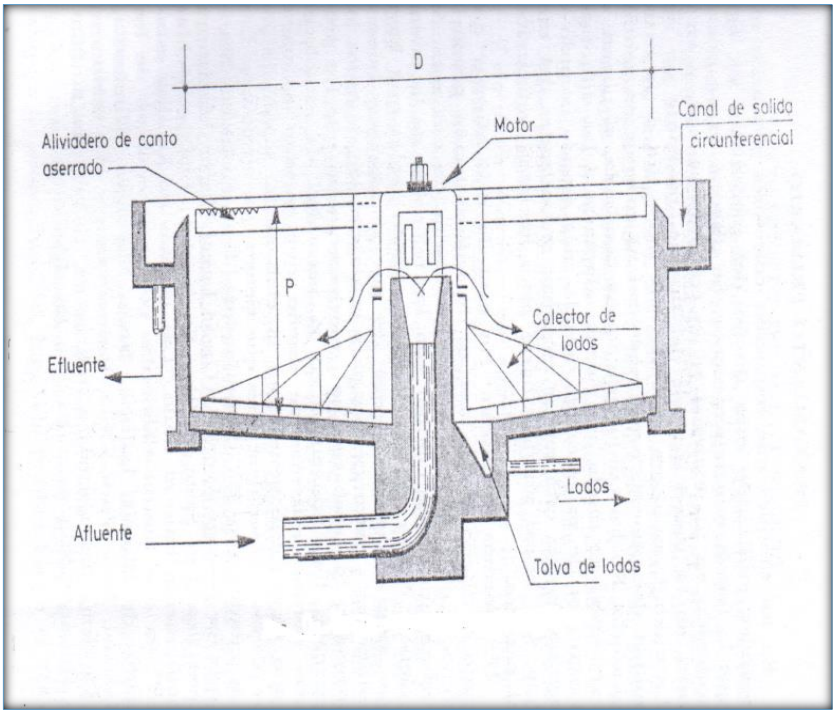
$V = 0.26 \times 2.5\text{m}(3.8^2 m(3.8 \times 1.8)1.8^2 m)$

$V = 0.65m\ (24.4m^2)$

$V = 15.860m^3$

El volumen del decantador es de 15.860m^3/día y el agua residual que genera la producción del pelambre es de 15,469m^3/día, cumple por que el volumen del decantador es mayor.

GRÁFICO N° 8: DECANTADOR DE DOBLE ACCIÓN



FUENTE: UTHA N° 337/ Aguas Negras y Desechos Industriales.

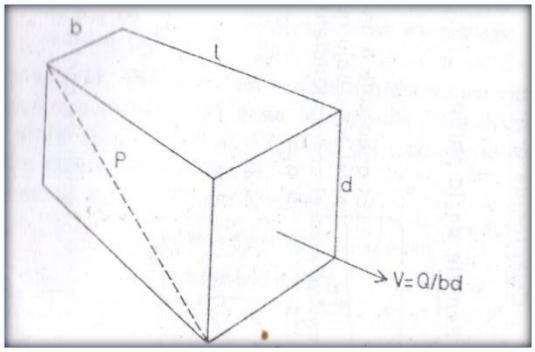
3.3.5 Sedimentación

El proceso de sedimentación depende de factores tales como la gravedad especifica de la materia, la viscosidad del líquido (que depende de la temperatura) y de las dimensiones superficiales y de la inclinación del cono del decantador,

puesto que el fenómeno de sedimentación es sensible a cualquier cambio pequeño que ocurra en las condiciones ambientales.

El sedimentador tiene por objeto separa el agua de las partículas inferiores a 0,2 mm y superiores a 0.05 mm, además de lo mostrado, el método de sedimentación es el más usual en el tratamiento primario de las aguas residuales industriales, cual sean estas de la industria que provengan.

GRÁFICO N° 9: PRISMA DE SEDIMENTACIÓN



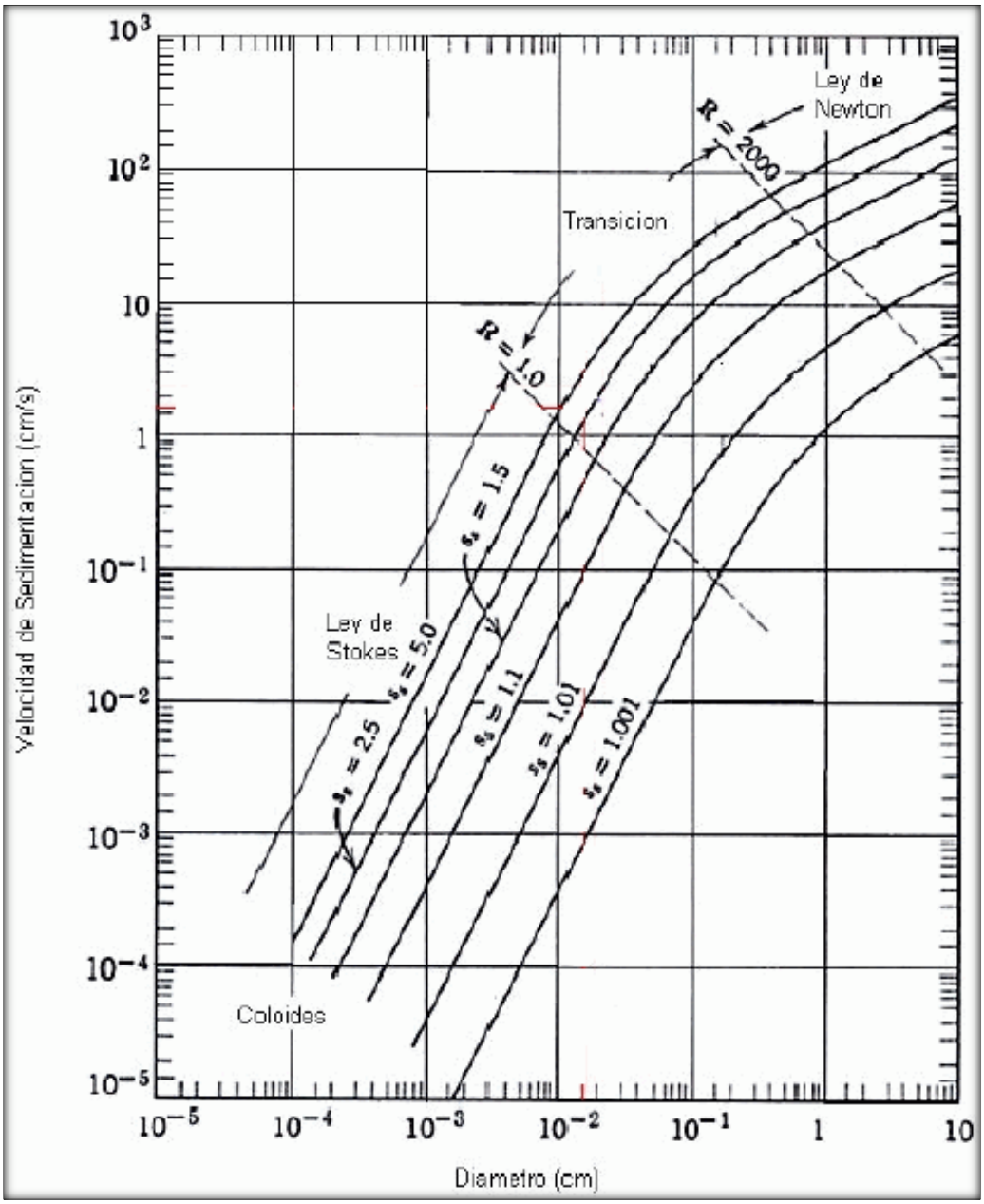
FUENTE: UTHA N° 337/ Aguas Negras y Desechos Industriales.

3.3.5.1 Velocidad de Sedimentación de Partículas

Para encontrar la fórmula de la velocidad de sedimentación de las partículas que se encuentran en el agua, se aplicara en función a los números de Reynolds, que estas dependerán del tamaño de las partículas.

Con el análisis del agua residual obtenido, se pudo determinar que la densidad de las partículas está en Régimen Laminar, por lo que se aplicara la ley de STOKES.

TABLA N° 15: VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN



FUENTE: Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos (GITS)

TABLA 16 N°: FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN

Material	ϕ Limite de las partículas (cm)	# de Reynolds	Vs	Régimen	Ley Aplicable
Grava	>1.0	>10 000	100	Turbulento	$Vs = 1.82\sqrt{dg\left(\frac{\rho_a - \rho}{\rho}\right)}$ Newton
Arena Gruesa	0.100 0.080 0.050 0.050 0.040 0.030 0.020 0.015	1 000 600 180 27 17 10 4 2	10.0 8.3 6.4 5.3 4.2 3.2 2.1 1.5	Transición	$Vs = 0.22\left(\frac{\rho_a - \rho}{\rho} g\right)^{2/3}\left[\frac{d}{(\mu/\rho)^{1/3}}\right]$ Allen
Arena Fina	0.010 0.008 0.006 0.005 0.004 0.003 0.002 0.001	0.8 0.5 0.24 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0	0.8 0.6 0.4 0.3 0.2 0.13 0.06 0.015	Laminar	$Vs = \frac{1}{18} g\left(\frac{\rho_a - \rho}{\mu}\right) d^2$ Stokes

FUENTE: Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos (GITS)

Para empezar el cálculo del sedimentador, como datos de inicio se debe conocer:

a) Caudal por donde pasara el agua residual.

b) Analisis fisico-quimico del agua residual.

c) Debera cumplir con las relaciones.

$\vartheta s > \vartheta A$: 100% *de partículas se retienen*

$\vartheta s < \vartheta A$: *no se retiene todo*

d) El tiempo de retención sera de 2- 6 horas

$$3 < \frac{L}{B} < 6$$

$$5 < \frac{L}{H} < 20$$

Datos de partida propuestos:

$a = 2.1\ m$
$L = 11.55\ m$
$H = 1.1\ m$
$A = a * L =: 2.1\ m * 11.55m$
$As = 24.25\ m^2$

Para calcular la velocidad de acentamento de las partículas se uso la fórmula de stokes.

Fórmula: (Ec. 8)

$$\vartheta s = \frac{g * dg^2 * (\int g - \int a)}{18\ (\mu)}$$

Datos :

$\int g$: $Densidad\ del\ grano$
$\int a$: *Densidad del agua*
dg: $Díametro\ del\ grano$
Q: *Caudal*
μ: *Viscosidad dinámica del fluido (agua)*
g: $Gravedad$

$\vartheta s: Velocidad\ de\ sedimentación$

Dónde:

$\vartheta s: ?$

$g: 9.81 m/s^2$

$\int g: 1400\ Kg/m^3$

$\int a: 1000\ Kg/m^3$

$\mu = 0.001116 Kg/m.s$

$dg: 0.00002 m$

$Q: 15.469\ m^3/dia$

Colocación de datos:

$$\vartheta s = \frac{9.8 m/s^2 * (0.00002 m)^2 * (1400 Kg/m^3 - 1000 Kg/m^3)}{18 * 0.001116 Kg/m.s}$$

$$\vartheta s = \frac{0.00000000392 m^3/s^2 * (400 Kg/m^3)}{0.020 Kg/m.s}$$

$$\vartheta s = \frac{0.000001568 Kg/s^2}{0.020 Kg/m.s}$$

$$\vartheta s = 0.000784 m/s$$

Para calcular el sedimentador, como datos de partida son los siguientes:

- Caudal: 15.469 m^3/día =0.00179 m^3/s
- Ancho del sedimentador = 2.1 m
- Velocidad de sedimentación = 0.000784 m/s

Calcular el área superficial de la zona de sedimentación con la fórmula siguiente:

Fórmula: (Ec. 9)

$$As = \frac{Q}{Vs}$$

Dónde:

Q = Caudal
vA = Velocidad de asentamiento.

Remplazando los datos

$$As = \frac{0.00179 m^3/s}{0.0000784 m/s}$$

$$As = 22.8 m^2$$

Teniendo como área superficial del sedimentador de 22.8m^2

Una vez obtenido el area superficial del sedimentador el paso siguiente se calculará la velocidad de acentamiento.

Datos:

Caudal: 15.469 m^3/día = 0.00179 m^3/s
Área del sedimentador: As = 22.8m^2.

Fórmula: (Ec. 10)

$$\vartheta a = \frac{Q}{As}$$

Colocación de datos.

$$\vartheta a = \frac{0.00179 m^3\ /s}{22.8 m^2}$$

$$\vartheta a = 7.850 \times 10^{-5}\ m/s$$

La velocidad de asentamiento nos da como resultado 0.000007850 m/s, es aquí dónde se debe comprobar que se cumple la relación:

$$\vartheta s > \vartheta A = 100\%\ de\ particulas\ se\ retienen.$$

$$\vartheta s = 0{,}000784 m/s\ \ > \vartheta a = 0{,}00007850 m/s$$

Luego de haver obtenido el área de sedimentación, se prosederá a determinar la longitud de sedimentación partiendo como dato de partida el ancho propuesto B (2.1 m).

Fórmula: (Ec. 11)

$$L_2 = \frac{As}{B}$$

Dónde:

As: Área de sedimentación= 22.8m^2
B: Ancho propuesto= 2.1 m

Colocación de datos:

$$L_2 = \frac{22.8 m^2}{2.1\ m}$$

$L_2 = 10.85\ m$

La longitud del sedimentador sera de 10.85 m

Teniendo en cuenta que la panatalla difusora se tiene que ubicar a 0,7 m como minimo y a 1,00 m como maximo, se obtendrá la longitud total.

Fórmula: (Ec. 12)

$L = 0{,}7\ m + 10.85\ m = 11.55\ m$

La longitud total del sedimentador sera de 11.55 m, es aquí donde comprobaremos la relacion Largo / Ancho $3 < \frac{L}{B} < 6$

$$\frac{L}{B} = \frac{11.55\ m}{2.1\ m} = 5.5\ m$$

Mantenido con las relaciones del sedimentador, se comprobara la relacion largo/ alto. $5 < \frac{L}{H} < 20$

$$\frac{L}{H} = \frac{11.55\ m}{1.1\ m} = 10.5\ m$$

Aquí se demuestra que las ralaciones de forma del sedimentador se cumplen con las condiciones.

Luego podemos calcular la velocidad de paso.

Fórmula:(Ec. 13)

$$Vp = \frac{100 * Q}{B * H}$$

Colocación de los datos:

$$Vp = \frac{100 * 0.00179 m^3/s}{2.1\ m * 1.1 m}$$

$$Vp = 0.08 m/s$$

La velocidad de paso sera de 0.08m/s.

Subsigientemente se calculó el tiempo de retención.

Fórmula: (Ec. 14)

$$T_0 = \frac{Volumen}{Caudal}$$

Colocación de datos:

$$T_0 = \frac{26.68 m^3}{0{,}00179 \frac{m^3}{seg}} = 14905{,}307\ seg$$

El tiempo de retención sera de 4,14 horas

La altura máxima del sedimentador se calculará con una pendiente de 10% con la finalidad que su lavado y la evacuacion de lodos sea facil.

Fórmula: (Ec. 15)

$$H_M = H + (0{,}10 * L_2)$$

$$H_M = 1.1 m + (0{,}10 * 11.55 m)$$

$$H_M = 2.25\ m$$

La altura máxima del sedimentador sera de 2.25 m, luego de esto se calcula la lámina de agua de salida que pasara por el vertedero.

Fórmula: (Ec. 16)

$$H_2 = (\frac{Q}{1{,}84 * B})^{2/3}$$

Colocación de datos.

$$H_2 = (\frac{0.00179 m^{3/}s}{1{,}84 * 2.1\ m})^{2/3}$$

$$H_2 = (\frac{0{,}00179 \frac{m^3}{seg}}{3{,}86m})^{2/3} = (0{,}0000463 \frac{m^2}{seg})^{2/3}$$

$$= \sqrt[3]{(0{,}000463 \frac{m^2}{seg})^2} = \sqrt[3]{0{,}000000215 \frac{m^4}{seg^2}} =$$

$$= 0{,}0059 \sqrt[3]{\frac{m \,.\, \cancel{m^3}}{seg^2}} = 0{,}0049\ m \sqrt[3]{\frac{m}{seg^2}}$$

$$H_2 = 0{,}0049\ m$$

La unidad o ecuación: $\sqrt[3]{\frac{m}{seg^2}}$ desaparece por la constante 1,84 que es un condicionamiento para dicho caso.

Conseguido una lámina de salida de agua H_2 0.0049 m.

Con este valor, hemos terminado los cálculos para el área de sedimentador, teniendo las siguientes dimensiones:

Ancho: 2.1 m
Largo: 11.55
Altura: 1.1 m

3.3.6 Filtros Lentos de Arena (FLA)

Es un mecanismo que pone en contacto a las aguas sedimentadas con cultivos bilógicos, según HERNAN, HILLEBOE, el nombre correcto debería ser "lecho de oxidación biológica", pero el tiempo y el uso han popularizado el término de filtros biológicos, este método está diseñado para eliminar definitivamente los sólidos de las aguas que trascienden del decantador o del tratamiento primario.

La selección del medio filtrante depende generalmente del material que se disponga, se usara para este propósito la grava, la piedra triturada o carbón activado, cualquiera que sea el producto que se emplee, debe ser homogéneo duro, limpio y sin polvo.

La forma del material debe ser casi cubica, para impedir que se apelmace y de un tamaño efectivo de 0.15 a 0.35 mm, la capa del medio filtrante no debe ser de 1.5m de espesor ni mayor de 2.1m. El lecho puede ser rectangular o circular.

El medio filtrante sirve para un doble propósito, proporcionar una gran superficie sobre la cual se formen los lodos y películas gelatinosas que producen las bacterias, y queden suficientes huecos para que el aire circule libre mente por todo el filtro.

GRÁFICO N° 10: TABLA DE CRITERIO PARA EL DISEÑO DEL FILTRO LENTO DE ARENA

CRITERIOS DE DISEÑO	VALORES RECOMENDADOS
Periodo de operación (h/d)	24
Periodo de diseño (años)	8 – 12
Velocidad de filtración (m/h)	0,1 – 0,3
Altura de arena (m)	
Inicial	0,8
Mínima	0,5
Diámetro efectivo (mm)	0,15 – 0,30
Altura de lecho de soporte, incluye drenaje (m)	0,25
Altura de agua sobrenadante (m)	0,75
Borde libre (m)	0,1
Área superficial máxima por modulo (m2)	< 100

FUENTE: OPS/CEPIS/06/174 UNATSABAR

Para el dimensionamiento del filtro lento se considera lo siguiente fórmula:

Fórmula: (Ec. 17)

$$As = \frac{Qf}{Vf}$$

Dónde:

$As = Área\ superficial\ (m^2)$

$Qf = Caudal\ de\ diseño, igual\ a\ la\ capacidad\ del\ FLA\ (m^3/h)$

$Vf = Velocidada\ de\ filtración$

$N = 3\ Unidades\ de\ filtración\ como\ mínimo$

Datos:

$As = Área\ superficial$: ?
$Q = Caudal$: $0.00179\ m^3$
$Q = Caudal$: $6.44\ m^3/h$
$N = Número\ de\ filtraciones$: 3
$Vf = Velocidad\ de\ filtración$: $0.15 m/h$

Colocación de datos

$$As = \frac{6.44 m^3/s}{3 * 0.15 m/s}$$

$$As = 14.31 m^2$$

Constante de costo, para este caso se emplea la fórmula siguiente teniendo en cuenta que el número de filtraciones deben ser 2 como mínimo en nuestro caso se decide por 3 unidades de filtración.

Fórmula: (Ec. 18)

$$K = \frac{2 * N}{(N + 1)}$$

$$K = \frac{2 * 3}{(3 + 1)}$$

$$K = 1.5$$

Como siguiente paso a seguir será el cálculo de la Longitud del filtro

Fórmula: (Ec. 19)

$$L = (As * K)^{1/2}$$

Colocación de datos:

$$L = (14.31\ m * 1.5)^{1/2}$$

$$L = 4.63m$$

Teniendo como resultado el largo total del filtro de 4.63 m

Luego se procederá a calcular el ancho del filtro.

Fórmula: (Ec. 20)

$$b = \left(\frac{As}{K}\right)^{1}/_{2}$$

Colocación de los datos:

$$b = \left(\frac{14.31\ m}{1.5}\right)^{1}/_{2}$$

$$b = 3.08\ m$$

El ancho del filtro se obtuvo de 3.08 m

La velocidad de Filtración Real se obtiene con la fórmula siguiente.

Fórmula: (Ec. 21)

$$vR = \frac{Q}{2 * L * b}$$

$$vR = \frac{6.44\ m^3/h}{2 * 4.63\ m * 3.08\ m}$$

$$vR = 0.22\ m/h$$

La velocidad real de filtración será de 0.22 m/h en el filtro. Cumple con la tabla de criterio para el diseño de nuestra planta.

3.3.7 Sistema Recolector

Los colectores satisfacen dos propósitos:

- Retirar las aguas que han pasado a través del filtro para aplicarles el tratamiento subsecuente o se disponga de ellas cualquier fin.

- Proporcionar ventilación al filtro para mantenerlo en condiciones aerobias.

El agua que haya pasado por los filtros se almacenara, posteriormente se recircular en la planta de producción, para esto se realizará el cálculo del tanque colector de agua reciclada.

Como datos debemos conocer lo siguiente:

B= 3m
H= 1.8m
L= 3m

Para encontrar el volumen se empleara la siguiente fórmula:

Fórmula: (Ec. 22)

$$V = B * L * H$$

Dónde:

B= ancho
L= largo
H= altura

Remplazando datos

$V = 3m * 3m * 1.8m$
$V = 16.2m^3$

El volumen total del tanque es 16.2m^3 de capacidad, es mayor al volumen de agua que pasa por la planta de tratamiento por lo tanto su capacidad es suficiente para recolectar.

3.3.8 Lecho de Secado de Lodos

Durante el tratamiento primario de las aguas residuales provenientes de la fase del pelambre, resulta otro subproducto del agua en tratamiento como es el lodo.

El lodo es una mezcla de aguas residual y solidos sedimentables, así como el agua residual es tratada, de la misma forma los lodos deben someterse al tratamiento que sea capaz de modificar sus características, para poder disponer de ellos sin poner en riesgo la salud de los seres humanos o causar molestias en el ambiente.

Los lodos se tratan para facilitar su disposición, el tratamiento tiene dos objetivos:

- Disminuir el volumen del material que va hacer tratado para la eliminación de toda la porción liquida.

- Descomponer la materia orgánica muy putrescible.

Los lodos obtenidos en el decantador son los sólidos sedimentables, estos no han sufrido ningún tipo de tratamiento y son altamente putrescibles.

Por lo expuesto es necesario implementar un lecho de secado, para el tratamiento del lodo y el pelo que se queda retenido en el tamiz.

3.3.8.1 Características del Lecho para la Desecación de Lodos

Esta estructura tendrá la forma de un invernadero para que los sólidos sedimentables se descompongan a altas temperaturas, con el piso a una inclinación de 20°, el mismo que tendrá la forma de espina de pescado, para su recolección del lixiviado, que estará conectado por tubería al canal recolector del agua residual.

Para aligerar el secado se descargara cantidades pequeñas de lodo con frecuencia, para acelerar el desecado de lodos y pelo, que en pequeños volúmenes facilitara el secado y se podrá dar un destinatario final ya tratado.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Concluido la investigación de este estudio y detallado los diferentes procesos de producción y los datos de la empresa, se llegó a las siguientes conclusiones:

Las aguas residuales que genera la curtiembre "CURTIPIEL MARTÍNEZ", en la fase del pelambre se caracteriza por tener alta contaminación orgánica y tóxica por los productos químicos que emplean en el proceso, además el uso del agua en esta fase es de grandes volúmenes.

Se realizó el análisis al agua residual que resulta del proceso del pelambre, la evaluación de los parámetros hacer analizados son los siguientes: sólidos sedimentables, pH, sólidos suspendidos totales, DBO, DQO, sulfuros, los mismos que se encontraban fuera de los límites permisibles que establece la Normativa Ambiental Vigente TULSMA.

Mediante las especificaciones técnicas se obtuvo un caudal de 15,469 m^3/día, dicho caudal es el que sale de la producción del pelambre y este entrará al tratamiento, el caudal que ingresa a la producción es de 18 m3/ día debido a que el 2 % se impregnan en las 150 pieles procesadas, como se explica en el I capitulo.

Con los cálculos realizados en función al caudal se dimensionó la planta de tratamiento y los diferentes componentes de la planta como son: tamiz, rejillas, sedimentador, filtro lento de arena y colector del agua que pasa por la planta de tratamiento.

4.2. Recomendaciones

Se sugiere al propietario de la curtiduría implementar la planta de tratamiento, para evitar el deterioro a los cursos hídricos que causa con su actividad.

Se recomienda realizar el análisis del agua tratada semestralmente para su verificación del funcionamiento de la planta.

La persona encargada de realizar el mantenimiento de la planta de tratamiento tendrá que usar un equipo de protección personal, para evitar daños en su salud, por lo peligroso que resultan las aguas residuales, se recomienda realizar limpiezas una vez al mes.

Los lodos serán depositados en el lecho del secado, para con ellos enviar a un gestor calificado o proceder a incinerar.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5.1. Bibliografía Citada

1. ANDREOZZI, (1999). El Agua y la Sociedad.

2. BARBIERI R. (2010):

4. BARNES, UTEHA. (1996), Tratamiento de Aguas Negras y Desechos Industriales.

5. CAMAREN (2009), Gestión Integral del Agua

6. COMITÉ INTERINSTITUCIONAL DEL SECTOR DE AGUA Y SANEAMIENTO DEL ECUADOR. (2007)

7. DIARIO Hoy. (1999)

8. DR. LEE JONG-WOOK, (2011) El agua y el saneamiento

9. DYSON Megan, BERGKAMP Ger y SCANLON John (eds) 2003. Caudal. Elementos esenciales de los caudales ambientales.

10. FORO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS (2002, 2008), Primer, Tercer y Quinto encuentro nacional, Quito-Ecuador.

11. GUIMARAES. (1994)

12. HERNAN E, HILLEBOE, M. D., COMISIONADO (1964), Manual de Tratamiento de AGUAS NEGRAS, Nueva York- E. U. A., Dirección de Saneamiento del Medio Ambiente y Oficina de Entrenamiento Profesional.

13. HUMAN Rights Watch. (1998), Manual de Tratamiento

14. IMHOFF Kart. (1905)

15. LA AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA) de los Estados Unidos. (2001)

16. MADRID Antonio. (2012), Todos por el Agua.

17. MEDCALF Y EDDY. (1999)

18. MOPU. (2005)

19. NOVOTNY Y SÁNCHEZ. (2003)

20. PEARSHOUS Richard. (1998)

21. ROGERS Peter. (2002)

22. GWP. (1999): Contaminación de Curtiembres.

23. TALBOT De Urbana, A.N (LLLINOIS). (1887)

24. TOXIC TANNERIES: "THE HEALTH REPERCUSSIONS OF LEATHER" (Curtidurías Tóxicas, 2013):

25. UNEP. (1991) El Agua y su Saneamiento

5.2. Bibliografía Consultada

1. CARTA CALIDAD DEL AGUA (1988), Publicación del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI).

2. PRAGUAS (2000), Programa de Agua y Saneamiento para Comunidades Rurales y Pequeños Municipios. (Revista)

3. REINOSO, Luis (2008), Especies Botánicas de Latacunga, Cotopaxi-Ecuador.

5.3. Tesis

1. IZA, Edgar determinación de la calidad del agua de consumo humano para el diseño de la planta de tratamiento en el sistema regional Guayama, parroquia Chugchilan, cantón Sigchos, Periodo 2013-2014. Tesis de grado presentado en la Universidad Técnica de Cotopaxi previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente.

5.4. Lincografía

1. CUERONET, 2010. Disponible en: *www.cueronet.com/técnica/medio ambiente y terminacion 1.htm.*

2. Diario hoy, 2006. Disponible en: *www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/las curtiembres reducen la polucion*.

3. Human, R. 2012. Disponible en: *(htt://www.hrw.org/es/news/bangladesh-las-curtidur-da-los-trabajadores-y - envenenan-las-comunidades)*.

4. R., B. (2010). Disponible en: *Crónica de una contaminación anunciada* .

6. ANEXOS

ANEXO 6.1. CURTIDURÍA “CURTIPIEL MARTINEZ”

ANEXO 6.2. ÁREA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE PIELES

ANEXO 6.3. INICIO DEL PROCESO DEL PELAMBRE

ANEXO 6.4. PIELES QUE ENTRAN AL PROCESO DEL PELAMBRE DENTRO DEL BOMBO

ANEXO 6.5. PRODUCTOS QUÍMICOS QUE SE EMPLEA EN EL PROCESO DEL PELAMBRE.

ANEXO 6.6. PIELES PROCESADAS QUE RESULTAN DEL PELAMBRE

ANEXO 6.7. QUEBRADA PATULATA DONDE SE VIERTE EL AGUA RESIDUAL DE LA CURTIEMBRE

ANEXO 6. 8. PUNTO DE LA TOMA DE MUESTREO

ANEXO 6.9. TOMA DE LA MUESTRA EN EL CANAL DE RIEGO LATACUNGA –SALCEDO- AMBATO

ANEXO 6.10. IDENTIFICACIÓN Y ENTREGA DE CADA MUESTRA

ANEXO 6.11. RESULTADO DEL LABORATORIO DEL ANÁLISIS DEL AGUA DEL CANAL- LATACUNGA- SALCEDO- AMBATO

CASA DEL QUÍMICO 2

SERVICIO PROFESIONALES - LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACEÚTICAS

INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Noviembre 24 / 2013

ANALISIS FISICO- QUÍMICO DE AGUAS				
Informe de Laboratorio		FQA- 214		
Orden de trabajo	No.	214		
Presentación	envase	polietileno		
Contenido	ml	4000		
Identificación	M1	Agua del Canal Latacunga Salcedo Ambato		
Cantón-Provincia	Parroquia			
Solicita		Sr. Juan Fernández		
Fecha de muestreo		18-11-13		
PARÁMETROS	**UNIDAD**	**RESULTADOS**		
pH		7.86		
Conductividad Electrica	uS/cm	694		
Color	U. Pt-Co	40		
Turbiedad	N.T.U.	10.4		
Sólidos Totales	mg /L	457		
Sólidos Disueltos	"	337		
Sólidos suspensión	"	120		
Sólidos sedimentables	"	2		
Dureza Total	"	212		
Hierro Total	"	1.17		
Sulfatos	"	37		
Nitritos	"	0.027		
Nitratos	"	4.8		
Oxigeno Disuelto	"	2		
D.B.O. (5)	"	102		
D.Q.O.	"	215		

CASA DEL QUIMICO 2
LABORATORIO QUIMICO INTEGRAL
Dr. ENRIQUE VAYAS M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado * Telf.: 032 422366 - 0984 069372
E-mail: envalo50@hotmail.es * Ambato - Ecuador

ANEXO 6.12. RESULTADO DEL LABORATORIO DEL ANÁLISIS DEL AGUA RESIDUAL DEL PELAMBRE

CASA DEL QUÍMICO 2

SERVICIO PROFESIONALES - LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACEÚTICAS

INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Noviembre 26 / 2013

ANALISIS FISICO- QUÍMICO DE AGUAS				
Informe de Laboratorio		FQA- 071		
Orden de trabajo	No.	71		
Presentación	envase	polietileno		
Contenido	ml	4000		
Identificación	M4	Agua de descarga industrial. Curtiembre		
Cantón-Provincia	Parroquia			
Solicita		Sr. Juan Fernández		
Fecha de muestreo		19-11-13		
PARÁMETROS	**UNIDAD**	**RESULTADOS**		
pH		7.4		
Sólidos suspensión	mg /L	9240		
Sólidos sedimentables	ml / L	8.5		
Oxígeno Disuelto	mg /L	0		
D.B.O.	mg /L	22550		
D.Q.O.	mg /L	31128		
Sulfuros	mg /L	37.6		

CASA DEL QUIMICO 2
LABORATORIO QUIMICO INTEGRAL
Dr. ENRIQUE VAYAS M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc

ANEXO 6.13. RESULTADO DEL LABORATORIO DEL ANÁLISIS DEL AGUA RESIDUAL DEL PELAMBRE

CASA DEL QUÍMICO 2

SERVICIO PROFESIONALES - LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACEÚTICAS

INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Noviembre 26 / 2013

ANALISIS FISICO- QUÍMICO DE AGUAS				
Informe de Laboratorio		FQA- 071		
Orden de trabajo	No.	71		
Presentación	envase	polietileno		
Contenido	ml	4000		
Identificación	M4	Agua de descarga industrial. Curtiembre		
Cantón-Provincia	Parroquia			
Solicita		Sr. Juan Fernández		
Fecha de muestreo		19-11-13		
PARÁMETROS	**UNIDAD**	**RESULTADOS**		
pH		7.4		
Sólidos suspensión	mg /L	9240		
Sólidos sedimentables	ml / L	8.5		
Oxígeno Disuelto	mg /L	0		
D.B.O.	mg /L	22550		
D.Q.O.	mg /L	31128		
Sulfuros	mg /L	37.6		

CASA DEL QUIMICO 2
LABORATORIO QUIMICO INTEGRAL
Dr. ENRIQUE VAYAS M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc