



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN.

TEMA:

“PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES PARA LOS PROCESOS DEL ÁREA HÚMEDA EN LA TENERÍA INCA CIA. LTDA DE LA CIUDAD DE AMBATO”.

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniera Industrial en Procesos de Automatización.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistemas de administración de la salud, seguridad ocupacional y medio ambiente.

AUTOR: Merchán Viteri Janeth Cecilia.

TUTOR: Ing. Rosero Mantilla César Aníbal, Mg.

Ambato – Ecuador

Julio – 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **“PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES PARA LOS PROCESOS DEL ÁREA HÚMEDA EN LA TENERÍA INCA CIA. LTDA EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, de la señora **Merchán Viteri Janeth Cecilia**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Julio 2015

EL TUTOR

Ing. Rosero Mantilla César Aníbal, Mg.

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: **“PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES PARA LOS PROCESOS DEL ÁREA HÚMEDA EN LA TENERÍA INCA CIA. LTDA EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Julio 2015

EL AUTOR

Merchán Viteri Janeth Cecilia

CC: 172223666-6

DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, Julio 2015

Merchán Viteri Janeth Cecilia

CC: 172223666-6

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformado por los señores docentes Ing. Morales Lozada José Vicente Presidente y los señores miembros Ing. Urrutia Urrutia Fernando e Ing. Jordán Hidalgo Edison Patricio, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **“PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES PARA LOS PROCESOS DEL ÁREA HÚMEDA EN LA TENERÍA INCA CIA. LTDA EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, presentado por la señora **Merchán Viteri Janeth Cecilia** de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Morales Lozada José Vicente

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Urrutia Urrutia Fernando

DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Jordán Hidalgo Edison Patricio

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA:

El presente trabajo le dedico a:

Mis padres: Beatriz y Ángel por su amor, consejos y apoyo incondicional.

A mi esposo e hija: Diego y Doménica que son mi motor de vida.

A mi hermano: Cristóbal quien me brinda su apoyo.

A mis abuelos: Víctor e Hilda por todos sus consejos que hacen de mí una persona de bien.

Y por supuesto a Dios y a mi Angelito por bendecirme, proveerme de salud y sabiduría.

Merchán Viteri Janeth Cecilia.

AGRADECIMIENTO:

Primeramente agradezco a Dios por permitirme culminar una etapa más en mi vida satisfactoriamente.

A mis padres, esposo, hija, hermano, abuelos y demás familiares por todo su cariño y afecto que cada día me brinda y que impulsan a seguir adelante.

Al Ing. César Rosero Mg. que quien con sus conocimientos, experiencia y constante paciencia me supo guiar para culminar el presente proyecto.

A la Universidad Técnica de Ambato y su Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial junto con todos sus profesores que me impartieron el conocimiento necesario para mi vida profesional.

Finalmente a la empresa TENERÍA INCA por abrir sus puertas y permitirme realizar mi trabajo de graduación.

Merchán Viteri Janeth Cecilia.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRELIMINARES

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DEL AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE FLUJOGRAMA.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xxi
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	1
1.1 Tema:.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Delimitación del objeto de la investigación.....	3
1.3.1 Delimitación del contenido.....	3
1.3.2 Delimitación Espacial.....	3
1.3.3 Delimitación Temporal.....	3
1.4 Justificación.....	3

1.5	Objetivos.	5
1.5.1	Objetivo General.	5
1.5.2	Objetivos Específicos.	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		7
2.1.	Antecedentes investigativos.	7
2.2	Fundamentación teórica.	9
2.2.1	Industria del cuero o curtido	9
2.2.2	Curtiembre	9
2.2.3	Proceso de producción del cuero	10
2.2.4	Situación ambiental del sector curtiente.	15
2.2.5	Tratamientos de aguas residuales.	17
2.2.6	Sistemas de tratamiento.	17
2.3	Propuesta de solución.....	22
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		23
3.1.	Modalidad de la investigación.	23
3.1.1.	Investigación Aplicada.	23
3.1.2.	Investigación de Campo.....	23
3.1.3.	Investigación Bibliográfica.....	23
3.2.	Población y muestra.	23
3.3.	Recolección de información.....	24
3.4.	Procesamiento y análisis de datos.	24
3.5.	Desarrollo del proyecto.	25
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA PROPUESTA		27
4.1.	Título.....	27
4.2.	Datos Informativos.....	27
4.2.1.	Institución Ejecutora.	27
4.2.2.	Beneficiarios.	27
4.2.3.	Ubicación.....	27
4.2.4.	Equipo Técnico Responsable.....	28

4.3.	Situación actual de la Empresa.	28
4.3.1.	Visión.....	28
4.3.2.	Misión	29
4.3.3.	Estructura organizacional.	29
4.3.4.	Proceso productivo del cuero en la empresa.....	31
4.4.	Listado de los químicos utilizados por proceso.	37
4.4.1.	Receta para la etapa de Ribera o Pelambre.....	37
4.4.2.	Receta para la etapa de Curtido	39
4.4.3.	Receta para la etapa de Recurtido.....	40
4.5.	Análisis e interpretación de resultados.....	43
4.5.1.	Análisis e interpretación de resultados de la ficha de observación.....	43
4.5.2.	Análisis e interpretación de resultados de la entrevista.....	45
4.5.3.	Análisis e interpretación de resultados del análisis de los efluentes en los procesos de área húmeda.....	48
PROPUESTA	64
4.6.	Antecedentes de la Propuesta.....	64
4.7.	Justificación de la Propuesta.....	65
4.8.	Análisis de Factibilidad.....	65
4.8.1.	Factibilidad Científica – Técnica.....	65
4.8.2.	Factibilidad Socio-Cultural.....	65
4.8.3.	Factibilidad Organizacional.....	66
4.8.4.	Factibilidad Ambiental.	66
4.9.	Normativa ambiental.....	66
4.9.1.	Constitución de la República del Ecuador.....	66
	Título V: Organización Territorial del Estado.....	66
	“Capítulo cuarto: Régimen de competencias.	66
4.9.2.	Ley de Gestión Ambiental.....	68
4.9.3.	Ley de Prevención y Control de la contaminación Ambiental.....	69
4.9.4.	Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio Ambiental (TULSMA).....	70

4.10. Parámetros de diseño de la planta de tratamiento.	74
4.10.1. Caudal de diseño.	74
4.10.2. Parámetros para el pretratamiento	75
4.10.3. Parámetros para el tratamiento primario.	81
4.10.4. Parámetros para tratamiento secundario	88
4.10.5. Eficacia de la planta de tratamiento.	90
4.11. Cálculos para el dimensionamiento de la planta de tratamiento.	91
4.11.1. Caudal de diseño.	91
4.11.2. Pretratamiento	95
4.11.3. Tratamiento secundario.	107
4.11.4. Eficacia de la planta de tratamiento.	109
4.12. Resultados de los cálculos para el dimensionamiento de la planta de tratamiento.	116
4.12.1. Resumen para el Pretratamiento.	116
4.12.2. Resumen para el Tratamiento Primario.	120
4.12.3. Resumen para el Tratamiento Secundario.	122
4.12.4. Eficiencia de la planta de tratamiento.	123
4.13. Elaboración de planos.	123
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
5.1 Conclusiones.	125
5.2 Recomendaciones.	126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	127
ANEXOS.	131

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Receta para la etapa de Ribera o pelambre	38
Cuadro 2: Receta de la etapa de Curtido.....	40
Cuadro 3: Receta para la etapa de Recurtido	42
Cuadro 4: Resultados de la observación	43
Cuadro 5: Análisis Físico- Químico de aguas residual del pelambre.	48
Cuadro 6: Análisis Físico- Químico de aguas residual del curtido.....	54
Cuadro 7: Análisis Físico- Químico de aguas residual del recurtido	59
Cuadro 8: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.	72
Cuadro 9: Características de las materias retenidas en la rejilla.....	76
Cuadro 10: Información de rejas de barras de limpieza manual.....	76
Cuadro 11: Información típica para el proyecto de tanques de decantación primaria....	81
Cuadro 12: Información para tanques de sedimentación circular.....	82
Cuadro 13: Velocidades terminales para decantación primaria circular.	83
Cuadro 14: Valores de las constantes empíricas, a y b a 20°C.	85
Cuadro 15: Floculantes y Coagulantes	85
Cuadro 16: Información típica para el proyecto de tanques de floculación.	86
Cuadro 17: Cargas de superficies recomendados para diversas suspensiones químicas.87	
Cuadro 18: Caudales de descarga de pelambre, curtido y recurtido.....	92
Cuadro 19: Descarga de efluentes del pelambre por día.	93
Cuadro 20: Descarga de efluentes del curtido por día.	94
Cuadro 21: Descarga de efluentes del recurtido por día en cada bombo.....	94
Cuadro 22: Descarga de efluentes de las etapas por día.	95
Cuadro 23: Resumen de dimensiones para el canal.....	117
Cuadro 24: Resumen de dimensiones para rejillas.	118
Cuadro 25: Resumen de dimensiones para el tanque de almacenamiento.....	119
Cuadro 26: Resumen de dimensiones para el tanque del sedimentador circular.....	120
Cuadro 27: Resumen de dimensiones del tanque de Floculación.....	121
Cuadro 28: Resumen de dimensiones para el Tanque de Oxidación.....	122
Cuadro 29: Resumen de la eficiencia de la planta de tratamiento.	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Industria del curtido.....	9
Fig. 2: Proceso de recepción de pieles.....	10
Fig. 3: Cuero pelambrado.	11
Fig. 4: Calero	11
Fig. 5: Cuero curtido al cromo.....	13
Fig. 6: Empacado	15
Fig. 7: Logotipo de la empresa.	28
Fig. 8: Pieles pesadas	31
Fig. 9: Proceso de pelambre.....	32
Fig. 10: Cuero curtido al cromo.....	33
Fig. 11: Bombos de Recurtición	34
Fig. 12: Proceso de ablandado.	35
Fig. 13: Secando en Toggliè.	35
Fig. 14: Proceso de terminado.	36
Fig. 15: Empacado para comercialización.....	36
Fig. 16: Disposición de rejillas de limpieza manual	76
Fig. 17: Dimensionamiento del canal	77
Fig. 18: Factores de forma β para secciones de barras	80
Fig. 19: Curva de rendimiento.	101
Fig. 20: Balance de masa de sólidos suspendidos.	109
Fig. 21: Balance de masa de DBO_5	110
Fig. 22: Balance de masa de DQO.....	111
Fig. 23: Canal.....	117
Fig. 24: Rejillas.....	118
Fig. 25: Tanque de almacenamiento.	119
Fig. 26: Sedimentador primario circular.....	121
Fig. 27: Floculador.....	122
Fig. 28: Oxidación Biológica.....	123

ÍNDICE DE FLUJOGRAMA.

Flujograma 1: Métodos biológicos del tratamiento secundario.....	19
Flujograma 2: Estructura organizacional de la empresa.	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Flujograma del proceso productivo.....	132
Anexo B: Proceso productivo de la Empresa	133
Anexo C: Formato de Ficha de observación.....	134
Anexo D: Formato de Entrevista	136
Anexo E: Informe de análisis Físico-Químico del agua residual del pelambre.....	139
Anexo F: Informe de análisis Físico-Químico del agua residual del curtido.	140
Anexo G: Informe de análisis Físico-Químico del agua residual del recurtido.....	141
Anexo H: Especificaciones técnicas de la bomba sumergible para agua residual NE 2 4-14-110 marca Barnes.	142
Anexo I: Ficha Técnica del compresor de Pistón.	144
Anexo J: Especificaciones de Difusores de la serie Sanitaire Goold.....	145
Anexo K: Planos de la planta de tratamiento.....	146

RESUMEN EJECUTIVO.

Hoy en día es muy importante que las empresas cuiden del medio ambiente, debido a esto la empresa “Tenería Inca” ubicada en la ciudad de Ambato considera necesario realizar un tratamiento de los efluentes generados en el área húmeda, ya que en este sitio existe mayor nivel de contaminación de toda la empresa, por lo que este proyecto describe el diseño de un sistema de tratamiento de dichos efluentes para la obtención de un beneficio ambiental.

El estudio empezó por el reconocimiento de la planta productiva, principalmente del área húmeda que con la ayuda del trabajador que elabora diariamente en dicho lugar se conoce la problemática de la empresa por medio de una entrevista; posteriormente se analiza las descargas que realizan cada uno de los bombos, en el cual se observa la magnitud de la contaminación que contiene los efluentes que son depositados en la red de alcantarillado público y con la ayuda de un análisis físico - químico de las descargas ejecutadas en cada etapa del área húmeda se logra confirmar una alta contaminación orgánica y tóxica que se encuentran relacionadas a sales, cromo, sulfuros, químicos que necesariamente se utilizan para la curtición del cuero.

La mayoría de los parámetros estudiados en análisis físico – químico de las aguas residuales sobrepasan considerablemente lo establecidos en la Normativa Ambiental (TULSMA), haciendo preciso implementar alternativas de mejora ambiental que lleguen a reducir los impactos negativos que estos generan, como por ejemplo en el agua que en este caso debido a su utilización estrictamente necesaria es muy contaminada.

Como una de las alternativas para el tratamiento estos efluentes es el diseño de una planta de tratamiento, para ello se inicia con la obtención de caudal en cada uno los bombos, y de acuerdo con las características de los efluentes se llegó a determinar los componentes necesarios para el sistema de tratamiento. Con lo que se tendrá una mejora en la calidad del agua y de la empresa desde el punto de vista ambiental.

Palabras clave: Contaminación, Planta de tratamiento, Efluentes, Agua, Normativa Ambiental (TULSMA).

ABSTRACT.

Today is very important that companies take care of the environment, because of this the company "Tenería Inca" located in the city of Ambato considered necessary treatment of effluents generated in the wet area, because in this site there is more contamination level of the entire company, so this project describes the design of a treatment system such effluents to obtain an environmental benefit.

The study began with the recognition of the production plant, mainly the wet area with the help of an employee who prepares daily in that place the problem of the company is known through an interview; subsequently downloads performing each of the drums, in which the extent of contamination containing effluents are deposited in the public sewer system and observed is analyzed with the help of a physical - chemical analysis for each discharges executed at each stage of the wet area is achieved confirm high organic and toxic pollution are related to salts, chromium, sulfur, chemicals necessarily used for tanning leather.

Most of the parameters studied physical - chemical analysis of wastewater considerably exceed the established Environmental Standards (TULSMA), making precise implement alternatives for environmental improvement coming to reduce the negative impacts they generate, such as in the water in this case because of its use is very contaminated strictly necessary.

As one alternative for treating these effluents is the design of a treatment plant, for it is initiated by obtaining flow in each of the drums, and according to the effluent characteristics necessary components was not determined for the treatment system. With things have improved water quality and the company from the environmental point of view.

Keywords: *Contamination, Treatment Plant, Effluent, Water, Environmental Standards (TULSMA).*

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS.

Aireación: es el proceso mediante el cual el agua se pone en contacto íntimo con el aire para modificar las concentraciones de sustancias volátiles contenidas en ella.

Agentes tensoactivos: Están formados por moléculas de gran tamaño, ligeramente solubles en agua y son los responsables de la aparición de espumas en las plantas de tratamiento. En aguas de procedencia industrial se debe a tensoactivos, partículas sólidas muy finas, etc.

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Aireador: Dispositivo o equipo que permite transferir aire al agua.

Basificado: Es la adición de sales alcalinas que aumentan el pH de la solución y facilitan la reacción del cromo trivalente con los ligantes orgánicos.

Bombo: También conocido como fulón, y es un recipiente cilíndrico de madera, que rota por la acción de un motor sobre su eje y que desarrolla algunas operaciones unitarias del proceso propias de una curtiembre.

Canal: Conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

Caballete: Es un mueble que constituye una ayuda vertical para colocar el cuero a ser escurrido.

Carga contaminante: Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.

Caudal de diseño: Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

Colágeno: Es una proteína que forma fibras en la piel; que se transforma en cuero después del curtido.

Coloidales: Es el tamaño de las partículas de la fase dispersa y que no son visibles directamente, son visibles a nivel microscópico.

Compostaje: Es un proceso de transformación de la materia orgánica para obtener compost, un abono natural.

Contaminación ambiental: Es la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

Cuero: Producto del proceso de curtido de pieles de diferentes animales.

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno siendo la cantidad de oxígeno que los microorganismos, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra de agua.

Decantación: Es se separa de un sólido o líquido más denso de otro fluido (líquido o gas) menos denso y que por lo tanto ocupa la parte superior de la mezcla.

Descargar: Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado en forma continua, intermitente o fortuita.

DQO: Demanda Química de Oxígeno parámetro indicando la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación química de la materia contaminante.

Eficiencia de remoción: Medida de la efectividad de un proceso en la remoción de una sustancia específica.

Eficiencia de tratamiento: Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

Efluente: Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

Fenolftaleína: Es un indicador de pH que en disoluciones ácidas permanece incoloro, pero en presencia de disoluciones básicas toma un color rosado con un punto de viraje entre pH=8,0 (incoloro) a pH=9,8 (magenta o rosado).

Flor: Capa externa de la piel resultante del proceso del dividido.

Fibrillas: Son las macromoléculas de tropocolágeno se agrupan entre sí constituyendo estructuras.

Gestión ambiental: Es un conjunto de actividades, normas e instrumentos para la planeación, gestión, ejecución y supervisión de obras en el espacio público, con el objeto de mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales negativos y potenciar los impactos ambientales positivos generados por las obras en el medio ambiente.

Ion: Es una partícula cargada eléctricamente constituida por un átomo o molécula que no es eléctricamente neutral.

Mezcla rápida: Agitación violenta para producir dispersión instantánea de un producto químico en la masa de agua.

Pérdida de carga: Disminución de la energía de un fluido debido a la resistencia que encuentra a su paso.

Permeado: Penetrar un líquido en un cuerpo o traspasarlo.

Pieles apergaminadas: Pieles encartonadas.

PH: Medida de la concentración de ion hidrógeno en el agua, mostrando si es acida o alcalina el agua.

Planta de tratamiento de aguas residuales: Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales cumpliendo las normas de calidad del agua.

Pretratamiento Proceso previo que tiene como objetivo remover el material orgánico e inorgánico flotante, suspendido o disuelto del agua antes del tratamiento final.

Producción más limpia: Es una estrategia ambiental preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.

Purga: Son las pieles tratadas con enzimas para limpiar la estructura fibrosa.

Reactivos químicos: Es todo proceso termodinámico en el cual una o más sustancias por efecto de un factor energético, se transforman, cambiando su estructura molecular y sus enlaces, en otras sustancias llamadas productos.

Rejilla Dispositivo instalado en una captación para impedir el paso de elementos flotantes o sólidos grandes.

RILes: Residuos líquidos industriales, son aguas provenientes de fábricas caracterizándose por contener elevadas concentraciones de elementos contaminantes.

Sedimentación: Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.

Sólidos suspendidos: Es la cantidad de sólidos que el agua conserva en suspensión después de 10 minutos de asentamiento

Sólidos sedimentables: Son aquellos sólidos que sedimentan cuando el agua se deja en reposo durante 1 hora.

TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiental.

Vertederos: Son aquellos lugares donde se da la disposición final de las aguas.

Wet blue: Piel curtida al cromo, en estado húmedo; tomando un color azul.

INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto de investigación se ha diseñado una planta de tratamiento radicando su importancia en disminuir las cargas contaminantes de los efluentes que en este tipo de industria genera, encontrándose muy elevadas de acuerdo con las Normas Ambientales (TULSMA) establecidas; logrando así que la empresa “TENERÍA INCA CIA. LTDA.” cumpla los requisitos medioambientales sin descuidar la calidad de su producto.

Este trabajo está estructurado en cinco capítulos fundamentales que son:

En el **Capítulo I** se conoce el problema ambiental que tiene la empresa, que junto con la importancia que se va a dar al terminar de realizar el estudio para el investigador, la empresa y comunidad, planteando objetivos puntuales del estudio que permitirá llevar la investigación un orden sistemático en su desarrollo.

En el **Capítulo II** se analiza estudios realizados con anterioridad al presente trabajo permitiendo observar la necesidad del mejoramiento de la calidad ambiental, con la ayuda de la fundamentación teórica se conoce los temas más relevantes del estudio como por ejemplo: el proceso productivo de una tenería, la situación ambiental del sector curtidor y los tipos de tratamientos para los efluentes; llegando ampliar el conocimiento con respecto al tema para poder plantear una solución óptima.

En el **Capítulo III** se describe la metodología necesaria que se usa para llevar a cabo paso a paso en este proyecto, lo cual nos permita conocer la situación real de la empresa mediante la modalidad bibliográfica de diferentes autores y modalidad de campo para realizar una entrevista al operador del área. La información que se obtiene ayuda a la solución a la problemática.

En el **Capítulo IV** se describe una propuesta de solución que se encuentra establecido por una investigación exhaustiva de la empresa, mediante un análisis de los datos obtenidos que ayudan al cumplimiento de los objetivos planteados con anterioridad y en beneficios de la empresa, comunidad en general y principalmente al medio ambiente. Para ello fue necesario conocer las Normas Ambientales que rigen en el país

conociendo así que parámetros cumple la empresa y cuales se encuentran fuera de límites; además se detalla el tipo de tratamiento que se va a utilizar junto con sus parámetros para finalmente poder dimensionar la planta de tratamiento.

En el **Capítulo V** se obtiene conclusiones y recomendaciones del estudio realizado, que nos permite tener una mejor comprensión de la investigación.

Finalmente se tiene la Bibliografía que se apoyó para la obtención de la información bibliográfica, y en los Anexos se puede visualizar la veracidad de la información recolectada y parte de la solución; estas dos últimas partes ayudan al sustento del presente trabajo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema:

“PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES PARA LOS PROCESOS DEL ÁREA HÚMEDA EN LA TENERÍA INCA CIA. LTDA EN LA CIUDAD DE AMBATO”

1.2 Planteamiento del problema.

A nivel nacional existen muchos sectores productivos de bienes o servicios, y uno de ellos es el sector curtidor que han tenido un gran crecimiento en los últimos años, siendo generadoras de empleo, desarrollo económico y social para el país, “el sector curtidor registra un incremento en la exportación de cueros preparados después del curtido o secado y cueros y pieles apergaminados que son: entre 2012 - 2013 de 11,90 toneladas y entre 2013 - 2014 de 13,23 toneladas de cueros” [1]; debido a este crecimiento la utilización de la gran variedad de químicos en sus procesos son altos dependiendo del uso que se vaya a dar al producto terminado y conjuntamente con el elevado consumo de agua se llega a tener como resultado agua residual que contiene residuos líquidos, sólidos y gaseoso con un alto grado de contaminación afectando negativamente al medio ambiente y a la población.

El tratamiento de las aguas en la industria se está aplicando como táctica ambiental para reducir su impacto mediante el término de Producción más Limpia que permita reducir los desechos, consumo de energía, utilización del agua; en este último elemento para volverlo más eficiente, su uso también se aplica el reciclaje y reutilización, lo que le llevará a cualquier empresa a incrementar la productividad con procesos de producción libre de contaminación ambiental.

Por tal motivo las autoridades ambientales y los municipios están trabajando por mejorar la calidad del agua que salen de las curtidorías y proveer así un ambiente más sano a la colectividad y futuras generaciones; a través de ordenanzas, sanciones y/o multas para las que no lleguen a cumplir dichos regímenes.

La provincia de Tungurahua se ha caracterizado por ser una zona industrial y comercial, entre una de ellas se encuentra el sector industrial del curtido; “la ministra de Industrias y Productividad, reconoció que la capacidad productiva de los curtidores se concentra en la provincia de Tungurahua, con un 76% del total, seguido por Imbabura, Azuay y Cotopaxi” [2]; las curtidorías en sus líneas de producción manejan químicos que cooperan para la contaminación ambiental y llegando a ser dañina a la salud poblacional. El Ministerio del Ambiente y el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Municipalidad de Ambato trata de garantizar una mejor calidad de vida de los habitantes haciendo que cumplan las ordenanzas para todas las industrias que existen en el cantón, y así mejorar la gestión ambiental de este sector productivo.

ANCE conjuntamente con el Ministerio del Ambiente, vienen trabajando en acciones para disminuir la contaminación ambiental; que permita implementar procesos de producción más limpia junto a un manual de buenas prácticas ambientales, que les lleve a este sector a tener conciencia ambiental en la industria.

La empresa “TENERÍA INCA CIA. LTDA” está dedicada en la transformación de pieles en cueros, la cual sufre grandes problemas de gestión ambiental; esto debido a que el agua residual utilizada en el proceso de producción del cuero para el área húmeda genera malos olores, desechos y agua altamente contaminada; y los cuales son depositados en la red de alcantarillo público sin ningún tipo de tratamiento adecuado, lo que con lleva a que la empresa sea generadora importante de la contaminación ambiental del sector.

Preocupada la empresa de la gestión ambiental que actualmente vive busca una solución definitiva al problema, en el que le permita laborar con las ordenanzas municipales y leyes medioambientales evitando de esta manera enfrentar problemas legales; así obtener un ambiente más sano salvaguardando la salud de los trabajadores y de la

población aledaña del sector, un sistema de producción con un ambiente más ecológico mejorando la calidad del producto y de sus procesos.

1.3 Delimitación del objeto de la investigación.

1.3.1 Delimitación del contenido.

- **Área académica:** Industrial y Manufactura
- **Línea de investigación:** Industrial
- **Sublínea de investigación:** Sistema de administración de la salud, seguridad ocupacional y medio ambiente.

1.3.2 Delimitación Espacial.

El presente trabajo se realizará en el área húmeda de la planta de producción de la empresa “Tenería INCA CIA. LTDA”

- **Provincia:** Tungurahua
- **Cantón:** Ambato
- **Parroquia:** Izamba
- **Sector:** Calle Virgen del Cisne y Av. Indoamérica

1.3.3 Delimitación Temporal.

Se desarrollará en seis meses a partir de la fecha de aprobación por el H. Consejo Directivo de la FISEI.

1.4 Justificación.

Debido a que es obligación de toda empresa generadora de bienes o servicio en cumplir con las leyes medioambientales lo que lleva a la presente investigación a tener interés en revelar cuales son las actuales condiciones ambientales que genera los efluentes en el área húmeda en la empresa, logrando de esta manera establecer las bases necesarias para el diseño de la planta de tratamiento de estos efluentes en dicha área, permitiendo laborar a la empresa bajos las normativas legales que rigen en el país.

La importancia que tiene esta investigación es referente a la necesidad de la planta de tratamiento de efluentes en el área húmeda de la empresa que permita disminuir el grado de contaminación ambiental generada por estos efluentes; permitiendo salvaguardar la salud de los operarios y población aledaña. También es importante recalcar la utilidad práctica – teórica que tiene esta investigación ya que se basa con la propuesta de una solución al problema, y fundamentándose en fuentes bibliográficas especializadas relacionadas con el tema.

Existe factibilidad para realizar la investigación ya que el Gerente Propietario de la empresa “TENERÍA INCA CIA LTDA” se siente responsable de la gestión ambiental que actualmente posee la tenería por lo que tiene la predisposición de buscar una solución a la problemática, dando completa apertura para acceder a la información requerida de la empresa. Además de la información bibliográfica que se especialicen en el tema como libros y de la asesoría de ingenieros de la facultad, se cuenta con recursos económicos para acudir a la empresa y observar las causas del problema para dar una solución, de la misma manera se tiene el tiempo necesario para llevar a cabo el presente proyecto de investigación.

Con la investigación los beneficiarios vienen a ser directamente: la empresa “TENERÍA INCA CIA. LTDA” y todo su personal, la comunidad aledaña a la empresa ya que se generará un ambiente más sano; el investigador en engrandecer e impartir sus conocimientos, estudiantes de la facultad y lectores que tenga algún interés por consultar y/o que consideren que puede ayudarles como guía para alguna otra investigación similar.

La difusión de los resultados de este proyecto causará un impacto en la gestión técnica, administrativa, financiera y principalmente ambiental de la empresa “TENERÍA INCA CIA. LTDA”; que además de tratar de disminuir el grado de contaminación en el sector, llegue la empresa a ser completamente competitiva con mayor seguridad ambiental en la producción, buen desempeño del personal e incluso es posible aumentar el grado de satisfacción por parte de la clientela debido a que muchos de ellos verifican que sus proveedores cumplan con todos los reglamentos legales necesarios para la producción de cuero, y así mejora la rentabilidad económica de la empresa.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo General.

- Diseñar una planta de tratamiento de efluentes para los procesos del área húmeda en la Tenería INCA CIA. LTDA en la ciudad de Ambato.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Determinar el tipo de químicos que utilizan para los procesos de pelambre, curtido y recurtido.
- Verificar el cumplimiento de los parámetros legales exigidos para la descarga de agua residual en Tenerías.
- Identificar y definir los parámetros básicos aptos para el diseño de la planta de tratamiento para las descargas de aguas residuales en la Tenería.
- Elaborar el documento técnico del diseño de la planta de tratamiento de efluentes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos.

Realizando una profunda investigación sobre tratamiento de efluentes derivados del proceso en curtiembres, se puede citar los siguientes trabajos de investigación:

Grefa G. dice que: “En el proceso de fabricación de cuero se genera más desechos que producto terminado y además se tiene el consumo excesivo del agua, y con un análisis del efluente se puede determinar la calidad de agua y su tratabilidad, permitiendo establecer medidas oportunas para reducir el grado de contaminación; que con la ayuda de las tecnologías de producción más limpias puede ayudar a disminuir las cargas contaminantes evitando tener problemas irreparables en el medio ambiente, por lo que se enfoca en procesos más eficientes en todos los ámbitos principalmente en el aspecto ambiental y manejo del agua”. [3]

En la Tenería INCA CIA LTD en el proceso de producción del cuero el consumo del agua es excesivo y genera efluentes contaminantes, que con un análisis físico-químico de estos efluentes se determina la calidad de agua en que se encuentra para posteriormente poder disminuir las cargas contaminantes mediante un tratamiento apropiado de las aguas residuales.

Gallego A. dice que: “Los valores de sólidos totales, sólidos suspendidos, calcio y nitrógeno total, tienen menor valor cuando se utiliza dióxido de carbono como agente descalcante, confirmando lo sugerido por las mejores técnicas disponibles para la industria de curtidos, que consideran este proceso ambientalmente más favorable, sin embargo su debilidad es la elevada DQO, que no sería mayor problema porque es debido a sustancias fácilmente biodegradables, que pueden ser eliminadas en un proceso biológico convencional. Con la reutilización del agua de permeado no hubo alteraciones

en la calidad final del producto, es decir cumple con los requerimientos técnicos y se comprueba por el aspecto de la piel y por la prueba de fenolftaleína. Esta reutilización ofrece ventajas ambientales y económicas, por la reducción de las descargas de nitrógeno, sales y DQO, así como el ahorro del agua, elemento indispensable en el proceso”. [4]

En la Tenería INCA CIA LTD tiene en sus efluentes sólidos suspendidos y sedimentables, DBO, DQO muy elevados debido a que no cuenta con un tratamiento, son elementos biodegradables y tratables que con una planta de tratamiento se puede contrarrestar la contaminación existente en la empresa; de esta manera tener un aspecto positivo para el medio ambiente.

Cuervo N. dice que: “En cuanto al residuo se pudo constatar cómo su contenido de materia orgánica y de nitrógeno se alteran significativamente dependiendo del grado de control y de la técnica que se utilice en la operación del pelambre. Esto debido a que si el pelo no se recupera o se filtra a tiempo, este continúa hidrolizándose y su contenido de nutrientes se pierde con los efluentes líquidos y el compostaje se muestra como una tecnología viable desde el punto de vista técnico y ambiental para el aprovechamiento de los residuos de la operación de pelambre producidos en grandes cantidades en la industria del curtido de pieles.” [5]

La empresa Tenería INCA CIA LTD en su primera etapa de fabricación del cuero se llega a tener un alto contenido de desechos orgánicos como por ejemplo: el pelo de las pieles, carnaza; que aportan cargas contaminantes en las aguas residuales, al filtrar el pelo a tiempo se disminuirá el grado de contaminación y ayudará a un mejor control de los residuos que se generan.

La industria de curtidos es una industria que contamina al medio ambiente debido a los desechos que generan, y que contienen un nivel muy elevado de contaminantes que están fuera de los límites permitidos por las normas que rigen en el país. Debido a esto se debe hacer un tratamiento de las aguas residuales que esta industria produce controlando todos los residuos que se generan, la calidad del agua y producto; e incluso se podría volver a reutilizar el agua tratada, realizando un análisis de la misma para ver en las condiciones que se encuentra. De esta manera buscar la forma de disminuir el

grado de contaminación para llegar a ser una industria amigable con en el medio ambiente.

2.2 Fundamentación teórica.

2.2.1 Industria del cuero o curtido

“La industria del curtido utiliza la piel animal que se produce como subproducto de las industrias cárnica y láctea, y que, de no ser por el curtido, habría que eliminar por otros medios, como a través de vertederos o mediante incineración.” [6]

El sector productivo del cuero se clasifica en tres grupos que son:

- **Grupo uno:** Son los encargados del criadero de ganado.
- **Grupo dos:** Están conformados por las curtidurías y talleres de acabado, que pueden ser pequeñas, medianas y grandes empresas.
- **Grupo tres:** Son las que se dedican a la manufactura del cuero como por ejemplo las pequeñas empresas que son los artesanos.

2.2.2 Curtiembre

Una **curtiembre**, **curtiduría** o **tenería** es la empresa encarga de transformar las pieles putrescibles de diversos animales en cuero imputrescible a través del proceso de curtición.



Fig. 1: Industria del curtido

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

2.2.3 Proceso de producción del cuero

En el diagrama de flujo del ANEXO A se tiene el proceso productivo del cuero, a continuación se describe a cada uno de los procesos.

Etapa de Ribera.

- **Recepción de las pieles:** Las pieles llegan a las fábricas frescas o saladas.



Fig. 2: Proceso de recepción de pieles.

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA

Cuando llegan frescas, es porque recién son separados de la res, pasando inmediatamente a la siguiente etapa; caso contrario, deben ser saladas para su conservación volúmenes grandes de producción para su posterior utilización; “para el salado de pieles vacunas se utiliza la sal en grano gruesa y normalmente se emplea un kilo de sal por un kilo de piel”. [7]

- **Remojo:** Es el proceso en el cual se devuelve a la piel su estado de hinchamiento natural y se elimina la suciedad como: barro, sangre, estiércol, microorganismos; así como sustancias proteicas solubles y agentes de conservación.[8]

Se llena el bombo con agua y se añade químicos auxiliares como: enzima, bactericidas, humectante y sulfuro dejando actuar por 8h, luego se bota esa agua para continuar con el siguiente proceso.

- **Pelambre:** Proceso en el cual se disuelve el pelo del cuero utilizando químicos como: depilante, cal y sulfuro de sodio y al interior abrir las fibras del cuero para permitirle el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara el cuero para la posterior curtición.

Este proceso emplea un gran volumen de agua y la descarga de sus efluentes representa el mayor aporte de carga orgánica. Se deja actuar con el bombo activado por 12 h.



Fig. 3: Cuero pelambrado.

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

- **Calero:** Primero se divide el cuero en dos bandas iguales y luego se deja en remojo en una piscina por 24h, añadiendo cal y agua, su objetivo es aumentar el grosor de la piel, eliminando raíces de pelo y grasas que aun contiene el cuero.



Fig. 4: Calero

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA

- **Desencalado:** Proceso en el cual se lava la piel para remover la cal y el sulfuro de sodio, para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido y se emplean volúmenes considerables de agua. En este se utiliza más químicos para el deshinchamiento de la piel.
- **Descarnado:** Proceso que consiste en la eliminación mecánica o manual del lado de la carne del cuero la grasa natural y del tejido conjuntivo, esencial para las operaciones secuenciales posteriores hasta el curtido.
- **Dividido en tripa:** Proceso en el cual se obtiene dos capas de la piel, lado de “flor” que es más delgado que la piel de que procede y el otro lado se llama “descarne”, con eso es más fácil realizar las operaciones químicas posteriores para la penetración de los productos. Esta división se hace en una máquina en donde la piel pasa por un cilindro neumático de garra y otro de cuchillas helicoidales.
- **Rendido:** Proceso que con sistemas enzimáticos se promueve el aflojamiento de las fibras de colágeno, deshinchamiento y limpieza de las pieles del pelo y grasas que se quedaron de los procesos anteriores. Este proceso dura aproximadamente 310 minutos. Este proceso se realiza en agua con temperatura entre 30 a 35⁰C, luego se escurre el agua y se realiza un lavado en agua con temperatura ambiente.
- **Desengrase:** Proceso en la cual se retira el alto contenido de grasa de la piel por lo que produce una descarga líquida que contiene materia orgánica, solventes y agentes tensoactivos.
- **Piquelado:** Proceso en la que se le prepara a la piel en forma química para el siguiente proceso del curtido, permitiendo la difusión del curtiente hacia el interior de la piel sin que se fije en las capas externas del colágeno. Se utiliza Sal en grano, Acido fórmico se deja actuar por unos 90 minutos.

Etapa de Curtido

- **Curtido:** Proceso por el cual se disuelve el colágeno saturado de la piel transformándolo en cuero de un color azulado o blanco, a través de curtientes minerales o vegetales. Al finalizar esta etapa cuando se utiliza sales de cromo se obtiene “wet blue”, este cuero se utiliza para vestimenta; y cuando se utiliza sales vegetales se obtiene “wet white”, el cuero se utiliza para suela.

Se utiliza agentes químicos como: Bisulfito de Sodio y Humectante durante 90 minutos, se escurre esa agua y luego se le añade agua con Cromo en el bombo, y posteriormente se da el basificado con un agente químico; todo el proceso dura alrededor de 8h.



Fig. 5: Cuero curtido al cromo.

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

- **Ecurrido:** Operación en la que se coloca el cuero en caballete para poder retirar la mayor parte de humedad. También se extiende el cuero en el suelo a la luz del sol hasta que no esté mojado el cuero.
- **Rebajado:** Proceso que permite ajustar homogéneamente el espesor del cuero, de acuerdo con el uso específico.

- **Neutralización:** Proceso que neutralizar el cuero curtido al cromo para facilitar a los recurientes y colorantes una penetración regular en el cuero y evitar sobrecargar la flor, también se debe compensar las diferencias de pH entre los cuero y el baño final.

Etapa de Recurtido

- **Recurtición:** Proceso que trata el cuero ya curtido con químicos denominados recurientes que le van a dar al cuero las propiedades y características, acorde a su uso final por ejemplo obteniendo la buena firmeza de flor, buena lijabilidad.
- **Engrase:** Proceso en el que el cuero es sometido a un proceso químico para reponer las grasas naturales que se perdió en los anteriores procesos permitiendo tener un cuero sedoso, con tacto suave.
- **Tintura:** Operación en el que se añade anilinas y colorantes para que tome el color el cuero de acuerdo a lo que se desee.
- **Neutralizante:** Aquí se adiciona ácido fórmico para llevar al cuero al pH 7, con la cual garantizamos la estabilidad de todos los químicos añadidos.

Etapa de Acabados

- **Secado:** Permite la eliminación de humedad y contribuye a una mejor reacción de los componentes químicos de la fabricación del cuero contribuyendo a la calidad del cuero.
- **Estacado:** Se utiliza una maquinaria denominada togglie en el que consiste el estirado del cuero en marcos metálicos perforados, con ganchos; en el que se tiempla el cuero y se tiene un secado controlado, y nos ayuda a la desapareciendo de las arrugas, que dura aproximadamente entre 20 a 30 minutos. Se le da estabilidad dimensional al cuero.

- **Acondicionado:** Consiste en rehumedecer homogéneamente el espesor del cuero con un cierto grado de humedad.
- **Terminado:** Proceso en el que se da protección al uso al cuero por lo que se combina la aplicación de productos sobre la superficie, como pinturas, lacas y procedimientos mecánicos: grabado, planchado, ablandado.
- **Clasificación, Medida y Empaquetada:** Se clasifica al cuero terminado de acuerdo a la calidad, área de utilidad de las mismas, tono de color del cuero; luego se mide la superficie de cada cuero en pies cuadrados, con la ayuda de una maquinaria especializada, y por último se empaqueta el cuero de acuerdo a la necesidad de la empresa o cliente para la comercialización.



Fig. 6: Empacado

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

2.2.4 Situación ambiental del sector curtiente.

El sector curtidor hace uso del agua en forma excesiva en los procesos de fabricación del cuero principalmente en el área húmeda; junto a importantes cantidades de reactivos químicos, como: cloruro de sodio, sulfuro de sodio, cal, sales de cromo y solventes.

“Por otro lado, es de destacar que cerca del 60% del peso de las pieles que ingresa a la curtiembre son eliminadas como residuo, ya sea en las aguas residuales o con los residuos sólidos.” [9]

Fuente, caracterización e impacto ambiental de los residuos de una curtiembre.

Residuos líquidos.

El consumo intensivo del agua que puede variar entre 25 y 80 litros por kilogramo de piel más la materia prima e insumos químicos generan cargas de material contaminante. Algunas etapas del proceso generan contaminantes específicos como por ejemplo:

- Pelambre producen RILes con gran cantidad de sólidos biodegradables, sulfuro y alcalinidad.
- Curtido produce RILes con alto contenido de cromo y fibras de cuero.

Las aguas residuales tienen altas concentraciones de materia orgánica, compuestos de nitrógeno, sulfuros, pH elevado, sólidos suspendidos y compuestos de cromo; creando condiciones anaerobias de biodegradación, debido al elevado consumo de oxígeno disuelto, y que generan gases nocivos como el hidrógeno sulfurado, dióxido de carbono y metano.

- Algunos residuos líquidos poseen alto valor de pH (entre 9 y 11) y sulfatos.
- Estos residuos cuando son descargados directamente al sistema de alcantarillado producen corrosión en las cañerías de cemento.

Residuos sólidos.

Son generados en las etapas de descarnado como grasas y tejidos biodegradables, recorte de pieles, raspado y lijado de los cueros como viruta y polvo; estos residuos se van acumulando junto a las máquinas de corte, raspado y lijado. Estos desechos se retiran semanalmente que son enviados a los vertederos municipales o privados.

“Se estima que cerca del 60% en peso de la piel bruta se elimina como residuo en la industria de curtido. Además, cerca del 15% del peso total de la piel se descarga en las

aguas residuales principalmente en la forma de grasas, pelo degradado y fibras.” [9] Para curtiembres que tienen planta de tratamiento de residuos líquidos generan lodos que previamente secados, se envían a vertederos municipales o privados.

Los sólidos suspendidos y sedimentables se encuentran en descargas líquidas, estos tienden a sedimentar y ser depositados en las cañerías de desagüe o cursos acuáticos, con el consumo excesivo de oxígeno disuelto en el agua crean condiciones anaeróbicas de biodegradación y compuestos de mal olor.

2.2.5 Tratamientos de aguas residuales.

Las aguas residuales industriales son aquellas provenientes de una industria de cualquier proceso de producción, transformación o manipulación que utilice agua, estas aguas que contienen efluentes que son las descargas residuales conteniendo desechos sólidos, líquidos o gaseosos derivados de los mismos procesos industriales.

Un tratamiento adecuado de aguas residuales deben ser diseñadas para tratar a los efluentes que a través de una serie de procesos físicos, químicos y biológicos se llegue a producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o lodo convenientes para la disposición o reúso.

2.2.6 Sistemas de tratamiento.

Pretratamiento: Es el tratamiento básico con operaciones físicas-mecánicas con la finalidad de remover los sólidos gruesos, grandes y voluminosos aumentando la efectividad de los posteriores sistemas de tratamiento

- **Rejas:** Sirven para separar objetos sólidos gruesos que son arrastrados por la corriente de agua, tienen una separación entre barrotes de 3 a 5 cm. Son diseñadas con material anticorrosivo con un grosor de 6mm y se les coloca en forma inclinada sobre la horizontal con ángulos entre 60-80°.
- **Tamizado:** Pueden ser estático autolimpiante o rotatorio que permiten remover un porcentaje más alto de sólidos como: pelos semihidrolizados, virutas de piel, ambos

decantan con dificultad y dan valor elevado en DQO; están contruidos con mallas filtrantes de acero inoxidable con separación entre 0,5 – 1mm, dispuestas en una inclinación particular que deja atravesar el agua y obliga a deslizarse a la materia sólida retenida hasta caer fuera de la malla por sí sola.

- **Homogenización:** Esta técnica se utiliza para mezclar las corrientes de aguas discontinuas provenientes de los procesos para neutralizarlas en un tanque llamado de homogenización.

“En aguas de curtidos actúa además como un proceso físico-químico clásico, las aguas del proceso de pelambre, ricas en cal actúan de coagulante, por lo que si después se decantan el rendimiento es superior a una decantación primaria simple.”
[10]

- **Desarenado- Desengrasado:** El objetivo de este método es eliminar las partículas de granulometría superior a 200 micras, grasas, espumas, materiales flotantes; en general las partículas en suspensión son de poca densidad que se separará en el decantador primario.

Tratamiento primario: Tiene como objetivo remover los materiales o sólidos que sean posibles sedimentar y algunos suspendidos o aquellos que pueden flotar como las grasas, usando tratamiento físico o físico-químico.

- **Sedimentación:** Separa las partículas suspendidas del agua, los sistemas de decantación pueden trabajar únicamente por gravedad, eliminando las partículas más grandes y pesadas.[11]

Cuando es simple separa las partículas hasta 10^{-3} mm (desarenadores); cuando es floculante separa las partículas hasta 10^{-3} y 10^{-5} mm. [12]

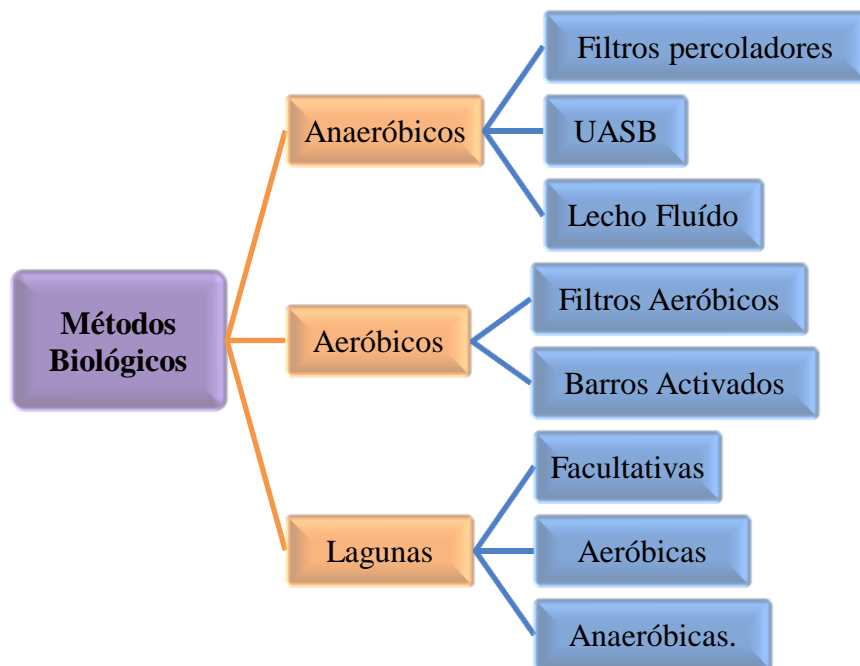
- **Flotación:** Cuando la densidad de las partículas a separar es cercana o menor a la del vertimiento, estos tienden a ascender a la superficie el líquido, por lo que su objetivo remover solidos suspendidos no sedimentables y grasa. Pueden eliminar hasta el 75% de sólidos en suspensión. [11]

- **Coagulación:** Proceso de desestabilización de las partículas suspendidas de modo que se reduzcan las fuerzas de separación entre ellas. Este proceso es de precipitación química.
- **Floculación:** Tiene la relación con los fenómenos de transporte dentro del líquido para que las partículas entre más en contacto recíproco; constituyendo puentes químicos entre 4 partículas llegando a formar mallas de coágulos.

Tratamiento secundario: Remueve demanda biológica de oxígeno (DBO), la materia orgánica coloidales y disueltas ($<10^{-3}$ mm), se utiliza métodos químicos, biológicos. [12]

Este tipo nivel de tratamiento tiene como objetivo eliminar la mayor parte de materia orgánica que se encuentra presente en las aguas residuales, transformándolas en sólidos suspendidos que se eliminarán fácilmente.

Existen algunos métodos biológicos para este tratamiento como se puede observar en el siguiente flujograma:



Flujograma 1: Métodos biológicos del tratamiento secundario. [12]

Sistema anaeróbicos: Tratamiento donde los organismos catabolizan y asimilan sus alimentos en ausencia de oxígeno. Este sistema tiene bajo costo de inversión y de operación.

- **Filtros percoladores:** Este proceso consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que los microorganismos se adhieren y a través del cual se filtra el agua residual. El tamaño de las piedras de que consta el medio filtrante está entre 2.5–10 cm de diámetro y el microorganismo.
- **UASB:** El reactor es alimentado y homogéneamente distribuido por el fondo y asciende a través de una cama de lodos anaerobios que son expandidos por la velocidad ascendente del flujo. [13]

Sistema aeróbicos: Procesos basados en el incremento fuertemente el aporte del oxígeno por agitación, aireación sumergida simultanea

- **Lodos activados:** Proceso tipo biológico para usar oxígeno disuelto y promover el crecimiento de organismos biológicos que remueven substancialmente materia orgánica en un tanque de aireación. [14]

Lagunaje: Tratamiento se puede realizar en grandes terrenos con largos tiempos de retención aproximadamente 1/3 días que les hace prácticamente insensibles a las variaciones de las cargas.

- **Laguna Facultativa:** Este tratamiento poseen una zona aerobia que se encuentra situada en la superficie y una zona anaerobia que se encuentra en el fondo, que produce fermentación ácida y metánica simultáneamente.[15]
- **Laguna anaerobia:** Funcionan como un tanque séptico abierto, porque reciben altas cargas orgánicas por lo que el oxígeno disuelto es ausente. Su objetivo principal es reducir de contenido en sólidos y materia orgánica del agua residual. [16]

- **Laguna aeróbicos:** Soporta cargas orgánicas bajas con la presencia de oxígeno disuelto, su objetivo es prevenir estratificación de la mezcla de las cargas orgánicas. [16]

Tratamiento Terciarios: Remueve contaminantes específicos, usualmente tóxicos o compuestos no biodegradables o aún la remoción complementaria de contaminantes no suficientemente removidos en el tratamiento secundario [17]; a través de procesos físicos y químicos. Se obtiene la calidad de agua adecuada para su reúso.

Este tratamiento es más caro que los anteriores se emplean procesos como: intercambio iónico, ultrafiltración, electrodiálisis, oxidación-reducción, desinfección, entre otras.

- **Precipitación:** Se puede realizarse a través de varios procesos como por ejemplo: sales de hierro, el sulfuro se precipita como sulfuro de hierro y al mismo tiempo, se precipita el cromo y las proteínas. Se reduce DQO y el DBO5 en un 50 y 60%, el agua que sale de la sedimentación queda clarificada.
- **Intercambio iónico:** Es el proceso se utiliza desde la extracción de disolventes sólidos en el agua hasta para tratar la dureza de la misma, en donde un ión es sustituido o intercambiado por otro de la misma carga, para este tratamiento el agua debe estar libre de turbidez.
- **Adsorción:** Es el tratamiento donde un sólido por ejemplo carbón activo se utiliza para eliminar una sustancia soluble del agua. El carbón activo se produce específicamente para alcanzar una superficie interna muy grande (entre 500 – 1500 m² /g), haciendo que tenga una adsorción ideal. [18]
- **Filtración:** Este proceso se utiliza para remover sólidos suspendidos de los suministros de agua y que pueden consistir de suciedad, cieno u otras partículas que puedan interferir con el uso intencionado del agua. [18]
- **Ósmosis inversa:** Es el tratamiento que se utiliza cuando se requiere de agua muy pura; se elimina todas las sales disueltas y sólidos en suspensión mediante una

membrana en la cual el solvente (agua) es transferido a través de una membrana densa diseñada para retener sales y solutos de bajo peso molecular. [18]

2.3 Propuesta de solución.

Diseñar una planta de tratamiento de efluentes de los procesos del área húmeda (pelambre, curtido y recurtido) en la TENERÍA INCA CIA. LTA, para minimizar la contaminación ambiental existente.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Modalidad de la investigación.

3.1.1. Investigación Aplicada.

El proyecto de investigación que se desarrolló es de tipo de Investigación Aplicada (**I**) ya que se puso en práctica todos los conocimientos que se adquiere con anterioridad para la solución del problema planteado en la empresa “TENERIA INCA CIA. LTDA.”.

3.1.2. Investigación de Campo.

El presente proyecto de investigación tuvo como modalidad Investigación de Campo para la recolección de información técnica de la realidad de la empresa, el investigador visitó el lugar donde se originó las situaciones problemáticas de la empresa y se dio una adecuada solución en base a los objetivos planteados.

3.1.3. Investigación Bibliográfica.

El trabajo de investigación también fue una Investigación Bibliográfica ya que se acudió a fuentes de información como: libros, páginas web, tesis y revistas especializadas; que permitió tener una evaluación científica de toda la información recopilada, con la que se puedo dar una solución apropiada al problema planteado.

3.2. Población y muestra.

En el área húmeda de la empresa hay una sola persona encargada, el cual ayudó a obtener toda la información necesaria que se llegó a requerir para el desarrollo del proyecto.

3.3. Recolección de información.

El presente proyecto de investigación se procedió a recopilar toda la información necesaria de la siguiente manera:

Se efectuó una observación en el proceso productivo del cuero con el propósito de adquirir la información necesaria y relevante, pudiendo de esta manera conocer la situación actual de la empresa “TENERÍA INCA CIA. LTDA.”

Conjuntamente se realizó una entrevista al operador encargado del área húmeda con la finalidad de obtener un punto de vista acerca de la problemática que acarrea la empresa con el tema de contaminación ambiental, apoyándose en el uso de hojas de datos para su registro.

También se obtuvo información por medio de documentos en el que se encontraba el análisis físico – químico de las aguas residuales, permitiendo verificar el nivel de contaminación que lleva la empresa “TENERÍA INCA CIA. LTDA.”

3.4. Procesamiento y análisis de datos.

A partir de la información obtenida se procedió a realizar un procesamiento de acuerdo con:

La observación favorece para ampliar el conocimiento en las actividades y procesos que realizan para la curtición del cuero; además ayuda a simple vista observar en qué condiciones se descargan los efluentes provenientes de todos los procesos de curtición.

La entrevista que se realizó al operador del área húmeda contribuye con la identificación del problema con la que se encuentra la empresa Tenería INCA CIA. LTDA., y con sugerencias para posible solución.

El análisis físico – químico de los efluentes generados en el proceso productivo del cuero permiten afirmar que la empresa tiene contaminación ambiental muy elevada, mediante la comparación de los resultados de estos análisis con la Normas Ambientales (TULSMA).

3.5. Desarrollo del proyecto.

Las actividades para el desarrollo del presente proyecto de investigación se constituyeron de la siguiente manera:

- Listado de todos los químicos utilizados en los procesos del área húmeda de la empresa.
- Se tomó muestras de los efluentes para verificar en qué condición ambiental se encuentra las aguas residuales.
- Se investiga las Normas Ambientales (TULSMA) para descargas de efluentes en la red de alcantarillado público, con lo cual se conoce los límites permisibles de ciertos parámetros que debe cumplir el efluente.
- Se obtuvo el caudal en cada uno de los bombos, para proceder con el diseño de la planta de tratamiento ya que esto implica que los equipos soporten las descargas.
- Se aplicó un tratamiento preliminar para retener todos los sólidos gruesos, para ello se empleó un equipo físico-mecánico.
- Se estudió los tipos de sedimentación y/o coagulación que deberá tener las aguas residuales para aplicar el más adecuado la planta, que de esta manera se retendrá los sólidos sedimentados.
- Se realizó los cálculos y planos técnicos para el diseño de la planta de tratamiento de efluentes.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Título

“PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES PARA LOS PROCESOS DEL ÁREA HÚMEDA EN LA TENERÍA INCA CIA. LTDA EN LA CIUDAD DE AMBATO”.

4.2. Datos Informativos.

4.2.1. Institución Ejecutora.

- Universidad Técnica de Ambato.
- Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

4.2.2. Beneficiarios.

- Empresa “TENERIA INCA CIA. LTA”.
- Investigadora.
- Estudiantes de la FISEI.
- Población aledaña.

4.2.3. Ubicación.

- **Provincia:** Tungurahua
- **Cantón:** Ambato
- **Parroquia:** Izamba
- **Sector:** Calle Virgen del Cisne y Av. Indoamérica

4.2.4. Equipo Técnico Responsable.

- **Investigadora:** Janeth Merchán
- **Tutor de Tesis:** Ing. César Rosero
- **Gerente General:** Ing. Guillermo Gordillo

4.3. Situación actual de la Empresa.

TENERÍA INCA CIA. LTD

La Empresa “TENERÍA INCA CIA. LTD” es una organización ambateña que se dedica a la transformación de pieles a cueros terminados para distintos usos de acuerdo con los requerimientos del cliente como por ejemplo: calzado, vestimenta, carteras, etc.; en cuyos procesos se utiliza insumos y materiales de primera, además presta servicios en sus instalaciones de producción para la clientela que desee realizar uno o varios procesos de curtición de cuero.



Fig. 7: Logotipo de la empresa.

Fuente: TENERÍA INCA CIA. LTDA

4.3.1. Visión

Tenería “INCA”, consciente en la satisfacción de sus clientes, garantiza proporcionar al mercado un cuero con altos índices de calidad, trabajando con los mejores productos e insumos, mediante el mejoramiento continuo de los procesos de producción, planes de inversión de capital para la ampliación en la capacidad productiva para en un futuro; desarrollar las fortalezas necesarias para competir en los cambiantes y competitivos

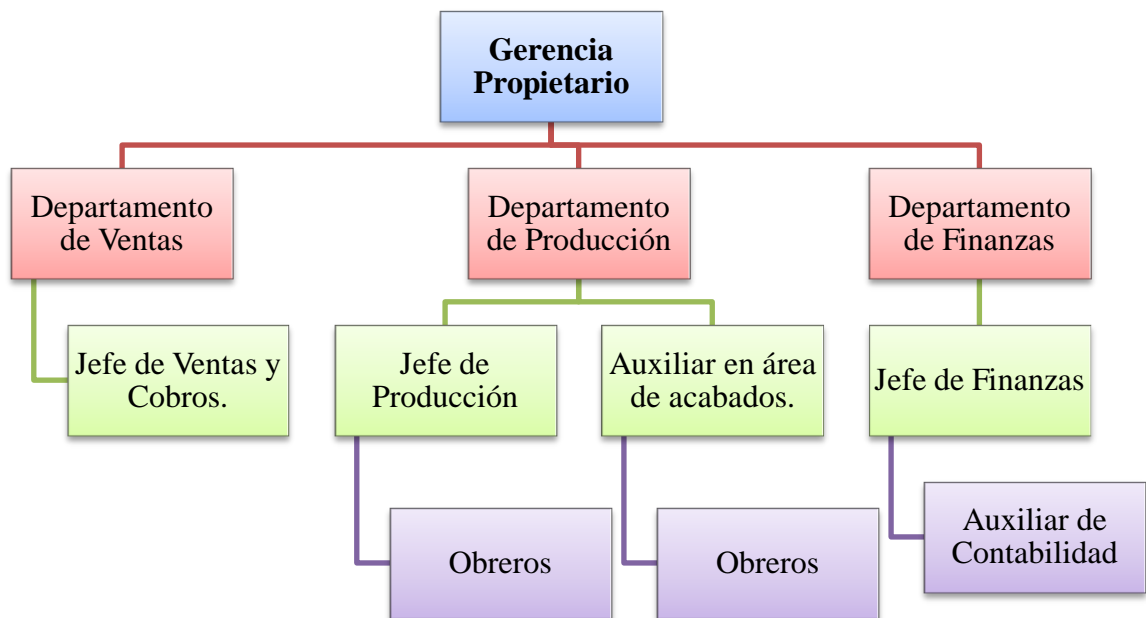
mercados del mundo, con el fin de ser líderes en la industria del cuero, satisfaciendo los mercados locales e internacionales, generando empleo y contribuyendo a la economía nacional.

4.3.2. Misión

Tenería “INCA”, se dedica a la transformación del cuero laborando con los mejores procesos de producción, trabajadores con experiencia y capacitados, utilizamos materiales de primera, los mejores insumos, apoyado con políticas de investigación y desarrollo para la satisfacción plena de los clientes y así lograr las metas de crecimiento, productividad y rentabilidad. Con lo que podemos decir que Tenería “INCA” es el Cuero de la provincia de Tungurahua.

4.3.3. Estructura organizacional.

La empresa cuenta con un equipo de trabajo para atender satisfactoriamente los requerimientos del cliente interno y externo, distribuido de la siguiente manera:



Flujograma 2: Estructura organizacional de la empresa.

Elaborado por: La Investigadora.

Gerente Propietario: Esta dirigida por el Ing. Guillermo Gordillo.

- **Objetivo:** Administrar y organizar todos los departamentos.
- **Función:** Es el representante legal de la empresa, propone políticas, estrategias de desarrollo y mejora continua de la empresa.

Además de la gerencia también se encarga de realiza compras de toda la materia prima, maquinaria, químicos para mantener la producción continua y abastecidos llegando a tener a los clientes satisfechos.

Departamento de Ventas: Este departamento está dirigida por el Ing. Francisco Gordillo.

- **Objetivo:** Mantener el vínculo de la empresa con los clientes externos tanto en lo que produce la fábrica con lo que ellos pidan o necesitan, atendiendo sugerencias y/o reclamos.
- **Función:** Salir con los productos fabricados en la empresa para ser distribuidos en el mercado, además exponer ventajas, beneficios de moda a los clientes.

Departamento de Producción: Este departamento se encuentra dirigida por el Sr. Hugo Calapiña.

- **Objetivo:** Que cada proceso se realice apropiadamente y a tiempo para mantener la producción constante.
- **Función:** Reportar y dar la disposición diaria de trabajo, controlar la calidad del producto y trabajo.

A demás cuenta con una auxiliar de producción para el área de acabados que ayuda en la preparación de las pinturas, lacas, el control de calidad y empackado del producto terminado.

Departamento de Finanzas: Este departamento se encuentra dirigida por el Sra. Carmen Altamirano.

- **Objetivo:** Tener la información contable lista para fines de administración y legales.
- **Función:** Reportar y mantener las cuentas de ingresos y gastos, llevar el control de toda la documentación.

Conjuntamente tiene una persona como auxiliar en la contabilidad de la empresa.

4.3.4. Proceso productivo del cuero en la empresa.

En el diagrama de flujo del ANEXO B se tiene el proceso productivo del cuero de la empresa, a continuación se describe a cada uno de los procesos.

- **Recepción de las pieles:** Las pieles llegan saladas y se selecciona por tamaño y/o calidad, para continuar con el siguiente proceso se pesa a las pieles.



Fig. 8: Pieles pesadas

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

Etapas de Ribera o Pelambre.

- **Remojo:** Es un proceso donde se lava al cuero para recuperar el hinchamiento natural de la piel, debido a la deshidratación que sufre en el momento que es

mezclado con la sal, además se tiene un desprendimiento de suciedades como: sangre, lodos. Se utilizan agentes químicos.

- **Pelambre:** Se elimina el pelo, con la ayuda de químicos como cal, sulfuros, etc. que penetran en la piel cuando abren sus fibras; la piel aumenta su grosor para poder ser descarnada y dividida.



Fig. 9: Proceso de pelambre.

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

Los procesos de descarne y dividido no se realizan en la empresa.

Etapas de Curtido

- **Lavado:** Este proceso es para retirar los remanentes de la etapa anterior.
- **Desencalado:** Permite eliminar la cal de la piel que fue absorbida en el baño del pelambre y para el deshinchamiento de la piel, para lo cual se ayuda con agentes químicos.
- **Rendido o Purga:** Realiza el deshinchamiento y una limpieza sobre la flor de la piel como: pelos y grasas restantes de procesos anteriores, obteniendo mayor elasticidad. Se escurre el agua y se procede a lavar las pieles solo con agua de temperatura ambiente.

- **Piquelado:** Prepara a la piel para el curtido en cromo en forma química, la piel tiene un valor de pH alrededor de 3,8 para que los curtientes ingresen al interior de la piel y que la curtición no sea superficial.
- **Curtido:** En este proceso se realiza la transformación de piel en cuero mediante la utilización de sales de cromo por lo que toma un color azulado, con el fin de evitar la putrefacción del cuero.



Fig. 10: Cuero curtido al cromo.

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

- **Ecurrido:** Se coloca el cuero sobre cuero en caballetes para poder retirar la mayor parte de humedad y evitar aparición de manchas de cromo.
- **Rebajado:** El cuero pasa por una máquina llamada raspadora en el que el cuero obtiene un espesor uniforme. En el que el cuero pasa por una máquina donde se da la calibración al cuero por lo general es de 0.7 mm.
- **Saneamiento:** Se retira hilachas del cuero curtido.

Etapas de Recurtido

- **Lavado:** Este proceso permite retirar remanentes de la etapa anterior con la ayuda de agente químicos.

- **Recromado:** Este proceso permite que el cuero se hinche para lo cual se utiliza sales de cromo en menor porcentaje que en la etapa anterior.
- **Neutralizado:** Permiten que los recurtientes y colorantes penetren en forma regular en el cuero.
- **Recurtición:** Para este proceso se utiliza químicos denominados recurtientes, que ayuda a completar el curtido dándole las características finales al cuero como: resistencia al agua, ayuda a la igualación al teñido, la buena firmeza de flor, buena lijabilidad.
- **Tintura:** Consiste en conferirle al cuero una tonalidad añadiéndole anilina.



Fig. 11: Bombos de Recurtición

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

- **Engrase:** En este proceso se trata de reponer las grasas que perdió durante todo el proceso de curtición, con lo que se obtiene un cuero suave, sedoso y flexible.

Etapas de Acabados

- **Secado:** Son extendidas al aire libre para eliminar humedad, este proceso se lleva en forma lenta ya que depende del clima.

- **Ablandado:** Mediante una máquina llamada zaranda se ablanda el cuero, mientras la zaranda gira el cuero es golpeado, con ello se obtiene un cuero flexible y blandura.



Fig. 12: Proceso de ablandado.

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

- **Estacado:** Es un secado en una maquina denominada togglie, en el que el cuero es estirado con ganchos metálicos en marcos metálicos perforados, el secado es controlado.



Fig. 13: Secando en Togglie.

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

- **Terminado:** En este proceso se da la apariencia final al cuero, se aplican pinturas, lacas.



Fig. 14: Proceso de terminado.

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

- **Clasificación, Medida y Empaquetada:** El cuero es clasificado de acuerdo a la calidad, tonalidad; posteriormente se mide el cuero en pies cuadrados; y por último es empaquetado entre 5 a 8 cueros cada paquete.



Fig. 15: Empacado para comercialización.

Fuente: Tenería INCA CIA. LTA.

4.4. Listado de los químicos utilizados por proceso.

Para la transformación de la piel en cuero se utilizan una serie de productos químicos que cada uno de ellos cumplan una función determinada en los diferentes procesos, teniendo en cuenta que algunos de estos productos químicos son tóxicos aumenta el grado de contaminación debido a la existencia de los remanentes de dichos químicos en los efluentes.

En los cuadros 1, 2 y 3 se presentan una lista de los diferentes químicos que se emplean en los distintos procesos del área húmeda con su respectivo porcentaje el mismo que es considerado de acuerdo con el peso total de cueros a procesar, y el tiempo que se necesita que transcurra para añadir el siguiente químico y/o pasar al siguiente proceso llevando a cabo así el proceso productivo satisfactoriamente.

4.4.1. Receta para la etapa de Ribera o Pelambre.

- **Lavado:** Se requiere el 200% de agua para comenzar con este proceso y etapa, se deja actuar por 30 minutos y se escurre el agua, este proceso se realiza dos veces y es para retirar la sal que contiene las pieles.
- **Remojo:** Con el 100% de agua se necesita un químico humectante que es Quimaten del cual se le añade 0,1%, que después de 180 minutos de trabajo y para completar el proceso se le aumenta 0.1% de Aceptante conjuntamente con el 0,7% de Humectol dejándole reposar medio día y toda la noche. Se escurre el agua completamente al día siguiente.
- **Pelambre:** El proceso comienza con el 50% de agua junto a los químicos riversal que es un depilante el 0,75% y Quimaten que es un humectante el 0,05% respectivamente se deja actuar por 30 min, luego se le añade el 1,2% de cal que actúe por 45 minutos después se le agrega 0,7% de sulfuro de sodio y se le deja que ruede el bombo por 30 minutos, transcurrido este tiempo se le aumenta el 0,4 % y 0,3% de sulfuro de sodio y cal respectivamente dejando trabajar el bombo por 30 minutos.

Posteriormente se hace escurrir el agua para tratar de retirar la gran cantidad de pelo que existe en el agua, una vez que se ha retirado el pelo se le vuelve a reutilizar la misma agua a la cual se le añade 1% de cal y el 0,5% de sulfuro de sodio que se deja trabajar durante 1 hora para que limpie el lodo que existe en la piel luego se le adiciona 0,5% de cal actuando durante 1 hora; transcurrido ese tiempo se le suma el otro 50% de agua para que realice la función de calero dejándole trabajar al bombo por 30 minutos y a partir de ese tiempo hasta el siguiente día se le deja en forma automática que ruede el bombo cada hora durante 5 minutos.

Los procesos de descarne y dividido se lo realizan en máquinas en el Parque Industrial.

Cuadro 1: Receta para la etapa de Ribera o pelambre

PROCESO	QUÍMICOS	PORCENTAJE %	TIEMPO minutos.
Remojo	Quimaten (humectante)	0,1 %	180 minutos
	Aceptante (Bactericida)	0,1 %	Se deja reposar medio día y toda la noche
	Humectol (Auxiliar)	0,7 %	
Pelambre	Riversal (Depilante)	0,75 %	30 minutos
	Quimaten (humectante)	0,05 %	
	Cal	3 %	En varios tiempos
	Sulfuro de Sodio	1,6 %	

Elaborado por: La Investigadora.

4.4.2. Receta para la etapa de Curtido

- **Lavado:** Se lo realiza con el 150% de agua a una temperatura entre 30⁰C a 35⁰C con 0,2 % de sulfato de amonio durante 20 minutos, esto es para retirar los remanentes de la etapa anterior, posteriormente se escurre el agua.
- **Desencalante:** Se le agrega el 50% de agua a una temperatura entre 300C a 350C junto al 0,5 % de sulfato de amonio más el 0,5 % de Desencalante E-93, el 0,3% de Bisulfito de sodio, el 0,05% Quimaten que es un desengrasante y el 0,3% Decalin Plus siendo otro desencalante más dejando trabajar durante 30 minutos, se le revisa si aún contiene cal si es así se le deja más tiempo caso contrario se procede al siguiente proceso.
- **Rendido:** Se le añade el otro 50% de agua tibia con el 0,15% de Cuiroxpon 3F dejando operar durante 45 minutos lo que permite retirar la impurezas del cuero. Se escurre el agua.
- **Piquelado:** Se carga nuevamente el 100% de agua al clima agregando 5% de sal en grano, el 0,3% de Unix P- 48 que es un engrasante, 0,5% de Ácido Fórmico y 0,9 % de Retanal SCT siendo un ácido orgánico; dejando trabajar por 10 minutos cada uno respectivamente antes se añaden el siguiente químico.
- **Curtido:** En la misma agua para completar la etapa se le aumenta el 5,5% de sales de cromo dejando trabajar por 120 minutos y finalmente se le agrega 0,12% de basificante siendo el químico Plenatol HBE hasta que se complete las 8 horas de trabajo. Se le escurre el agua y se retira el cuero del bombo que tiene un color azulejo.

Se deja escurrir el agua del cuero y se pasa al proceso de rebajado en que se utiliza una máquina.

Cuadro 2: Receta de la etapa de Curtido.

PROCESO	QUÍMICOS	PORCENTAJE %	TIEMPO minutos.
Lavado	Sulfato de Amonio	0,2 %	20 minutos
Desencalante	Sulfato de Amonio	0,5 %	30 minutos
	Desencalante E-93	0,5 %	
	Bisulfito de sodio	0,3 %	
	Quimaten (Desengrasante)	0,05 %	30 minutos
	Decalin Plus (Desencalante)	0,3 %	
Rendido	Cuiroxpon 3F	0,15 %	45 minutos
Piquelado	Sal en grano	5 %	10 minutos
	Unix P- 48 (Engrasante)	0,3 %	10 minutos
	Ácido Fórmico	0,5 %	10 minutos
	Retanal SCT (Ácido orgánico)	0,9 %	10 minutos
Curtido	Cromo	5,5 %	120 minutos
	Plenatol HBE (Basificante)	0,12 %	Hasta completar las 8 h de trabajo

Elaborado por: La Investigadora.

4.4.3. Receta para la etapa de Recurtido

- **Lavado:** Se le agrega 100% de agua con el 0,3% de Ácido fórmico y el 0,2% de Quimaten que actúa como humectante se deja rodar al bombo durante 20 minutos, luego se escurre el agua.
- **Recromado y neutralizado:** Se vuelva cargar agua en el bombo que inmediatamente se le agrega el 1% de DB-80 dejando que actúe durante 10 minutos,

es un engrasante lo que evite que el cuero se desgarre en los siguientes procesos, posteriormente se le añade el 2% de cromo y 2% de EH que es un cromo sintético se deja trabajar durante 40 minutos, luego se coloca 0,5% de Formiato de sodio operando durante 30 minutos, inmediatamente se le aumenta 0,5% de Formiato de sodio y el 1,5% NS cumpliendo la función de neutralízate se deja rodar al bombo por 60 minutos y finalmente se incrementa el 1,5% de RS que es un acrílico que opera por 30 minutos. En este último permite apretar la flor para que no se dañe la calidad del cuero en los siguientes procesos, una vez culminado el proceso se escurre el agua.

- **Recurtido y teñido:** Se carga nuevamente pero solo el 50% de agua que se encuentra a una temperatura entre 40oC junto con el 2% de Tergo tan PMB, 2% de Tergo tan PR, los dos son químicos acrílicos permitiendo la firmeza de la flor del cuero y además se necesita el 1% de PO – 60 siendo un engrasante también acrílico, que se deja actuar durante 20 minutos para posteriormente añadir los siguiente químicos para culminar el proceso y son: el 2 % de mimosa, el 2% de Quebracho estos son químicos vegetales; 2% de OT que permite que se disperse la anilina de manera uniforme en el cuero; el 4% de un resinico melamina con nombre 5020; el 2% de Fenólico universal con el nombre SG y por último se necesita el 2% de anilina que es lo que le da color al cuero; todos estos químicos se deja operar con el bombo rodando durante 60 minutos.
- **Engrasado:** Se le agrega el 100% de agua de temperatura que se debe encontrar entre 60 °C con el 4,5% de PO – 60 siendo el engrasante, el 2% de SAM que se debe encontrar sulfatado, el 2% de DB – 80 que es Licitina ayuda a que el cuero sea sedoso, todo esto opera por 60 minutos y para finalizar se añade ácido fórmico entre el 2 al 3% depende el color del cuero, si son colores claros se trabaja con el 2% o si son colores oscuros principalmente el negro el 3% dejando rodar al bombo durante 30 minutos.

Posteriormente se escurre el agua y se realiza un lavado al cuero con el 100% de agua, se deja secar al sol para luego pasar al área de acabados.

Cuadro 3: Receta para la etapa de Recurtido

PROCESO	QUÍMICOS	PORCENTAJE %	TIEMPO minutos.
Lavado	Ácido fórmico	0,3 %	20 minutos
	Quimaten (humectante)	0,2 %	
Recromado y Neutralizado	DB- 80 (Engrase)	1 %	10 minutos
	Cromo	2 %	40 minutos
	EH (cromo sintético)	2 %	
	Formiato de sodio	1 %	En varios tiempos
	NS (Neutralizante)	1,5 %	
	RS (Acrílico)	1,5 %	30 minutos
Recurtido y Teñido	Tergo tan PMB (Acrílico)	2 %	20 minutos
	Tergo tan PR (Acrílico)	2 %	
	PO – 60 (Engrase acrílico)	1%	
	Mimosa	2 %	60 minutos
	Quebracho	2 %	
	OT (Dispersante de anilina)	2 %	
	5020 (Resinico melamina)	4 %	
	SG (Fenólico universal)	2%	
Anilina	2%		

Engrasado	PO – 60 (Engrasante)	4,5 %	60 minutos
	SAM (sulfatado)	2 %	
	DB – 80 (Licitina)	2 %	
	Ácido fórmico	2 – 3 %	30 minutos

Elaborado por: La Investigadora.

4.5. Análisis e interpretación de resultados.

4.5.1. Análisis e interpretación de resultados de la ficha de observación.

Se elaboró una ficha de observación en el área húmeda de acuerdo con la necesidad de conocer los elementos que influyen en la contaminación ambiental del lugar, obteniendo el siguiente resultado (ANEXO C).

Cuadro 4: Resultados de la observación

Ítems	Si	No	Observación
El operador pesa las pieles antes de colocarlas en los bombos	X		Por qué de este peso depende añadir la cantidad adecuada de los químicos.
Se revisa la temperatura del agua para los procesos que lo requieren antes de comenzar a llenar el bombo	X		Solo cuando se necesita agua tibia.
Se controla los tiempos para continuar o finalizar un proceso	X		
Los químicos son añadidos en el porcentaje y tiempo apropiado.	X		Par evitar que la calidad del cuero se vea afectada.
Los efluentes provenientes de los procesos del curtido tienen algún		X	La disposición final de dichos efluentes es en la red de

tratamiento			alcantarillado público sin algún tipo de tratamiento.
Existe materia orgánica en las etapas de curtición del cuero	X		Principalmente en el pelambre, porque se desprende el pelo de la piel.
Existen olores desagradables provenientes de los lodos de los efluentes	X		
La apariencia de los efluentes es desagradable	X		Por la materia orgánica que se desprenden de la pieles durante todo el proceso de curtición.
Los efluentes son peligrosos al llegar a estar en contacto con la piel de una persona	X		Debido a los químicos que se utilizan pueden llegar a provoca quemaduras.

Elaborado por: La Investigadora.

Una ficha de observación es la descripción detallada del fenómeno estudiado; la información debe ser clara y precisa, destacando aquellos aspectos que puedan ser significativos a la hora de analizar de manera general todos los resultados de la investigación. [19]

Análisis e interpretación

Con la ficha de observación se puede constatar que a pesar de que se cuida la calidad del producto, no se está cuidando al medio ambiente debido a que no se está dando algún tipo de tratamiento a los efluentes.

Existe la presencia de materia orgánica en los efluentes principalmente pelo como es el caso del pelambre, en el resto de etapas hay materia orgánica pero en menor porcentaje por ejemplo hilachas de cuero, que de igual forma ayuda a la formación de lodos, dando una apariencia y olores desagradables.

Debido a la utilización de químicos en los procesos de la curtición de la piel los efluentes generados son peligrosos para el ser humano causando daños en la salud, medio ambiente; por lo que no se debe manipular estos efluentes sin el equipo de protección necesario y hay que darle un tratamiento adecuado para que vivan en armonía con el medio ambiente y población aledaña, además se cuidará los equipos instalados en la red de alcantarillado.

4.5.2. Análisis e interpretación de resultados de la entrevista.

Se realizó una entrevista al único operador del área húmeda de la empresa TENERÍA INCA CIA. LTD, obteniendo los siguientes resultados. (ANEXO D)

Pregunta 1. ¿Tiene algún conocimiento sobre la contaminación ambiental que produce la empresa?

Que los químicos que se utiliza en los procesos para de producción del cuero contaminan al ambiente.

Pregunta 2. ¿Se efectúan con frecuencia capacitaciones, estudios ambientales o actividades para contrarrestar la contaminación en la empresa?

No se efectúa ningún tipo de capacitación, estudio o actividad para disminuir la contaminación que genera la empresa.

Pregunta 3. ¿Tiene conocimiento de algún método, normas y/o leyes medioambientalistas que rigen en el país?

Ningún tipo de conocimiento.

Pregunta 4. ¿Sabe usted si la población aledaña a pedido de retiro o cierre permanente de la empresa por la contaminación que genera?

Si han pedido el cambio de lugar de la empresa, y la empresa ha respondido diciendo que den más plazo ya que se van a cambiar al Parque Industrial de la ciudad de Ambato.

Pregunta 5. ¿Se ha enfermado usted o alguien de la empresa debido a los efluentes que no son tratados?

Hasta el momento nadie se enfermado, pero yo voy a ser el primero ya que trabajo en el área donde se genera la contaminación.

Pregunta 6. ¿En qué proceso se considera que es el más contaminante?

En el pelambre debido a que se desprende el pelo de la piel generando lodos.

Pregunta 7. ¿Conoce usted con qué tipo de contaminantes salen los efluentes de los procesos?

Desconozco totalmente.

Pregunta 8. ¿Cuenta con todo el equipo de protección para manipular los químicos utilizados en el proceso de fabricación?

No se cuenta con todo el equipo de protección por que la empresa no entrega.

Pregunta 9. ¿Alguna vez han cuantificado la cantidad de agua utilizada en el proceso de curtición y la cantidad de residuos generados?

No se ha realizado por descuido.

Pregunta 10. ¿Cómo son manejados los efluentes generados dentro de la empresa?

Lo que se puede sacar de los lodos mediante mallas se colocan en tanques para enviarles al relleno sanitario.

Pregunta 11. ¿Cuál es la disposición final de los efluentes generados en la empresa?

Los lodos generados se colocan en tanques para luego llevarles al relleno sanitario mientras que las aguas se les envían a la red de alcantarillado público.

Pregunta 12. ¿Considera usted que es necesario una planta de tratamiento de los efluentes que se generan en el área húmeda de la empresa para reducir la contaminación ambiental?

Si por que actualmente no se hace un buen tratamiento.

Pregunta 13. ¿Cree usted que teniendo una planta tratamiento de los efluentes generados en el proceso de fabricación de cuero se llegará a optimizar de mejor manera los recursos de la empresa?

Si porque se podría reutilizar las aguas del pelambre y curtido, lo que ayudaría a economizar gastos.

Pregunta 14. ¿Considera usted que al tener un tratamiento de los efluentes se llegará a tener un producto de mayor calidad y que la empresa sea más competitiva?

Si por que se realizaría con más cuidado los procesos.

Análisis e interpretación de resultados de la entrevista.

Una vez realizada la entrevista al único operador que labora en el área húmeda, se puede establecer que conoce muy bien los procesos que se efectúa para la curtición del cuero teniendo un dominio del manejo de los químicos que se necesitan para llevar a cabo cada uno de los procesos; y la falencias que tienen con respecto al tema ambiental debido a que no se ejecuta ninguna capacitación o actividades para estar en armonía con el medio ambiente.

A pesar de la falta de los equipos de protección para manipular los químicos que se utilizan y la generación de efluentes sin ningún tipo de tratamiento hasta el momento no se ha enfermado el operador o alguna otra persona que labora en la empresa pero al continuar con la misma situación en un futuro si puede llegar a ver algún enfermo con secuelas irreversibles y el operador del área sería el primero en enfermarse ya que él es que se encuentra en contacto directo con los químicos y con los efluentes.

Hasta el momento lo único que realiza la empresa es separa el lodo del efluente mediante mallas para luego depositarles en el relleno sanitario mientras que el resto del efluente se envía en el alcantarillado público sin ningún tipo de tratamiento, por ende con parámetros fuera de estándar. Por lo que es necesaria una planta de tratamiento para tratar dichos efluentes generados en cada proceso disminuyendo así la contaminación ambiental y estar en concordia con la población aledaña, además el operador considera que la empresa será más competitiva con un producto de mayor calidad.

Adicionalmente el trabajador del área estima que si se llega a reusar el agua se reduciría el consumo de dicho recurso y hasta el de los químicos, llegando así la empresa a reducir sus gastos.

4.5.3. Análisis e interpretación de resultados del análisis de los efluentes en los procesos de área húmeda.

Pelambre

Se obtuvieron los siguientes resultados de las aguas residuales tomadas en la descarga del pelambre. (Anexo E).

Cuadro 5: Análisis Físico- Químico de aguas residual del pelambre.

Parámetros	Unidad	Resultado	Lím. Máx*	Método	Incertidumbre del método.
PH	U pH	11,66	5 a 9	PRO TEC 011/ APHA 4500 H+ B	± 1,68%
DQO *	mg/l	32681	500	PRO TEC 014/ APHA 5220 C	± 20%
DBO5**	mg/l	21243	250	PRO TEC 030/ APHA 5220 B	-----
Aceites y	mg/l	19,33	100	PEAGCEN12	-----

grasas ***					
Cromo VI	mg/l	0,042	0,5	PRO TEC 041/ APHA 3111 B	± 18,34%
Caudal de descarga **	l/s	8,33	1,5 veces el caudal promedio del sistema de alcantarillado	Según condición del sistema	-----
Temperatura	°C	18,5	< 40	PRO TEC 043/ APHA 2550 B	± 12%
Nitratos *	mg/l	14,27	-----	PRO TEC 024/ HACH 8192	± 11,24%
Sulfatos*	mg/l	3611	400	PRO TEC 026/ HACH 8051	± 13%
Sulfuros	mg/l	923,044	1,0	PRO TEC 042/ APHA 4500 S E	± 4,74%
Cromo total *	mg/l	1,01	-----	PRO TEC 040/ APHA 3111 B	± 10,31%
Sólidos Suspendidos *	mg/l	18416	220	PRO TEC 029/ APHA 2540 D	± 8,38%
Sólidos Sedimentables *	ml/l	20	20	PRO TEC 021/ APHA 2540 F	± 1,04%
Color **	Unid. Pt - Co	126306	-----	PRO TEC 027/ HACH	-----

				8025	
Material flotante **	Visible	Presencia	Ausencia	PRO TEC 038/ VISUAL	-----
Carbonatos **	mg/lCO ₃	5059,20	0,1	APHA 4500 CO2 B	-----

Norma de Referencia: TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 11

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera de alcance

** Parámetro No acreditado

*** Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:

Certificado: N^o OAE LE 2C 06-007

Fuente: TENERÍA INCA CIA. LTD

Análisis e interpretación

En el cuadro 5 muestra los resultados obtenidos del análisis del agua residual del proceso de pelambre, realizado en el Laboratorio de Análisis Ambiental Acreditado LACQUANÁLISIS de la ciudad de Ambato.

- **PH:** Según los resultados del análisis físico – químico obtenidos en este parámetro tiene un valor de 11,66 Uph, lo que significa que es mayor que el límite superior permisible (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11) que esta entre 5 a 9 Uph para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público, indicando que el agua es básica o alcalina y no puede haber vida acuática en ella; entonces este parámetro contribuye con la contaminación de medio ambiente.
- **DQO:** A través de los resultados del análisis físico – químico obtenidos, la Demanda Química de Oxígeno es de 32681 mg/l, lo que significa que es mayor que el límite permisible (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11) que es de 500 mg/l para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público; este parámetro indicando la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación química de la materia contaminante siendo su valor muy elevado existe un alto grado de contaminación.
- **DBO5:** A través de los resultados del análisis físico – químico realizado, la Demanda Bioquímica de Oxígeno es de 21243 mg/l, lo que significa que es mayor que el límite permisible (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11) que es de 250 mg/l

para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público; lo que muestra un crecimiento de la materia orgánica a través del tiempo en forma excesivamente elevada colaborando con la contaminación ambiental en forma representativa.

- **Aceites y grasa:** Los resultados obtenidos del análisis físico – químico muestran un valor de 19,33 mg/l, por lo que se encuentra por debajo del límite permisible para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público que es de 100 mg/l (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11); indicando que se encuentra dentro del rango permitido y que no colabora con la contaminación ambiental, ya que la presencia de este parámetro altera la calidad del agua en una estética como olor, color y apariencia porque son compuestos orgánicos que consumen oxígeno del medio de donde se encuentren.
- **Cromo VI:** De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis físico - químico del efluente establece que es de 0,042 mg/l, valor que se encuentra por debajo del límite permisible para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público que es de 0,5 mg/l (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11); mostrando que se encuentra dentro de lo permisible ya que en este proceso no se utilizan sales de cromo.
- **Caudal de descarga:** Mediante el informe del análisis realizado al efluente se obtiene un resultado de 8,33 l/s.
- **Temperatura:** Según los resultados del análisis realizado muestra que este parámetro tiene un valor de 18,5°C encontrándose dentro del límite permisible de acuerdo con el valor establecido en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que tiene que ser menor de 40°C; este parámetro no apoya con la contaminación ambiental, se lo considera ya que la temperatura influye con la aceleración o aplazamiento de la reacción biológica o química llegando a provocar deterioro en la red de alcantarillado público.

- **Nitrato:** Según el análisis físico – químico realizado del efluente indica que es de 14,27 mg/l, el límite permisible de este parámetro no se encuentra en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 para saber si se encuentra o no dentro del rango; los nitratos son compuestos solubles y estables siendo la forma más oxidada del nitrógeno, existe presencia por que los cueros contienen estiércol y por descomposición de materia animal que al mezclar con agua da paso a la obtención de nitrato y en altas concentraciones llega a ser potencialmente peligroso para el consumo humano.
- **Sulfatos:** Mediante el análisis del efluente se puede establecer que el valor de este parámetro es de 3611 mg/l, encontrándose muy elevado del límite permisible de acuerdo con el valor establecido en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que tiene un valor de 400 mg/l; este parámetro muestra que se presenta debido a la oxidación de sulfuros que existen en el agua y que debido a su alta concentración en el agua llega a ser corrosiva.
- **Sulfuros:** A través del análisis realizado del efluente del pelambre se establece que el valor del sulfuro es de 923,044 mg/l, excediendo en manera excesiva del valor límite permitido para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado establecido en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que es de 1 mg/l. en este caso este parámetro se encuentra alto porque en el proceso de pelambre se utiliza el sulfuro de sodio para el desprendimiento del pelo de la piel siendo muy elemento tóxico en medio acuoso, se tiene una disminución del oxígeno disuelto en el curso del agua debido a su carácter reductor.
- **Cromo total:** A través de los resultados obtenidos del análisis se puede observar que es de 1,01 mg/l, el límite permisible de este parámetro no se encuentra en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 como para conocer si se encuentra o no dentro del rango; como en este proceso no se utiliza el cromo y el valor del cromo hexavalente se encuentra dentro del rango se puede decir que este parámetro no es un elemento contaminante.

- **Sólidos suspendidos:** Mediante el análisis realizados al efluente se obtuvo que este parámetro tiene un valor de 18416 mg/l encontrándose fuera del límite permisible en una manera muy elevada según el valor de TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que es de 220 mg/l, estos sólidos se encuentra en fase sólida en el agua en forma de partículas sumamente fina de material orgánico e inorgánico pudiendo ser retenidos por filtros y causando turbidez al agua; y se encuentran una gran cantidad de solidos suspendidos en el agua residual del pelambre contribuyendo con la contaminación ambiental del sector.
- **Sólidos sedimentables:** Mediante el análisis físico – químico realizado al efluente se obtuvo un valor de 20 ml/l indicando que se encuentra en el límite máximo de descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público que es de 20 ml/l (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11); es la cantidad de material que sedimenta de una muestra al fondo de un cono Imhoff en un período de tiempo de reposo del agua residual, y en este caso hay que impedir que el valor de este parámetro suba para que contamine al ambiente.
- **Color:** Según los resultados obtenidos en el análisis del efluente del pelambre se observa que es de 126306 Unid. Pt-Co, el límite permisible de este parámetro no se encuentra en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11; este es un parámetro físico y no existe relación directa con el grado de contaminación, muestra la presencia de sustancias suspendidas y es de aspecto desagradable.
- **Material flotante:** A través del análisis realizado al efluente se puede decir que hay presencia de material flotante en el efluente y de acuerdo con el límite permisible de descargas al sistema de alcantarillado debería ser ausente según TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11; es la presencia o ausencia de materiales que se sostienen en la superficie del agua y son apreciables a simple vista del ojo humano como por ejemplo las grasas que forman grumos, restos de pelos, etc.
- **Carbonatos:** Según los resultados del análisis realizado se obtiene un valor de 5059,20 mg/CO₃ mostrando que se encuentra excesivamente elevado sobrepasando

del límite permisible para descargas al sistema de alcantarillado de acuerdo con TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que es de 0,1 mg/ICO₃, como se tiene un valor alto en este parámetro debido a la utilización de cal alterando el pH haciendo que el agua residual sea alcalina.

Curtido.

Se obtuvieron los siguientes resultados de las aguas residuales tomadas en la descarga del curtido. (Anexo F).

Cuadro 6: Análisis Físico- Químico de aguas residual del curtido.

Parámetros	Unidad	Resultado	Lím. Máx*	Método	Incertidumbre del método.
PH **	U pH	3,53	5 a 9	PRO TEC 011/ APHA 4500 H+ B	± 1,68%
DQO **	mg/l	7054	500	PRO TEC 014/ APHA 5220 C	± 20%
DBO5**	mg/l	4585	250	PRO TEC 030/ APHA 5220 B	-----
Aceites y grasas ***	mg/l	99,8	100	EPA 418,1	-----
Cromo VI **	mg/l	1,499	0,5	PRO TEC 041/ APHA 3111 B	± 18,34%
Caudal de descarga **	l/s	8,13	1,5 veces el caudal promedio del sistema de alcantarillado	Según condición del sistema por proceso	-----

Temperatura	°C	22,5	< 40	PRO TEC 043/ APHA 2550 B	± 12%
Sulfatos**	mg/l	12196	400	PRO TEC 026/ HACH 8051	± 13%
Sulfuros	mg/l	0,691	1,0	PRO TEC 042/ APHA 4500 S E	± 4,74%
Cromo total**	mg/l	1723,5	-----	PRO TEC 040/ APHA 3111 B	± 10,31%
Sólidos Suspendidos	mg/l	227	220	PRO TEC 029/ APHA 2540 D	± 8,38%
Sólidos Sedimentables	ml/l	15	20	PRO TEC 021/ APHA 2540 F	± 1,04%
Color **	Unid. Pt – Co	1989	-----	PRO TEC 027/ HACH 8025	-----
Material flotante **	Visible	Ausencia	Ausencia	PRO TEC 038/ VISUAL	-----
Carbonatos **	mg/CO ₃	0,00	0,1	APHA 4500 CO2 B	-----

Parámetro acreditado

* Norma de Referencia: TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 11

** Parámetro No acreditado

*** Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:
Certificado: N° OAE LE 2C 05-002

Fuente: TENERÍA INCA CIA. LTD

Análisis e interpretación

En el cuadro 6 muestra los resultados obtenidos del análisis del agua residual del proceso del curtido, realizado en el Laboratorio de Análisis Ambiental Acreditado LACQUANÁLISIS de la ciudad de Ambato.

- **PH:** Según los resultados del análisis físico – químico obtenidos en este parámetro tiene un valor de 3,53 Uph, lo que significa que se encuentra por debajo del límite inferior permisible (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11) que esta entre 5 a 9 Uph para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público, mostrando que el agua es ácida y corrosiva por lo que no puede haber vida acuática en ella, entonces este parámetro contribuye con la contaminación ambiental.
- **DQO:** A través de los resultados del análisis físico – químico obtenidos, la Demanda Química de Oxígeno es de 7054 mg/l, encontrándose encima del límite permisible (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11) que es de 500 mg/l para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público; a diferencia del agua residual del pelambre este valor es menor pero aun así se encuentra fuera del límite de manera elevada lo que existe un alto grado de contaminación.
- **DBO₅:** A través de los resultados del análisis físico – químico realizado, se obtiene un valor de 4585 mg/l, lo que significa que es mayor que el límite permisible (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11) que es de 250 mg/l para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público; mostrando un crecimiento de la materia orgánica a través del tiempo pero este valor es menor que en el agua residual del pelambre en forma considerable pero aun así colabora con la contaminación ambiental en forma representativa.
- **Aceites y grasa:** Los resultados obtenidos del análisis físico – químico muestran un valor de 99,8 mg/l, por lo que se encuentra cerca del límite permisible para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público que es de 100 mg/l (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11); pero aun así indica que se encuentra dentro del rango permitido y que no colabora con la contaminación ambiental y si

no se tiene se toma las precaución necesarias para evitar que sobre pase el limite permisible la contaminación será aún mayor de la que ya se tiene en todo el proceso.

- **Cromo VI:** De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis físico - químico del efluente establece que es de 1,499 mg/l, valor es mayor que el límite permisible para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público que es de 0,5 mg/l (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11); el valor es alto debido que en este proceso se utiliza sales de cromo para la curtición del cuero.
- **Caudal de descarga:** Mediante el informe del análisis realizado al efluente se obtiene un resultado de 8,13 l/s.
- **Temperatura:** Según los resultados del análisis realizado muestra que este parámetro tiene un valor de 22,5oC encontrándose dentro del límite permisible de acuerdo con el valor establecido en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que tiene que ser menor de 40oC; en este caso el valor es mayor que en el proceso anterior debido a que en este proceso se utiliza agua tibia a 35oC pero aun así se encuentra de lo permisible y no provocan deterioro en la red de alcantarillado público.
- **Sulfatos:** Mediante el análisis del efluente se puede establecer que el valor de este parámetro es de 12196 mg/l, encontrándose sobre el límite permisible de acuerdo con el valor establecido en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que tiene un valor de 400 mg/l; en este caso este valor es más elevado que en el proceso del pelambre debido a que se utiliza químicos compuestos de sulfato en toda la etapa de curtido y por ende el agua residual es mucho más corrosiva que el caso anterior teniendo una representativa contaminación.
- **Sulfuros:** A través del análisis realizado del efluente del pelambre se establece que el valor del sulfuro es de 0,691 mg/l, este valor se encuentra dentro del límite permitido para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado establecido descrito en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que es de 1 mg/l. debido a que no se ocupan en esta etapa químicos que contenga compuestos de sulfuro.

- **Cromo total:** A través de los resultados obtenidos del análisis se puede observar que es de 1723,5 mg/l, el límite permisible de este parámetro no se encuentra en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 como para conocer si se encuentra o no dentro del rango; como en esta etapa se utiliza sales de cromo en este caso el valor del cromo total es mayor en comparación del caso anterior, y por el valor elevado que tiene el cromo hexavalente se puede decir que este parámetro también contribuye con la contaminación ambiental de las aguas residuales.
- **Sólidos suspendidos:** Mediante el análisis realizados al efluente se obtuvo que este parámetro tiene un valor de 227 mg/l encontrándose sobre el límite permisible según el valor de TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que es de 220 mg/l, si existe solidos suspendidos pero ya mes mucho menor que en el caso del pelambre debido que la mayoría de materia orgánica se encuentra en el proceso anterior.
- **Sólidos sedimentables:** Mediante el análisis físico – químico realizado al efluente se tiene un valor de 15 ml/l indicando que se encuentra por debajo del límite permisible de descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público que es de 20 ml/l (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11); por lo que se va encontrar muy poco sólidos sedimentables y que en esta etapa no es una parámetro contaminante.
- **Color:** Según los resultados obtenidos en el análisis del efluente se observa que es de 1989 Unid. Pt-Co, el límite permisible de este parámetro no se encuentra en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11; el color en este caso es menor ya que las sales de cromo da un color azulejo y la cantidad de materia orgánica también es menor por lo que la apariencia no es tan desagradable.
- **Material flotante:** A través del análisis realizado al efluente hay ausencia de material flotante en el efluente con lo que está cumpliendo con lo establecido por TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11; a pesar de que existe sólidos suspendidos no hay material que sea apreciable al ojo humano.

- **Carbonatos:** Según los resultados del análisis realizado se obtiene un valor de 0mg/ICO₃ mostrando que no existe carbonatos y que se encuentra dentro del límite permisible para descargas al sistema de alcantarillado de acuerdo con TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que es de 0,1 mg/ICO₃; la ausencia de carbonatos se debe a que no se utiliza cal en este proceso.

Recurtido

Se obtuvieron los siguientes resultados de las aguas residuales tomadas en la descarga del recurtido. (Anexo G)

Cuadro 7: Análisis Físico- Químico de aguas residual del recurtido

Parámetros	Unidad	Resultado	Lím. Máx*	Método	Incertidumbre del método.
PH	U pH	8,40	5 a 9	PRO TEC 011/ APHA 4500 H+ B	± 1,68%
DQO *	mg/l	8620	500	PRO TEC 014/ APHA 5220 C	± 20%
DBO5**	mg/l	5603	250	PRO TEC 030/ APHA 5220 B	-----
Aceites y grasas ***	mg/l	15,33	100	PEAGCEN12	-----
Cromo VI	mg/l	0,047	0,5	PRO TEC 041/ APHA 3111 B	± 18,34%
Caudal de descarga **	l/s	8,00	1,5 veces el caudal promedio del sistema de	Según condición del sistema	-----

			alcantarillado		
Temperatura	°C	17,8	< 40	PRO TEC 043/ APHA 2550 B	± 12%
Nitratos *	mg/l	14,93	-----	PRO TEC 024/ HACH 8192	± 11,24%
Sulfatos*	mg/l	1590	400	PRO TEC 026/ HACH 8051	± 13%
Sulfuros	mg/l	169,597	1,0	PRO TEC 042/ APHA 4500 S E	± 4,74%
Cromo total *	mg/l	76,76	-----	PRO TEC 040/ APHA 3111 B	± 10,31%
Sólidos Suspendidos	mg/l	1916	220	PRO TEC 029/ APHA 2540 D	± 8,38%
Sólidos Sedimentables *	ml/l	0,2	20	PRO TEC 021/ APHA 2540 F	± 1,04%
Color **	Unid. Pt - Co	15560	-----	PRO TEC 027/ HACH 8025	-----
Material flotante **	Visible	Presencia	Ausencia	PRO TEC 038/ VISUAL	-----
Carbonatos **	mg/lCO ₃	102,00	0,1	APHA 4500 CO2 B	-----

Norma de Referencia: TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 11

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera de alcance

** Parámetro No acreditado

*** Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:

Certificado: N° OAE LE 2C 06-007

Fuente: TENERÍA INCA CIA. LTD

Análisis e interpretación.

En el cuadro anterior muestra los resultados obtenidos del análisis del agua residual del proceso del recurtido o descarga final. Este análisis es realizado en el Laboratorio de Análisis Ambiental Acreditado LACQUANÁLISIS de la ciudad de Ambato.

- **PH:** Según los resultados del análisis físico – químico obtenidos en este parámetro tiene un valor de 8,4 Uph, demostrando que se encuentra dentro de los límites permisibles (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11) que esta entre 5 a 9 Uph para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público, aunque se aproxima al límite superior se puede decir que el agua residual es algo alcalina.
- **DQO:** Mediante los resultados del análisis realizados, se puede decir que es de 8620 mg/l, lo que significa que es mayor que el límite permisible (TUSLMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11) que es de 500 mg/l para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público; en este caso es mayor que las aguas de curtición pero menor de las aguas del pelambre pero aun así existe contaminación ambiental por parte de este parámetro.
- **DBO₅:** A través de los resultados del análisis físico – químico realizado, la Demanda Bioquímica de Oxígeno es de 5603 mg/l, siendo mayor que el límite permisible (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11) que es de 250 mg/l para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público; mostrando un crecimiento de la materia orgánica mayor que el de curtición y menor que el del pelambre.
- **Aceites y grasa:** Los resultados obtenidos del análisis físico – químico muestran un valor de 15,33 mg/l, mostrando que está dentro del límite permisible para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público que es de 100 mg/l (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11); la calidad del agua en forma estética no es tan desagradable ya que no supera el límite permisible.

- **Cromo VI:** De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis del efluente muestra que es de 0,047 mg/l, valor que se encuentra por debajo del límite permisible para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público que es de 0,5 mg/l (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11); el resultado se acerca al límite permisible debido a que se ocupa sale de cromo y cromo sintético para un proceso que se llama recromado.
- **Caudal de descarga:** Mediante el informe del análisis realizado al efluente se obtiene un resultado de 8,0 l/s.
- **Temperatura:** Según los resultados del análisis realizado muestra que este parámetro tiene un valor de 17,8oC hallándose dentro del límite permisible de acuerdo con el valor establecido en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que tiene que ser menor de 40oC; como en los casos anteriores no provocan el deterioro de la red de alcantarillado público.
- **Nitrato:** Mediante el análisis físico – químico realizado al efluente indica que es de 14,93 mg/l, el límite permisible no se encuentra en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 para conocer si se encuentra o no dentro del rango; pero en este caso es mayor que en las aguas residuales del pelambre debido a la descomposición de materia en forma de polvo o residuos de cuero que se encuentra en el propio cuero proveniente del proceso del raspado.
- **Sulfatos:** Según el análisis del efluente se puede establecer que el valor de este parámetro es de 1590 mg/l, encontrándose sobre del límite permisible en una forma elevada de acuerdo con el valor establecido en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que tiene un valor de 400 mg/l; debido a que se utiliza un químico en el proceso de engrasado que es sulfatada.
- **Sulfuros:** Según el análisis realizado del efluente del pelambre se establece que el valor del sulfuro es de 169,597 mg/l, excediendo en una forma excesiva del valor límite permitido para descargas de efluentes al sistema de alcantarillado establecido en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que es de 1 mg/l; es menor que en las

aguas de pelambre y mayor que en las aguas de curtición sobrepasando el límite permisible debido a los compuestos químicos que se utilizan en cada proceso.

- **Cromo total:** Según los resultados obtenidos del análisis en el efluente se puede decir que es de 76,76 mg/l, el límite permisible de este parámetro no se encuentra en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 como para conocer si se encuentra o no dentro del rango; como en el proceso de recromado se utiliza sales de cromo y cromo sintético se obtiene un valor representativo como en el caso anterior.
- **Sólidos suspendidos:** Mediante el análisis realizados al efluente se obtuvo que este parámetro tiene un valor de 1916 mg/l encontrándose fuera del límite permisible en una manera muy elevada según el valor de TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que es de 220 mg/l, existe sólidos suspendidos en esta agua residual de la misma manera que en el pelambre en una forma excesiva que a diferencia de las aguas residuales del curtido que excede el límite muy poco.
- **Sólidos sedimentables:** A través del análisis realizado al efluente se tiene un valor de 0,2 ml/l indicando que se encuentra dentro del límite máximo de descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público que es de 20 ml/l (TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11); en este caso casi no existe sólidos sedimentables debido a que casi no hay material sedimentable.
- **Color:** Mediante los resultados obtenidos en el análisis del efluente se observa que es de 15560 Unid. Pt-Co, el límite permisible de este parámetro no se encuentra en TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11; tiene una apreciación de color de acuerdo de la anilina que se aplicó para darle el color al cuero.
- **Material flotante:** Según del análisis realizado al efluente se tiene una presencia de material flotante en el efluente que de acuerdo con el límite permisible de descargas al sistema de alcantarillado debería ser ausente según TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 no debería haber material flotante; existe material flotante que se puede

observar a simple vista debido al cuero que contiene residuos de polvo porque paso por un proceso del raspado antes de ingresar al recurtido.

- **Carbonatos:** Mediante los resultados del análisis realizado al efluente se obtiene un valor de 102 mg/CO₃ indicando que está muy elevado por encima del límite permisible para descargas al sistema de alcantarillado según TULSMA: Libro VI Anexo 1 Tabla 11 que es de 0,1 mg/CO₃; el agua residual se acerca es algo alcalina, y su valor es menor que las aguas residual del pelambre debido a que no se ocupa directamente cal como químico.

PROPUESTA

4.6. Antecedentes de la Propuesta.

Una vez realizada una meticulosa investigación en las instalaciones de la empresa “TENERÍA INCA CIA. LTD.” se pudo comprobar que no cuenta con un tratamiento de los efluentes en el área humedad, y que son depositados en la red de alcantarillado produciendo un malestar en el sector.

Los factores de contaminación ambiental en la empresa que fueron identificados son: el empleo de productos químicos en cada proceso son muy agresivos para el ambiente, las variaciones que existen en los parámetros del PH, DBO₅, DQO en los distintos procesos de curtición, además de sus valores excesivamente elevados principalmente en DBO₅, DQO mostrando así que se encuentran fuera de los límites permisibles para descargas en alcantarillado público de acuerdo con la norma TULSMA; indicando así el mal estado que se encuentran los efluentes y lo perjudicial que es para el ambiente.

Por ello es importante tratar adecuadamente dichos efluentes en esta entidad privada, por lo cual se propone el diseño de una planta de tratamiento de los efluentes del área húmeda, para que la empresa tenga una solución ambiental, el cumplimiento de las normativas medioambientalistas y lleguen a tener una cultura medioambientalista.

4.7. Justificación de la Propuesta.

Las curtiembres, curtidurías o tenerías es una industria en la que se emplea en consumo de agua de manera exagerada que ayudada de químicos generan efluentes con parámetros fuera de límites exigidas por las autoridades ambientales. Por tal motivo es necesario que este sector industrial tenga un tratamiento de sus aguas residuales antes de depositarles en la red de alcantarillado.

El diseño de una planta de tratamiento para los efluentes dentro del área húmeda de la “TENERÍA INCA CIA. LTD.” se realice con normas, políticas y compromiso por cuidado del medio ambiente facilitando que la empresa labore sin alguna restricción y ayudando a cubrir las necesidades del país como por ejemplo: demandas laborales, demandas de mercado y cuidado del medio ambiente.

Para la selección del tratamiento dependerá del consumo de agua, químicos utilizados en cada proceso y los parámetros obtenidos de las aguas residuales mediante un análisis; este tratamiento buscará entregar el agua en las mismas o mejores condiciones que las recibe, con el fin de estar en armonía con el medio ambiente y un entorno en el cual se pueda trabajar con seguridad ambiental.

4.8. Análisis de Factibilidad.

Se señala ciertos aspectos de viabilidad en la ejecución del proyecto de manera eficaz.

4.8.1. Factibilidad Científica – Técnica.

Es factible por que los recursos utilizados son de fácil acceso y comprensión para el desarrollo de la propuesta como por ejemplo la información científica relacionado con el tema, que resultará adecuado para enfrentar un entorno cambiante.

4.8.2. Factibilidad Socio-Cultural.

Es factible porque servirá como guía para los estudiantes de la FISEI de la UTA y a los lectores que consideren importante el diseño de una planta de tratamiento de los efluentes.

4.8.3. Factibilidad Organizacional.

Es factible porque se cuenta con la completa apertura de la empresa “TENERÍA INCA CIA. LTD.” productora de cueros ubicada en la ciudad de Ambato.

4.8.4. Factibilidad Ambiental.

Es factible puesto que promueve al cuidado de medio ambiente porque se plantea un tratamiento de los efluentes en el área húmeda, significando la reducción de la contaminación del sector y por ende contribuyendo a un ambiente amigable.

4.9. Normativa ambiental.

4.9.1. Constitución de la República del Ecuador.

Título V: Organización Territorial del Estado

“Capítulo cuarto: Régimen de competencias.

Art 264: Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art 267 Los gobiernos parroquiales rurales ejercerán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las adicionales que determine la ley:

4. Incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias, la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente.

Art. 395. La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

Título VII: Régimen del Buen Vivir.

Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales.

Sección primera: Naturaleza y ambiente.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental.

Sección séptima: Biosfera, ecología urbana y energías alternativas.

Art. 415. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos.” [20]

4.9.2. Ley de Gestión Ambiental.

“Título II: Del Régimen Institucional de la Gestión Ambiental.

Capítulo I: Del Desarrollo Sustentable.

Art. 7.- La gestión ambiental se enmarca en las políticas generales de desarrollo Sustentable para la conservación del patrimonio natural y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Las políticas y el Plan mencionados formarán parte de los objetivos nacionales permanentes y las metas de desarrollo. El Plan Ambiental ecuatoriano contendrá las estrategias, planes, programas y proyectos para la gestión ambiental nacional y será preparado por el Ministerio del ramo.

Para la preparación de las políticas y el plan a los que se refiere el inciso anterior, el Presidente de la República contará, como órgano asesor, con un Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable, que se constituirá conforme las normas del Reglamento de esta Ley y en el que deberán participar, obligatoriamente, representantes de la sociedad civil y de los sectores productivos.

Título III: Instrumentos de Gestión Ambiental.

Capítulo V: Instrumentos de Aplicación de Normas Ambientales.

Art. 33.- Establéense como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.

Título V: De la Información y Vigilancia Ambiental.

Art. 40.- Toda persona natural o jurídica que, en el curso de sus actividades empresariales o industriales estableciere que las mismas pueden producir o están produciendo daños ambientales a los ecosistemas, está obligada a informar sobre ello al Ministerio del ramo o a las instituciones del régimen seccional autónomo. La información se presentará a la brevedad posible y las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias para solucionar los problemas detectados. En caso de incumplimiento de la presente disposición, el infractor será sancionado con una multa de veinte a doscientos salarios mínimos vitales generales.” [21]

4.9.3. Ley de Prevención y Control de la contaminación Ambiental.

“Capítulo II: De la Prevención y Control de la contaminación de las aguas.

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetar a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 8.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencias, fijaran el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

Art. 9.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencias, también, están facultados para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley.” [22]

4.9.4. Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio Ambiental (TULSMA)

Libro VI: De la Calidad Ambiental.

“Título IV: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental.

Capítulo V: Del Regulado.

Sección I: De los Deberes y Derechos del Regulado.

Art. 84.- Responsabilidad por Descargas, Emisiones y Vertidos.- Las organizaciones que recolecten o transporten desechos peligrosos o especiales, brinden tratamiento a las emisiones, descargas, vertidos o realicen la disposición final de desechos provenientes de terceros, deberán cumplir con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas. Así mismo, deberán obtener las autorizaciones administrativas ambientales correspondientes de parte de la entidad ambiental de control.

El productor o generador de descargas, emisiones o vertidos, no queda exento de la presente disposición, y deberá responder conjunta y solidariamente con las organizaciones que efectúen para él las acciones referidas en este artículo. La responsabilidad es solidaria e irrenunciable.

Título V: Reglamento para la prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos.

Capítulo III: Fases de la Gestión de desechos peligrosos.

Sección II: Del Manejo de los desechos peligrosos.

Parágrafo 4º: De los Tratamientos.

Art. 176.- En los casos previstos por las normas técnicas pertinentes, previamente a su disposición final, los desechos peligrosos deberán recibir el tratamiento técnico correspondiente y cumplir con los parámetros de control vigentes.

Para efectos del tratamiento, los efluentes líquidos, lodos, desechos sólidos y gases producto de los sistemas de tratamiento de desechos peligrosos, serán considerados como peligrosos.

Art. 177.- Los efluentes líquidos del tratamiento de desechos líquidos, sólidos y gaseosos peligrosos, deberán cumplir con lo estipulado en la Ley de Gestión Ambiental, Ley de Prevención y Control de la Contaminación, en sus respectivos reglamentos, en las ordenanzas pertinentes y otras normas que sobre este tema expida el MAE.

Capítulo IV: De los mecanismos de Prevención y Control.

Sección III: Condiciones para el Tratamiento y Disposición Final.

Art. 209.- Las operaciones de tratamiento y disposición final de desechos peligrosos se sujetarán a las normas técnicas aprobadas por el MAE. Cualquier otra tecnología o procedimiento de eliminación de desechos peligrosos propuestos, deberán ser expresamente autorizados por el MAE.

Art. 212.- Las plantas de tratamiento y de disposición final de desechos peligrosos deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

2. Contar con un estudio de impacto ambiental aprobado por el MAE, previo a su instalación.
3. Cumplir con las normas de calidad ambiental establecidas en las leyes, reglamentos y ordenanzas pertinentes.
4. Registrarse ante el MAE o las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva para obtener la correspondiente licencia ambiental para su funcionamiento.” [23]

Libro VI Anexo 1: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua.

Tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público

Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. [24]

En el cuadros 8 se encuentran los límites de descargas de los efluentes al sistema de alcantarillado público, con el que nos permitimos comparar con los análisis realizados de los efluentes generados en la empresa para saber si estamos cumpliendo o no la norma; y poder hacer alguna remediación en los parámetros que se encuentre fuera de estándar.

A continuación se presenta todos los parámetros para una descarga al sistema de alcantarillado público.

Cuadro 8: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. [24]

	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO ₃	mg/l	0,1

Caudal máximo		l/s	1,5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O.5.	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Material flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5 - 9

Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno.	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentrados de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

4.10. Parámetros de diseño de la planta de tratamiento.

El diseño de la planta de tratamiento para la Tenería se basa en las Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales, que se encuentran estipulados en la Secretaria del Agua desde 1992.

4.10.1. Caudal de diseño.

Es la cantidad de fluido, medido en volumen, que se mueve en una unidad de tiempo. Para ello, se basa en conocer el tiempo que demora en vaciar del bombo el agua

utilizada en el proceso de cada etapa, para posteriormente calcular el consumo de agua o el caudal, mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V_b}{t} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

- **Q** = Caudal usado en el proceso (l/s)
- **Vb** = Volumen del recipiente (l)
- **t** = Tiempo que tarda en llenar el recipiente (s) [25]

4.10.2. Parámetros para el pretratamiento

Rejilla

El primer paso en el tratamiento del agua residual consiste en la separación de los sólidos gruesos, además hay que acentuar que al separar los sólidos de gran tamaño se está evitando el deterioro de equipos y que se llegue a tener una buena eficiencia del sistema de tratamiento.

Para todas las industrias que tengan procesos industriales con descargas violentas (no uniformes) se exigirá como mínimo una compensación de caudales consistente en un tanque dimensionado para permitir una descarga uniforme en 24 h, con facilidades de mezcla y un cribado de rejillas con una separación no mayor a 3 cm.[26]

Rejillas de limpieza manual

El sistema de limpieza podrá ser manual si la cantidad de material retenido en la reja se espera que exija la limpieza en períodos superiores a una hora, y sólo se diseñará una reja. [26] Hay que retirar el material sólido acumulado en las rejillas porque aumenta la pérdida de carga a medida que se presenta una mayor obstrucción.

Cuadro 9: Características de las materias retenidas en la rejilla

Características	Porcentaje %
Contenido de humedad	15 – 25
Contenido de materia orgánica	5 – 10
Contenido de materia inerte	2 - 3

Se utilizarán barras de sección de 5 mm a 15 mm de espesor. El espaciamiento entre barras varía entre 25 mm y 50 mm recomendando un espaciamiento no mayor a 25 mm debido a que se arroja una gran cantidad de basura al sistema de alcantarillado. Determinadas las dimensiones se procederá a calcular la velocidad del canal antes de las barras, la misma que debe mantenerse entre 0,3 m/s y 0,6 m/s, siendo 0,45 m/s un valor comúnmente utilizado. [26]

Cuadro 10: Información de rejas de barras de limpieza manual. [26]

Parámetro	Unidad	Limpieza manual
Ancho	mm	5 – 15
Separación entre barras	mm	25 – 50
Pendiente en relación a la vertical	Grados	44 – 60
Velocidad de aproximación	m/s	0,45

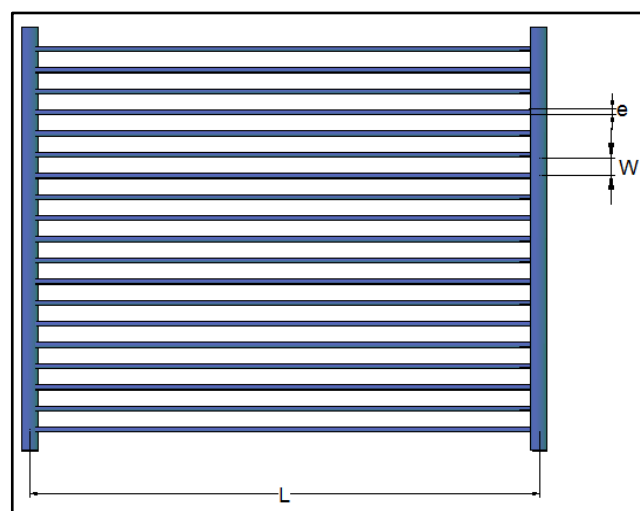


Fig. 16: Disposición de rejillas de limpieza manual

Donde:

- e = ancho de la barra
- W = separación entre barras
- L = longitud de las barras

Las rejillas deben ser instaladas en todos los canales de desagüe y para ello primero se debe dimensionar el canal, como se muestra a continuación.

Criterios de diseño del canal

Para iniciar con el diseño de la planta de tratamiento se va a dimensionar las rejillas, pero para ello se debe conocer todos los parámetros de diseño del canal como se presenta de la siguiente forma.

a) Sección del canal

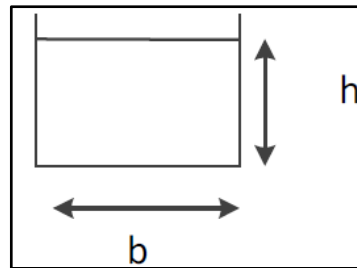


Fig. 17: Dimensionamiento del canal

b) Área del canal

$$A = b \times h \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

- A = Área del canal (m^2)
- b = Base del canal (m)
- h = Altura del canal hasta el nivel de agua (m)

c) Radio hidráulico

$$R = \frac{b \times h}{b + 2h} \quad (\text{Ecuación 3})$$

También es necesario calcular la velocidad de entrada del flujo al canal mediante la ecuación de Manning:

$$v = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

- v = Velocidad (m/s)
- n = Coeficiente de Manning (0,016 para canales de hormigón)
- R = Radio hidráulico (m)
- S = Pendiente (0,005 m/m)

Criterios de diseño para rejillas

a) Área entre barras

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$A_b = \frac{Q}{v} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

- A_b = Área entre barras (m²)
- Q = Caudal (m³/s)
- v = Velocidad (m/s)

b) Área de la sección transversal del flujo

$$A_l = \frac{A_b(W + e)}{W} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

- $A_1 = \text{Área entre barras (m}^2\text{)}$
- $W = \text{Separación entre barras (m)}$
- $e = \text{Ancho máximo de las barras (m)}$

c) Número de barras

Para determinar el número de barras se puede usar la siguiente ecuación:

$$N^0 = \frac{b + W}{W + e} \quad \text{(Ecuación 7)}$$

Donde:

- $N^0 = \text{Número de barras}$
- $b = \text{Ancho del canal (m)}$

d) Longitud de las barras.

La longitud de las barras depende del grado de inclinación que tienen estas con la horizontal, y del tirante de agua máximo del canal de reja de barras.

$$L_g = \frac{h}{\text{sen } \delta} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

Donde:

- $L_g = \text{Longitud de las barras (m)}$
- $h = \text{Altura del canal hasta el nivel de agua (m)}$
- $\delta = \text{Grado de inclinación de las barras}$

e) Pérdida de carga

Las pérdidas de carga a través de una rejilla hay que considerar el valor de β de acuerdo de la forma de la barra que se va a diseñar, como se muestra en la figura 18. En ningún caso se permite una pérdida de energía mayor a 0,75m.

Se pueden determinar a través de la siguiente ecuación propuesta por Kirschmer:

$$h_c = \beta \left(\frac{e}{W} \right)^{4/3} \frac{v^2}{2g} \text{sen} \delta \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

- h_c = Pérdida de carga (m)
- $v^2 / 2g$ = Carga de velocidad antes de la reja (m)
- β = Factor dependiente de la forma de la barra

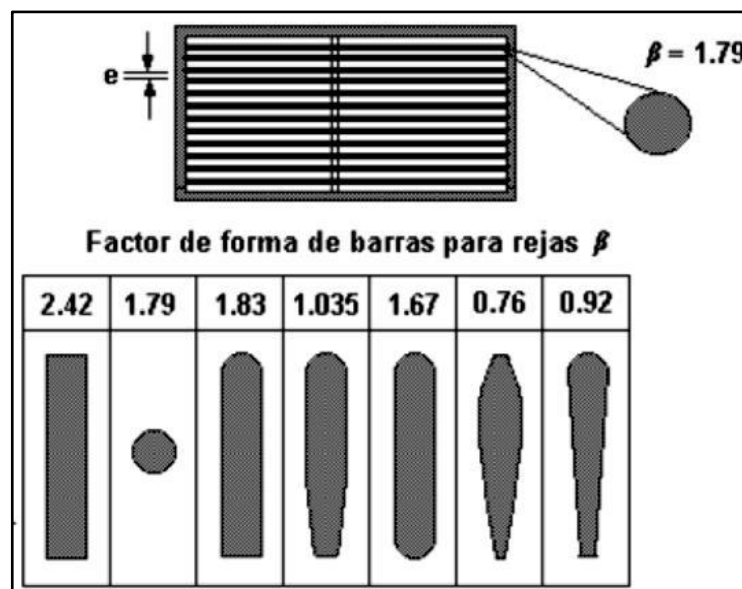


Fig. 18: Factores de forma β para secciones de barras

Tanque de almacenamiento.

Depósito que va ser destinado al almacenamiento del efluente para posteriormente transportar dicha agua al siguiente proceso de tratamiento. Existe una remoción de contaminantes del 3 % al 5 % en sólidos suspendidos.

A continuación mediante la siguiente ecuación se calcula el volumen del tanque.

$$V = a \times h \times l \quad (\text{Ecuación 10})$$

Se despeja la ecuación anterior para obtener el largo (l) del tanque:

$$l = \frac{V}{a \times h} \quad \text{(Ecuación 11)}$$

Donde:

- **l** = Largo del tanque (m)
- **V** = Volumen que debe tener el tanque (m³)
- **a** = Ancho del tanque (m)
- **h** = Altura del tanque (m)

4.10.3. Parámetros para el tratamiento primario.

Sedimentación primaria

Es necesaria cuando la concentración inicial de sólidos sedimentables es grande, y no tiene procesos con altos tiempos de retención celular que pueda solubilizar la materia orgánica particulada. [27]

Los tanques de sedimentación primaria bien dimensionados y explotados con eficiencia eliminan entre el 50 y el 70 % de sólidos suspendidos y entre el 25 y el 40 % de DBO₅, y preceden a los procesos de tratamiento biológico.

Cuadro 11: Información típica para el proyecto de tanques de decantación primaria. [28]

Características	Valor	
	Intervalo	Típico
Decantación primaria seguida de decantación secundario		
Tiempo de detención (h)	1,5 – 2,5	2
Carga de superficie (m ³ /m *d)		
A caudal medio	800 – 1200	-----
A caudal punta	2000 – 3000	2500
Carga sobre vertedero (m ³ /m *d)	10000 - 40000	20000

Tanques circulares

El sistema de flujo es radial, para lo cual el agua residual se introduce por el centro o por la periferia del tanque, generalmente se diseñan tanques de alimentación central en donde el agua residual se transporta hacia el centro del tanque mediante una tubería embebida en hormigón por debajo de la solera, en seguida el agua pasa por una campana circular para distribuir el flujo en todas las direcciones uniformemente. [28]

Las partículas depositadas en el fondo del tanque llamado fangos o lodos, se arrastran mediante rasquetas o rascadores desde el fondo donde se empujan hacia la salida.

Cuadro 12: Información para tanques de sedimentación circular. [26]

Tipo de tanque	Valor	
	Intervalo	Recomendable
Circular		
Profundidad (m)	3 – 5	3,6
Pendiente de fondo (%)	6 – 16	8
Velocidad de los rotación (r/h)	1 – 3	2

Criterios de diseño

a) Carga de superficie

Está en función del tipo de sedimentación que se requiere decantar, y deben ser reducidas para asegurar el rendimiento de las instalaciones.

Se puede determinar el área del sedimentador, en base a la carga superficial, mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{Q}{C_s} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Donde:

- $A = \text{Área (m}^2\text{)}$

- Q = Caudal a tratar en el sedimentador primario (m^3/h)
- C_s = Carga superficial (m^3/mxd)

b) Área superficial del sedimentador primario

El área superficial del sedimentador se obtiene:

$$A = \frac{Q}{V_c} \quad \text{(Ecuación 13)}$$

Donde:

- A = Área superficial del tanque sedimentador (m^2)
- V_c = Velocidad terminal (m/h)

Cuadro 13: Velocidades terminales para decantación primaria circular. [28]

Velocidades	Valor mínimo (m/h)	Valor medio (m/h)	Valor máximo (m/h)
A caudal medio:	1.0	1.5	2.0
A caudal máximo:	2.0	2.5	3.0

c) Diámetro del sedimentador

El diámetro del sedimentador se puede determinar mediante la siguiente ecuación:

$$\phi = \sqrt{4 \times \frac{A}{\pi}} \quad \text{(Ecuación 14)}$$

Donde:

- ϕ = Diámetro del sedimentador (m)
- A = Área del sedimentador (m^2)
- π = Número irracional (3,14159)

d) Volumen del sedimentador

Una vez que se obtiene el área se procede el volumen del tanque mediante la siguiente ecuación:

$$V = A \times h \quad (\text{Ecuación 15})$$

Donde:

- V = Volumen del tanque de sedimentador (m^3)
- h = Altura del sedimentador (m)

e) Tiempo de retención hidráulico

Es el tiempo que promedio que un volumen elemental de agua residual permanece en un tanque, desde la entrada hasta la salida. [27]

$$Trh = \frac{V}{Q} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Donde:

- Trh = Tiempo de retención hidráulico (h)
- V = Volumen del sedimentador (m^3)

f) Remoción de DBO_5 y sólidos suspendidos

La eficiencia de remoción de DBO_5 y sólidos suspendidos, está en función de la concentración del afluente y del tiempo de retención.

$$R = \frac{Trh}{a + b Trh} \quad (\text{Ecuación 17})$$

Donde:

- R = Porcentaje de remoción esperado (%)
- a, b = Constantes empíricas

Cuadro 14: Valores de las constantes empíricas, a y b a 20°C. [28]

Variable	a, h	B
DBO	0,018	0,02
SST	0,0075	0,014

Coagulación - Floculación

Es un método para mejorar la eficacia de todos los sistemas de eliminación de materia en suspensión con la adición de ciertos reactivos químicos que, en primer lugar, desestabilicen la suspensión coloidal (coagulación) y a continuación favorezcan la floculación de las mismas para obtener partículas fácilmente sedimentables. [29]

Con este tipo de tratamiento se tiene una remoción de sólidos suspendidos y de bacterias están entre el 80% – 90%, el 70% en DBO₅ y la eliminación total de fósforo. En el siguiente cuadro se encuentran los coagulantes y floculantes que se utilizan en el tratamiento de aguas residuales.

Cuadro 15: Floculantes y Coagulantes

Compuesto	Efecto
Sulfato de aluminio	Coagulante
Aluminato de Sodio	Coagulante
Cloruro de Aluminio	Coagulante
Cloruro Férrico	Coagulante
Sulfato férrico	Coagulante
Sulfato ferroso	Coagulante
Polielectrólitos	Ayudante de Floculación
Polímero a base de sales de aluminio	Floculante
Polímero a base de sales de hierro	Floculante
Polímero sintético Aniónico	Floculante
Polímero sintético catiónico	Floculante
Polímero cuaternaria	Floculante

Elaborado por: La Investigadora.

Se realiza una mezcla del floculante en el agua residual a través del sistema de mezclado por bombeo.

Cuadro 16: Información típica para el proyecto de tanques de floculación. [28]

Características	Valor	
	Intervalo	Típico
Tiempo de detención (minutos)	20 – 60	30
Floculación inducida por paletas, máxima velocidad periférica de la paleta, con reductor de velocidad hasta el 30% de velocidad máxima (m/s)	0,45 – 1,00	0,60
Floculación por agitación por aire, con difusores de tubo poroso ($m^3/10^3m^3$)	0,60 – 1,20	0,75

La floculación del agua residual por agitación mecánica o con aire vale tener en cuenta cuando los objetivos sean:

- Aumentar la eliminación de los sólidos en suspensión y de la DBO en las instalaciones de decantación primaria;
- Acondicionar el agua residual que contenga vertidos industriales, y
- Mejorar la eficiencia de los decantadores secundarios especialmente cuando se trata del proceso de fangos activados. [28]

Criterios de diseño

a) Área del tanque de floculación

El área del tanque de floculación, se determina en base a la carga superficial, expuestas en el cuadro 17:

$$A = \frac{Q}{C_s} \quad \text{(Ecuación 18)}$$

Donde:

- **A**= Área del tanque de floculación (m^2)

- C_s = Carga superficial ($m^3/m \cdot d$)

Cuadro 17: Cargas de superficies recomendados para diversas suspensiones químicas. [28]

Suspensión	Carga de superficie ($m^3/m^2 \cdot d$)	
	Intervalo	Caudal punta
Flóculo de alúmina	25 – 50	50
Flóculo de hierro	25 – 50	50
Agua residual cruda	25 – 50	50

b) Diámetro del tanque del floculador.

El diámetro del tanque se puede determinar usando la siguiente ecuación:

$$\phi = \sqrt{4 \times \frac{A}{\pi}} \quad \text{(Ecuación 19)}$$

Donde:

- ϕ = Diámetro del tanque floculador (m)
- π = Número irracional (3,14159)

c) Volumen del tanque de floculación.

Con el valor anterior se obtiene el volumen del tanque de floculación:

$$V = A * h \quad \text{(Ecuación 20)}$$

Donde:

- V = Volumen del tanque floculador (m^3)
- h = Altura del tanque floculador (m)

d) Tiempo de retención hidráulico.

Finalmente en base al caudal a tratar y volumen del tanque se determina el tiempo de retención hidráulico.

$$\text{Trh} = \frac{V}{Q} \quad (\text{Ecuación 21})$$

Donde:

- **Trh** = Tiempo de retención hidráulico (h)

4.10.4. Parámetros para tratamiento secundario

Oxidación Biológica.

Consiste en suministrar oxígeno al agua residual en un tanque para mantener el agua durante un tiempo menor a 1 h, regulando el oxígeno disuelto entre 1 mg/l – 3 mg/l. Se debe mantener en equilibrio entre las bacterias y materia orgánica (biomasa), para realizar el proceso de degradación.

Materia orgánica + Microorganismos + Nutrientes + O₂ → Productos finales + Nuevos organismos + Energía.

Los microorganismos degradan la materia orgánica contaminante del agua residual. De esta manera, los microorganismos se alimentan de dicha materia orgánica en presencia de oxígeno y nutrientes.

En el diseño de este componente hay tener cuidado con la determinación del área superficial, debido a que se debe poseer un control del tiempo de retención hidráulica para que el grado de depuración del agua sea eficiente.

Criterios de diseño

En primer paso se determina el volumen de tanque mediante la siguiente ecuación:

$$V = Q \times \text{Trh} \quad (\text{Ecuación 22})$$

Donde:

- **V** = Volumen del tanque (m³)
- **Q** = Caudal a tratar (m³/s.)
- **Trh** = Tiempo de retención hidráulica (h)

Conociendo que:

$$\mathbf{V = A \times h} \quad \text{(Ecuación 23)}$$

Donde:

- **A** = Área superficial del tanque de oxidación (m²)
- **h** = Altura del tanque (m)

Despejando se tiene:

$$\mathbf{A = \frac{V}{h}} \quad \text{(Ecuación 24)}$$

Para determinar las dimensiones de largo y ancho del tanque se recurre a las siguientes ecuaciones, aplicando la relación largo/ancho 1/3:

$$\mathbf{L_g = 3A_n} \quad \text{(Ecuación 25)}$$

$$\mathbf{A_n = \sqrt{\frac{A}{3}}} \quad \text{(Ecuación 26)}$$

Donde:

- **L_g** = Largo del tanque (m)
- **A_n** = Ancho del tanque (m)

a) Bomba de aireación

Se debe aportar de forma constante al agua residual una cierta cantidad de oxígeno que necesita para el proceso de aireación, mediante la inyección de aire.

Aireación difusa

- se define como la inyección de gas, aire u oxígeno, bajo presión, por la parte inferior de la superficie libre del fluido.
- Los difusores lanzan, a través del agua o fluido, burbujas de aire provenientes de toberas o distribuidores colocados en el fondo del tanque de aireación.
- El aire aplicado proviene de un compresor y producen burbujas pequeñas mediante el uso de medios porosos como carborundum, fibra de vidrio torcida, materiales envueltos en sarán o unidades con orificios.
- Los difusores preferidos son los de poro fino (2 a 5 mm),
- La eficiencia en transferencia de oxígeno depende principalmente del diseño del difusor, del tamaño de la burbuja producida y de la profundidad de sumergencia. La eficiencia de los de burbuja gruesa es del orden de un 6%, y la de los de burbuja fina de un 9%.
- El consumo de aire oscila entre 0,075 y 1,12 m de aire por m³ de agua; el flujo de aire por unidad oscila entre 0,11 y 0,45 m³/min. [30]

Para el caudal de aire se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{aire}} = V_{\text{agua}} \times f \quad (\text{Ecuación 27})$$

Donde:

- Q_{aire} = Caudal de aire (m³/min)
- V_{agua} = Volumen del agua (m³)
- f = Factor de mezcla (0.025min⁻¹)

4.10.5. Eficacia de la planta de tratamiento.

Es la relación entre la concentración removida y la concentración existente en el efluente, y es expresada en porcentaje.

$$ET = \frac{S_0 - S_e}{S_0} \times 100 \quad (\text{Ecuación 28})$$

Donde:

- S_0 = Concentración en el efluente (mg/L)
- S_e = Concentración en el efluente tratada (mg/L)
- **ET** = Eficiencia general (%)

Remoción del efluente.

La siguiente ecuación permite calcular la reducción de la concentración en forma teórica, y posteriormente calcular un porcentaje global.

$$ET = S_0 - \left(S_0 \times \frac{\text{Remoción teórico \%}}{100 \%} \right) \quad (\text{Ecuación 29})$$

4.11. Cálculos para el dimensionamiento de la planta de tratamiento.

4.11.1. Caudal de diseño.

Para iniciar a dimensionar se debe primeramente conocer el valor del caudal de diseño, para ello se debe conocer la cantidad de volumen máxima de agua que contiene cada uno de los bombos.

Caudal para diseño de pretratamiento.

La obtención de los caudales se realiza en forma experimental a través del método volumétrico. Mediante la ecuación 1 se encuentra los caudales:

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

Cuadro 18: Caudales de descarga de pelambre, curtido y recurtido.

Volumen del recipiente (l)	Tiempo (s)	Caudal (l/s)
30	5,56	5,39
30	5,14	5,84
30	5,63	5,33
30	5,45	5,50
30	5,32	5,64
30	5,17	5,80
30	5,31	5,65
30	5,19	5,78
30	5,99	5,01
30	5,39	5,57
30	5,68	5,28
30	5,02	5,98
30	5,41	5,55
30	5,96	5,03
Promedio		5,53
Valor máximo		5,98
Valor mínimo		5,01

Elaborado por: La Investigadora

Existe variación en los caudales debido a que las dimensiones de los bombos son distintas entre sí. Se va a tomar el caudal máximo para realizar el diseño que es 5,98 l/s (0,00598 m³/s).

Consumo de Agua:

Una vez que se conoce la cantidad de agua necesaria por cada kilogramo de piel, se debe considerar los porcentajes necesarios de agua en los diferentes procesos de las tres etapas. La cantidad de agua que requiere por 1 Kg de piel es de 1 Kg de agua, en el cual 1Kg es igual a 1 litro (1 Kg = 1 l) en condiciones normales del agua.

Etapa de Pelambre o Ribera

El bombo del pelambre tiene una capacidad de 2500 Kg de piel. Cada día necesita diferentes porcentajes de agua. Debido a que el tercer día requiere pocos minutos para la descarga del lote de pieles al inicio de la jornada, se puede proceder a realizar el pelambrado a un nuevo lote de pieles y así aprovechar el resto de la jornada; por lo que el tercer día es donde mayor descarga de agua existe.

Cuadro 19: Descarga de efluentes del pelambre por día.

Etapa	Día	Proceso	% de Agua requerido	Cantidad de agua	Total
Ribera o Pelambre	Uno	Lavado 1	200%	5000 l	10000 l
		Lavado 2	200 %	5000 l	
	Dos	Remojo	100 %	2500 l	2500 l
	Tres	Pelambre	100%	2500 l	12500 l
		Lavado 1	200%	5000 l	
		Lavado 2	200 %	5000 l	
	Cuatro	Remojo	100 %	2500 l	2500 l
	Cinco	Pelambre	100%	2500 l	2500 l
	Total de agua de descarga por semana				30000 l

Elaborado por: La Investigadora.

Etapa del Curtido

El bombo del curtido tiene una capacidad de 1500 Kg de piel. Todos estos procesos se lo pueden realizar en un solo día y necesitan todos los días la misma cantidad de agua.

Cuadro 20: Descarga de efluentes del curtido por día.

Etapa	Proceso	% de Agua requerido	Cantidad de agua	Total (día)
	Lavado	150%	2250 l	5250 l
Curtido	Desencalante y Rendido	100%	1500 l	
	Piquelado y Curtido	100 %	1500l	
Total de descarga por semana				26250 l

Elaborado por: La Investigadora.

Etapa de Recurtido.

La etapa de recurtido cuenta con dos bombos en el que el bombo 1 tiene una capacidad máxima de 200 Kg de cuero curtido y en el bombo 2 tiene una capacidad de 250 Kg de cuero curtido. Todos estos procesos se lo pueden realizar en el mismo día y consumen la misma cantidad de agua todos los días en cada uno de los bombos.

Cuadro 21: Descarga de efluentes del recurtido por día en cada bombo.

Etapa	Bombo	Proceso	% de Agua requerido	Cantidad de agua	Total (cada bombo)
Recurtido	Uno	Lavado	100%	200 l	900 l
		Recromado y neutralizado	100%	200 l	
		Recurtido, teñido y Engrasado	150 %	300 l	
		Lavado final	100 %	200 l	
	Dos	Lavado	100%	250 l	1125 l
		Recromado y neutralizado	100%	250 l	
		Recurtido, teñido y Engrasado	150 %	375 l	

		Lavado final	100 %	250 l	
Total de descarga por día					2025 l
Total de descarga por semana					10125 l

Elaborado por: La Investigadora.

A continuación se presenta un cuadro de resumen de la cantidad de las descargas de los efluentes por etapas.

Cuadro 22: Descarga de efluentes de las etapas por día.

Etapa	Día					
	Uno	Dos	Tres	Cuatro	Cinco	
Ribera o Pelambre	10000 l	2500 l	2500 l	2500 l	2500 l	
			10000 l			
Curtido	5250 l	5250 l	5250 l	5250 l	5250 l	
RTE	Bombo 1	900 l	900 l	900 l	900 l	900 l
	Bombo 2	1125 l	1125 l	1125 l	1125 l	1125 l
Total	17275 l	9775 l	19775 l	9775 l	9775 l	
Total por semana	66375 l					

Elaborado por: La Investigadora.

Entonces se requiere $66,375 \text{ m}^3$ (66375 l) de agua por semana, pero para el dimensionamiento del tanque de almacenamiento se va a considerar el día donde más se descarga el agua siendo su valor de $19,775 \text{ m}^3$ (19775 l) de agua por día.

4.11.2. Pretratamiento

Rejillas de limpieza manual

Criterios de diseño canal

Para el diseño de las rejillas es necesario conocer las dimensiones del canal en donde van a ser dispuestas.

a) Sección del canal

La empresa cuenta con un canal, el cual se va a tomar en consideración para a provechar la construcción; de este canal se obtiene los valores de h y b. Se utiliza la figura 18 para determinar los valores iniciales para los posteriores cálculos:

➤ **h**= 0,65 m

➤ **b**= 0,55 m

b) Área del canal

Se calcula el área del canal mediante la ecuación 2:

$$A = b \times h$$

$$A = 0,55 \text{ m} \times 0,65 \text{ m}$$

$$\mathbf{A = 0,3575 \text{ m}^2}$$

c) Radio hidráulico

Se encuentra mediante la ecuación 3:

$$R = \frac{b \times h}{b + 2h}$$

$$R = \frac{0,55 \text{ m} \times 0,65 \text{ m}}{0,55 \text{ m} + 2(0,65 \text{ m})}$$

$$R = \frac{0,3575 \text{ m}^2}{1,85 \text{ m}}$$

$$\mathbf{R = 0,193 \text{ m}}$$

A continuación se calcula la velocidad de entrada del fluido en el canal, mediante la ecuación 4.

En la Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales recomienda los valores de coeficientes de rugosidad para la fórmula de Manning según el tipo de material a utilizarse. La pendiente es pequeña con el objetivo de que el fluido sea constante dentro del canal.

➤ $n = 0,016$

➤ $S = 0,005 \text{ m/m}$

$$v = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$v = \frac{1}{0,016} \times \sqrt[3]{0,193^2} \times \sqrt{0,005}$$

$$v = (62,5) \times (0,333) \times (0,071)$$

$$v = 1,478 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

En canales revestidos de hormigón se pueden asumir velocidades de hasta 10 m/s [26], con el fin de impedir la sedimentación de los materiales retenidos en el mismo.

Criterios de diseño para rejillas

La ubicación de las rejillas debe ser inclinada y perpendicular con respecto al piso del canal donde se instala, con la finalidad de dar una distribución uniforme de los sólidos retenidos.

a) Área entre barras

Se calcula mediante la siguiente ecuación 5:

$$A_b = \frac{Q}{v}$$

$$A_b = \frac{0,00598 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{1,478 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$A_b = 0,004 \text{ m}^2$$

b) Área de la sección transversal del flujo:

Se encuentra mediante la ecuación 6, primeramente hay que tomar algunos valores del cuadro 10.

➤ $W = 25 \text{ mm} \rightarrow 0,025 \text{ m}$

➤ $e = 5 \text{ mm} \rightarrow 0,005 \text{ m}$

$$A_1 = \frac{A_b(W + e)}{W}$$

$$A_1 = \frac{0,004 \text{ m}^2 (0,025\text{m} + 0,005\text{m})}{0,025\text{m}}$$

$$A_1 = \frac{0,00012 \text{ m}^3}{0,025 \text{ m}}$$

$$A_1 = 0,0048 \text{ m}^2$$

c) Número de barras

Para determinar el número de barras se puede usar la siguiente ecuación 7:

$$N^o = \frac{b + W}{W + e}$$

$$N^o = \frac{0,55\text{m} + 0,025\text{m}}{0,025\text{m} + 0,005\text{m}}$$

$$N^o = \frac{0,575 \text{ m}}{0,03 \text{ m}}$$

$$N^o = 19.2 \approx 19$$

$$N^o = 19 \text{ barras}$$

Se selecciona el espesor de las barras y las separaciones entre barras en consideración se retener la mayor cantidad de sólidos y material flotante por lo cual se toman los valores mínimos de acuerdo con lo establecido en la norma.

d) Longitud de las barras.

La longitud de las barras se calcula mediante la ecuación 8:

➤ $\delta = 45^\circ$, valor tomado del cuadro 10:

$$L_g = \frac{h}{\text{sen } \delta}$$

$$L_g = \frac{0,65 \text{ m}}{\text{sen } 45^\circ}$$

$$L_g = 0,919 \text{ m}$$

Se recomienda un ángulo de inclinación de las barras entre 44° y 60° con respecto horizontal [26]. Se seleccionó una inclinación de 45° con la finalidad de retener los sólidos y material flotante presentes en el efluente antes de continuar con el siguiente proceso.

e) Pérdida de carga

Este parámetro se puede determinar a través de la siguiente ecuación 9:

➤ $\delta = 45^\circ$, valor tomado del cuadro 10:

➤ $\beta = 2,42$, valor tomado de la figura 18.

$$h_c = \beta \left(\frac{e}{W} \right)^{4/3} \frac{v^2}{2g} \text{sen } \delta$$

$$h_c = 2,42 \left(\frac{0,005 \text{ m}}{0,025 \text{ m}} \right)^{4/3} \frac{\left(1,478 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2}{2 \left(9,8 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right)} \text{sen } 45^\circ$$

$$h_c = 2,42(0,1169)(0,1114)(0,7071)$$

$$h_c = 0,0223 \text{ m}$$

La pérdida de carga en las rejillas depende de la cantidad de material de desecho que lleva el efluente a tratar y de la frecuencia con la que se le limpia, La forma de las rejillas es rectangular con la finalidad de retener la mayor cantidad de sólidos; en este caso pelo, pedazos de cuero, etc.

Tanque de almacenamiento.

Este tanque va a recibir todas las descargas del bombo y posteriormente se va a transportar el agua residual al sedimentador primario mediante una bomba, tiene que ser capaz de recibir la cantidad de agua de $19,775 \text{ m}^3$ por día.

Se va a modificar un tanque se encuentra construido en la empresa, por lo tanto las dimensiones con las se cuenta son las siguientes:

- Ancho (**a**) = 1,90 m
- Altura (**h**) = 2 m

Mediante la ecuación 11 se obtiene el largo (l) del tanque:

$$l = \frac{V}{a \times h}$$

$$l = \frac{19,775 \text{ m}^3}{1,9 \text{ m} \times 2 \text{ m}}$$

$$l = \frac{19,775 \text{ m}^3}{3,8 \text{ m}^2}$$

$$l = 5,2 \text{ m}$$

Selección de bomba.

Para la selección de la bomba para agua residuales primero se debe conocer la longitud total que va a recorrer el agua en la tubería; para conocer dicha longitud desde el tanque de almacenamiento hasta llegar el tanque de sedimentador primario hay que sumar la longitud de la tubería del tanque de almacenamiento, más la longitud del tanque del sedimentador junto con la longitud de los soportes del mismo tanque, dando como resultado 6,6 m.

Existe en el mercado una serie de bombas para aguas residuales de diferentes potencias que se utiliza de acuerdo con la necesidad de la planta, para el diseño de esta planta de tratamiento se selecciona una bomba de baja potencia que es de 0.4 hp debido a que existe descargas discontinuas en el tanque de almacenamiento, por lo cual se desea tener una descarga del tanque en menor tiempo posible.

Con la curva de rendimiento de la bomba se puede conocer el caudal con la que va a trabajar dicha bomba (Anexo H). Como la longitud es de 6,6 m se traza una línea hasta que interseque con la curva de rendimiento, desde esta intersección se traza una perpendicular hacia el eje del caudal, y de esta forma se conoce el caudal que la que trabaja la bomba.

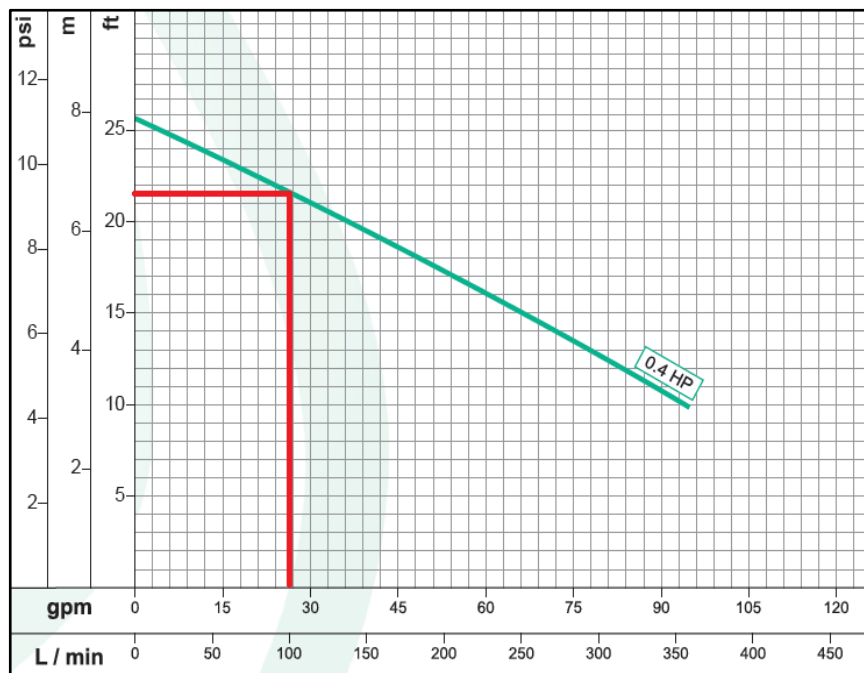


Fig. 19: Curva de rendimiento.

Con la figura anterior se obtiene los siguientes datos:

- $L_{\text{total}} = 6,6 \text{ m}$
- $Q = 100 \text{ L/min} \rightarrow 0,0017 \text{ m}^3/\text{s}$.

Este caudal con el que se va a diseñar las siguientes unidades de la planta de tratamiento.

Además se puede conocer las pérdidas de carga se tiene, mediante la siguiente fórmula:

$$h = 10,674 \times \left[\frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \times D^{4,871}} \right] \times L \quad (\text{Ecuación 30})$$

Donde:

- h : pérdida de carga o de energía (m)
- Q : caudal (m^3/s)
- C : coeficiente de rugosidad (140 para PVC)
- D : diámetro interno de la tubería (m)
- L : longitud de la tubería (m)

Para el diámetro interno de la tubería es de 2 pulg (0,0508 m), que se conoce en la ficha de especificación técnicas de la bomba. (Anexo H).

$$h = 10,674 \times \left[\frac{(0,0017)^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,871}} \right] \times 6,6$$

$$h = 10,674 \times \left[\frac{0,0000074}{0,004687} \right] \times 6,6$$

$$h = 0,112 \text{ m}$$

Tratamiento Primario

Criterios de diseño del tanque circular del sedimentador primario

b) Área superficial del sedimentador primario

El área superficial del sedimentador se obtiene con la ecuación 13:

➤ $Q = 100 \text{ L/min} \rightarrow 6 \text{ m}^3/\text{h}$

➤ $V_c = 2 \text{ m/h}$, valor tomado del cuadro 13.

$$A = \frac{Q}{V_c}$$

$$A = \frac{6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{2 \frac{\text{m}}{\text{h}}}$$

$$A = 3 \text{ m}^2$$

c) Diámetro del sedimentador

Mediante la ecuación 14 se determina el diámetro del sedimentador:

$$\pi = 3,1416$$

$$\phi = \sqrt{4 \times \frac{A}{\pi}}$$

$$\phi = \sqrt{4 \times \frac{3 \text{ m}^2}{\pi}}$$

$$\phi = \sqrt{3,819 \text{ m}^2}$$

$$\phi = 1,954 \text{ m}$$

d) Volumen del sedimentador

Mediante el área superficial, se procede a calcular el volumen del mismo. Se utiliza la ecuación 15:

➤ **h** = 3,6 m, valor tomado del cuadro 12.

$$V = A \times h$$

$$V = 3 \text{ m} \times 3,6 \text{ m}$$

$$\mathbf{V = 10,8 \text{ m}^3}$$

e) Tiempo de retención hidráulico

Se debe emplear la ecuación 16, el cual se encuentra en función del volumen del sedimentador y el caudal que se va a tratar:

$$\text{Trh} = \frac{V}{Q}$$

$$\text{Trh} = \frac{10,8 \text{ m}^3}{6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}$$

$$\mathbf{\text{Trh} = 1,8 \text{ h}}$$

f) Remoción de DBO₅ y sólidos suspendidos

Usando la ecuación 17 se puede calcular el porcentaje de remoción de DBO₅ y los sólidos suspendidos.

➤ **a** y **b** → valores tomados del cuadro 14.

$$R = \frac{\text{Trh}}{a + b \text{ Trh}}$$

$$R_{\text{DBO}} = \frac{1,8 \text{ h}}{0,018 + (0,02 \times 1,8 \text{ h})}$$

$$R_{\text{DBO}} = \frac{1,8 \text{ h}}{0,054 \text{ h}}$$

$$R_{\text{DBO}} = 33,33 \%$$

Para la remoción de los sólidos suspendidos tenemos:

$$R_{\text{SST}} = \frac{1,8 \text{ h}}{0,0075 + (0,014 \times 1,8 \text{ h})}$$

$$R_{\text{SST}} = \frac{1,8 \text{ h}}{0,0327 \text{ h}}$$

$$R_{\text{SST}} = 55,05 \%$$

Criterios de diseño para el tanque de Floculación

a) Área del tanque de floculación

Se determina en base del caudal a tratar y la carga superficial, utilizando la ecuación 18.

- $Q = 100 \text{ L/min} \rightarrow 144 \text{ m}^3/\text{d}$.
- $C_s = 50 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$, valor tomado del cuadro 17.

$$A = \frac{Q}{C_s}$$

$$A = \frac{144 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}}{50 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \text{ d}}$$

$$A = 2,88 \text{ m}^2$$

b) Diámetro del tanque de floculación.

El diámetro del tanque se puede obtener con la siguiente ecuación 19:

$$\phi = \sqrt{4 \times \frac{A}{\pi}}$$

$$\phi = \sqrt{4 \times \frac{2,88 \text{ m}^2}{\pi}}$$

$$\phi = \sqrt{3,667 \text{ m}^2}$$

$$\phi = \mathbf{1,915 \text{ m}}$$

c) Volumen del tanque floculador.

Con la obtención de los valores del ancho y largo del tanque de floculación se encuentra el volumen del tanque, mediante de la ecuación 20. La profundidad de la unidad debe ser de 1,5m a 2 m [26].

$$V = A \times h$$

$$V = 2,88 \text{ m} \times 2 \text{ m}$$

$$V = \mathbf{5,76 \text{ m}^3}$$

d) Tiempo de retención hidráulico.

Finalmente en base al caudal a tratar y volumen del tanque se determina el tiempo de retención hidráulico, a través de la ecuación 21:

➤ $Q = 100 \text{ L/min} \rightarrow 6 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\text{Trh} = \frac{V}{Q}$$

$$\text{Trh} = \frac{5,76 \text{ m}^3}{6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}$$

$$\text{Trh} = \mathbf{0,96 \text{ h}}$$

Selección de mezclador.

Para la mezcla se va a realizar por bombeo, para lo cual primero se debe conocer el floculante y la cantidad requerida para la floculación para la selección de esta bomba, pero aquí se sugiere algunos tipos de bomba, como por ejemplo de la marca Grundfos existen los del tipo DMH y DMX que contienen en sus cabezas dosificadores y son muy utilizados para floculación coagulación, desinfección.

La dosis óptima de floculante se puede conocer mediante la prueba de jarras que se realiza a nivel de laboratorio.

4.11.3. Tratamiento secundario

Oxidación biológica.

Criterios de diseño de tanque de aireación.

En primer paso se determina el volumen de tanque mediante la ecuación 22:

$$V = Q \times Trh$$

Se va a tomar el tiempo de retención de 1h.

➤ $Q = 100 \text{ L/min} \rightarrow 6 \text{ m}^3/\text{h}$

$$V = 6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 1\text{h}$$

$$V = 6 \text{ m}^3$$

El área se calcula mediante la ecuación 24 con una altura de propuesta de 1,5 m:

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = \frac{6 \text{ m}^3}{1,5 \text{ m}}$$

$$A = 4 \text{ m}^2$$

Para determinar las dimensiones de largo y ancho del tanque se recurre a las siguientes ecuaciones 25 y 26 respectivamente:

$$A_n = \sqrt{\frac{A}{3}}$$

$$A_n = \sqrt{\frac{4 \text{ m}^2}{3}}$$

$$A_n = 1,155 \text{ m}$$

Entonces el largo es:

$$L_g = 3A_n$$

$$L_g = 3(1,155 \text{ m})$$

$$L_g = 3,465 \text{ m}$$

b) Bomba de aireación

Para el caudal de aire se utiliza la ecuación 27

$$Q_{\text{aire}} = V_{\text{agua}} \times f$$

$$Q_{\text{aire}} = 6 \text{ m}^3 \times 0,025 \text{ m}^{-1}$$

$$Q_{\text{aire}} = 0,15 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

Transformando queda de la siguiente manera:

$$Q_{\text{aire}} = 9 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{aire}} = 5,3 \text{ cfm}$$

Entonces se selecciona un compresor que entre 5,3 cfm, pero por facilidad de selección se elige un compresor de 5,5 cfm, de potencia de 2 hp, proponiendo el modelo VB 0.15 marca Zebra. Los datos técnicos se observan en el Anexo I.

Los difusores serán de burbuja fina proponiendo los difusores de la serie Sanitaire Gold, los datos técnicos se observan en el Anexo J.

4.11.4. Eficacia de la planta de tratamiento.

Para calcular la eficiencia de la planta de tratamiento primero se va a calcular la cantidad de remoción teórica de aquellos parámetros más trascendentales como: DBO₅, DQO y sólidos suspendidos.

Se realizará un balance de masa de los resultados de los análisis físicos – químicos de los efluentes, obteniendo el siguiente resultado:

Sólidos suspendidos:

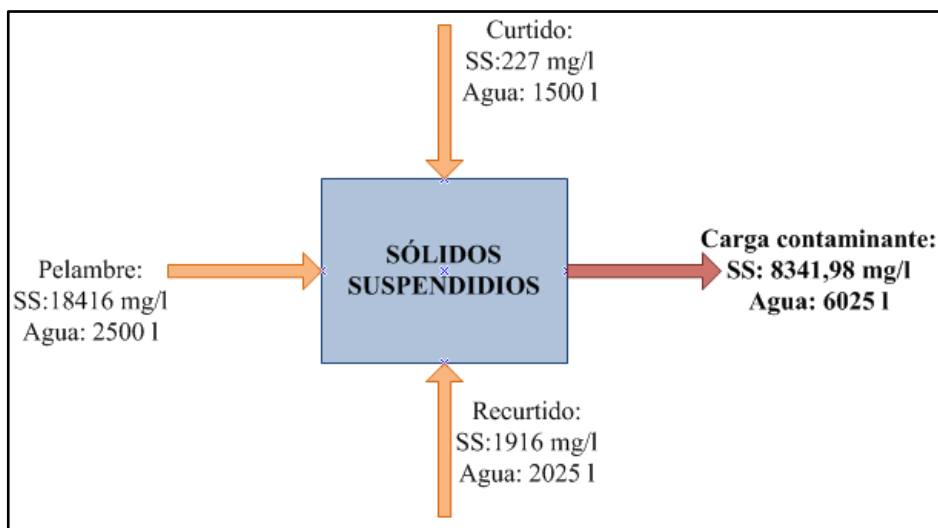


Fig. 20: Balance de masa de sólidos suspendidos.

Elaborado por: La Investigadora.

Pelambre:

$$18416 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 2500 \text{ l} = 46040000 \text{ mg.}$$

Curtido:

$$227 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 1500 \text{ l} = 340500 \text{ mg.}$$

Recurtido:

$$1916 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 2025 \text{ l} = 3879900 \text{ mg.}$$

$$46040000 \text{ mg} + 340500 \text{ mg} + 3879900 \text{ mg} = 50260400 \text{ mg}$$

$$\frac{50260400 \text{ mg}}{6025 \text{ l}} = 8341,98 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

DBO₅:

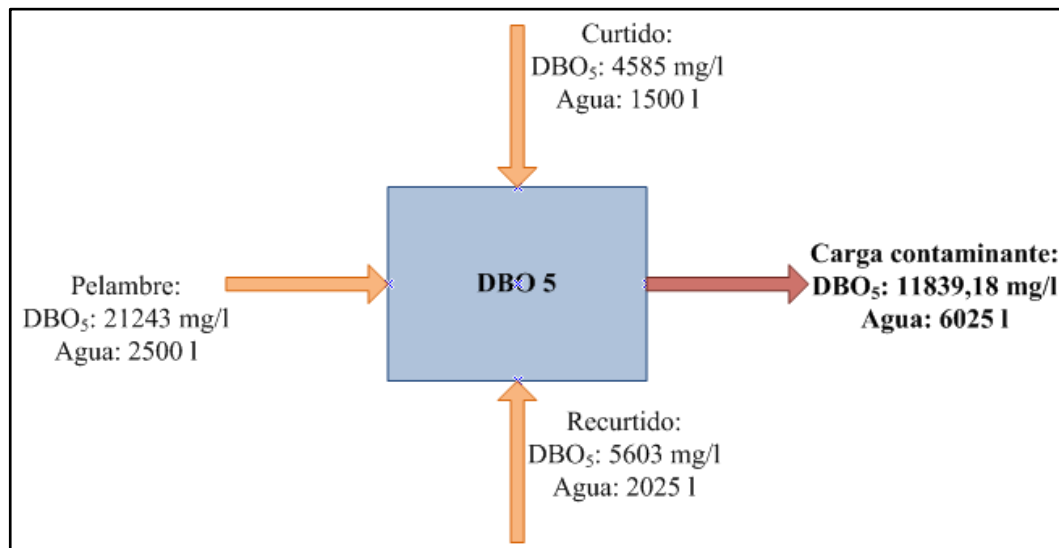


Fig. 21: Balance de masa de DBO₅.

Elaborado por: La Investigadora.

Pelambre:

$$21243 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 2500 \text{ l} = 53107500 \text{ mg.}$$

Curtido:

$$4585 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 1500 \text{ l} = 6877500 \text{ mg.}$$

Recurtido:

$$5603 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 2025 \text{ l} = 11346075 \text{ mg.}$$

$$53107500 \text{ mg} + 6877500 \text{ mg} + 11346075 \text{ mg} = 71331075 \text{ mg}$$

$$\frac{71331075 \text{ mg}}{6025 \text{ l}} = \mathbf{11839,18 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}$$

DQO:

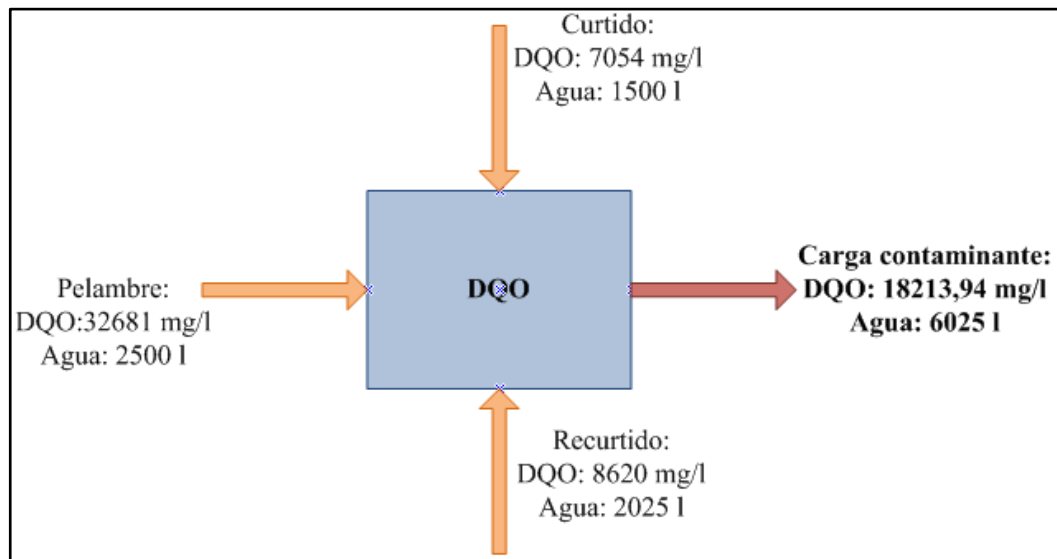


Fig. 22: Balance de masa de DQO.

Elaborado por: La Investigadora.

Pelambre:

$$32681 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 2500 \text{ l} = 81702500 \text{ mg.}$$

Curtido:

$$7054 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 1500 \text{ l} = 10581000 \text{ mg.}$$

Recurtido:

$$8620 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 2025 \text{ l} = 17455500 \text{ mg.}$$

$$81702500 \text{ mg} + 10581000 \text{ mg} + 17455500 \text{ mg} = 109739000 \text{ mg}$$

$$\frac{109739000 \text{ mg}}{6025 \text{ l}} = \mathbf{18213,94 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}$$

Remoción del efluente.

Se considera los porcentajes de remoción en cada proceso de la planta de tratamiento de acuerdo a los valores revisados en la bibliografía, para el cálculo se utilizará la ecuación 29.

$$ET = S_0 - \left(S_0 \times \frac{\text{Remoción teórico \%}}{100\%} \right)$$

- **Tanque de almacenamiento:** En este tanque el agua va permanecer muy poco tiempo por tal motivo la remoción de sólidos suspendidos es del 3 al 5%, por lo cual para el cálculo se aplicará el 3%.

$$ET_{SS} = 8341,98 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(8341,98 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times \frac{3\%}{100\%} \right)$$

$$ET_{SS} = 8341,98 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(250,26 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

$$ET_{SS} = 8091,72 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

- **Sedimentador Primario:** Los porcentajes de remoción varían del 35 – 45% en DQO, 25 - 40 % de DBO₅ y del 50 - 70% en sólidos suspendidos. Los porcentajes de acuerdo lo calculado con anterioridad para DBO₅ y sólidos suspendidos son 33,33 % y 55,05% respectivamente, para DQO se asumirá un valor de 35 %.

Remoción de sólidos suspendidos

$$ET_{SS} = 8091,72 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(8091,72 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times \frac{55,05 \%}{100\%} \right)$$

$$ET_{SS} = 8091,72 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(4454,49 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

$$ET_{SS} = 3637,23 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Remoción de DBO₅

$$ET_{DBO} = 11839,18 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(11839,18 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times \frac{33,33 \%}{100\%} \right)$$

$$ET_{DBO} = 11839,18 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(3946 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

$$ET_{DBO} = 7893,18 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Remoción de DQO

$$ET_{DQO} = 18213,94 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(18213,94 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times \frac{35 \%}{100\%} \right)$$

$$ET_{DQO} = 18213,94 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(6374,88 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

$$ET_{DQO} = 11839,06 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

- **Floculación:** Los porcentajes de remoción es de 70% en DQO y DBO₅, entre 80 y 90% en sólidos suspendidos, lo que se asume el 85% en sólidos suspendidos.

Remoción de sólidos suspendidos

$$ET_{SS} = 3637,23 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(3637,23 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times \frac{85\%}{100\%} \right)$$

$$ET_{SS} = 3637,23 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(3091,65 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

$$ET_{SS} = 545,58 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Remoción de DBO₅

$$ET_{DBO} = 7893,18 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(7893,18 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times \frac{70\%}{100\%} \right)$$

$$ET_{DBO} = 7893,18 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(5525,23 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

$$ET_{DBO} = 2367,95 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Remoción de DQO

$$ET_{DQO} = 11839,06 \text{ mg/l} - \left(11839,06 \text{ mg/l} \times \frac{70\%}{100\%} \right)$$

$$ET_{DQO} = 11839,06 \text{ mg/l} - \left(8287,34 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

$$ET_{DQO} = 3551,72 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

- **Oxidación Biológica:** Los porcentajes de remoción es de 60 al 80% en DQO, 65 al 80% DBO₅, entre 85% en sólidos suspendidos.

Remoción de sólidos suspendidos

$$ET_{SS} = 545,58 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(545,58 \text{ mg/l} \times \frac{85\%}{100\%} \right)$$

$$ET_{SS} = 545,58 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(463,74 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

$$ET_{SS} = 81,84 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Remoción de DBO₅

$$ET_{DBO} = 2367,95 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(2367,95 \text{ mg/l} \times \frac{75\%}{100\%} \right)$$

$$ET_{DBO} = 2367,95 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - \left(1775,96 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

$$ET_{DBO} = 591,99 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Remoción de DQO

$$ET_{DQO} = 3551,72 \text{ mg/l} - \left(3551,72 \text{ mg/l} \times \frac{77\%}{100\%} \right)$$

$$ET_{DQO} = 3551,72 \text{ mg/l} - \left(20309,1 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)$$

$$ET_{DQO} = 816,9 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Entonces la eficiencia de la planta se calcula mediante la ecuación 28:

$$ET = \frac{S_0 - S_e}{S_0} \times 100$$

Eficiencia de sólidos suspendidos:

$$ET_{SS} = \frac{8341,98 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 81,84 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{8341,98 \frac{\text{mg}}{\text{l}}} \times 100$$

$$ET_{SS} = 99,2\%$$

Eficiencia de DBO₅:

$$ET_{DBO} = \frac{11839,18 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 591,99 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{11839,18 \frac{\text{mg}}{\text{l}}} \times 100$$

$$ET_{DBO} = 94,99\%$$

Eficiencia de DQO:

$$ET_{DQO} = \frac{18213,94 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 816,9 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{18213,94 \frac{\text{mg}}{\text{l}}} \times 100$$

$$ET_{DQO} = 95,51\%$$

4.12. Resultados de los cálculos para el dimensionamiento de la planta de tratamiento.

4.12.1. Resumen para el Pretratamiento.

Canal

En el siguiente cuadro se detalla las dimensiones que tendrá el canal.

Cuadro 23: Resumen de dimensiones para el canal.

Parámetro	Dimensión
Caudal de diseño	0,00598 m ² /s
Base	0,55 m
Altura	0,65 m
Área	0,3575 m ²
Radio hidráulico	0,193 m
Pendiente (propuesta)	0,005 m/m
Velocidad de entrada del fluido	1,478 m/s

Elaborado por: La Investigadora.

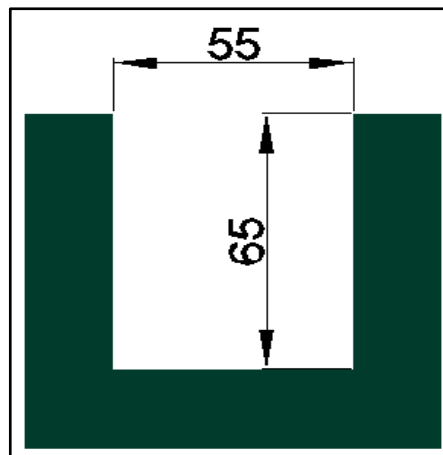


Fig. 23: Canal

Elaborado por: La Investigadora.

Rejillas

A continuación se presenta un cuadro de resumen detallando las dimensiones que debe tener las rejillas, que van a ser colocadas en el canal.

Cuadro 24: Resumen de dimensiones para rejillas.

Parámetro	Dimensión
Caudal de diseño	0,00598 m ² /s
Separación entre barras (propuesta)	25 mm
Ancho de la barra (propuesta)	5 mm
Grado de inclinación de las barras (propuesta)	45°
Factor dependiente de la barra cuadrada (propuesta)	2,42
Área entre barras	0,004 m ²
Área de la sección transversal del flujo	0,0048 m ²
Número de barras	19
Longitud de las barras	0,919 m
Pérdida de carga de las rejillas	0,0223 m

Elaborado por: La Investigadora.

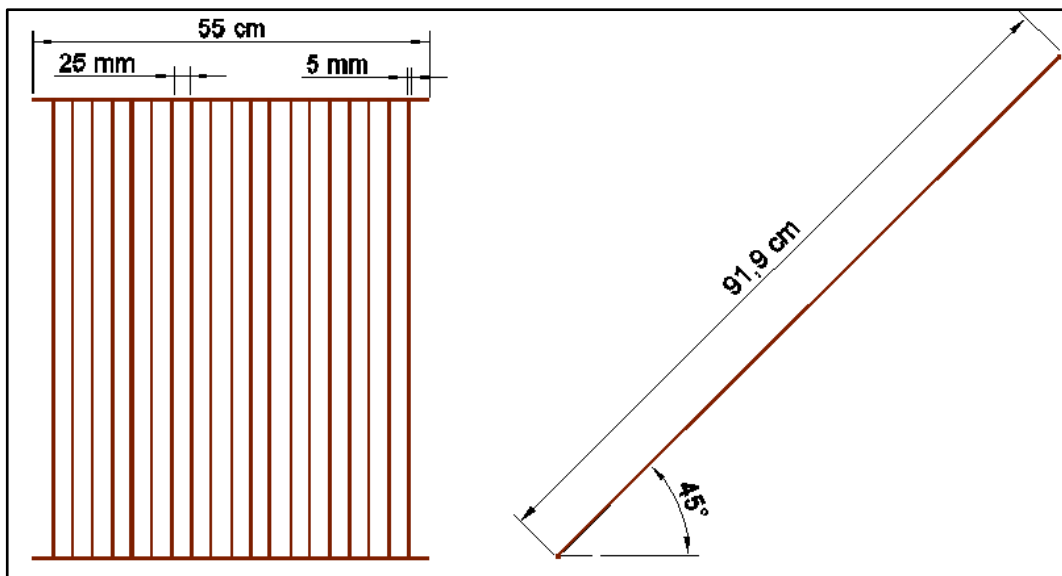


Fig. 24: Rejillas

Elaborado por: La Investigadora.

Tanque de almacenamiento.

En el siguiente cuadro se muestra las dimensiones que debe tener el tanque que va a cumplir el funcionamiento de almacenar las descargas para luego transportar a la siguiente unidad de proceso de tratamiento.

Cuadro 25: Resumen de dimensiones para el tanque de almacenamiento.

Parámetro	Dimensión
Volumen del tanque	19,775 m ³
Ancho del tanque	1,90 m
Altura del tanque	2,00 m
Largo del tanque	5,20 m
Potencia de la bomba sumergible.	0,4 Hp.
Perdida de carga de la bomba.	0,112 m

Elaborado por: La Investigadora.

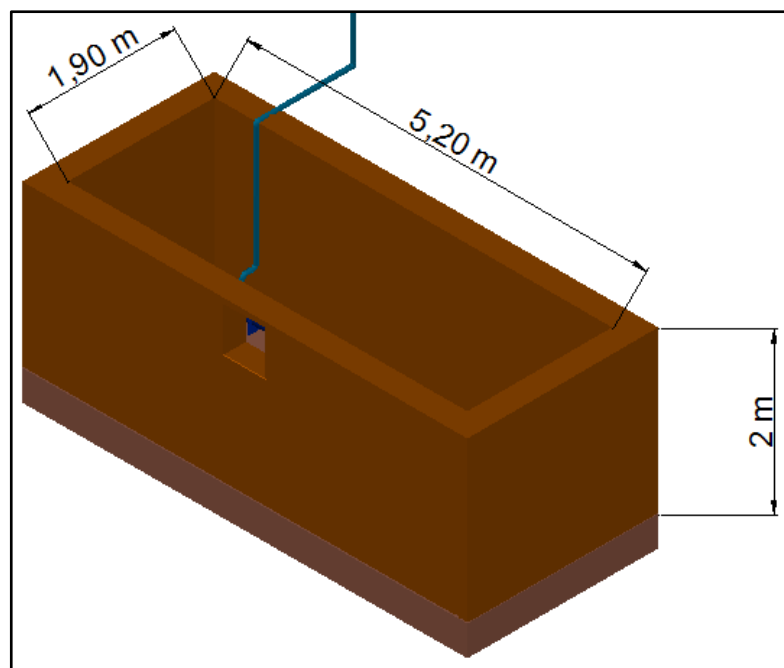


Fig. 25: Tanque de almacenamiento.

Elaborado por: La Investigadora.

4.12.2. Resumen para el Tratamiento Primario.

Para el dimensionamiento de los siguientes tratamientos se utiliza un caudal de $Q = 100$ L/min ($0,0017 \text{ m}^3/\text{s}$).

.Sedimentador Primario.

A continuación se especifica el dimensionamiento del sedimentador mediante el siguiente cuadro.

Cuadro 26: Resumen de dimensiones para el tanque del sedimentador circular.

Parámetro	Dimensión
Caudal de diseño	6 m ² /h
Área superficial	3 m ²
Velocidad terminal (propuesta)	2 m/h
Profundidad (propuesta)	3,6 m
Volumen	10,8 m ³
Diámetro	1,954 m
Tiempo de retención hidráulica	1,8 h
Remoción de DBO ₅	33,33 %
Remoción de sólidos suspendidos	55,05 %

Elaborado por: La Investigadora.

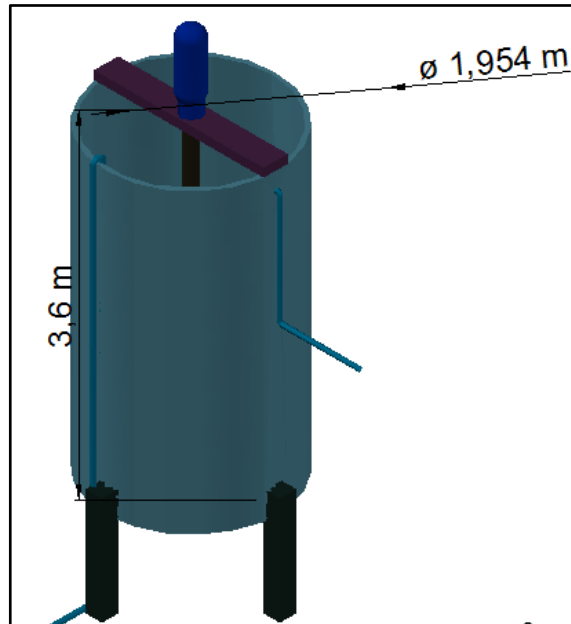


Fig. 26: Sedimentador primario circular.

Elaborado por: La Investigadora.

Coagulación – Floculación.

Mediante el cuadro 27 se puede resumir todas las dimensiones para el diseño del tanque de coagulación – floculación.

Cuadro 27: Resumen de dimensiones del tanque de Floculación.

Parámetro	Dimensión
Caudal de diseño	6 m ² /h
Área superficial	2,88 m ²
Carga superficial (propuesta)	50 m ³ /m ² d
Profundidad (propuesta)	2 m
Volumen	5,76 m ³
Diámetro	1,915 m
Tiempo de retención hidráulica	0,96 h

Elaborado por: La Investigadora.

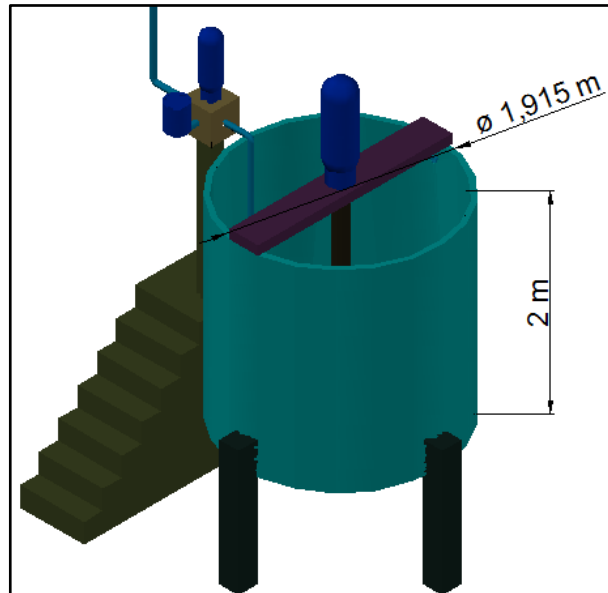


Fig. 27: Floculador

Elaborado por: La Investigadora.

4.12.3. Resumen para el Tratamiento Secundario.

Tanque de Oxidación.

Por medio del siguiente cuadro se resume las dimensiones necesarias en tanque de oxidación requerida para la planta de tratamiento.

Cuadro 28: Resumen de dimensiones para el Tanque de Oxidación.

Parámetro	Dimensión
Caudal de diseño	6 m ² /h
Área superficial	4 m ²
Profundidad (propuesta)	1,5 m
Ancho	1,155 m
Largo	3,465 m
Volumen	6 m ³
Tiempo de retención hidráulica (propuesta)	1 h
Caudal de aire	5,3 cfm
Potencia de la bomba de aireación.	2hp

Elaborado por: La Investigadora.

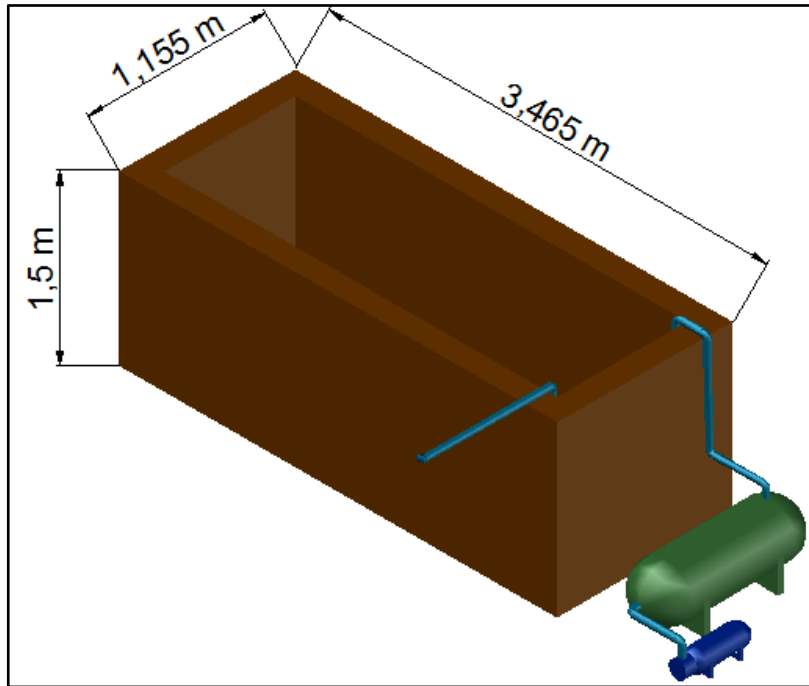


Fig. 28: Oxidación Biológica

Elaborado por: La Investigadora.

4.12.4. Eficiencia de la planta de tratamiento.

Cuadro 29: Resumen de la eficiencia de la planta de tratamiento.

Parámetro	Dimensión
Eficiencia de sólidos suspendidos	99,20 %
Eficiencia de DBO ₅	94,99 %
Eficiencia de DQO	95,51 %

Elaborado por: La Investigadora.

4.13. Elaboración de planos.

Para la realización de los planos de la planta de tratamiento correspondientes a los distintos procesos de tratamiento se usó el programa AutoCad y que se pueden observar en el Anexo K.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Una vez concluida la presente investigación se concluye lo siguiente:

- ✓ Debido a la ausencia de un tratamiento de los efluentes generados por parte del área húmeda producen un color del agua y olores desagradables, por causa de los lodos y de los microorganismos que contiene dichas aguas. Por lo cual se tiene un nivel de contaminación alta en el sector.
- ✓ Mediante el análisis físico – químico de las aguas residuales de la empresa se observa y se confirma un grado de contaminación elevada, principalmente en los parámetros DQO, DBO₅, Sulfuros, Sólidos Suspendedos que se encuentran fueran de los límites permisibles según TULSMA.
- ✓ Por medio del análisis físico – químico de las aguas y con el caudal que se descargan de los bombos, se procedió a diseñar la planta de tratamiento de dichos efluentes determinado los componentes que lo constituye para la obtención de un medio ambiente más sano.
- ✓ Los químicos que actualmente se utilizan en la empresa conjuntamente con residuos que tiene la piel como: sangre, pelo, grasa, entre otras; son factores principales para la contaminación ambiental.
- ✓ Por medio del diseño de la planta de tratamiento de efluentes que se proyecta se logrará reducir una alta cantidad de contaminantes, permitiéndole a la empresa cumplir con las normativas ambientales (TULSMA).

5.2 Recomendaciones.

Una vez concluida la presente investigación se recomienda lo siguiente:

- ✓ Es necesario llevar un control de las cargas contaminantes en el agua tratada para evitar que excedan su límite permisible, mediante el análisis físico - químico que se debe realizar en forma frecuente para verificar el cumplimiento del tratamiento; y en caso de que exceda los límites tomar acciones correctivas.
- ✓ Se debe realizar un análisis físico – químico de las aguas residuales generadas en la empresa frecuentemente, para poder llevar un control de los parámetros que se encuentran fuera de límites permisibles de TULSMA, de esta manera encontrarse la empresa con el medio ambiente en forma amigable.
- ✓ Se debe de tener mucho cuidado en el momento de tomar los caudales, debido que este es uno de los factores para el correcto funcionamiento y dimensionamiento de cada uno de los componentes que contiene la planta de tratamiento.
- ✓ Efectuar cambios de los químicos que actualmente utiliza la empresa por químicos que sean más amigables con medio ambiente y así procurar en tener un medioambiente más sano; este cambio se lo puede realizar mediante pruebas, verificando la disminución de la contaminación y la calidad de producto.
- ✓ Se recomienda a la empresa implementar la planta de tratamiento diseñada para disminuir la contaminación del lugar y cumplir con las normas establecidas que rigen en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] Banco Central del Ecuador, Estadísticas [Online]. Disponible en: http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/servlet/fin.bce.comercio.seguridad.ConexionCex?pagDestino=/comercio/consultaTotXNandinaConGrafico.jsp
- [2] Ministerio de Industrias y Productividad (2013, Abril), B092 – “Sector curtiembre creció un 8,6% entre 2011 y 2012” [Online]. BOLETIN DE PRENSA DCS-B092-2013. Disponible en: <http://www.industrias.gob.ec/b092-sector-curtiembre-crecio-un-86-entre-2011-y-2012/>
- [3] G. D. Grefa Tanguila, “Sistema de Producción más Limpia para el manejo de efluentes en el laboratorio de pruebas físicas de cuero de la Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador- ANCE”, Tesis (Ingeniera Industrial en Procesos de Automatización), Ambato, Universidad Técnica de Ambato, 2012, 101h.
- [4] A. C Gallego, “Caracterización y tratamiento mediante membranas de las aguas residuales de desescalado de una industria de curtidos para su reutilización”, Tesis (Máster en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente), Valencia - España, Universidad Politécnica de Valencia, 2011, 166h.
- [5] N. F. Cuervo, “Estudio del proceso de compostaje de los lodos producidos en la operación de Pelambre en la industria del curtido de pieles”, Maestría en Ingeniería Ambiental: Grupo de Investigación en Residuos y Procesos Biológicos, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, 2010.
- [6] Industria del cuero y el curtido. Empresa e Industria. [Online]. Disponible en: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/leather/index_es.htm
- [7] B. Cordero C., “Conservación de la piel”, en *Tecnología de la curtición*, Tomo 1, pp 61.

- [8] El remojo. Cueronet. [Online]. Disponible en: <http://www.cueronet.com/flujograma/remojo.htm#FINALIDAD>
- [9] Estudio de gestión ambiental en una empresa de curtiembre. NORMA ISO 14.000: instrumento de gestión ambiental para el SIGLO XXI. “Aplicación práctica en una empresa de curtiembre”. [Online]. Disponible en: http://www.cueronet.com/tecnica/normasiso14000_cap4.htm
- [10] Capítulo 5: Tratamientos de aguas residuales, [Online]. Disponible en: <http://www.eei.upc.edu/continguts/APUNTS/MASTER/Aguas%20residuales/5%20M%C3%89TODOS%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20LAS%20AGUAS%20RESIDUALES.pdf>
- [11] Tratamiento primario, [Online]. Disponible en: <http://www.cyclucid.com/tecnologias-aguas-residuales/tratamiento-aguas/tratamiento-primario/>
- [12] Acosta & Asociados, Tratamientos de efluentes líquidos en la Industria del cuero. En: XX Simposio Técnico, EcoProduccion del Cuero (20^{vo}, 2012, Baños de Agua Santa, Tungurahua), Memorias, Baños de Agua Santa, Ecuador, ANCE – Ecotungurahua, 2012, pp 11.
- [13] F. Morgan Sagastume, J. M. Morgan Sagastume y A. Noyola Robles. “Aplicabilidad de la digestión anaerobia para el tratamiento de aguas residuales municipales”, Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Bioprocesos Ambientales, Instituto de Ingeniería, Apdo. Postal 70 – 472, México, D.F.
- [14] F. E. Pérez Alarcón and K. L. Camacho Alcalá, “Tecnologías para el tratamiento de aguas servidas”, Tesina (Ingeniera Ambiental), Zona Poza Rica - Tuxpan, Universidad Veracruzana, 2011, pp 21.

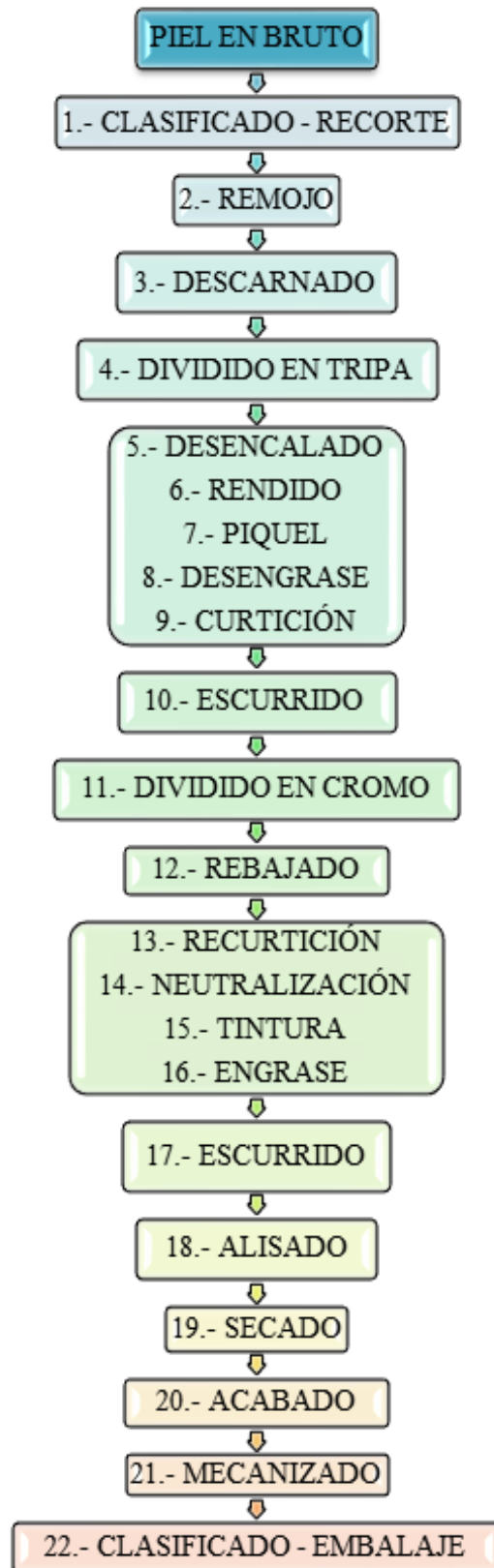
- [15] Lagunas facultativas, [Online]. Disponible en: <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/facultativas.PDF>
- [16] Capítulo 2: Fundamentos de tratamiento biológico, [Online]. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/munoz_c_r/capitulo2.pdf
- [17] Tratamiento de aguas residuales, [Online]. Disponible en: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html>
- [18] Tratamiento terciario de aguas residuales, [Online]. Disponible en: <http://civilgeeks.com/2010/09/29/tratamiento-terciario-de-aguas-residuales/>
- [19] Ejemplo de Fichas de observación científica, [Online]. Disponible en: http://www.ejemplode.com/13-ciencia/2906-ejemplo_de_fichas_de_observacion_cientifica.html
- [20] Asamblea Constituyente, “Constitución del Ecuador”, 2008
- [21] H. Congreso Nacional, “Ley de Gestión Ambiental”, 2004
- [22] H. Congreso Nacional, “Ley de prevención y contaminación ambiental”, 2004
- [23] Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA), “Libro VI: De la Calidad Ambiental.”
- [24] Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA), Libro VI Anexo 1: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. “Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público.”
- [25] M. Aragón Guzmán y A. M. Alzante Tejada, “Sistema de referenciación ambiental (SIRAC) para el sector curtiembre en Colombia”, Centro Nacional de

Producción más Limpia, Proyecto Gestión Ambiental en la Industria de curtiembre en Colombia, Colombia, Febrero. 2004.

- [26] Secretaria del Agua, “Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes”, Ecuador, R. O. No. 6-1992-08-18
- [27] A. Orozco Jaramillo, *Bioingeniería de Aguas Residuales*, 1^{era} Ed, Acodal (Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental), Colombia, Septiembre 2005, pp 273 - 354.
- [28] Metcalf & Eddy, Inc., *Ingeniería de aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización*, 4^{ta} Ed, Volumen I, McGraw – Hill, New York, 2003, pp 408 -700.
- [29] A. Rodríguez, A. Fernández, P. Letón García, etc., “Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales”, Círculo de Innovación en Tecnologías Medioambientales y Energía (CITME), Universidad de Alcalá, Madrid, Informe de vigilancia tecnológica, M - 30985 – 2006, 2006
- [30] Aireación y transferencia de gases, [Online]. Disponible en: <https://procesosbio.wikispaces.com/Aireaci%C3%B3n+y+transferencia+de+gases>

ANEXOS

Anexo A: Flujograma del proceso productivo



Anexo B: Proceso productivo de la Empresa



Elaborado por: La Investigadora.

Anexo C: Formato de Ficha de observación.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.			
Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.			
Ficha de Observación.			
Nombre: Merchán Janeth			
Lugar: Área húmeda			
Ítems	Si	No	Observación
El operador pesa las pieles antes de colocarlas en los bombos			
Se revisa la temperatura del agua para los procesos que lo requieren antes de comenzar a llenar el bombo			
Se controla los tiempos para continuar o finalizar un proceso			
Los químicos son añadidos en el porcentaje y tiempo apropiado.			
Los efluentes provenientes de los procesos del curtido tienen algún tratamiento			
Existe materia orgánica en las etapas de curtición del cuero			
Existen olores desagradables provenientes de los lodos de los efluentes			
La apariencia de los efluentes es desagradable			

Los efluentes son peligrosos al llegar a estar en contacto con la piel de una persona			
---	--	--	--

Elaborado por: La Investigadora

Anexo D: Formato de Entrevista



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e
Industrial.



Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.

Entrevista dirigida al operador de la área húmeda de la empresa “TENERIA INCA CIA. LTA”.

OBJETIVO: Analizar la necesidad de una planta de tratamiento de los efluentes para los procesos del área húmeda en la TENERIA INCA CIA. LTA en la ciudad de Ambato.

Pregunta 1. ¿Tiene algún conocimiento sobre la contaminación ambiental que produce la empresa?

Pregunta 2. ¿Se efectúan con frecuencia capacitaciones, estudios ambientales o actividades para contrarrestar la contaminación en la empresa?

Pregunta 3. ¿Tiene conocimiento de algún método, normas y/o leyes medioambientalistas que rigen en el país?

Pregunta 4. ¿Sabe usted si la población aledaña a pedido de retiro o cierre permanente de la empresa por la contaminación que genera?

Pregunta 5. ¿Se ha enfermado usted o alguien de la empresa debido a los efluentes que no son tratados?

Pregunta 6. ¿En qué proceso se considera que es el más contaminante?

Pregunta 7. ¿Conoce usted con qué tipo de contaminantes salen los efluentes de los procesos?

Pregunta 8. ¿Cuenta con todo el equipo de protección para manipular los químicos utilizados en el proceso de fabricación?

Pregunta 9. ¿Alguna vez han cuantificado la cantidad de agua utilizada en el proceso de curtición y la cantidad de residuos generados?

Pregunta 10. ¿Cómo son manejados los efluentes generados dentro de la empresa?

Pregunta 11. ¿Cuál es la disposición final de los efluentes generados en la empresa?

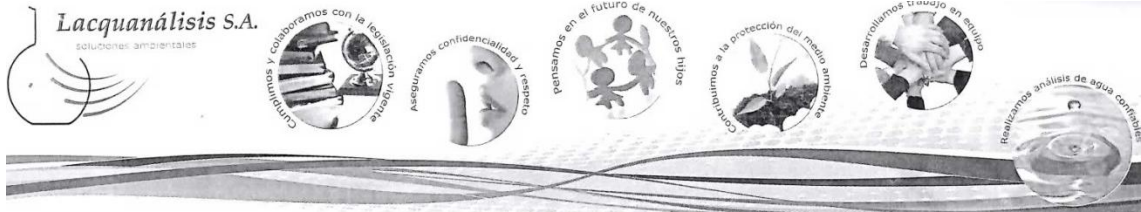
Pregunta 12. ¿Considera usted que es necesario una planta de tratamiento de los efluentes que se generan en el área húmeda de la empresa para reducir la contaminación ambiental?

Pregunta 13. ¿Cree usted que teniendo una planta tratamiento de los efluentes generados en el proceso de fabricación de cuero se llegará a optimizar de mejor manera los recursos de la empresa?

Pregunta 14. ¿Considera usted que al tener un tratamiento de los efluentes se llegará a tener un producto de mayor calidad y que la empresa sea más competitiva?

Elaborado por: La Investigadora.

Anexo E: Informe de análisis Físico-Químico del agua residual del pelambre.



INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN Nº OAE LE C 11-010	DATOS DEL CLIENTE		Versión: 6	
	CLIENTE:	TENERIA INCA	Pág.	1 de 1
	REPRESENTANTE:	Sr. Guillermo Gordillo	Código:	REG TEC 018
	DIRECCION:	La Concepción	Fecha formato:	12/08/2013
	TELEFONO:	03 2856771	NUMERO DE INFORME:	
	CELULAR:	09 98027015	LACQUA	1 3 - 4 8 5
e - mail:		REFERENCIA ORDEN DE TRABAJO		
		2013	4 8 3	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	54	TEM. AMBIENTE(°C):	19
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual Pelambre		FECHA TOMA DE MUESTRA:	31 de octubre de 2013
RESPONSABLE MUESTREO:	Lacquanálisis			
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual			
FECHA DE ANALISIS:	Desde el 31 de octubre al 08 de noviembre de 2013			
FECHA EMISION DE INFORME:	11 de noviembre de 2013			

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LIM. MAX [#]	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
pH	UpH	11,66	5 a 9	PRO TEC 011 / APHA 4500 H+ B	± 1,68 %
DQO*	mg/l	32681	500	PRO TEC 014 / APHA 5220 C	± 20 %
DBO5**	mg/l	21243	250	PRO TEC 030 / APHA 5220 B	-----
Aceites y grasas***	mg/l	19,33	100	PEAGCEN12	-----
Cromo VI	mg/l	0,042	0,5	PRO TEC 041 / APHA 3111 B	± 18,34 %
Caudal de descarga**	l/s	8,33	1,5 veces el caudal promedio del sistema de alcantarillado	SEGÚN CONDICIONES DEL SISTEMA	-----
Temperatura	°C	18,5	< 40	PRO TEC 043 / APHA 2550 B	± 12 %
Nitratos*	mg/l	14,27	-----	PRO TEC 024 / HACH 8192	± 11,24 %
Sulfatos*	mg/l	3611	400	PRO TEC 026 / HACH 8051	± 13 %
Sulfuros	mg/l	923,044	1,0	PRO TEC 042 / APHA 4500 S E	± 4,74 %
Cromo total*	mg/l	1,01	-----	PRO TEC 040 / APHA 3111 B	± 10,31 %
Sólidos Suspendidos*	mg/l	18416	220	PRO TEC 029 / APHA 2540 D	± 8,38 %
Sólidos Sedimentables*	ml/l	20	20	PRO TEC 021 / APHA 2540 F	± 1,04 %
Color**	Unid. Pt - Co	126306	-----	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----
Material flotante**	Visible	Presencia	Ausencia	PRO TEC 038 / VISUAL	-----
Carbonatos**	mg/CO ₃	5059,20	0,1	APHA 4500 CO2 B	-----

[#] Norma de Referencia: TULAS LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 11

Parámetro acreditado


* Parámetro acreditado fuera del alcance

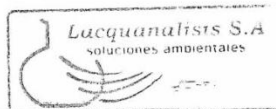
** Parámetro No acreditado


*** Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:

Certificado: Nº OAE LE 2C 06-007

PERSONAL RESPONSABLE:


Ing. Diana Andrade
ANALISTA




Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

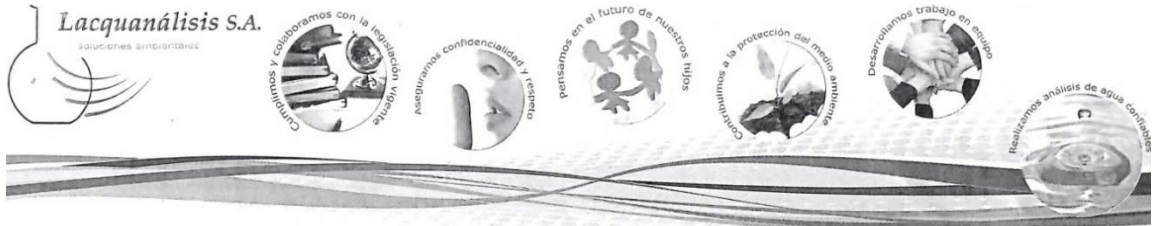
NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

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

Dirección: Edif. Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: 09-5363620 / 03-2420106 www.lacquanalisis.com info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América

Anexo F: Informe de análisis Físico-Químico del agua residual del curtido.



INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN Nº OAE LE C 11-010	DATOS DEL CLIENTE		Versión: 5	
	CLIENTE:	TENERIA INCA	Pág.: 1 de 1	
	REPRESENTANTE:	Ing. Guillermo Gordillo	Código: REG TEC 018	
	DIRECCION:	La Concepción	Fecha formato: 20/04/2013	
	TELEFONO:	03 2856771	NUMERO DE INFORME:	
	CELULAR:	09 98027015	LACQUA	1 3 - 2 9 7
e - mail:		REFERENCIA ORDEN DE TRABAJO		
		2013	2 9 5	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 60	TEM. AMBIENTE(°C): 18
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual Proceso de Curtido	
RESPONSABLE MUESTREO:	Lacquanálisis	FECHA TOMA DE MUESTRA: 13 de abril de 2013
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Compuesta	
FECHA DE ANALISIS:	Desde el 15 al 23 de abril de 2013	
FECHA EMISION DE INFORME:	24 de abril de 2013	

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LIM. MAX *	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
pH**	UpH	3,53	5 a 9	PRO TEC 011 / APHA 4500 H+ B	± 1,68 %
DQO**	mg/l	7054	500	PRO TEC 014 / APHA 5220 C	± 20 %
DBOS**	mg/l	4585	250	PRO TEC 030 / APHA 5220 B	-----
Aceites y grasas***	mg/l	99,8	100	EPA 418,1	-----
Cromo VI**	mg/l	1,499	0,5	PRO TEC 041 / APHA 3111 B	± 18,34 %
Caudal de descarga**	l/s	8,13	1,5 veces el caudal promedio del sistema de alcantarillado	SEGÚN CONDICIONES DEL SISTEMA POR PROCESO	-----
Temperatura	°C	22,5	< 40	PRO TEC 043 / APHA 2550 B	± 12 %
Sulfatos**	mg/l	12196	400	PRO TEC 026 / HACH 8051	± 13 %
Sulfuros	mg/l	0,691	1,0	PRO TEC 042 / APHA 4500 S E	± 4,74 %
Cromo total**	mg/l	1723,5	-----	PRO TEC 040 / APHA 3111 B	± 10,31 %
Sólidos Suspendidos	mg/l	227	220	PRO TEC 029 / APHA 2540 D	± 8,38 %
Sólidos Sedimentables	ml/l	15	20	PRO TEC 021 / APHA 2540 F	± 1,04 %
Color**	Unid. Pt - Co	1989	-----	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----
Material flotante**	Visible	Ausencia	Ausencia	PRO TEC 038 / VISUAL	-----
Carbonatos**	mg/CO ₃	0,00	0,1	APHA 4500 CO2 B	-----

Parámetro acreditado

* Norma de Referencia: TULAS LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 11

** Parámetro No acreditado

*** Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:
Certificado: Nº OAE LE 2C 05-002

PERSONAL RESPONSABLE:



[Signature]
Ing. Diana Andrade

ANALISTA

[Signature]

Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

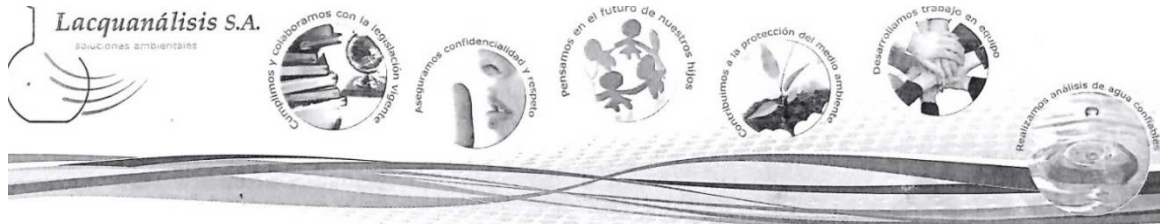
NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

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

Dirección: Edif. Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: 09-5363620 / 03-2420106 www.lacquanalisis.com info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América

Anexo G: Informe de análisis Físico-Químico del agua residual del recurtido.



INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN Nº OAE LE C 11-010	DATOS DEL CLIENTE		Versión: 6	
	CLIENTE:	TENERÍA INCA	Pág. 1 de 1	
	REPRESENTANTE:	Sr. Guillermo Gordillo	Código: REG TEC 018	
	DIRECCION:	La Concepción	Fecha formato: 12/08/2013	
	TELEFONO:	03 2856771	NUMERO DE INFORME:	
	CELULAR:	09 98027015	LACQUA	1 3 - 4 9 1
e - mail:		REFERENCIA ORDEN DE TRABAJO		
		2013	4 8 9	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 51	TEM. AMBIENTE(°C): 19
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual Descarga Final	
RESPONSABLE MUESTREO:	Lacquanálisis	FECHA TOMA DE MUESTRA: 06 de noviembre de 2013
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANALISIS:	Desde el 06 al 13 de noviembre de 2013	
FECHA EMISION DE INFORME:	14 de noviembre de 2013	

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LIM. MAX [#]	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
pH	UpH	8,40	5 a 9	PRO TEC 011 / APHA 4500 H+ B	± 1,68 %
DQO*	mg/l	8620	500	PRO TEC 014 / APHA 5220 C	± 20 %
DBOS**	mg/l	5603	250	PRO TEC 030 / APHA 5220 B	----
Aceites y grasas***	mg/l	15,33	100	PEAGCEN12	----
Cromo VI	mg/l	0,047	0,5	PRO TEC 041 / APHA 3111 B	± 18,34 %
Caudal de descarga**	l/s	8,00	1,5 veces el caudal promedio del sistema de alcantarillado	SEGÚN CONDICIONES DEL SISTEMA	----
Temperatura	°C	17,8	< 40	PRO TEC 043 / APHA 2550 B	± 12 %
Nitratos*	mg/l	14,93	----	PRO TEC 024 / HACH 8192	± 11,24 %
Sulfatos*	mg/l	1590	400	PRO TEC 026 / HACH 8051	± 13 %
Sulfuros	mg/l	169,597	1,0	PRO TEC 042 / APHA 4500 S E	± 4,74 %
Cromo total*	mg/l	76,76	-----	PRO TEC 040 / APHA 3111 B	± 10,31 %
Sólidos Suspendidos	mg/l	1916	220	PRO TEC 029 / APHA 2540 D	± 8,38 %
Sólidos Sedimentables*	ml/l	0,2	20	PRO TEC 021 / APHA 2540 F	± 1,04 %
Color**	Unid. Pt - Co	15560	----	PRO TEC 027 / HACH 8025	----
Material flotante**	Visible	Presencia	Ausencia	PRO TEC 038 / VISUAL	----
Carbonatos**	mg/CO ₃	102,00	0,1	APHA 4500 CO2 B	----

[#] Norma de Referencia: TULAS LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 11

Parámetro acreditado

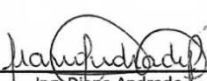
* Parámetro acreditado fuera del alcance


** Parámetro No acreditado

*** Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:

Certificado: Nº OAE LE 2C 06-007

PERSONAL RESPONSABLE:


 Ing. Dina Andrade
ANALISTA


 Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

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

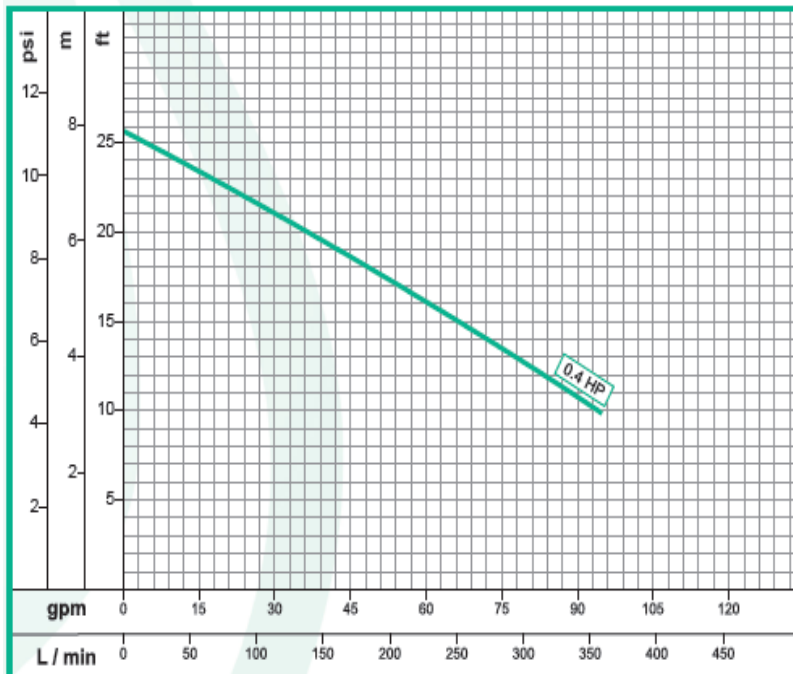
Dirección: Edif. Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono: 09-5363620 / 03-2420106 www.lacquanalisis.com info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

**Anexo H: Especificaciones técnicas de la bomba sumergible para agua residual
NE 2 4-14-110 marca Barnes.**

Características de la bomba							Características del motor			
Tipo de bomba		Tipo de impulsor					Alimentación		Velocidad (rpm)	
Centrífuga		Semiabierto de 2 álabes, balanceado dinámicamente (ISO G8.3)					Eléctrica		1.800 (nominal)	
Acoplamiento		Tipo de cierre del eje		Temperatura max. líquido			Cerramiento		Frecuencia (Hz)	
Monobloque		Sello mecánico 1/2" Tipo 21		40°C (104°F) Continua			ODP		60	
Etapas		Conexión eléctrica		Ø máximo de sólidos en suspensión			Eje		Refrigeración	
1		Conjunto de cables de 5 m		2" (50,8 mm)			Acero inoxidable 418		Aceite dieléctrico Diala AX	
Modelo	Ref.	Ø Descarga	Ø Impulsor	Peso (kg)	H máx. (mca) *	Q máx. (gpm) **	Potencia (hp)	Fases	Voltaje (V)	Frame
NE 2 4-14-110	1C0016	2" NPT	5,440"	32,0	8	95	0,4	1	110	NEMA 48J

* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).
 ** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

Curva de rendimiento

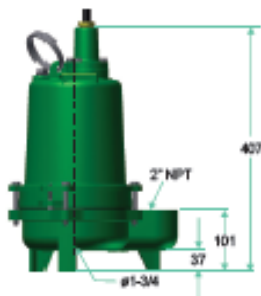
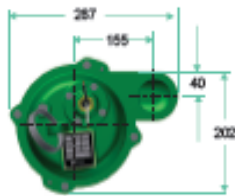


Aplicaciones

- Uso doméstico
- Sector agrícola
- Industria
- Construcción
- Institucional

- Bombeo de agua con sólidos en suspensión
- Control de niveles freáticos
- Desagüe de zonas inundadas
- Fuentes decorativas
- Manejo de agua en beneficiaderos de café
- Manejo de aguas residuales o negras
- Plantas de tratamiento
- Pozos sépticos
- Riego de estiércol

Dimensiones de la bomba (mm)



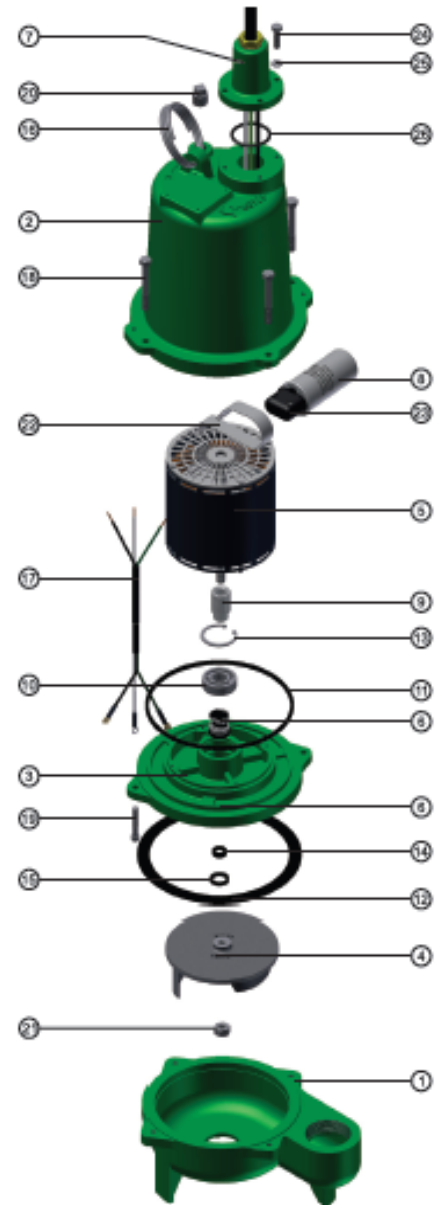
Lista de partes

No.	Descripción	Ref.	Cantidad
1	CUERPO FE	67460	1
2	CARCAZA FE	67462	1
3	ACOPLE FE	68681	1
4	IMPULSOR FE Ø 5,440"	69695	1
5	MOTOR E 0.4-4 4BJ TV-1 ODP	70274	1
6	SELLO MECÁNICO 1/2 TIPO 1	00036	1
7	CONJUNTO DE CABLE	61277	1
8	CONDENSADOR 15 MFD	70964	1
9	ESPACIADOR ALUMINIO	69000	1
10	RODAMIENTO 6203 ZZ	17714	1
11	ANILLO CUADRADO CAUCHO JET	19289	1
12	EMPAQUE CUERPO	68904	1
13	ANILLO SEEGER REF. I-40	17415	1
14	ANILLO EN V	68053	1
15	ESPACIADOR DE CAUCHO	59648	1
16	MANEJA ZINCADA	27271	1
17	CABLE POLO A TIERRA	90139	1
18	TORNILLO 5/16 X 2-1/2 NC 8	16676	4
19	TORNILLO BOC 1/4 X 1-1/2 8	16674	2
20	TAPÓN GALV. 3/8 NPT	15000	1
21	TUERCA 3/8 NC 8	02521	1
22	SOPORTE DEL CONDENSADOR	33499	1
23	PROTECTOR DE TERMINAL	34322	1
24	TORNILLO 1/4-20NCX 1 LONG. IND	02452	1
25	GUASA 1/4 8	22533	1
26	ANILLO "O" CAUCHO SE TAIPA	17711	1

Nota: Las especificaciones técnicas están sujetas a cambios sin previo aviso.

Materiales

Cuerpo	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 20
Carcasa	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 20
Impulsor	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 20
Sello mecánico	Silicio/Silicio/Vitón
Acople Intermedio	Hierro fundido ASTM A-48, Clase 20
Empaques	Buna Nitrilo



www.barnes.com.co

Anexo I: Ficha Técnica del compresor de Pistón.

COMPRESORES A PISTÓN, TRANSMISIÓN A CORREA SERIE ALTA/BAJA (AB)



- Lubricado por aceite
- Uso industrial (larga vida útil)
- Block de hierro fundido para altas exigencias
- Arranque y parada automático
- Manifil de salida con llaves de paso doble
- Reloj de presión
- Con certificado de prueba hidráulica
- Reja de seguridad cubre poleas

MODELO	MOTOR		POTENCIA		VEL.	CILINDROS		RENDIMIENTO EN LITROS		PRESIÓN DE TRABAJO MAX.		TANQUE	DIMENSIONES	PESO NETO
	KW	HP	V	HZ	R.P.M.	No x Dia. mm	Stroke mm	L.MIN.	C.F.M.	MPA	PSI	LITROS		
VB 0.15	1,5	2	220	50	1100	1x65 / 1x51	46	150	5.5	1.25	180	100	98x47x78	87
VB 0.20	2,2	3	220/380	50	1100	1x65 / 1x51	46	200	7	1.25	180	150	98x49x80	101
VB 0.30	3	4	380	50	1080	2x65 / 1x51	48	300	11	1.25	180	200	120x48x85	134
VB 0.40	4	5.5	380	50	1000	1x90 / 1x65	60	400	14	1.25	180	300	142x54x94	189
WB 0.60	5.5	7.5	380	50	950	2x80 / 1x65	70	600	21	1.25	180	300	152x61x96	222
WB 0.80	7.5	10	380	50	950	2x90 / 1x80	70	800	28	1.25	180	300	160x60x103	250
WB 1.1	11	15	380	50	860	3x100	100	1100	39	1.25	180	300	178x77x120	430

Difusores de la serie Sanitaire Gold

Los difusores de membrana de la serie Sanitaire Gold son la última innovación en la tecnología de aireación con burbuja fina. Siempre que se precise una cobertura de alta densidad y flujos bajos, pueden instalarse densamente sobre cualquier superficie de estanque para ofrecer una eficiencia de aireación sin par.

Eficiencia energética

La excepcional geometría de los difusores y sus avanzadas membranas microperforadas permiten una cobertura de alta densidad en el fondo del estanque, proporcionando una alta transferencia de oxígeno con el mínimo gasto de energía. La membrana se ha diseñado para una baja pérdida de altura manométrica, con lo cual se reduce aún más el consumo de energía.

Alta fiabilidad

Las membranas gruesas de poliuretano altamente flexible desbancan a todas las demás en ensayos de envejecimiento acelerado. Su fiabilidad la refuerza aún más la estanqueidad de los accesorios de montaje y del sistema de junta, que soporta las tensiones del funcionamiento diario. También han demostrado que se adaptan a aplicaciones con conexión y desconexión del aire.

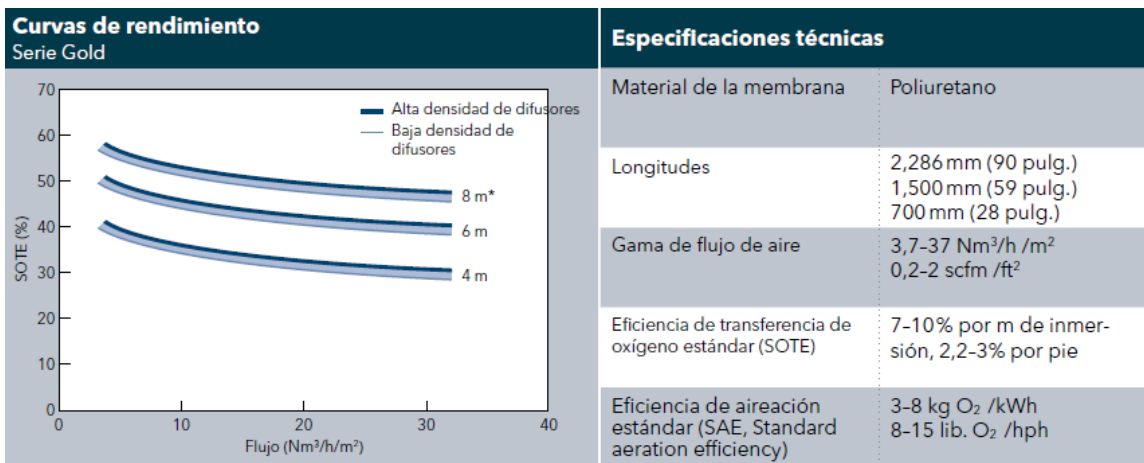


Facilidad de instalación

La compacidad de estos difusores completos y premontados facilita la instalación. Esto se traduce en una puesta en servicio más rápida, un uso más inteligente de los recursos y, en última instancia, mayor productividad.

Modularización

El diseño modular facilita la instalación, al igual que una modernización económica y sin problemas gracias a que los componentes de Sanitaire pueden intercambiarse, lo cual permite optimizar el rendimiento del sistema de aireación.



*Inmersión

Anexo K: Planos de la planta de tratamiento.