



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**“REDISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES PARA DESCARNES LÓPEZ DE LA
PARROQUIA LA PENINSULA -TUNGURAHUA”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: DARWIN VLADIMIR USHCO CHALUISA

DIRECTOR: Ing. CESAR ARTURO PUENTE GUIJARRO PhD.

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Darwin Vladimir Ushco Chaluisa

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Darwin Vladimir Ushco Chaluisa, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de septiembre de 2021

DARWIN
VLADIMIR USHCO
CHALUISA

Firmado digitalmente por
DARWIN VLADIMIR
USHCO CHALUISA
Fecha: 2021.12.09
10:58:38 -05'00'

Darwin Vladimir Ushco Chaluisa

185046256-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico “**REDISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA DESCARNES LÓPEZ DE LA PARROQUIA LA PENINSULA -TUNGURAHUA**”, realizado por el señor: **DARWIN VLADIMIR USHCO CHALUISA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Doc. Lourdes Cumandá Carrera Beltrán, Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 <small>Firmado electrónicamente por:</small> LOURDES CUMANDA CARRERA BELTRAN	2021-09-16
Ing. César Arturo Puente Guijarro, PhD. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	CESAR ARTURO PUENTE GUIJARRO <small>Firmado digitalmente por: CESAR ARTURO PUENTE GUIJARRO DN: cn=CESAR ARTURO PUENTE GUIJARRO o=EC o=SECURITY DATA S.A. i=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION Móvil: Soy el autor de este documento Ubicación: Fecha: 2021-12-04 09:21:05:00</small>	2021-09-16
Ing. Segundo Hugo Calderón, Mgs. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 <small>Firmado electrónicamente por:</small> SEGUNDO HUGO CALDERON .	2021-09-16

DEDICATORIA

Se lo dedico a Dios, y a mis padres, Luz María Chaluisa Pallo y Luis Rodrigo Ushco Guamán, que me apoyaron en todo momento para cumplir este sueño tan anhelado. A mis abuelos que siempre me guiaron desde el cielo.

Darwin

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por darme la oportunidad de obtener una profesión y ser una ayuda a la sociedad.

A mi familia por su apoyo y comprensión.

Darwin

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO Y DEFICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Identificación del Problema	1
1.2. Justificación del proyecto.....	2
1.3. Localización del proyecto.....	3
1.4. Beneficiarios	4
1.4.1. Beneficiarios Directos	4
1.4.2. Beneficiarios Indirectos	4
1.5. OBJETIVOS.....	5
1.5.1. Objetivo General	5
1.5.2. Objetivo Específico	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Situación Actual de la empresa.....	6
2.2. Marco Conceptual.....	6
2.2.1. Aguas Residuales	6
2.2.1.1. Clasificación de Aguas Residuales	7
2.2.2. Proceso de Producción en “Descarnes López”.....	7
2.2.3. Principales contaminantes de la industria de curtiembre	11
2.2.4. Marco Legal	12

CAPÍTULO III

3.	ESTUDIO TÉCNICO	15
3.1.	Tipo de Estudio	15
3.1.1.	<i>Métodos</i>	15
3.2.	Técnicas	16
3.2.1.	<i>Determinación del caudal</i>	17
3.2.2.	<i>Muestreo</i>	18
3.2.3.	<i>Caracterización de las aguas residuales</i>	18
3.2.4.	<i>Tratabilidad del agua residual</i>	20
3.2.4.1.	<i>Índice de biodegradabilidad</i>	20
3.2.4.2.	<i>Test de Jarras</i>	21
3.2.5.	Cálculos de Ingeniería	29
3.2.5.1.	<i>Elementos en buen estado, útil para el rediseño</i>	29
3.2.5.2.	<i>Cálculo de caudal de agua de pelambre</i>	30
3.2.5.3.	<i>Cálculo de caudal de agua de curtido vegetal</i>	31
3.2.5.4.	<i>Canal de entrada</i>	32
3.2.5.5.	<i>Cálculo para la oxidación de sulfuros</i>	33
3.2.5.6.	<i>Cálculo del caudal del aire</i>	36
3.2.5.7.	<i>Cálculos para el tanque de aireación</i>	37
3.2.5.8.	<i>Cálculos para el tanque de floculación</i>	38

CAPÍTULO VI

4.	RESULTADOS	41
4.1.	Análisis de agua residual de la etapa de pelambre	41
4.2.	Analices de agua residual de la etapa de curtido vegetal	43
4.3.	Procesos de Producción	45
4.3.1.	<i>Insumos químicos necesarios para el proceso de producción</i>	45
4.3.1.1.	<i>Proceso de Operación</i>	45
4.3.1.2.	<i>Distribución de la planta de tratamiento</i>	49
4.3.2.	Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria	49
4.3.2.1.	<i>Muestreo y Caracterización</i>	49
4.3.3.	Presupuesto	50

4.3.4. Cronograma de Actividades	53
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Localización del proyecto.....	3
Tabla 1-2:	Límites de descarga al sistema de alcantarillado público	14
Tabla 1-3:	Métodos utilizados para la determinación de los parámetros de calidad del agua	16
Tabla 2-3:	Caudal del agua de pelambre de “Descarnes López”	17
Tabla 3-3:	Caudal del agua de curtido vegetal de “Descarnes López”	17
Tabla 4-3:	Requerimientos para la toma de muestras según Norma Técnica NTE INEN 2169 ...	18
Tabla 5-3:	Resultados de la caracterización inicial de la etapa de pelambre	19
Tabla 6-3:	Resultado de la caracterización inicial de la etapa de curtido vegetal.....	19
Tabla 7-3:	Tipos de tratamiento	20
Tabla 8-3:	Concentración de DBO ₅ y DQO en agua de Pelambre.....	21
Tabla 9-3:	Concentración de DBO ₅ y DQO en agua de Curtido.....	21
Tabla 10-3:	Dosificación de MnSO ₄ en agua de pelambre sin aireación	22
Tabla 11-3:	Dosificación de MnSO ₄ en agua de pelambre con aireación	22
Tabla 12-3:	Dosificación de Floculante para agua de pelambre	23
Tabla 13-3:	Determinación del coadyuvante para agua de pelambre	24
Tabla 14-3:	Determinación del coadyuvante óptimo para el agua de pelambre	25
Tabla 15-3:	Determinación del floculante óptimo del agua de pelambre	25
Tabla 16-3:	Dosificación del Coagulante para el agua de curtido vegetal.....	27
Tabla 17-3:	Determinación del coadyuvante para el agua de curtido vegetal.....	27
Tabla 18-3:	Determinación del coadyuvante óptimo para el agua de curtido vegetal	28
Tabla 19-3:	Determinación del coagulante óptimo para agua de curtido	29
Tabla 20-3:	Datos para el rediseño del tanque de aireación.....	37
Tabla 21-3:	Datos para el rediseño del tanque de floculación	38
Tabla 1-4:	Resultados de la caracterización del agua residual del pelambre	41
Tabla 2-4:	Resultados de la caracterización del agua residual del curtido vegetal	43
Tabla 3-4:	Material y normativa usado para el muestreo.....	49
Tabla 4-4:	Equipos y materiales usados en el laboratorio.....	49
Tabla 5-4:	Cotización general para el rediseño.....	50
Tabla 6-4:	Cotización de los químicos para el tratamiento de aguas residuales	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación de la curtiduría “Descarnes López”	4
Figura 1-3. Equipo Floc ET 730 de test de jarras	22
Figura 2-3. Agua Tratada con los tres floculantes	23
Figura 3-3. Elección de coadyuvante.....	24
Figura 4-3. Agua en proceso de tratamiento	26
Figura 5-3. Aireación del agua de curtido.....	26
Figura 6-3. Agua con diferentes floculantes	27
Figura 7-3. Agua tratada con diferentes coadyuvantes	28
Figura 8-3. Agua tratada con PAC.....	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2.	Diagrama de flujo del proceso completo de la curtición de pieles	9
Gráfico 2-2.	Diagrama de flujo del proceso completo de la curtición de pieles. (Continuación) ..	10
Gráfico 1-4.	Comparación de resultado se agua tratada y sin tratar del pelambre	42
Gráfico 2-4.	Comparación de resultado se agua tratada y sin tratar del cutido	44
Gráfico 3-4.	Diagrama de flujo de tratamiento de aguas residuales de ribera	47
Gráfico 4-4.	Diagrama de flujo de tratamiento de aguas residuales de curtido vegetal	48
Gráfico 5-4.	Cronograma de actividades.....	53

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ACUERDO MINISTERIAL 097-A, LIBRO VI, TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA
AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

ANEXO B: CARACTERIZACIÓN INICIAL DEL AGUA RESIDUAL DE PELAMBRE

ANEXO C: CARACTERIZACIÓN FINAL DEL AGUA TRATADA DE PELAMBRE

ANEXO D: CARACTERIZACIÓN INICIAL DEL AGUA RESIDUAL DE CURTIDO VEGETAL

ANEXO E: CARACTERIZACIÓN FINAL DEL AGUA TRATADA DE CURTIDO VEGETAL

ANEXO F: DIAGRAMA P & ID DEL REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA RESIDUAL

ANEXO G: DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA P & ID

ANEXO H: AVAL DE LA EMPRESA

ANEXO I: CERTIFICADO EMITIDO POR LA EMPRESA

ANEXO J: CERTIFICADO DE DBRA

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular tiene por objetivo rediseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa Descarnes López, cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Para esto se caracterizó el agua residual de la empresa, tuvo como resultado los siguientes valores en el agua residual del pelambre: pH 11,25, conductividad 34,68 *micro*Siems/cm, turbiedad 8388 NTU, grasa 90 mg/L, sólidos suspendidos 9500 mg/L, sólidos sedimentables 400 ml/L, sólidos totales 4760 mg/L, sulfuros 2880 mg/L, DQO 20600 mg/L, DBO5 12800 mg/L. Mientras en el agua residual de curtido vegetal los siguientes valores pH 3,65, conductividad 19,04 *micro*Siems/cm, turbiedad 130 NTU, grasa 40 mg/L, sólidos suspendidos 1500 mg/L, sólidos sedimentables 170 ml/L, sólidos totales 6640 mg/L, DQO 9010 mg/L, DBO5 2980 mg/L. Con el fin de cumplir con la legislación ambiental para la descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público. Para elegir el tratamiento idóneo se determinó el índice de biodegradabilidad del agua de pelambre logrando un valor de 0,62 y en el agua curtido vegetal 0,33. Se aplica un tratamiento biológico para el proceso de ribera y se inicia con la oxidación de sulfuros, utilizando sulfato de manganeso como catalizador y un abastecimiento constante de aire. El efluente de curtido vegetal inicia con la adición de cal para incrementar el pH a ocho, esto provoca la precipitación. Finalmente, se aplica coagulante policloruro de aluminio (PAC) y coadyuvante polielectrolito aniónico para el agua residual de curtido vegetal. El floculante utilizado para el agua de pelambre es cloruro férrico y el polielectrolito como coadyuvante. Todo esto se determina por medio de las pruebas de jarras, la eficiencia de los ensayos se verificó caracterizando el agua tratada, logrando ubicar la mayoría de los parámetros dentro de la norma. Se recomienda adecuar el pH de las aguas residuales previo al tratamiento para obtener mejores resultados.

Palabras clave: <INGENIERÍA>, <QUÍMICA>, <REDISEÑO SISTEMA DE TRATAMIENTO>, <AGUAS RESIDUALES>, <CURTIEMBRE>, <CURTIDO VEGETAL>, <OXIDACIÓN DE SULFUROS>, <CLARIFICACIÓN DE AGUA RESIDUAL>.

LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente
por LEONARDO FABIO
MEDINA NUSTE
Fecha: 2021.11.09
09:52:29 -05'00'



2058-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The objective of this curricular integration work is to redesign the wastewater treatment system of the company Descarnes López, Ambato canton, Tungurahua province. For this, the wastewater of the company was characterized, resulting in the following values in the wastewater of the hair: pH 11.25, conductivity 34.68 Siems / cm, turbidity 8388 NTU, fat 90 mg / L, suspended solids 9500 mg / L, settleable solids 400 ml / L, total solids 4760 mg / L, sulfides 2880 mg / L, COD 20600 mg / L, BOD5 12800 mg / L. While in the residual water of vegetable tanning the following values pH 3.65, conductivity 19.04 microSiems / cm, turbidity 130 NTU, fat 40 mg / L, suspended solids 1500 mg / L, sedimentable solids 170 ml / L, total solids 6640 mg / L, COD 9010 mg / L, BOD5 2980 mg / L. In order to comply with environmental legislation for the discharge of effluents to the public sewer system. To choose the ideal treatment, the biodegradability index of the fur water was determined, achieving a value of 0.62 and 0.33 in the vegetable tanned water. A biological treatment is applied to the riverbank process and begins with the oxidation of sulfides, using manganese sulfate as a catalyst and a constant supply of air. The vegetable tanning effluent begins with the addition of lime to increase the pH to eight, this causes precipitation. Finally, poly aluminum chloride (PAC) coagulant and anionic polyelectrolyte adjuvant are applied to the residual water from vegetable tanning. The flocculant used for the fur water is ferric chloride and the polyelectrolyte as an adjuvant. All this is determined by means of the jug tests, the efficiency of the tests was verified by characterizing the treated water, managing to locate most of the parameters within the norm. It is recommended to adjust the pH of the wastewater prior to treatment to obtain better results.

Keywords: <ENGINEERING>, <CHEMISTRY>, <TREATMENT SYSTEM REDESIGN>, <WASTEWATER>, <CURTIEMBRE>, <VEGETABLE TANNING>, <SULFIDE OXIDATION>, <WASTE WATER CLARIFICATION>.



Firmado electrónicamente por:
**NANCI
MARGARITA INCA
CHUNATA**

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO Y DEFICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema

En América Latina, el problema más grande de las empresas dedicadas a la curtición de cueros es el tratamiento de sus desechos sobre todo líquidos, debido a que las aguas residuales de las curtidorías contienen grandes cantidades de contaminantes, si se descargan directamente en el ecosistema, esto puede generar daños graves al ambiente. La cantidad de agua utilizada por estas empresas es abundante durante el proceso por lo tanto se liberan excesiva cantidad de tóxicos elevando la contaminación ambiental (Jallouli et al. ,2020, pp.1-2).

En América Latina el país con mayor producción de cuero es Brasil con un valor aproximado de 75 millones de pies continuado por Argentina, Colombia, Bolivia, Ecuador, Uruguay, Perú, Chile, y finalmente Paraguay (Martínez ,2016, p.1). Esta información nos muestra, como en América Latina las industrias de curtiembre cubren grandes escalas de producción para obtener cueros terminados lo que conlleva a una contaminación importante al ambiente con los residuos líquidos que producen los mismos, los cuales en la mayoría de las empresas son echados al ambiente sin ningún tratamiento previo. Con un tratamiento de estos residuos líquidos se podría aprovechar para la reutilización en el proceso.

En la actualidad el 90% de las industrias de curtiembre de Ecuador pertenece a la provincia de Tungurahua generando fuentes de trabajo y siendo una de las provincias de mayor fuente económica. Lo negativo de estas empresas es que algunas de ellas no cuentan con plantas diseñadas para el tratamiento de aguas residuales, por su elevado costo lo cual es perjudicial para el medio ambiente. Algunas empresas han tratado de diseñar un sistema sin un adecuado estudio lo que genera que el sistema no tenga un funcionamiento óptimo (Martínez ,2016, pp.1-2).

Las empresas de curtiembres de Tungurahua son las bases fundamentales para reducir la contaminación ambiental, por tal motivo las autoridades de Tungurahua han llegado a un acuerdo con los propietarios, quienes están dispuestos a colaborar, una de ellas es la empresa “Descarnes López”. Esta empresa requiere contar con un rediseño de sistema de tratamiento de aguas residuales con el fin de reducir la contaminación ambiental.

1.2. Justificación del proyecto

La empresa “Descarnes López” se encuentra en la Provincia de Tungurahua, cantón Ambato parroquia La Península, se dedica a la actividad de producción de pieles en todas sus etapas de producción, es decir desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del cuero terminado. Este producto terminado es destinado para la elaboración de diferentes tipos de artículos de cuero, como es el caso del calzado que es de mayor demanda dentro y fuera de la provincia.

En la actualidad esta empresa cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales pero el funcionamiento no es el deseado por diferentes causas, lo que no le permite realizar un adecuado tratamiento de aguas residuales producidas por la empresa. El cual genera daños graves al medio ambiente, porque son descargados al sistema de alcantarillado sin un adecuado tratamiento. Produciendo quejas constantes de los moradores, por no cumplir con los índices de calidad del país. Este tipo de industrias son constantemente fiscalizadas por las autoridades pertinentes, justamente por el daño ambiental que generan. Corriendo el riesgo de ser sancionados y multados, lo que provoca una pérdida económica a la empresa al no cumplir con la normativa ambiental vigente, por la descarga de residuos líquidos y sólidos. Por eso es necesario proponer un rediseño del sistema donde garantice el correcto y adecuado funcionamiento del mismo. Con la finalidad de reducir el impacto ambiental provocado por la empresa “Descarnes López”.

Esto no solo beneficiará a la empresa o al gerente propietario de la fábrica, sino también a los trabajadores expuestos a contaminantes, especialmente por iones sulfuro. Los estudios han demostrado que la inhalación o la concentración elevada de iones sulfuro en la sangre pueden causar graves perjuicios a la salud e inclusive provocar la muerte por intoxicación, del mismo modo ayudará a los moradores de los barrios aledaños a la planta industrial. Por otro lado, cumple con la caracterización físico – química y microbiológica de las aguas residuales, basadas en los límites permisibles bajo la normativa vigente. Así evitando las sanciones y multas que le pueden realizar las autoridades ambientales pertinentes.

1.3. Localización del proyecto

El presente proyecto técnico se desarrollará en la empresa “Descarnes López” del propietario LÓPEZ UVIDIA MARIO DAMACIO, el mismo se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua cantón Ambato parroquia la península. La empresa se dedica a la actividad de producción de pieles desde año 1999 como persona natural. Cuenta con un permiso ambiental mediante la Resolución 171, que le fue otorgado el 25 de septiembre del 2015.

Tabla 1-1: Localización del proyecto

PROVINCIA	Tungurahua
CANTÓN	Ambato
PARROQUIA	La Península
SECTOR	Tres Juanes
DIRECCIÓN	Av. Indoamérica y Pasaje Calderón
ALTITUD	2575 m.s.n.m
LATITUD	-1, 237076
LONGITUD	-78, 594590
CLIMA	Temperatura máxima: 21 °C Temperatura promedio: 11.6 °C Temperatura mínima: 9 °C

Fuente: (Geodatos ,2021).

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.



Figura 1-1. Ubicación de la curtiduría “Descarnes López”

Realizado por: (Google maps ,2021).

1.4. Beneficiarios

Con el presente proyecto técnico de rediseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales se desea contribuir directamente con el medio ambiente, para disminuir la contaminación de agua, suelo y aire que provoca las industrias de curtiembre.

1.4.1. Beneficiarios Directos

El beneficiario directo del rediseño es el gerente propietario o la empresa “Descarnes López” y los colaboradores, por otro lado, la empresa desempeña bajo los límites permisibles de acuerdo a la normativa vigente. Evitando las sanciones y multas que le pueden realizar las autoridades ambientales.

1.4.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos son los moradores de la empresa “Descarnes López,” debido al tratamiento de las aguas residuales, ayudando a mitigar la contaminación ambiental en la provincia generada por la empresa.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

- Rediseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para Descarnes López de la parroquia La Península -Tungurahua.

1.5.2. Objetivo Específico

- Determinar las características físico – química y microbiológica de las aguas residuales, basadas en los límites permisibles bajo la normativa vigente.
- Identificar las variables de proceso apropiadas para el rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Realizar los cálculos de ingeniería para el dimensionamiento del rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales según los resultados obtenidos en la caracterización del efluente.
- Validar el diseño propuesto considerando la caracterización físico – química y microbiológica del agua tratada, en base a los límites permisibles bajo la normativa vigente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Situación Actual de la empresa

La empresa “Descarnes López” situada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato parroquia La Península, administrada por el señor Mauricio López como Gerente propietario, en situación normal esta empresa producía 200 bandas mensuales, pero por el caso ya conocido a nivel mundial del COVID 19 el trabajo de la empresa no es constante, debido a que la educación se encuentra de manera virtual lo cual no permite tener altas demandas de cuero para la fabricación de los calzados, que es de mayor demanda de esta compañía y además de otros artículos de cuero que se producen en la provincia.

Actualmente la compañía trabaja con mucha responsabilidad por tal razón desde años atrás cuenta con un sistema de tratamiento de efluentes que produce la empresa, con el objetivo de seguir ayudando a mitigar la contaminación ambiental ha solicitado un rediseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales, lo que le ayudara a mantener la empresa trabajando con normalidad y en firme crecimiento del mismo, cumpliendo con las normativas ambientales vigentes en la descarga del efluente.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Aguas Residuales

Por lo general las actividades humanas que utilizan agua producen aguas residuales. En la mayoría de los países, sin incluir los más desarrollados, las aguas residuales son descargadas directamente con una gran cantidad de microorganismos y sustancias tóxicas, al medio ambiente sin un previo tratamiento. Por esta razón la contaminación ambiental global producido por las aguas residuales sigue en constante crecimiento alrededor del mundo. Esto desarrolla repercusiones muy negativas en la salud del ser humano, en la productividad económica y sobre todo perjudica la calidad del agua dulce y el medio que lo rodea (Espigares y Pérez ,1985, p.2).

2.2.1.1. Clasificación de Aguas Residuales

Las aguas residuales se clasifican dependiendo del uso que se da al agua en las actividades humanas, por lo tanto, los edificadores que se halla en el fluido se podrían determinar de acuerdo a su procedencia natural o artificial, las mismas se pueden presentarse de manera directa o indirecta dependiendo de la actividad que se haga con el fluido. Seguidamente se enuncian algunos orígenes (Chamorro ,2019, p.22).

✓ **Aguas residuales domésticas:** También se lo denomina aguas negras, estas aguas provienen del uso que se da al agua en un hogar, por ejemplo, de un baño con las heces y orinas humanas, de las duchas, también de la cocina y de la limpieza del hogar. Este efluente residual por general contiene gran cantidad de microorganismos, material orgánico y restos de grasas y jabones (Espigares y Pérez ,1985, p.2).

✓ **Aguas blancas:** Estas aguas son de procedencia atmosférica como lluvia, hielo o nieve, aguas de riego, parques y lugares públicos como calles (Espigares y Pérez ,1985, p.2).

✓ **Aguas residuales industriales:** Su procedencia normalmente se da de los procesos que se realiza en las fábricas o compañías industriales. La composición de este efluente es variable debido a que contiene grasas, ácidos, detergentes aceites, antibióticos, entre otros. Todo esto depende de la actividad que realice la industria. (Espigares y Pérez ,1985, p.2).

✓ **Aguas residuales agrícolas:** Son más comunes en las zonas rurales, porque proceden de las actividades agrícolas. Estas aguas contienen gran concentración de material orgánico como orinas y heces de animales, y residuos químicos por el uso de abonos, pesticidas, fungicidas, etc. (Espigares y Pérez ,1985, p.2).

2.2.2. Proceso de Producción en “Descarnes López”

Primero hay que recordar que la materia prima utilizada en la industria del cuero. Son principalmente subproductos de la industria cárnica. Entonces, después de matar y pelar al animal la piel obtenida son curadas previas al inicio del proceso de curtido, el método más utilizado y común es la salazón de las pieles húmedas esto ayuda a mantener y conservar, evitando la putrefacción. El proceso en la

industria inicia con la recepción de las pieles curadas, y se continúa con el proceso de curtición que consta de una serie de etapas hasta obtener un cuero terminado los cuales se enuncia a continuación (Del Valle ,2004, pp.23-24).

- **Ribera**

En esta etapa se realiza la preparación de la piel después de la recepción y clasificación de la materia prima para la curtición. Esta cuenta con varias fases, como es el remojo donde se realiza una limpieza y deshidratación, pelambre se da el depilado, eliminación de la epidermis y del pelo, piquelado es una fase donde se realiza la preparación química de la piel para el posterior proceso de curtido. También se realiza la división del cuero en dos capas por diferentes calibres según el tipo de cuero que desee (Del Valle ,2004, p.24).

- **Curtido vegetal**

En esta etapa se procede a estabilizar el colágeno de la piel o lo que es igual a transformar en un material resistente, por medio de los agentes curtientes vegetales o minerales. En los curtidos minerales generalmente se emplea sales de cromo trivalente, mientras en el curtido vegetal se emplea extractos de taninos. Esta etapa es la parte principal porque de esto depende de acuerdo al artículo al que va ser destinada el cuero. El proceso de curtido tiene varias fases como recurtido, rebajado, teñido, engrase (Del Valle ,2004, p.25).

- **Secado y Acabado**

Se refiere a la etapa donde se prepara las pieles para el acabado, por lo tanto, posee varias fases, como es el escurrido donde se trata de eliminar lo máximo de agua posible, repasado consiste en estirar y eliminar arrugas, etc. La parte final de proceso es el acabado aquí se aplica el aspecto físico del cuero como es el color, brillo, protección, textura, medición, etiquetado, etc (Del Valle ,2004, p.25).

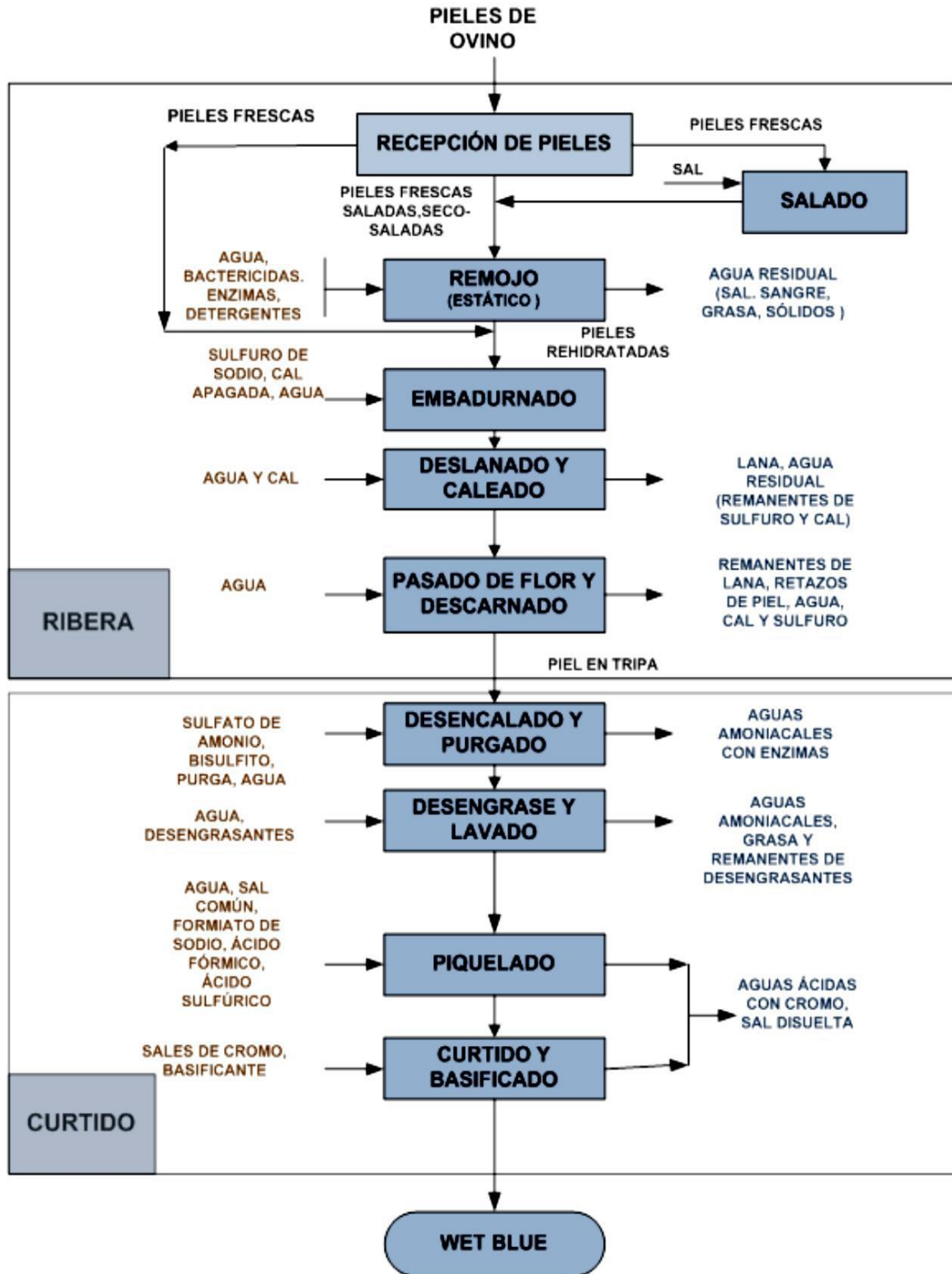


Gráfico 1-2. Diagrama de flujo del proceso completo de la curtición de pieles.

Fuente: (Bio Activo-Consultora Ambiental ,2015,p.61).

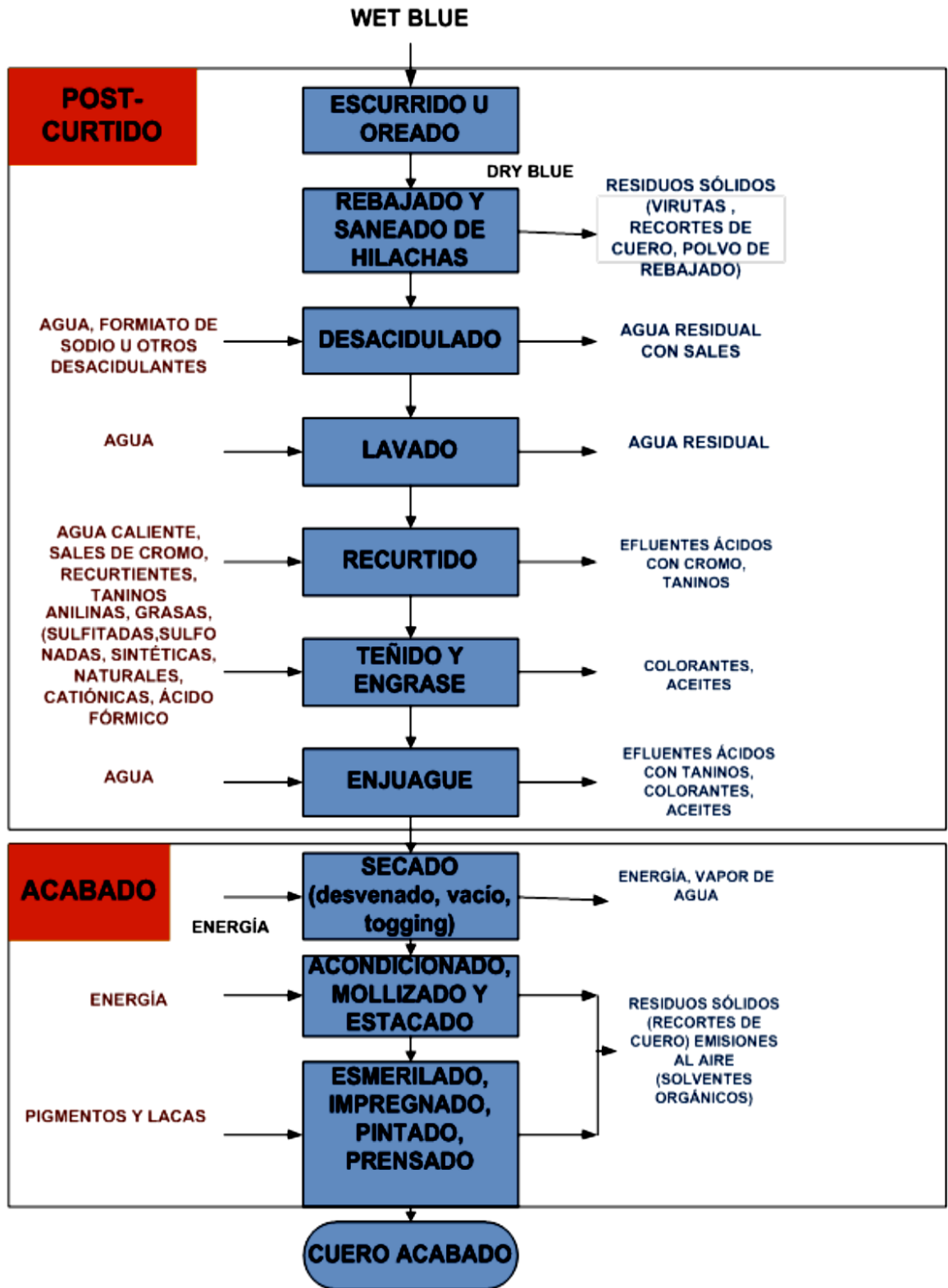


Gráfico 2-2. Diagrama de flujo del proceso completo de la curtición de pieles. (Continuación).

Fuente: (Bio Activo-Consultora Ambiental ,2015, p.60).

- **Coagulación**

Generalmente en el tratamiento de aguas residuales se encuentra este término, la coagulación es el fenómeno de desestabilización de las partículas coloidales que puede conseguirse especialmente por medio de la neutralización de sus cargas eléctricas (Espigares y Pérez ,1985, p.42).

- **Floculación**

La floculación es la aglomeración de partículas desestabilizadas en microflóculos y después en los flóculos más grandes que tienden a depositarse en el fondo de los recipientes construidos para este fin, denominados decantadores (Espigares y Pérez ,1985, p.42).

2.2.3. Principales contaminantes de la industria de curtiembre

- **Contaminación provocada por Cromo en Curtiembres**

En las industrias de curtiembres generalmente constituye una gran amenaza hacia los seres vivos y al ambiente, el uso excesivo de diversos compuestos de cromo (Cr) en sus procesos debido a sus efectos dañinos. Lo negativo es que durante el proceso un cierto porcentaje de cromo es transformado en cuero y el resto se descarga como efluentes con excesivo contenido de cromo, los mismos en algunas industrias son removidos, para cumplir con las normativas ambientales pertinentes (Chávez ,2010, p.41). El uso del cromo en la industria de curtiduría está relacionado directamente al cuero de calidad que se obtiene, puesto que las sales de metal ayudan a que el cuero sea más uniforme y en menor tiempo en comparación a otros agentes. El cromo que se puede encontrar en los efluentes de curtiembres es cromo hexavalente (Cr6+), en forma de ion cromato (CrO4-2) y cromo trivalente (Cr+3), el cromo trivalente es muy estable y menos tóxico. Los efectos de cromo en los seres humanos se presentan como lesiones renales, intoxicación del hígado, del riñón y gastrointestinales (Chávez ,2010, p.42).

- **Contaminación provocada por sulfuro en Curtiembres**

Los sulfuros (S2-) es uno de los problemas ambientales más relevantes que tiene las curtiembres, sobre todo porque se lo utiliza en todas las industrias de curtiduría en la etapa del pelambre, con el objetivo de separar el pelo de la piel. Las descargas de los efluentes se lo realizan con un contenido elevado de sulfuros (S2-) y de materia orgánica. Por tal razón estos efluentes contaminan todo a su

alrededor, debido al uso excesivo de los sulfuros los moradores se quejan por los olores ofensivos que produce el mismo. Los daños que pueden causar este compuesto son muy graves, en gran cantidad puede provocar fuertes afecciones e inclusive la muerte (Guzmán y Luján ,2010, pp.464-467).

- **Efluentes con elevada concentración de DBO5 y DQO en Curtiembres**

En la industria del cuero existe elevada contaminación de aire, agua y suelo por los químicos que utilizan, provocando elevada concentración de materia orgánica contaminada. En la tapa del pelambre se desprenden epidermis, pelo y suciedad en forma de lodos como resultado de la adición del sulfuro. Esto ayuda al incremento DBO5 y DQO, el DBO5 es la Demanda Biológica de Oxígeno e indica la cantidad necesaria de oxígeno para que las bacterias degraden los compuestos orgánicos, mientras tanto el DQO es la Demanda Química del Oxígeno, esto hace referencia a la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica en medios químicos. (Guzmán y Luján ,2010, p.468).

2.2.4. Marco Legal

“Art. 318.- El agua es un líquido vital para los seres humanos y la naturaleza por lo tanto se denomina como patrimonio nacional de utilización pública. Considerado como inalienable e imprescriptible del Estado Ecuatoriano Se prohíbe toda forma de privatización del agua”. (Asamblea Nacional Constituyente ,2008, p.101).

“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” (Asamblea Nacional Constituyente ,2008, p.121).

Ley Orgánica de Salud del Ecuador

“Art. 103.- Esta determinadamente prohibido, sea persona jurídica o natural realizar las descargas de aguas residuales y servidas, sin un previo tratamiento de acuerdo a los reglamentos proporcionados para mares, canales, ríos, lagos, quebradas, lagunas en entre otros espacios similares. De la misma manera se prohíbe usarlo en las actividades agropecuarias o cría de animales” (Asamblea Nacional del Ecuador ,2006, p. 20).

“Art. 104.- Toda empresa industrial, servicios o comercial posee la obligatoriedad de instalar sistemas de tratamientos de aguas descompuestas y de restos tóxicos producidos por las actividades de la empresa.

Los encargados de verificar que se cumpla estas disposiciones son los mandatarios de salud en conexión con los municipios” (Asamblea Nacional del Ecuador ,2006, p.20).

Acuerdo Ministerial 097. Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua

Tabla 1-2: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	mg/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		<40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: (Ministerio del Ambiente ,2015, p.20).

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

CAPÍTULO III

3. ESUDIO TÉCNICO

3.1. Tipo de Estudio

El presente trabajo de titulación es tipo técnico, y se caracteriza por la aplicación de parte experimental que se lo realiza en el laboratorio, aplicación de ingeniería, y la revisión bibliográfica. Con el fin de realizar el rediseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales de la curtiembre Descarnes López, con un funcionamiento óptimo del sistema que garantice la solución del problema ambiental bajo la normativa vigente en la descarga de los efluentes. Potenciado el sistema de tratamiento con el que cuenta la empresa.

3.1.1. Métodos

Para el desarrollo del proyecto técnico se emplea los tres métodos más usuales que son el deductivo, inductivo y experimental. Las tres tienen una relación muy cercana.

- **Método Inductivo**

Es el punto de partida donde el investigador comienza con la recolección de los datos de todo tipo para posteriormente realizar un análisis y registrar los datos importantes. Continuar con la observación de todo el proceso de cuero que se realiza en la empresa con el objetivo de mejorar el proceso con los mismos equipos que dispone la empresa, para reducir la contaminación producida por la industria por medio de los efluentes (Viñan ,2019, p.19).

- **Método Deductivo**

Este método posee una relación muy cercana al método anterior es decir que va de la mano y es la continuación del método inductivo. Una vez que tenga las ideas más claras del método anterior se llega a una conclusión más amplia y construir un modelo probable con la ayuda de las fuentes bibliográficas, así dando paso al siguiente método (Sánchez ,2019, p.19).

- **Método Experimental**

Finalmente, el método experimental, es donde se lleva a cabo una serie de pruebas manipulando una variable y controlando los de más. Encontrando focos de contaminación de donde se debe partir. Para obtener un modelo que le permita al investigador dimensionar los equipos e infraestructura de la industria para un tratamiento adecuado con el propósito de cumplir con las normas establecidas.

3.2. Técnicas

Esto depende mucho del Laboratorio de Calidad de Aguas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en el cual existe algunos parámetros para analizar el agua residual del pelambre, curtido vegetal y el analices posterior de las aguas tratadas de las dos etapas antes mencionadas de la curtiduría. Finalmente realizar una comparación de los valores obtenidos en el laboratorio con la tabla 8 del Acuerdo Ministerial 097-A, Libro VI.

Tabla 1-3: Métodos utilizados para la determinación de los parámetros de calidad del agua

Determinaciones	Unidades	Método
Ph	Und.	Standard Method 4500-B
Conductividad	μ Siems/cm	Standard Method 2510-B
Temperatura	°C	Standard Method 2550-A
Turbiedad	NTU	Standard Method 2130-B
Grasas	mg/L	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Standard Method 2540-C
Sólidos Sedimentables	ml/L	Standard Method 2540-B
Sólidos Totales	mg/L	Standard Method 2540-A
Sulfuros	mg/L	Standard Method 4500-SO ₄ -E
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	Standard Method 5220-C
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	Standard Method 5210-B

Fuente: (Viñan ,2019, p.24).

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

3.2.1. Determinación del caudal

Para la determinación del caudal tanto del pelambre como del curtido se ejecutó in situ, con la ayuda del método volumétrico, este método radica en la medición directa del tiempo, es decir tiempo que se demora en llenar un determinado recipiente graduado. Todos estos datos se obtienen en función del tiempo con el apoyo de un recipiente de 10L y un cronómetro, en la descarga continua de los bombos. A continuación, se presenta la ecuación del caudal. (Buenaño ,2019. p 32)

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

Ec 3.1

Donde:

Q: Caudal a calcular, (l/s).

V: Volumen medido, (L).

t: Tiempo que se demora en llenar el recipiente. (s).

Tabla 2-3: Caudal del agua de pelambre de “Descarnes López”

Número de Repeticiones	Horario	Etapa de pelambre Caudal (l/s)
1	8:00	2,20
2	8:00	2,10
3	8:00	2,30
4	8:00	2,20
Promedio Total		2,20

Fuente: Descarnes López, 2021.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Tabla 3-3: Caudal del agua de curtido vegetal de “Descarnes López”

Número de Repeticiones	Horario	Etapa de curtido Caudal (L/min)
1	8:00	1,73
2	8:00	1,75
3	8:00	1,80
4	8:00	1,90
Promedio Total		1,80

Fuente: Descarnes Lopez, 2021.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

3.2.2. Muestreo

El muestreo se lo realiza in situ, es decir en la empresa Descarnes López, esto se lo ejecuta previo a la caracterización Físico-químico y microbiológico de las aguas residuales, de la etapa del pelambre y de la etapa de curtido. Se efectúa de acuerdo a la Norma Técnica NTE INEN 2169:2013. Esta norma indica la calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.

Tabla 4-3: Requerimientos para la toma de muestras según Norma Técnica NTE INEN 2169

Equipos	Materiales	Procedimiento
1. Equipos y medidas de protección personal.	1. Envases de polietileno. 2. Tapas de los envases. 2. Fundas plásticas. 3. Etiquetas.	1. Lo primero que se debe realizar para la toma de muestras es enjuagar varias veces el envase con el agua a muestrear. 2. Tomar las muestras del centro del caudal o donde exista mayor turbulencia y asegurar que exista una buena homogenización. 3. La muestra para analizar aceites y grasas se debe tomar de diferentes profundidades. 4. Cerrar herméticamente los envases para evitar el ingreso del oxígeno.

Fuente: (NTE INEN 2169 ,2013, pp.3-4).

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

3.2.3. Caracterización de las aguas residuales

Las aguas residuales derivadas de la etapa de curtido y de pelambre, poseen alta concentración de contaminantes por lo tanto son muy peligrosos. Los analices iniciales respectivas consumaron en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Laboratorio de Calidad de Agua, a cargo de la Doctora Gina Álvarez. La caracterización inicial del agua del pelambre y del curtido se realiza con la intención de fijar el grado de contaminación que tiene estas aguas residuales. Los resultados obtenidos se comparan con los valores establecidos en la tabla 8 de Acuerdo Ministerial 097-A del Libro VI. Para identificar los valores que se encuentran fuera de los límites permitidos.

✓ **Caracterización inicial de la etapa de pelambre**

Tabla 5-3: Resultados de la caracterización inicial de la etapa de pelambre

Determinaciones	Unidades	*Método	Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	11,65
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B	-	34,68
Temperatura	°C	2550-A	< 40,0	22,30
Turbiedad	NTU	2130-B	-	8 388
Grasas	mg/L	-	70,0	90
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2540-C	220,0	9 500
Sólidos Sedimentables	ml/L	2540-B	20,0	400
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600,0	4 760
Sulfuros	mg/L	4500-SO ₄ -E	1,00	2 880
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500,0	20 600
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250,0	12 800

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua, Facultades de Ciencias de la ESPOCH, 2021.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

✓ **Caracterización inicial de la etapa de curtido**

Tabla 6-3: Resultado de la caracterización inicial de la etapa de curtido vegetal

Determinaciones	Unidades	*Método	Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	3,65
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B	-	19,04
Temperatura	°C	2550-A	< 40,0	22,3
Turbiedad	NTU	2130-B	-	130
Grasas	mg/L	-	70,0	40
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2540-C	220,0	1 500
Sólidos Sedimentables	ml/L	2540-B	20,0	170
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600,0	6 640
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500,0	9 010
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250,0	2 980

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua, Facultad de Ciencias de la ESPOCH, 2021.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

El curtido lo realizan con taninos vegetales por esta razón no se realizó la caracterización de cromo debido a que no contiene. De acuerdo a los resultados obtenidos de la tabla 5-3 de la etapa de pelambre y la tabla 6-3 de la etapa de curtido vegetal, podemos determinar que las dos aguas residuales poseen gran concentración de contaminantes, por lo tanto, se encuentran fuera de los límites de descarga al sistema de alcantarillado público. Como es el caso de las grasas, sólidos, DBO₅ y DQO, sulfuros, pH, el cual al descargar en estas condiciones provoca excesiva contaminación ambiental.

3.2.4. *Tratabilidad del agua residual*

3.2.4.1. *Índice de biodegradabilidad*

Para saber cuál es mejor tratamiento que se le puede dar al agua residual, realizar la relación de DBO₅ y DQO, que se le denomina índice de biodegradabilidad, mediante esta relación y dependiendo en el rango en el que se encuentre del resultado obtenido se da un tratamiento biológico o fisicoquímico.

Tabla 7-3: Tipos de tratamiento

Biodegradabilidad	DBO ₅ /DQO	Tipo de tratamiento
Muy biodegradable	> 0,5	Tratamiento Biológico
Biodegradable	0,5-0,2	Tratamiento Biológico o Tratamiento Fisicoquímico
Poco biodegradable	< 0,2	Tratamiento Fisicoquímico

Fuente: (Metcalf y Eddy, 2000).

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Con la ayudada de la tabla anterior se continúa con el tratamiento respectivo, pero lo más recomendable es usar los instrumentos y equipos con el que cuenta la industria para reducir en el aspecto económico, generalmente se sugiere un tratamiento fisicoquímico.

Con la colaboración del Laboratorio de Calidad de Aguas de la ESPOCH, se logra determinar los siguientes valores de DBO₅ y DQO.

Tabla 8-3: Concentración de DBO₅ y DQO en agua de Pelambre

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible	Resultado
DBO ₅	ml/ L	250.0	12 800,00
DQO	ml/ L	500.0	20 600,00
Relación DBO ₅ /DQO			0,62

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua, Facultad de Ciencias de la ESPOCH, 2021.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Tabla 9-3: Concentración de DBO₅ y DQO en agua de Curtido Vegetal

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible	Resultado
DBO ₅	ml/ L	250.0	2 980,00
DQO	ml/ L	500.0	9 010,00
Relación DBO ₅ /DQO			0,33

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua, Facultad de Ciencias de la ESPOCH, 2021.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

De acuerdo a los resultados del índice de biodegradabilidad, el agua residual de pelambre necesita un tratamiento biológico, mientras tanto el agua residual de curtido vegetal requiere un tratamiento biológico o fisicoquímico, porque el agua de la etapa del curtido vegetal no contiene cromo. El curtiente que se utiliza es el tanino, que es más amigable con el medio ambiente.

3.2.4.2. Test de Jarras

El equipo de medición Floc ET 730, es primordial para el test de jarras, mediante este equipo se puede encontrar la dosificación adecuada de los químicos, como puede ser los floculantes y coagulantes que se utiliza en la tratabilidad de las aguas residuales. Con el fin de separar material orgánico y coloidal. Para determinar que floculante y coagulantes es el indicado se realiza una prueba con todas las que cuente, en diferentes vasos con la misma concentración y con el pH óptimo de reacción en cada una de ellas con el uso del HCl, CH₂O₂, NaOH. La prueba se realiza a una velocidad máxima por 1 min para que exista una mezcla adecuada del coagulante y floculante, posteriormente reducir la velocidad a 100 rpm por 10 min, para facilitar la formación de lodos. Finalmente reposar 30 min, para determinar cuál de ellos es el óptimo se lo realice mediante el analices de la turbiedad o conductividad, el que posee menor turbiedad o conductividad es el adecuado.



Figura 1-3. Equipo Floc ET 730 de test de jarras.

Realizado Por: Ushco, Darwin, 2021.

- **Dosificación de $MnSO_4$ en agua de pelambre, sin aireación y con aireación.**

El uso del $MnSO_4$ es fundamental para la tratabilidad del agua residual del pelambre, porque ayuda a eliminar los sulfuros existentes en dichas aguas, por tanto, también disminuye el mal olor, debido a que los malos olores son producidos por los sulfuros. Para esto se utiliza 2g de $MnSO_4$ por cada litro de muestra, según fuentes bibliográficas.

Tabla 10-3: Dosificación de $MnSO_4$ en agua de pelambre sin aireación

CONCENTRACIÓN DE SULFURO (mg / L)					
TIEMPO (Hora)					
MnSO4 (g)	Muestra (L)	Inicio	1	3	5
20	10	2880	2816	2752	2688

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Tabla 11-3: Dosificación de $MnSO_4$ en agua de pelambre con aireación

CONCENTRACIÓN DE SULFURO (mg / L)					
TIEMPO (Hora)					

MnSO4 (g)	Muestra (L)	Inicio	1	3	5
2	1	2880	2368	1856	1664

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Como se puede observar en las dos tablas anteriores el sulfato de manganeso ayuda en la eliminación de sulfuros, pero se obtiene mejores resultados con la aireación, con 2g de sulfato de manganeso por litro.

- **Determinación del floculante para tratamiento de agua de pelambre**

Para el desarrollo de la determinación del floculante adecuado, preparar tres vasos de precipitación de 1 litro, con el Floculante a una concentración de 60 ppm y añadir un coadyuvante con una concentración de 10 ppm.

Tabla 12-3: Dosificación de Floculante para agua de pelambre

Floculante	Concentración floculante (ppm)	Concentración Coadyuvante (ppm)	Turbiedad (NTU)
PAC	60	10	390
Al ₂ (SO ₄) ₃	60	10	287
FeCl ₃	60	10	178

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.



Figura 2-3. Agua Tratada con los tres floculantes.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

En la prueba de tratabilidad con los tres floculantes, se puede observar en figura 2-3, el mejor resultado que se obtuvo es con el floculante cloruro férrico tanto en aspecto físico como en turbiedad con un valor de 178 NTU.

- **Elección del coadyuvante para tratamiento de aguas de pelambre**

Para la elección de coadyuvante se prepara tres vasos de precipitación de 1 L de agua residual de pelambre con un pH óptimo para cada uno, a continuación, añadir FeCl_3 con una concentración de 60 ppm, seguidamente agregar coadyuvantes con una concentración de 10 ppm respectivamente.

Tabla 13-3: Determinación del coadyuvante para agua de pelambre

Coadyuvante	Concentración coadyuvante (ppm)	Concentración FeCl_3 (ppm)	Turbiedad (NTU)
Catiónico	10	60	770
Aniónico	10	60	110
No aniónico	10	60	520

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.



Figura 3-3. Elección de coadyuvante.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

De acuerdo a la tabla 13-3 el coadyuvante óptimo es el aniónico que tiene una turbiedad de 110 NTU.

- **Determinación del coadyuvante óptimo para el agua residual de pelambre**

La determinación del coadyuvante adecuado se lo realiza con el FeCl_3 , puesto que se obtuvo los mejores resultados con una concentración de 50 ppm, en 5 vasos de precipitación de 1 L con la muestra de pelambre, añadir las diferentes dosis del coadyuvante aniónico.

Tabla 14-3: Determinación del coadyuvante óptimo para el agua de pelambre

Concentración FeCl_3 (ppm)	Concentración Coadyuvante aniónico (ppm)	Turbiedad (NTU)
50	2	77
50	4	58
50	6	43
50	8	30
50	10	11

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

El coadyuvante óptimo es a una concentración de 10 ppm, debido a que posee una turbiedad de 11 NTU que es el más bajo en comparación con los demás.

- **Determinación del floculante óptimo para el agua residual de pelambre**

En la determinación óptima del floculante se realiza con una concentración del coadyuvante de 10 ppm y variando las dosis de floculante, en 6 vasos de precipitación de 1 L con el agua residual del pelambre.

Tabla 15-3: Determinación del floculante óptimo del agua de pelambre

Concentración coadyuvante aniónico (ppm)	Concentración FeCl_3 (ppm)	Turbiedad
10	10	48
10	20	32
10	30	27
10	40	14
10	50	11
10	60	12

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

El floculante óptimo para el agua de pelambre es el cloruro férrico a una concentración de 50 ppm porque tiene una turbiedad de 11 NTU.



Figura 4-3. Agua en proceso de tratamiento.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

- **Elección del floculante para la tratabilidad del agua residual de la etapa de curtido vegetal**

Para iniciar la tratabilidad de agua de curtido, realizar una aireación previa de 2 horas con 30 minutos, dejar reposar 1 hora aproximadamente, seguidamente en un vaso de precipitación de 1 L agregar CAL P-24 hasta un pH óptimo para que ayude a la reacción con los floculantes y además colabora con la precipitación. A continuación, añadir floculante a una concentración de 60 ppm y coadyuvante con una concentración de 10 ppm.



Figura 5-3. Aireación del agua de curtido.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Tabla 16-3: Dosificación del Coagulante para el agua de curtido vegetal

Floculante	Concentración floculante (ppm)	Concentración Coadyuvante (ppm)	Turbiedad (NTU)
PAC	60	10	150
Al ₂ (SO ₄) ₃	60	10	289
FeCl ₃	60	10	378

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.



Figura 6-3. Agua con diferentes floculantes.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

El coagulante con mejores resultados es largo el PAC que tiene una turbiedad de 150 NTU.

- **Elección del adyuvante para la tratabilidad de agua residual de la etapa de curtido vegetal**

Se prepara tres vasos de precipitación de 1 L con las muestras de aguas residuales, añadir CAL P-24 hasta un pH 8, y agregar el coagulante PAC a una concentración de 60 ppm, después de un minuto añadir el coadyuvante polielectrolito con una concentración de 10 ppm.

Tabla 17-3: Determinación del coadyuvante para el agua de curtido vegetal

Coadyuvante	Concentración coadyuvante (ppm)	Concentración PAC (ppm)	Turbiedad (NTU)
Catiónico	10	60	498
Aniónico	10	60	95
No aniónico	10	60	375

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Al igual en el agua de pelambre el coadyuvante indicado para el agua de curtido vegetal es el aniónico.

- **Determinación del coadyuvante óptimo para el agua residual de la etapa de curtido**

Para la determinación de coadyuvante se utiliza el PAC con una concentración de 50 ppm según bibliografía, se requiere de 5 vasos de precipitación de 1 L con muestras de curtido, y se variando la concentración de coadyuvante.

Tabla 18-3: Determinación del coadyuvante óptimo para el agua de curtido vegetal

Concentración PAC (ppm)	Concentración Coadyuvante aniónico (ppm)	Turbiedad (NTU)
50	2	49
50	4	32
50	6	17
50	8	13
50	10	5

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

El coadyuvante aniónico a una concentración de 10 ppm es el indicado para el agua de curtido vegetal.

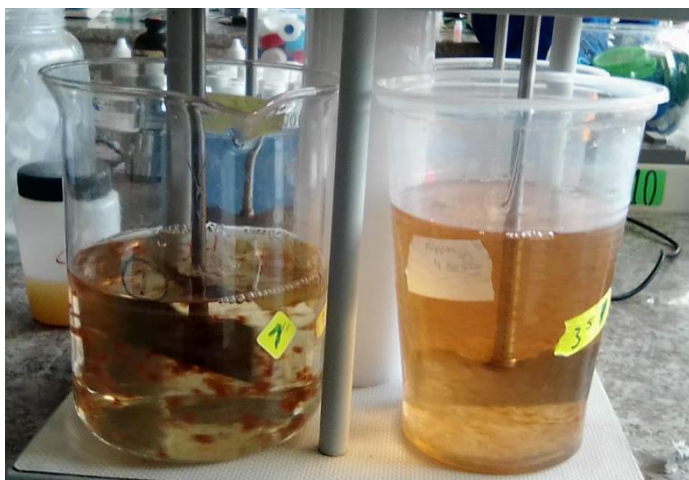


Figura 7-3. Agua tratada con diferentes coadyuvantes.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

- **Determinación del coagulante óptimo para el agua residual de la etapa de curtido**

En la determinación del coagulante óptimo se requiere tener una concentración constante de 10 ppm de coadyuvante, se requiere de 6 vasos de 1 L de precipitación con aguas residuales del curtido. La concentración del PAC es la se variar.

Tabla 19-3: Determinación del coagulante óptimo para agua de curtido

Concentración coadyuvante aniónico (ppm)	Concentración PAC (ppm)	Turbiedad
10	10	41
10	20	35
10	30	20
10	40	9
10	50	5
10	60	6

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

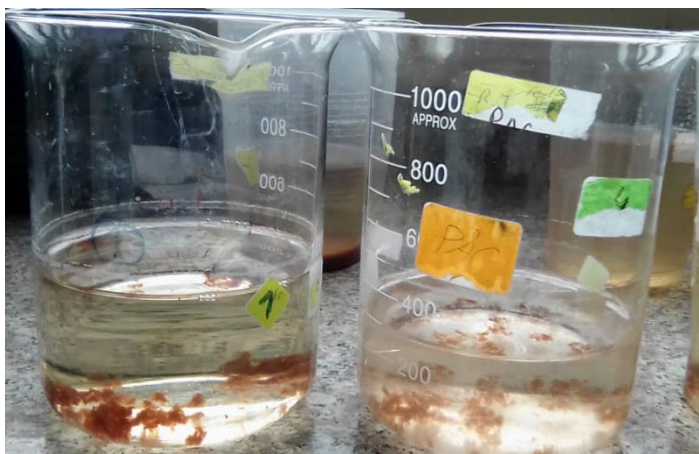


Figura 8-3. Agua tratada con PAC.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

El coagulante PAC con mejores resultados es a una concentración de 50 ppm con un valor de turbiedad de 5 NTU.

3.2.5. Cálculos de Ingeniería

3.2.5.1. Elementos en buen estado, útil para el rediseño

Para el rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales del pelambre y curtido, implica algunas variables una de ellas la implementación de nuevos equipos, para mejorar el tratamiento actual que realiza la empresa. Además, esta parte también se refiere al dimensionamiento del sistema,

tener en cuenta los equipos que se encuentre en un estado óptimo actualmente con el fin de reducir costos.

Los elementos a tomar en cuenta por su buen estado son varios, utilizados para el tratamiento actual.

- Los canales de las aguas residuales que ayudan a transportar los efluentes de la etapa de pelambre y curtido desde el bombo, hacia las piscinas respectivas para su posterior tratamiento se encuentran en perfectas condiciones, por tanto, se incluye en el rediseño.
- Las trampas de sedimentación que ayudan a separar los sebos o grasas también se pueden incluir debido a que se encuentra en óptimas condiciones.
- Las piscinas existentes como son: de aireación, calero, almacenamiento de agua tratada de 5,45 m³ son aptos para el rediseño y reducir el costo total.

3.2.5.2. Cálculo de caudal de agua de pelambre

- **Cálculo de caudal experimental**

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

Ec 3.2

Dónde:

Q: Caudal; l/s

V: Volumen; m³

t: Tiempo; s

$$Q = \frac{10 L}{4,54 S}$$

$$Q = 2,20 \frac{L}{s}$$

- **Cálculo de caudal de corrección**

$$Qc = Q \times F$$

Ec 3.3

Dónde:

Qc: Caudal de corrección; L/s

Q: Caudal Experimental; 2, 20 L/s

F: Factor de Mayorización; 0,3

$$Qc = 2,20 \frac{L}{s} \times 0,3$$

$$Qc = 0,66 \frac{L}{s}$$

- **Cálculo caudal de diseño**

$$Qd = Q + Qc$$

Ec 3.4

Dónde:

Qd: Caudal Diseño; L/s

Q: Caudal Experimental; 2, 20 L/s

Qc: Caudal Corrección; 0, 66 L/s

$$Qd = \frac{2,20L}{s} + \frac{0,66L}{s}$$

$$Qd = 2,86 \frac{L}{s}$$

$$Qd = 2,86 \frac{L}{s} \times \frac{1m^3}{1000L} \times \frac{86\,400\,s}{1día}$$

$$Qd = 247,104 \frac{m^3}{día}$$

3.2.5.3. *Cálculo de caudal de agua de curtido vegetal*

- **Cálculo Experimental agua de Curtido Vegetal**

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

Ec 3.5

Dónde:

Q: Caudal; L/s

V: Volumen; m³

t: Tiempo; s

$$Q = \frac{10 L}{5,56 s}$$

$$Q = 1,80 \frac{L}{s}$$

- **Cálculo de caudal de corrección**

$$Qc = Q \times F$$

Ec 3.6

Dónde:

Qc: Caudal de Corrección; L/s

Q: Caudal Experimental; 1,80 L/s

F: Factor de Mayorización; 0,3

$$Qc = 1,80 \frac{L}{s} \times 0,3$$

$$Qc = 0,54 \frac{L}{s}$$

- **Cálculo de caudal de Diseño**

$$Qd = Q + Qc$$

Ec 3.7

Dónde:

Qd: Caudal de Diseño; L/s

Q: Caudal Experimental; 1,80 L/s

Qc: Caudal de Corrección; 0,54 L/s

$$Qd = 1,80 \frac{L}{s} + 0,54 \frac{L}{s}$$

$$Qd = 2,34 \frac{L}{s}$$

$$Qd = 2,34 \frac{L}{s} \times \frac{1m^3}{1000L} \times \frac{86400s}{1 día}$$

$$Qd = 202,18 \frac{m^3}{día}$$

3.2.5.4. Canal de entrada

La empresa Descarnes López, cuenta con un canal en perfectas condiciones el mismo se encuentra en uso en el actual sistema de tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, se hará uso del canal para el rediseño, y cuenta con las siguientes dimensiones; ancho 0,5 m y altura 0,5 m, de acuerdo al estudio

realizado del sistema el canal no tiene problema alguno con el caudal de descarga, como es el reboso de la planta.

3.2.5.5. Cálculo para la oxidación de sulfuros

Todos los cálculos y fórmulas son basados en la siguiente bibliografía (Metcalf y Eddy ,2000).

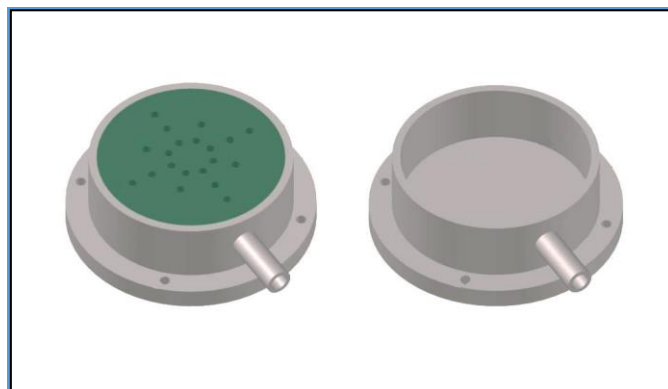


Gráfico 1-3: Difusor para la piscina de pelambre.

Fuente: (Rondal ,2018. p 26).

- **Cálculo de la presión hidrostática del agua**

$$P_{H2O} = \rho \times g \times h$$

Ec 3.8

Dónde:

P_{H2O} = Presión Hidrostática (Pa)

ρ : Densidad del agua (kg/m^3)

g : Gravedad (m/s^2)

h : Altura del agua residual (m)

$$P_{H2O} = 1060 \frac{Kg}{m^3} \times 9,8 \frac{m}{s^2} \times 1,55$$

$$P_{H2O} = 16\ 101,40\ Pa$$

Transformación de unidades de Pa – Psi

$$P_{H2O} = 16\,101 P_a \frac{14,7\, Psi}{101\,325\, Pa}$$

$$P_{H2O} = 2,34\, Psi$$

- **Cálculo de la presión Total**

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{H2O}$$

Ec 3.9

Dónde:

P_{abs} : Presión Absoluta (Psi)

P_{atm} : Presión atmosférica (Psi)

P_{H2O} : Presión hidrostática del agua (Psi)

$$P_{abs} = 14,7\, Psi + 2,34\, Psi$$

$$P_{abs} = 17,04$$

- **Cálculo de la temperatura adiabática**

$$\Delta T_{ad} = \frac{T_{amb}}{\eta} \left[\left(\frac{P_{abs}}{P_{atm}} \right)^{0,283} - 1 \right]$$

Ec 3.10

Dónde:

ΔT_{ad} : Temperatura adiabática (°C)

T_{amb} : Temperatura ambiente (°K)

η : Eficiencia del compresor (%)

P_{abs} : Presión Absoluta (Psi)

P_{atm} : Presión atmosférica (Psi)

$$\Delta T_{ad} = \frac{293}{0,80} \left[\left(\frac{17,04}{14,7} \right)^{0,283} - 1 \right]$$

$$\Delta T_{ad} = 15,64\, ^\circ C$$

- **Temperatura del gas a la salida**

$$T_g = T_{amb} + \Delta T_{ad}$$

Ec 3.11

Dónde:

T_g : Temperatura del gas a la salida (°C)

T_{amb} : Temperatura ambiente (°C)

ΔT_{ad} : Temperatura adiabática (°C)

$$T_g = 20^\circ C + 15,64^\circ C$$

$$T_g = 35,64^\circ C$$

- **Cálculo de la densidad del aire**

$$\rho_a = \frac{1,293}{1 + 0,00367 \times T_g} \left(\frac{P_{abs}}{14,7} \right)$$

Ec 3.12

Dónde:

ρ_a : Densidad de aire (Kg/m³)

T_g : Temperatura del gas a la salida (°C)

P_{abs} : Presión absoluta (Psi)

$$\rho_a = \frac{1,293}{1 + 0,00367 \times 35,64} \left(\frac{17,04}{14,7} \right)$$

$$\rho_a = 1,33 \frac{Kg}{m^3}$$

- **Cálculo del diámetro de los orificios**

$$d_0 = \frac{(d_b)^3 \times g \times (\rho_{H2O} - \rho_a)}{6 \times \sigma}$$

Dónde:

d_0 : Diámetro del orificio (m)

d_b : Diámetro de burbuja (m)

ρ_{H_2O} : Densidad del agua (Kg/m^3)

ρ_a : Densidad del aire (Kg/m^3)

σ : Tensión superficial (N/m)

g : Gravedad (m/s^2)

$$d_0 = \frac{(0.005m)^3 \times 9,8 \frac{m}{s^2} \times \left(1000 \frac{kg}{m^3} - 1,33 \frac{kg}{m^3}\right)}{6 \times 0,08 \frac{N}{m}}$$

$$d_0 = 0,0025m$$

3.2.5.6. *Cálculo del caudal del aire*

De acuerdo a las pruebas realizadas en el laboratorio de la ESPOCH y bajo revisión bibliográfica se puede decir que es necesario $60 m^3$ de aire por cada metro cúbico de agua residual con contenido de sulfuros. Pero lo más importante del rediseño es adecuar a las condiciones de la empresa es decir que algunas cosas varían como es el caso de las horas aireación en el laboratorio no se puede emular con la capacidad del compresor a nivel industrial. Que por lo general duplica o triplica en la generación de las burbujas.

$$\begin{aligned} & \frac{120 m^3 \text{ aire}}{1 m^3 \text{ de agua residual}} \times \frac{5,45 m^3 \text{ de agua residual}}{\text{tratamiento}} \times \frac{1 \text{ tratamiento}}{8 h} \\ & = 109 \frac{m^3 \text{ de aire}}{h} \end{aligned}$$

- **Cálculo de potencia del compresor**

$$W_c = \frac{0,22 \times Q_{O_2}}{\eta} \left[\left(\frac{P_2}{14,7} \right)^{0,283} - 1 \right]$$

Dónde:

W_c : Potencia del compresor (hp)

Q_{02} : Caudal del aire (ft^3/h)

P_{abs} : Presión absoluta (Psi)

η : Eficiencia

Conversión de unidades

$$109 \frac{m^3}{h} \times \frac{ft^3}{(0,3048m)^3} \times \frac{1h}{60min}$$

$$= 64,15 \frac{ft^3}{min}$$

$$W_c = \frac{0,22 \times 64,15 \frac{ft^3}{min}}{0,7} \left[\left(\frac{17,04}{14,7} \right)^{0,283} - 1 \right]$$

$$W_c = 0,86hp$$

- **Cálculo de factor de seguridad del compresor**

$$W_s = 0,86 hp + 0,86hp \times (0,3)$$

$$W_s = 1 hp$$

3.2.5.7. Cálculos para el tanque de aireación

El sistema actual de tratamiento de aguas residuales de la empresa Descarnes López posee un tanque de aireación. El mismo será considerado en el rediseño del sistema, el tanque cuenta con las siguientes dimensiones.

Tabla 20-3: Datos para el rediseño del tanque de aireación

Variable	Valor	Unidad
Longitud	2,18	m
Ancho	1,55	m
Profundidad	1,20	m

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

- **Cálculo del volumen del tanque**

$$V_{TA} = b_T \times h_T \times L_T$$

Ec 3.15

Dónde:

V_{TA} : Volumen del tanque de aireación; m^3

b_T : Ancho de tanque; m

h_T : Altura del tanque; m

L_T : Longitud del tanque; m

$$V_{TA} = 1,55m \times 1,20m \times 2,18m$$

$$V_{TA} = 4,05m^3$$

3.2.5.8. *Cálculos para el tanque de floculación*

La empresa “Descarnes López” cuenta con el tanque de floculación, el mismo se encuentran en perfectas condiciones por eso se integra en el rediseño respectivo, por lo tanto, prevenimos costos.

Las dimensiones del tanque son:

Tabla 21-3: Datos para el rediseño del tanque de floculación

Variable	Valor	Unidad
Altura Total	2,08	m
Altura del cono	0,5	m
Radio Superior	0,665	m
Radio Inferior	0,20	m

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Para mejorar el rendimiento y el proceso de floculación del tanque es necesario incorporar un agitador de paleta, entonces se diseñará de acuerdo a las medidas de la tabla 21-3.

$$V_F = \left(\pi \times R^2 \times (H - h) + \frac{\pi}{3} \times h \times (R^2 + r^2 + R \times r) \right)$$

Ec 3.16

Dónde:

V_F : Volumen del floculador (m^3)

R: Radio Superior (m)

r: Radio inferior (m)

H: Altura Total (m)

h: Altura del cono (m)

$$V_C = \left(\pi \times (0,665)^2 \times (2,08 - 0,5) + \frac{\pi}{3} \times (0,5) \times (0,665)^2 + (0,20)^2 + 0,665 \times 0,20 \right)$$

$$V_F = 2,51m^3$$

- **Cálculo del área transversal de las paletas**

$$A_M = \frac{2 \times W_M}{C_D \times \rho_{AR} \times V_P}$$

Ec 3.17

Dónde:

A_M : Área transversal (m²)

V_p : Velocidad relativa de las paletas respecto al fluido (m/s)

C_d : Coeficiente de resistencia

W_m : Potencia del mezclador (w)

A_M : Área transversal (m²)

ρ_{AR} : Densidad del líquido (kg/m³)

$$A_M = \frac{2 \times 2170}{1,5 \times 1100 \times 1,80}$$

$$A_M = 1,46m^2$$

- **Cálculo de la potencia de la bomba**

$$P_b = \frac{\pm H \times Q \times \rho}{75 \times \varepsilon}$$

Ec 3.18

Dónde:

P_b : Potencia de la bomba (hp)

ϵ : Eficiencia de la bomba

Q: Caudal del líquido (m^3/s)

P: Densidad del líquido (kg/m^3)

$\pm H$: Altura de la carga de la bomba (m)

$$P_b = \frac{4 \times 0,020 \times 1100}{75 \times 0,80}$$

$$P_b = 1,47 \text{ hp}$$

CAPÍTULO VI

4. RESULTADOS

4.1. Análisis de agua residual de la etapa de pelambre

Tabla 1-4: Resultados de la caracterización del agua residual del pelambre

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible	Resultados antes de tratamiento	Resultados después de tratamiento	Porcentaje de remoción
Conductividad	μSiems/cm	-	34,68	8,25	76%
Turbiedad	NTU	-	8 388	8,30	99%
Grasas	mg/L	70,0	90	10	89%
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	220,0	9 500	13	99%
Sólidos Sedimentables	ml/L	20,0	400	< 0,1	99%
Sólidos Totales	mg/L	1 600,0	4 760	1560	67%
Sulfuros	mg/L	1,0	2 880	134,40	98%
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	500,0	20 600	367	98%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	250,0	12 800	245	98%

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Posteriormente se presenta un gráfico sobre como reduce el porcentaje de los contaminantes.

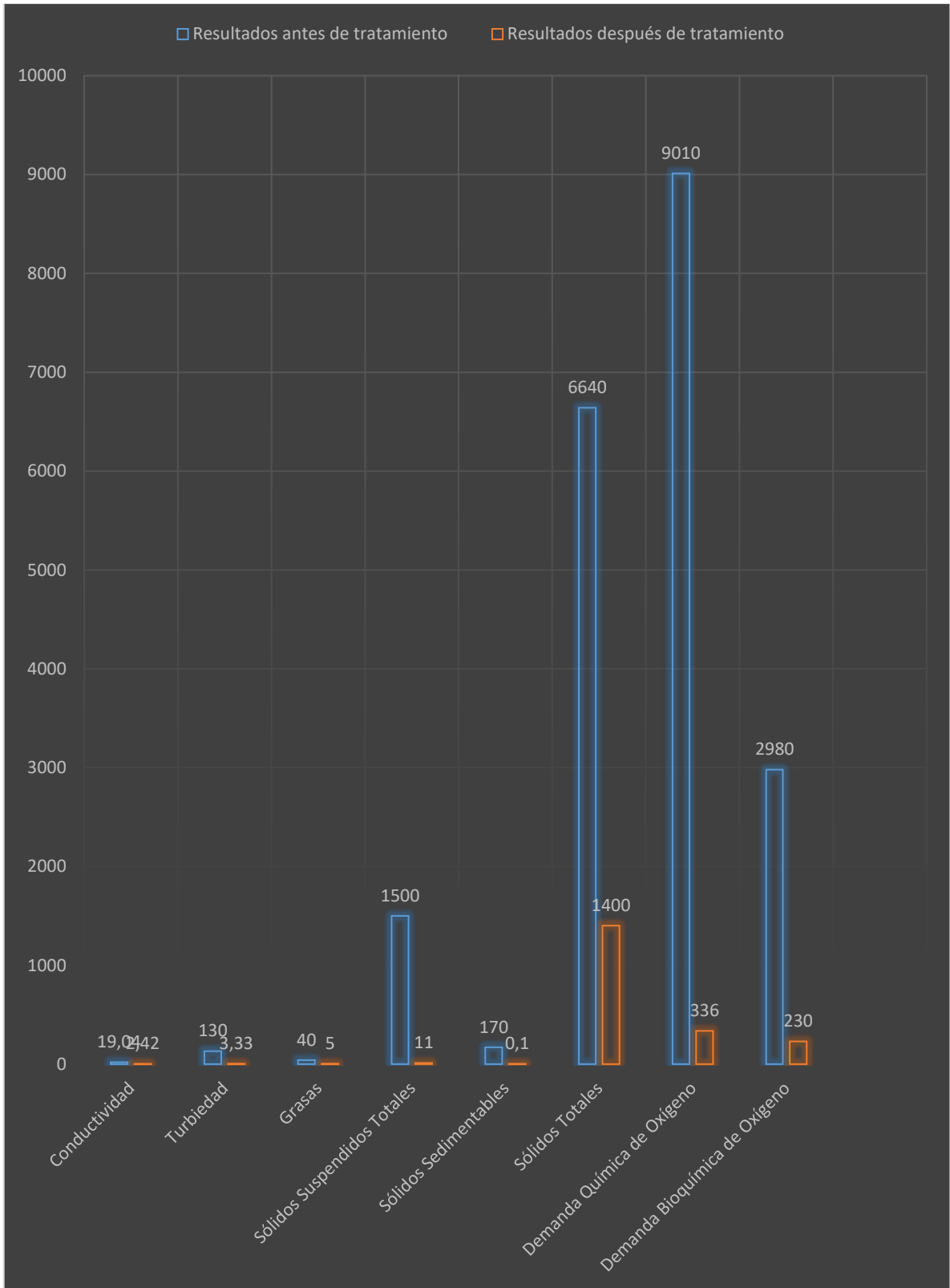


Gráfico 1-4. Comparación de resultado se agua tratada y sin tratar del pelambre.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

4.2. Analices de agua residual de la etapa de curtido vegetal

Tabla 2-4: Resultados de la caracterización del agua residual del curtido vegetal

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible	Resultados antes de tratamiento	Resultados después de tratamiento	Porcentaje de remoción
Conductividad	μSiems/cm	-	19,04	2,24	88%
Turbiedad	NTU	-	130	3,33	97%
Grasas	mg/L	70,0	40	5	88%
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	220,0	1500	11	99%
Sólidos Sedimentables	ml/L	20,0	170	< 0,1	99%
Sólidos Totales	mg/L	1 600,0	6 640	1 400	79%
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	500,0	9 010	336	96%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	250,0	2 980	230	92%

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

A continuación, se presenta un gráfico sobre como reduce el porcentaje de contaminantes de la etapa de curtido.

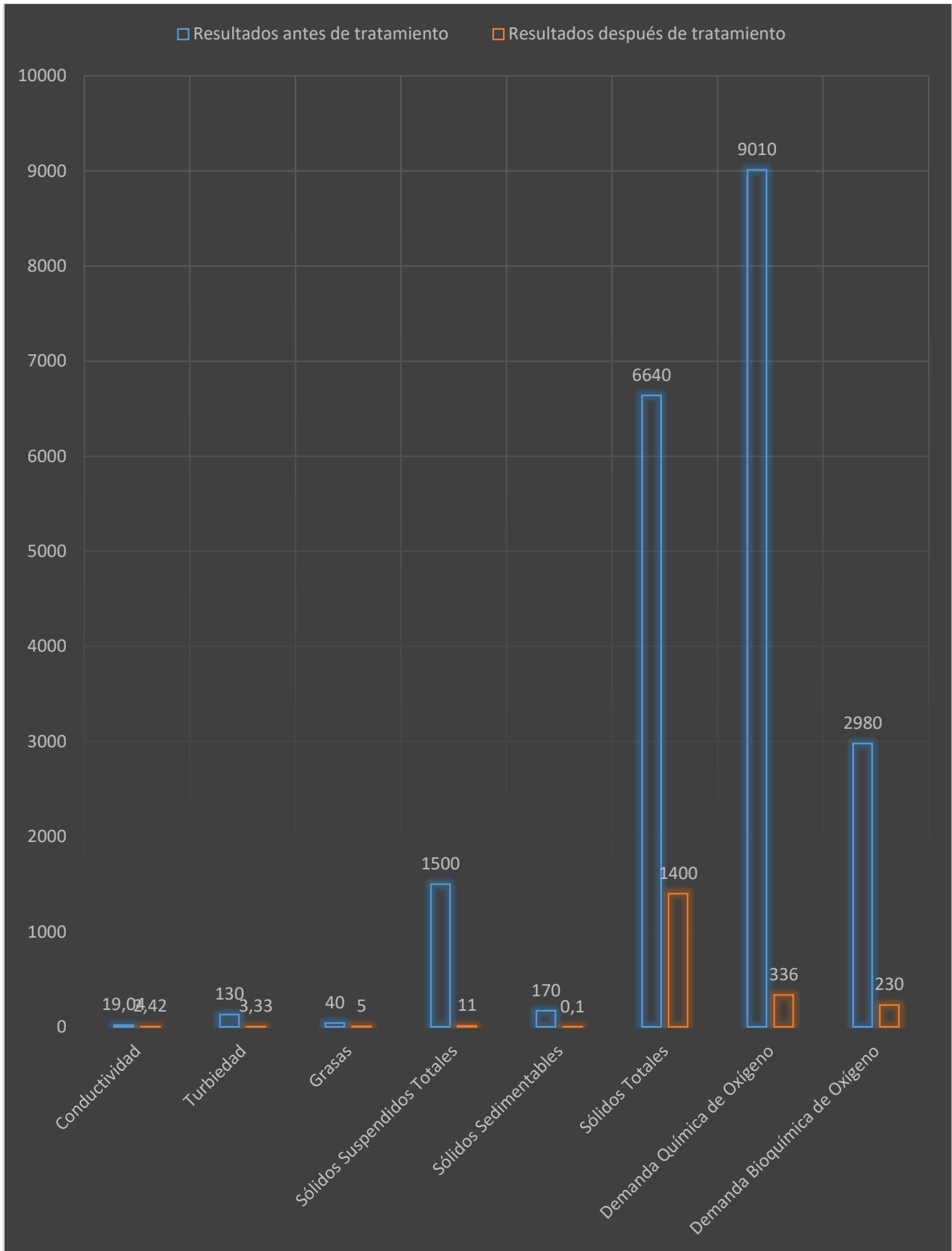


Gráfico 2-4. Comparación de resultado se agua tratada y sin tratar del cutido.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Con los valores obtenidos en la caracterización inicial y caracterización final del agua tratada, se calcula el porcentaje de remoción. En agua de pelambre se obtuvo los siguientes resultados, conductividad 76%, turbiedad 99%, grasas 89 %, sólidos suspendidos totales 99%, sólidos sedimentables 99%, sólidos totales 67%, sulfuros 98 %, DQO 98%, DBO₅ 98%. En el agua de curtido vegetal los siguientes valores, conductividad 88 %, turbiedad 97%, grasas 88 %, sólidos suspendidos totales 99%, sólidos sedimentables 99%, sólidos totales 79%, DQO 96%, DBO₅ 92%.

4.3.. Procesos de Producción

4.3.1. Insumos químicos necesarios para el proceso de producción

Químicos imprescindibles para un adecuado funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de las etapas de pelambre y curtido vegetal. Estos químicos son cinco; PAC, FeCl₃, Sulfato de manganeso, CAL-P24, y coadyuvante aniónico. Cada elemento cumple una función importante, el PAC ayuda a tratar los sólidos suspendidos en aguas residuales es directamente relacionado con la concentración de DBO₅ y DQO. El polielectrolito es un coadyuvante aniónico necesario para clarificación del agua porque ayuda en la aglomeración de las partículas formando floc. La cal es utilizada para subir el pH a un medio básico las aguas residuales de la etapa de curtido y ayuda a la precipitación. El sulfato de manganeso ayuda a la oxidación de sulfuros en las aguas residuales de la etapa de pelambre por lo tanto disminuye el mal olor.

4.3.1.1. Proceso de Operación

Para el tratamiento de los efluentes de la empresa “Descarnes López”, el sistema de tratamiento está rediseñado para tratar las dos aguas residuales de la etapa de pelambre y curtido vegetal por separado. Utilizando algunos elementos útiles de la empresa así ayudando a no elevar el costo del tratamiento.

Proceso de tratamiento de aguas residuales del proceso de pelambre:

- ✓ El agua residual procedente del bombo se descarga en una trampa de sebos, de tal manera que el efluente siga el canal hacia la piscina donde se deja reposar por dos horas hasta que se precipite.
- ✓ El agua residual reposado llevar a otra piscina donde se realiza aireación agregando sulfato de manganeso por 8 horas, para oxidar los sulfuros existentes mediante el burbujeo, mientras más

alto sea la piscina se obtiene mejor resultado y por lo tanto disminuir considerablemente el olor desagradable.

✓ Posteriormente llevar el agua homogenizada hacia el tanque de floculación, una vez en el tanque encender el agitador a una máxima revolución por un minuto, pero previamente agregar el floculante.

✓ Seguidamente al alcanzar el minuto bajar las revoluciones y añadir el coadyuvante aniónico, para lograr la formación de flocs, que por su propio peso desciende y produce una sedimentación.

✓ Dejar reposar un tiempo considerable, y se obtiene agua clarificada que se podría reutilizar para el lavado, o descargar directamente hacia el alcantarillado.

Proceso de tratamiento de aguas residuales del proceso de curtido vegetal:

✓ El agua residual procedente de la etapa de curtido vegetal y post curtido se envía hacia una piscina, y se procede hacer una aireación por dos horas con treinta minutos y dejar reposar.

✓ Como esta agua es ácida por lo tanto posee un pH muy bajo, entonces se procede agregar CAL-P24 para subir el pH y produzca una precipitación.

✓ Seguidamente a esto el agua residual se lleva al tanque de floculación, encender las paletas a su máxima revolución previamente agregar PAC, una vez cumplido el tiempo incorporar el coadyuvante iónico para la formación de Floc, y se precipite al fondo del tanque en forma de lodos.

✓ Una vez cumplido el proceso el agua se clarifica y se puede dar uso en alguna parte del proceso o enviar hacia la descarga.

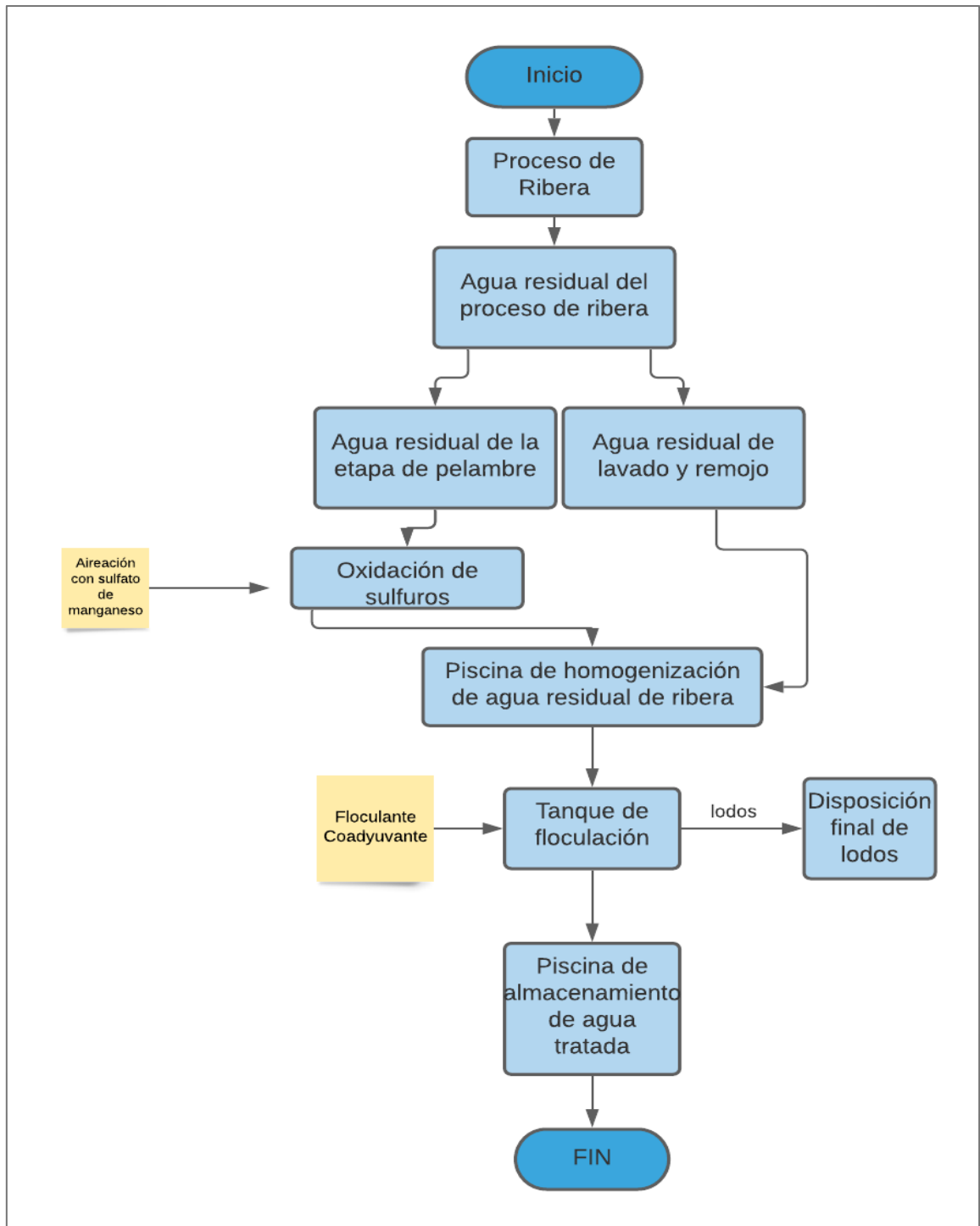


Gráfico 3-4. Diagrama de flujo de tratamiento de aguas residuales de ribera.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

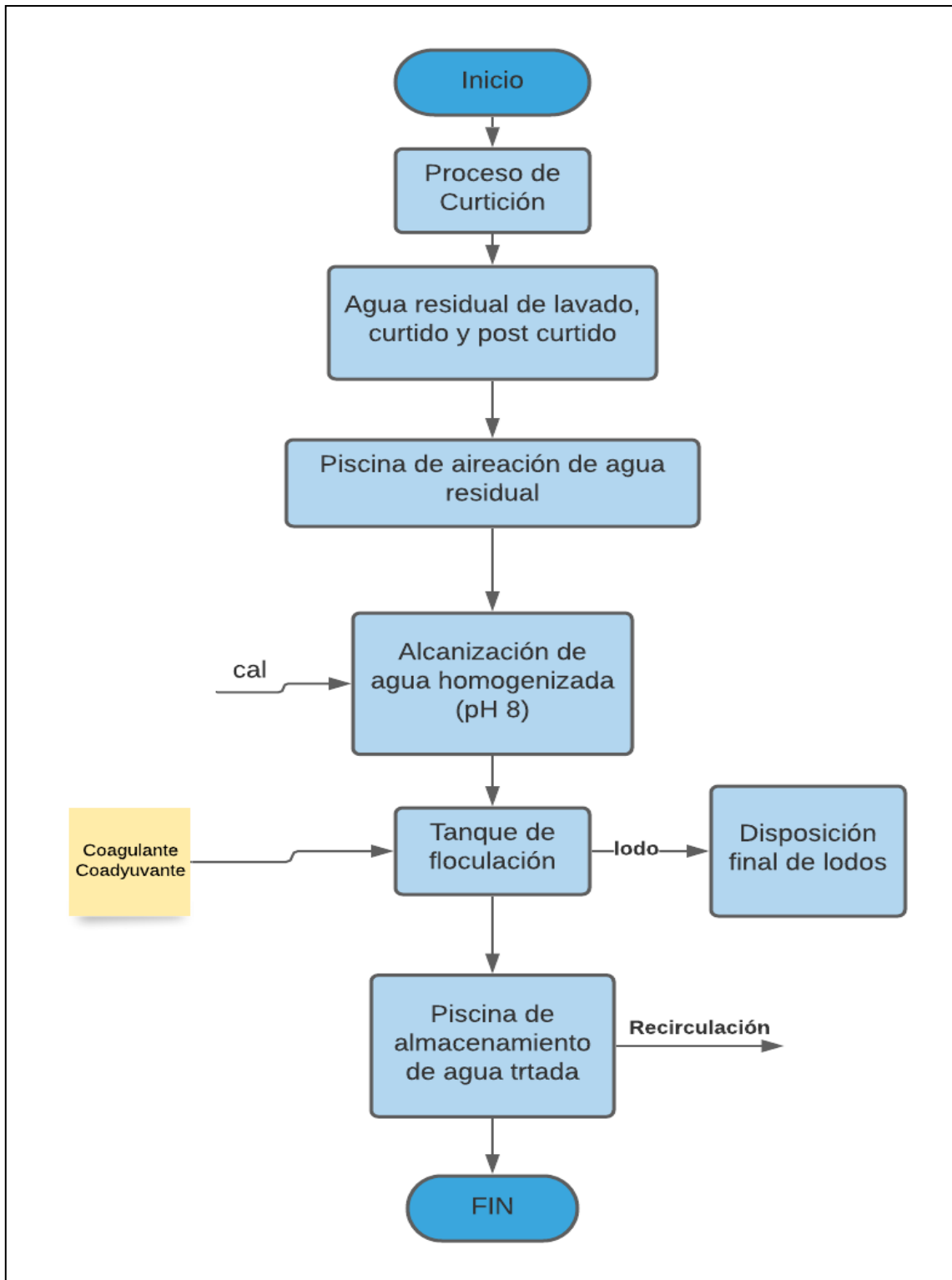


Gráfico 4-4. Diagrama de flujo de tratamiento de aguas residuales de curtido vegetal.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

4.3.1.2. Distribución de la planta de tratamiento

La distribución de las áreas de proceso en la empresa “Descarnes López”, ya se encuentran establecidas, debido a que en el diseño inicial ya fueron ubicados todos los elementos de una forma ordenada todo en secuencia para que no exista problemas a realizar el tratamiento respectivo de las aguas residuales.

De modo que no necesita de una distribución de las áreas de proceso, además no se trata de una empresa grande, se podría considerar como un taller familiar, debido a que no se produce mucho cuero, en la situación actual con la pandemia mundial la empresa no está trabajando de forma continua. Antes de la pandemia la empresa procesaba 200 bandas por mes, y los colaboradores son dos que son parte de la familia.

4.3.2. Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria

4.3.2.1. Muestreo y Caracterización

Para realizar el muestreo en la empresa “Descarnes López”, fueron utilizados algunos elementos con el propósito de tomar los datos con la mayor precisión posible, los equipos y materiales usados se detallan a continuación.

Tabla 3-4: Material y normativa usado para el muestreo

Materiales	Normativa
Termómetro	El muestro se realizó según la norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:2013, Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.
Papel Tornasol	
Guantes de Nitrilo	
Recipiente de plástico	
Recipiente de vidrio graduado	
Mascarilla	
Balde	

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Tabla 4-4: Equipos y materiales usados en el laboratorio

Equipos y materiales	Función
Espectrofotómetro DR 2800	Análisis de agua y otros
Fotómetro PF-12	Análisis de agua y otros
Turbidímetro	Medición de Turbiedad
Potenciómetro	Potencial de hidrógeno

Colorímetro	Medición de color
Termómetro	Medición de temperatura
Balanza Analítica	Determinación de Peso
Vasos de precipitación	Contener muestras
Cubetas de Análisis	Análisis de agua y otros
Pipeta	Dosificaciones

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

4.3.3. Presupuesto

Con el presente rediseño se busca reducir considerablemente la contaminación provocada por los químicos utilizados en la empresa, con el fin de cuidar el medio ambiente y por su puesto evitar sanciones monetarias por los organismos ambientales pertinentes bajo la normativa vigente de descarga al alcantarillado.

Una vez terminada con el trabajo de titulación en cual, incluye el presupuesto necesario para el implementar rediseño en la empresa. Esto depende del gerente propietario si está en la posibilidad de implementar para lo cual se detallan los dispositivos y químicos necesarios a continuación.

Tabla 5-4: Cotización general para el rediseño

Rubro / Descripción	Cantidad Requerida	Costo Unitario	Costo Global
Sistema de aireación			
Difusor	5	55	275
Válvulas	2	40	80
Compresor	1	230	230
Sistema de floculación			
Bomba	1	260	260
Paletas (láminas de acero)	1	90	90
Sistema de Filtros			
Macadam (Ripio Triturado)	2m ³	24	24

Capa de grava	2m ³	20	20
Capa de arena fina	2m ³	24	24
Carbón Activado	2m ³	80	80
Zeolita	2m ³	60	60
Otros			
Instalaciones y materiales (tuberías y accesorios)			1000
Subtotal			1 913,40
IVA 12%			229,60
TOTAL			2 143

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

Tabla 6-4: Cotización de los químicos para el tratamiento de aguas residuales

Químico	Característica	Caudal por tratar (L/mes)	Concentración media utilizada (mg/L)	Precio unitario	Cantidad (Kg/mes)	Costo (mes)
Tratamiento para agua de Pelambre						
Sulfato de manganeso	MnSO ₄ 80%	16 000	4000	0,30	64	19,20
Cloruro Férrico	FeCl ₃	16 000	4000	0,31	64	23,10
Tratamiento para agua de curtido						
Cal P-24	Ca(OH) ₂ 8,37%	16 000	4000	0,30	64	19,20
Policloruro de aluminio	Al ₂ O ₃ 30%	252 000	50	1,15	12,60	14,49
Floculador aniónico	Superfloc A 130	252 000	8	6,50	2,02	13,13
Subtotal						89,12

IVA (12%)	10,70
Total	99,82

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

4.3.4. Cronograma de Actividades

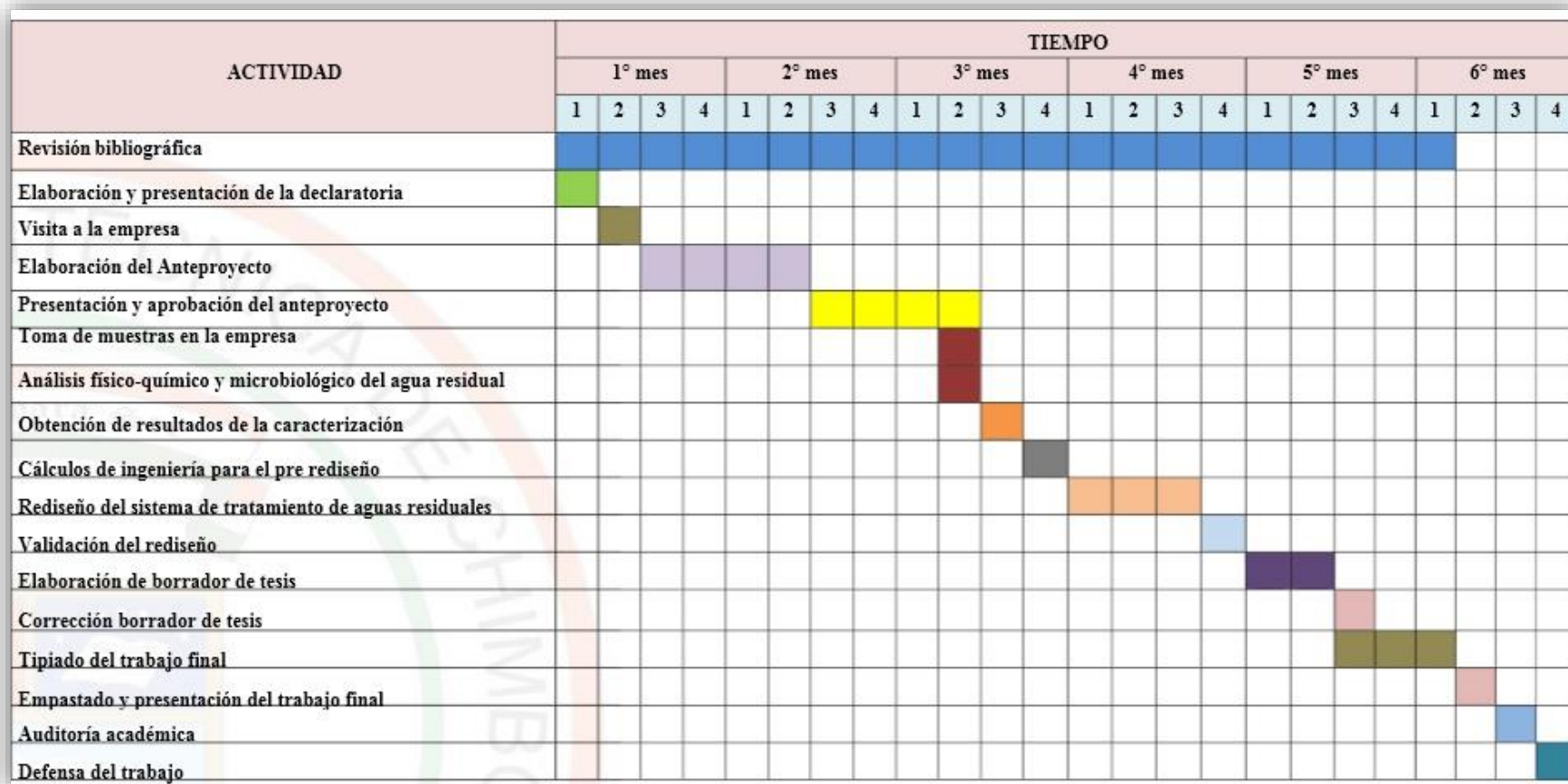


Gráfico 5-4. Cronograma de actividades.

Realizado por: Ushco, Darwin, 2021.

CONCLUSIONES

Se realizó la caracterización inicial físico-química y microbiológica de las muestras de aguas residuales de las dos etapas como es el pelambre y curtido vegetal. Y se verificó que la empresa Descarnes López no cumple con la normativa para la descarga de líquidos al alcantarillado público, porque los valores obtenidos se encuentran fuera del rango permitido por el Acuerdo ministerial 097-A, como es el caso de sulfuros con un valor 2880 mg/L, la demanda química del oxígeno sobre los 20000 mg/L, así como la mayoría de los parámetros se encuentran fuera de los límites permisibles.

Se identificó las variables de procesos apropiadas para el rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa Descarnes López, los cuales son el caudal, composición, dosificación del floculante, coagulante y el tiempo de residencia.

Se realizó los cálculos de ingeniería para el dimensionamiento del rediseño de sistema de tratamiento de aguas residuales de acuerdo a los resultados obtenidos en la caracterización inicial. Como es la implementación de los difusores con un diámetro de orificio de 0,0025 m en la piscina de aireación, la incorporación de las paletas con un área transversal de 1,46 m² en el tanque de floculación y la potenciación de las bombas a 1,47 hp, con el objetivo de optimizar el tratamiento de aguas residuales en la empresa Descarnes López.

Finalmente se realizó la validación del rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales para Descarnes López, considerando la caracterización físico – química y microbiológica del agua tratada, y se obtuvo los siguientes datos en el agua de pelambre, pH 7,64, conductividad 8,25 microSiems/cm, turbiedad 8,30 NTU, grasa 10 mg/L, sólidos suspendidos 13 mg/L, sólidos sedimentables < 0,1 ml/L, sólidos totales 1560 mg/L, DQO 367 mg/L, DBO₅ 245 mg/L. En el agua de curtido vegetal los siguientes valores pH 7,65, conductividad 2,24 microSiems/cm, turbiedad 3,33 NTU, grasa 5 mg/L, sólidos suspendidos 11 mg/L, sólidos sedimentables < 0, 1 ml/L, sólidos totales 1400 mg/L, DQO 336 mg/L, DBO₅ 230 mg/L. La mayoría de los datos se encuentran dentro del límite permisible bajo Acuerdo Ministerial 097-A Tabla 8, a excepción del sulfuro con un valor de 134,40 mg/L, pero un valor elevado de 98% de remoción.

RECOMENDACIONES

Considerar la implementación del rediseño propuesto a la empresa con el fin de reducir la contaminación ambiental. Sobre todo, evitar las sanciones económicas por parte de las autoridades ambientales que es lo que más les interesa a las empresas.

Una vez implementada el rediseño se sugiere capacitar a los colaboradores de la empresa sobre la operación, para el correcto funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Llevar un registro de las cargas contaminantes descargadas en los efluentes de la empresa para tabular los datos.

Realizar el mantenimiento de los equipos periódicamente, para obtener una mayor eficiencia de los equipos existentes e implementados en el rediseño.

Reutilizar el agua tratada en el proceso para el remojo y lavado de las pieles, con el fin de optimizar el agua.

BIBLIOGRAFÍA

ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, ,2008. Constitución de la República del Ecuador. , pp. 141.

ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR, ,2006. Ley organica de salud - Ecuador. *Plataforma Profesional de Investigacion Jurídica* [en línea], pp. 46. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORGÁNICA-DE-SALUD4.pdf>.

BIO ACTIVO-CONSULTORA AMBIENTAL, ,2015. *Estudio del impacto ambiental ex post de las actividades de la Curtiduría Artesanal de José Laura* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. Disponible en: <https://maetungurahua.files.wordpress.com/2015/12/esia-curt-jose-laura.pdf>.

BUENAÑO, J., ,2019. DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CURTIDURÍA SAN ISIDRO DE LA CIUDAD DE AMBATO. ,

CHAMORRO, J., ,2019. *Rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales para la curtiembre Chimborazo ubicada en la ciudad de Ambato*. S.l.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

CHÁVEZ, Á., ,2010. Descripción de La nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* [en línea], vol. 9, no. 17, pp. 41-49. ISSN 1692-3324. Disponible en: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=75017164003%5Cnhttp://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75017164003%5Cnhttp://www.redalyc.org/pdf/750/75017164003.pdf>.

DEL VALLE, A.F., ,2004. Apuntes sobre la elaboración del cuero y su historia: noticias sobre una fábrica de curtir pieles en Algeciras. *Eúphoros* [en línea], no. 7, pp. 21-34. ISSN 1575-0205. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1973638.pdf%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=1973638>.

ESPIGARES, M. y PÉREZ, J., ,1985. Aguas Residuales. Composición. ,

GEODATOS, ,2021. Coordenadas geográficas de Ambato. [en línea]. Disponible en: <https://www.geodatos.net/coordenadas/ecuador/ambato>.

GOOGLE MAPS, ,2021. Ubicación de la empresa. [en línea]. Disponible en: <https://www.google.com.ec/maps/place/La+Peninsula/@-1.2346231,-78.6260629,4666m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x91d38106331e05b1:0xf4d9a3dfbab7e242!8m2!3d-1.2472!4d-78.6086621>.

GUZMÁN, K. y LUJÁN, M., ,2010. Reducción de emisiones de la etapa de pelambre en el proceso de curtido de pieles. *Acta Nova* [en línea], vol. 4, no. 4, pp. 464-492. ISSN 1683-0789. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892010000200002.

JALLOULI, S., WALI, A., BUONERBA, A., ZARRA, T., BELGIORNO, V., NADDEO, V. y KSIBI, M., ,2020. Efficient and sustainable treatment of tannery wastewater by a sequential electrocoagulation-UV photolytic process. *Journal of Water Process Engineering* [en línea], vol. 38, no. July, pp. 101642. ISSN 22147144. DOI 10.1016/j.jwpe.2020.101642. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101642>.

MARTÍNEZ, J., ,2016. *DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA CURTIEMBRE ALDAS* [en línea]. S.l.: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24502>.

METCAL y EDDY, ,2000. *Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización* [en línea]. Tercera Ed. S.l.: s.n. ISBN 0070416907. Disponible en: [file:///C:/Users/Acer/Downloads/Ingenieria de aguas residuales_Volumen I Y II_Metcalf & Eddy \(1\).pdf](file:///C:/Users/Acer/Downloads/Ingenieria%20de%20aguas%20residuales_Volumen%20I%20Y%20II_Metcalf%20&%20Eddy%20(1).pdf).

MINISTERIO DEL AMBIENTE, ,2015. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. *Libro VI, Anexo 4* [en línea], pp. 184. Disponible en: http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112183.pdf%0Ahttp://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria_Ambiente/red_monitoreo/informacion/norma_ecuato_calidad.pdf.

NTE INEN 2169, ,2013. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN

DE MUESTRAS. [en línea]. S.l.: Disponible en: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2169-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-MANEJO-Y-CONSERVACIÓN-DE-MUESTRAS.pdf>.

RONDAL, J., ,2018. Elaboración de un modelo de difusor de aire para tratamiento de aguas residuales. *Udla*, pp. 121.

SÁNCHEZ, V., ,2019. *REDISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CURTIDURÍA SAN VICENTE DE LA CIUDAD DE AMBATO*. S.l.: s.n.

VIÑAN, J., ,2019. *REDISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CURTIDURÍA JOSÉ LAURA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA*. S.l.: s.n.

ANEXOS

ANEXO A: ACUERDO MINISTERIAL 097-A, LIBRO VI, TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO.

TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	1,0
Ci nc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Mangane so total	Mn	mg/l	10,0
Me rcuri o (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kje dahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	ml/l	20,0
Sólidos Suspendedos Total e s	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

ANEXO B: CARACTERIZACIÓN INICIAL DEL AGUA RESIDUAL DE PELAMBRE



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext. 332

Riobamba-Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Darwin Vladimir Ushco Chaluisa

Fecha de Análisis: 04/02/2021

Tipo de muestras: Agua Residual del Proceso de Pelambre, Curtiduría "DESCARNES LOPEZ"

Localidad: Cantón Riobamba – Provincia de Chimborazo

TRABAJO DE TITULACIÓN

Determinaciones	Unidades	*Método	Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	11,65
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B	-	34,68
Temperatura	°C	2550-A	< 40,0	22,30
Turbiedad	NTU	2130-B	-	8 388
Grasas	mg/L	-	70,0	90
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2540-C	220,0	9 500
Sólidos Sedimentables	ml/L	2540-B	20,0	400
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600,0	4 760
Sulfuros	mg/L	4500-SO ₄ -E	1,0	2 880
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500,0	20 600
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250,0	12 800

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**Acuerdo Ministerial 097-A, Libro VI, Tabla 8

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. CALIDAD DE AGUA

ANEXO C: CARACTERIZACIÓN FINAL DEL AGUA TRATADA DE PELAMBRE



ESPOCH
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA
FACULTAD DE CIENCIAS**

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext. 332

Riobamba-Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Darwin Vladimir Ushco Chaluisa

Fecha de Análisis: 11/03/2021

Tipo de muestras: Agua Tratada del Proceso de Pelambre, Curtiduría "DESCARNES LOPEZ"

Localidad: Cantón Riobamba – Provincia de Chimborazo

TRABAJO DE TITULACIÓN

Determinaciones	Unidades	*Método	Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	7,64
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B	-	8 250
Temperatura	°C	2550-A	< 40,0	22,20
Turbiedad	NTU	2130-B	-	8,30
Grasas	mg/L	-	70,0	10
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2540-C	220,0	13
Sólidos Sedimentables	ml/L	2540-B	20,0	< 0,1
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600,0	1 560
Sulfuros	mg/L	4500-SO ₄ -E	1,00	134,40
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500,0	367
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250,0	245

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**Acuerdo Ministerial 097-A, Libro VI, Tabla 8

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. CALIDAD DE AGUA

ANEXO D: CARACTERIZACIÓN INICIAL DEL AGUA RESIDUAL DE CURTIDO VEGETAL



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext. 332

Riobamba-Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Darwin Vladimir Ushco Chaluisa

Fecha de Análisis: 12/01/2021

Tipo de muestras: Agua Residual del Proceso de Curtido, Curtiduría "DESCARNES LOPEZ"

Localidad: Cantón Riobamba – Provincia de Chimborazo

TRABAJO DE TITULACIÓN

Determinaciones	Unidades	*Método	Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	3,65
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B	-	19,04
Temperatura	°C	2550-A	< 40,0	22,3
Turbiedad	NTU	2130-B	-	130
Grasas	mg/L	-	70,0	40
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	2540-C	220,0	1 500
Sólidos Sedimentables	ml/L	2540-B	20,0	170
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600,0	6 640
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500,0	9 010
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250,0	2 980

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**Acuerdo Ministerial 097-A, Libro VI, Tabla 8

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. CALIDAD DE AGUA

ANEXO E: CARACTERIZACIÓN FINAL DEL AGUA TRATADA DE CURTIDO VEGETAL



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext. 332

Riobamba-Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Darwin Vladimir Ushco Chaluisa

Fecha de Análisis: 03/02/2021

Tipo de muestras: Agua Tratada del Proceso de Curtido, Curtiduría "DESCARNES LOPEZ"

Localidad: Cantón Riobamba – Provincia de Chimborazo

TRABAJO DE TITULACIÓN

Determinaciones	Unidades	*Método	Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	7,65
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B	-	2 240
Temperatura	°C	2550-A	< 40,0	23
Turbiedad	NTU	2130-B	-	3,33
Grasas	mg/L	-	70,0	5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2540-C	220,0	11
Sólidos Sedimentables	ml/L	2540-B	20,0	< 0,1
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600,0	1 400
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500,0	336
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250,0	230

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**Acuerdo Ministerial 097-A, Libro VI, Tabla 8

Observaciones:

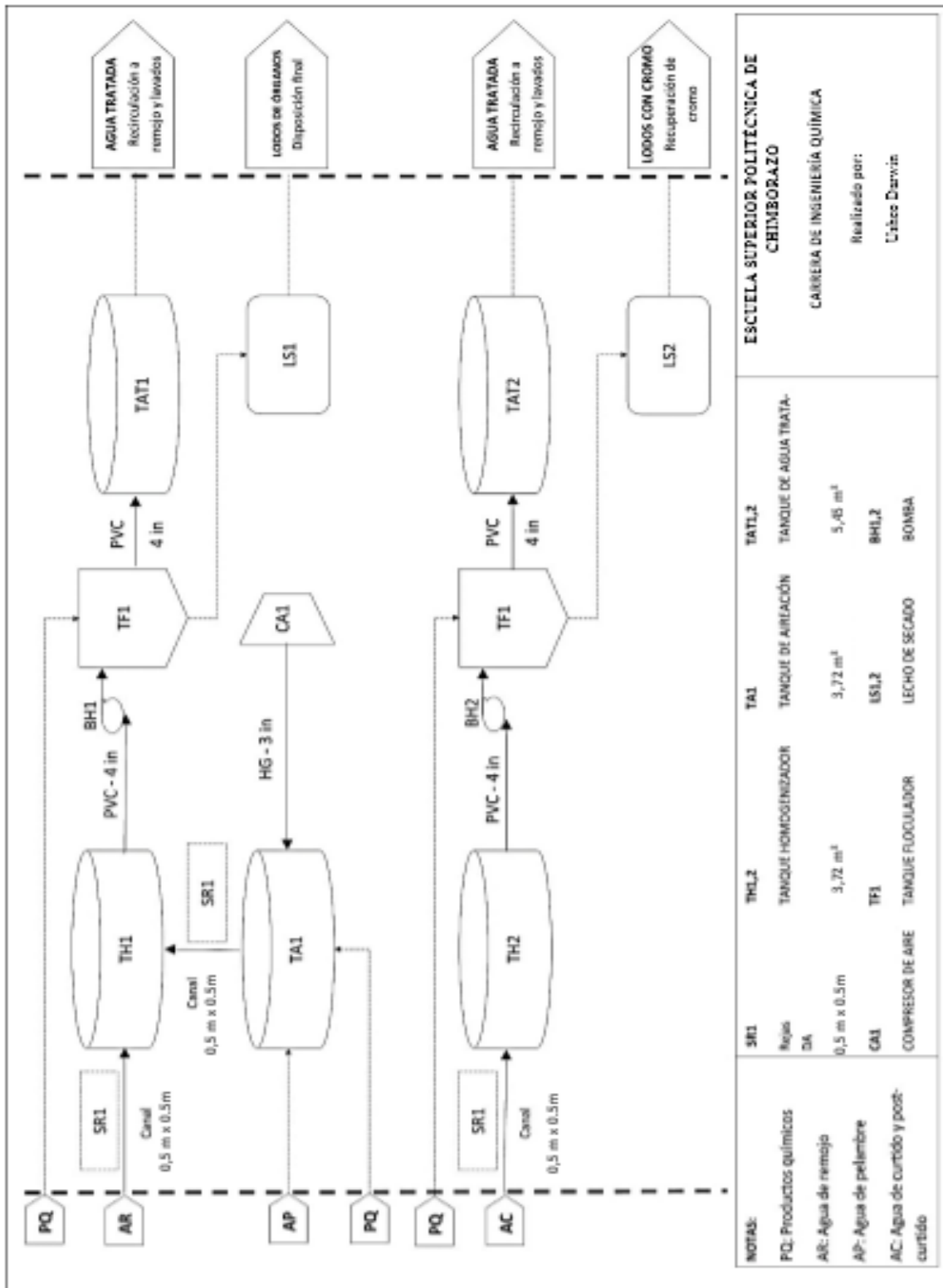
Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. CALIDAD DE AGUA

Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2,
www.espoch.edu.ec

Teléfono: 593 (03) 2 998200
Código Postal: EC060155

ANEXO F: DIAGRAMA P & ID DEL REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL



ANEXO G: DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA P & ID

NOTA:

PQ: Productos Químicos	SR1: Rejas	CA1: Compresor
AR: Agua de Remojo	TH1, 2: Tanque Homogenizador	TF1: Tanque Floculador
AP: Agua de Pelambre	TA1: Tanque de Aireación	LS1, 2: Lecho de Secado
AC: Agua de Curtido y Post-curtido	TAT1, 2: Tanque de Agua Tratada	BH1, 2: Bomba

En el tanque de aireación (TA1), ingresa agua de pelambre (AP) y producto químico (PQ) se procede a realizar una aireación con la ayuda de un compresor (CA1). Esta agua se procede a pasar al tanque de homogenización (TH1), donde también entra el agua de remojo (AR), esta agua homogenizada se lo lleva al tanque de floculación, en el que entra el producto químico (PQ) y por medio de una bomba (BH1) se realiza el proceso de floculación. Finalmente, una vez reposada el agua en el tanque de floculación se procede a separar el agua tratada por la parte superior y se almacena en el tanque de agua tratada (ATT), mientras tanto el lodo se descarga en la parte inferior del tanque de floculación y se almacena en el lecho de secado (LS1). Del mismo modo se procede con el agua de curtido y pos-curtido.

ANEXO H: AVAL DE LA EMPRESA



DESCARNES "LOPEZ"

**TRES JUANES - AV. INDOAMERICA Y PASAJE
CALDERON Tel. 2854659/ 098828174**

Ambato-Ecuador

Ambato, 11 de diciembre de 2020

Doctor

Bolívar Flores Mg

**PRESIDENTE DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

Presente. -

De mi consideración:

Reciba un cordial saludo, me remito a usted para poner en conocimiento que, "DESCARNES LOPEZ" apoya a la ejecución del Trabajo de Integración Curricular denominado "REDISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA DESCARNES LOPEZ DE LA PARROQUIA LA PENINSULA -TUNGURAHUA" que realizará el Sr. Darwin Vladimir Ushco Chaluisa con C.I. 185046256-3 y Código estudiantil 984642, estudiante de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química.

Declaro conocer y aceptar los términos y condiciones previstas para la ejecución del Trabajo de Titulación, estando conformes con todas aquellas actividades que se prevean realizar con nuestro apoyo, otorgo de esta manera el aval para la realización del mismo.

Por la favorable atención, anticipo mi agradecimiento.

Atentamente,



Sr. Mario Damacio López Uvidia

No. 060196967-8

Gerente Propietario de Descarnes López

ANEXO I: CERTIFICADO EMITIDO POR LA EMPRESA



DESCARNES "LOPEZ"

TRES JUANES - AV. INDOAMERICA Y PASAJE

CALDERON Tel. 2854659/ 0988281749

Ambato-Ecuador

Ambato, 09 de Noviembre de 2021

Yo, Mario Damacio Lopez Uvidia, Gerente Propietario de "Descarnes Lopez", Certificó que el Sr. Darwin Vladimir Ushco Chaluisa con C.I. 185046256-3, ha realizado la entrega del trabajo de Integración Curricular y su correspondiente capacitación para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la etapa de pelambre y la etapa de curtido vegetal, así como el manejo e implementación de los equipos de seguridad personal y disposición final de los residuos.

Atentamente,



Sr. Mario Damacio Lopez Uvidia

C.I. 060196967-8

Gerente Propietario de Descarnes Lopez

ANEXO J: CERTIFICADO DE DBRA



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 25 / 11 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTORA (S)
Nombres – Apellidos: <i>Darwin Vladimir Ushco Chalúsa</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Ciencias</i>
Carrera: <i>Ingeniería Química</i>
Título a optar: <i>Ingeniero Químico</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

**LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE**

Firmado digitalmente por
LEONARDO FABIO
MEDINA NUSTE
Fecha: 2021.11.25
08:25:36 -05'00'



2058-DBRA-UTP-2021