

# Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



## **“PLAN DE MEJORA EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA EMPRESA CURTIDO DE PIELS INCAPIELES EIRL AREQUIPA 2019”**

Tesis presentada por el Bachiller

Rivero Mamani, Fernando Smider

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Industrial

Asesor: Ing. Valdivia Portugal, César

**Arequipa – Perú**

**2019**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



INFORME DICTAMINATORIO  
DE BORRADOR DE TESIS



VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

PLAN DE MEJORA EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO  
DE EFLUENTOS DE LA EMPRESA CURTIDO DE PIELS  
INCA PIELAS EIRL AREQUIPA 2019

PRESENTADO POR (EL) (LOS) BACHILLER (ES):

RIVERO MAMANI, FERNANDO SMIDER

NUESTRO DICTAMEN ES:

OBSERVACIONES:

- CONTRASTAR CON LMPs
- CUANTIFICAR MEJORA DP.
- DETERMINAR REDUCCION DE COSTO, SULFUROS Y OTROS CONTAMINANTES

Arequipa. 01 Julio 2019

JURADO DICTAMINADOR

Nombre: Cesov Valdivia

Portuño

Código: 1987

JURADO DICTAMINADOR

Nombre: Abraham A.

Francisco Oviedo

Código: 1842

## Dedicatoria

*Dedico este trabajo a nuestro creador de todas las cosas, por haberme dado vida, salud y haber permitido llegar hasta estas instancias de mi formación profesional.*

*A mis padres, por ser el pilar más importante y haberme demostrado siempre su cariño y apoyo incondicional que a pesar de la distancia física, siempre prevalecieron los buenos hábitos y valores enseñados a lo largo de mi vida.*

*A mi único hermano, demostrando ser un ejemplar durante este arduo camino y haberme enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada muy por el contrario siempre perseguir mis sueños.*

*A mi enamorada, gracias por su apoyo en la tramitación documentaria para lograr este título que es una de las experiencias más especiales e importante en mi vida.*

**Fernando Rivero Mamani.**

## Agradecimiento

Este trabajo de Tesis realizado en la Universidad Católica de Santa María es un sacrificio en el cual fueron partícipes distintas personas con comentarios de opinión, corrección, dando energía para los momentos de declive y en momentos de felicidad. Es por ello que quiero agradecer a muchas personas en este apartado en esta experiencia de aprendizaje continuo.

En primer lugar, a mi director y asesor de Tesis, Mg. César Valdivia Portugal, mi más extensivo agradecimiento por su apoyo incondicional en este camino de Tesis cuya experiencia y respeto han sido mi fuente motivación durante este tiempo.

A mis demás asesores, un especial y confortable agradecimiento a ellos por sus consejos y sabiduría que me brindaron durante el desarrollo de Tesis y con ellos poder reafirmar los conocimientos de este trabajo.

Mis agradecimientos a la colaboración del equipo involucrado en la toma de muestras de los efluentes, a su rápido procesamiento y análisis de los mismos para el avance de este trabajo.

Todo esto nunca hubiera sido posible sin el amparo y cariño de mis padres, hermano y enamorada, que de forma incondicional sobrellevaron mi ausencia y malos momentos.

A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud.

## RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación tiene como título: “plan de mejora en el proceso de tratamiento de efluentes de la empresa curtido de pieles INCAPIELES EIRL Arequipa 2019”, su objetivo fue Mejorar el proceso de tratamientos de efluentes líquidos para disminuir la cantidad de sulfuros en los efluentes de la empresa de curtido de pieles INCAPIELES.

En esta investigación analizaremos la materia prima como son los efluentes con contenido de sulfuros, en el que se aplicará un método para su tratamiento consiguiendo de esta forma obtener una incrementación en la efectividad y garantizar una propuesta para una nueva implementación en la empresa INCAPIELES. Este proceso tendrá como única finalidad lograr un análisis del antes y después de todas la mejorar en el tratamiento de efluentes líquidos. Cabe resaltar que se estudiará los efluentes en su ambiente. La investigación por el tipo de estudio tendrá características exploratorias, debido a que aún no ha sido lo suficientemente estudiada, necesidad de saber las condiciones y/o factores existentes aún no exploradas.

Los efluentes de pelambre han sido caracterizados, encontrado en ellos una variedad de elementos químicos, y condiciones no apropiadas como color, olor desagradable, en la caracterización encontramos valores de pH de 13, una densidad promedio de 1.055g/l y estos son emitidos dos días a la semana. Los efluentes han sido analizados y se determinó que, en cuanto al contenido de sulfuros, este arroja un valor de 2141,89 mg/l, lo cual está por encima de la norma para la emisión de líquidos al sistema de alcantarillado en industria de curtiembre, la cual nos indica que debe ser menor a los 10mg/l.

Se comprueba que el método de oxidación por insuflación de aire es efectivo logrando disminuir los sulfuros a 3.42mg/l y 7.83mg/l según el tamaño de experimentación los cuales fueron en 20 y 200 litros correspondientemente, logrando estar menos de 10mg/l en concentración de sulfuros que manda la norma en emisión de líquidos con contenido de sulfuros al sistema de alcantarillado.

**Palabras claves:** Sulfuros, Oxidación, Efluentes.

## ABSTRACT

The following research work has as its title: “improvement plan in the effluent treatment process of the leather tanning company INCAPIELES EIRL Arequipa 2019”, its objective was to improve the process of liquid effluent treatments to reduce the amount of sulphides in the effluents of the INCAPIELES leather tanning company.

In this investigation we will analyze the raw material such as sulfide content effluents, in which a method for its treatment will be applied, thus obtaining an increase in effectiveness and guaranteeing a proposal for a new implementation in the INCAPIELES company. This process will have the sole purpose of achieving an analysis of before and after all the improvement in the treatment of liquid effluents. It should be noted that the effluents in their environment will be studied. Research by type of study will have exploratory characteristics, because it has not yet been sufficiently studied, need to know the conditions and / or existing factors not yet explored.

The effluents of fur have been characterized, found in them a variety of chemical elements, and in appropriate conditions such as color, unpleasant smell, in the characterization, we find pH values of 13, an average density of 1,055 g/l and these are emitted two days a week. The effluents have been analyzed and it was determined that, as regards the sulfide content, this yields a value of 2141.89 mg/l, which is above the norm for the emission of liquids to the sewer system in tannery industry, which indicates that it should be less than 10 mg/l.

It is verified that the method of oxidation by air insufflation is effective, reducing sulfides to 3.42 mg/l and 7.83 mg/l according to the size of experimentation which were in 20 and 200 liters correspondingly, managing to be less than 10 mg/l in concentration of sulfides mandated by the standard for the emission of liquids containing sulfides to the sewerage system.

**Keywords:** Sulfides, oxidation, Effluents.

## INTRODUCCIÓN

La industria del cuero es en la actualidad una de las más cotizadas a nivel internacional, pues un producto que se le asemeje es un producto de imitación y de baja calidad. En países de América como Perú, Argentina y Colombia se caracterizan por ser buenos en esta industria.

Según (Martínez & Romero, 2018). El uso del cuero como prenda de vestir fue introducido por el imperio islámico desde España, radicándose en Barcelona, para luego extenderse por todos los países de Europa especialmente en Francia donde le dieron una gran aplicación a este material.

Esta tesina tiene como objetivo comparar los métodos de control de roedores que puedan ser utilizados por las empresas de curtiembre, lo que hace necesario el conocimiento de las etapas que intervienen en la industria de la curtiembre, a fin de identificar en qué etapa se produce más cantidad de residuos. Existen evidencias que estas empresas producen desechos sólidos y líquidos. Estos residuos sólidos están formados material orgánico e inorgánicos entre los que se encuentran: queratina, lana, fibras sueltas pelambre colágeno pelo, piel, gelatina, glutina, residuos filamentosos de cuero curtido, sales no disueltas y carnaza (Esparza & Gamboa, 2001).

Existen leyes que regulan esta industria tanto desde el área laboral como del cuidado del ambiente, donde se especifican límites de sustancias y residuos. La empresa INCAPIELES le da mucha importancia a la recolección de los sólidos en suspensión de sus efluentes líquidos entre los más conocidos tenemos los residuos orgánicos y los pelos, la deficiencia de esta empresa es no tener un sistema especializado en el contenido de efluentes líquidos luego de ser cubiertas las pieles, de acuerdo a lo plasmado es que se decide desarrollar esta investigación.

## INDICE

RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	xiii
INDICE DE TABLAS.....	xvi
1. Planteamiento teórico .....	1
1.1. Identificación del Problema.....	1
1.2. Descripción del Problema.....	1
1.3. Objetivos.....	1
1.3.1. Objetivo General.....	1
1.3.2. Objetivos Específicos .....	2
1.4. Justificación de la investigación .....	2
1.4.1. En cuanto a lo social.....	2
1.4.2. En el aspecto académico.....	2
1.4.3. En el aspecto económico .....	2
1.5. Alcances.....	3
2. Marco teórico.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	4
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	5
2.1.3. Antecedentes locales.....	6
2.2. Bases teóricas .....	7
2.2.1. Sulfuro de sodio.....	7
2.2.2. Sulfuros.....	8
2.2.3. Estructura.....	8



2.2.4. Propiedades físicas .....	8
2.2.5. Aplicaciones .....	8
2.2.6. Medidas de Seguridad .....	9
2.2.7. Proceso de curtiembre de pieles de la empresa INCAPIELES. ....	9
2.2.8. Fase 2: Remojo de la Materia Prima .....	11
2.2.9. Fase 3: Pelambre.....	11
2.2.10. Fase 4: Descarne.....	13
2.2.11. Fase 5: Desencalado .....	13
2.2.12. Fase 6: Piquelado.....	14
2.2.13. Fase 7: Curtido .....	14
2.2.14. Fase 8: Rebajado.....	15
2.2.15. Fase 9: Neutralizado .....	15
2.2.16. Fase 10: Recurtido .....	16
2.2.17. Fase 11: Teñido .....	16
2.2.18. Fase 12: Engrase.....	18
2.2.19. Fase 13: Secado .....	20
2.2.20. Fase 14: Estirado .....	20
2.2.21. Fase 15: Recorte y Acabado .....	21
2.2.22. Fase 16: Almacenamiento .....	24
2.2.23. Contaminación por la Industria de Curtiembre .....	24
CAPITULO III .....	28
3. Planteamiento metodológico .....	28
3.1. Metodología.....	28
3.2. Hipótesis general .....	28
3.3. Hipótesis específicas.....	28
3.3.1. Ubicación Geográfica.....	29

3.4.	Identificación y clasificación de variables.....	29
3.4.1.	Variable independiente .....	29
3.4.2.	Variable dependiente .....	29
3.4.3.	Operacionalización de variables .....	30
3.5.	Método y diseño de la investigación .....	30
3.5.1.	Diseño de la investigación .....	30
3.5.2.	Unidad de estudio, población y muestra.....	31
3.5.2.1.	Unidad de estudio .....	31
3.5.2.2.	Población .....	31
3.5.2.3.	Muestra .....	31
3.6.	Técnicas .....	31
3.7.	Instrumentos .....	31
3.8.	Técnicas para el procesamiento de datos.....	31
3.8.1.	Material y equipo.....	31
3.8.2.	Técnicas de investigación.....	33
3.8.3.	Instrumentos para la experiencia .....	48
3.8.4.	Fuentes de información .....	49
3.8.5.	Procesamiento estadístico de la información.....	49
4.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	50
4.1.	Generalidades .....	50
4.2.	Estrategia .....	50
4.3.	Materia prima .....	51
4.3.1.	Análisis de Sulfuros iniciales en los efluentes .....	57
4.3.2.	Análisis de Sulfuros finales .....	57
4.4.	Estudio técnico .....	60
4.4.1.	Capacidad instalada .....	60

4.4.2.	Disponibilidad de la materia prima .....	62
4.4.3.	Disponibilidad de la mano de obra.....	62
4.4.4.	Ingeniería del proyecto .....	63
4.4.4.1.	Tamaño de la tecnología.....	63
4.4.4.2.	Tamaño de inversión .....	64
4.4.4.3.	Localización.....	65
4.4.4.4.	Análisis del proceso productivo .....	65
4.4.4.5.	Diseño del prototipo .....	67
4.4.5.	Tamaño de la planta.....	70
4.4.5.1.	Distribución de la Planta .....	70
4.4.6.	Distribución de la Planta .....	73
5.	Análisis económico .....	78
5.1.	Generalidades .....	78
5.2.	Inversión Fija.....	78
5.3.	Equipo y maquinaria.....	78
5.4.	Costos directos.....	79
5.5.	Costos indirectos .....	79
5.6.	Inversión de capital total.....	80
5.7.	Financiamiento .....	81
5.8.	Presupuestos .....	81
5.9.	Ingresos.....	81
5.10.	Egresos .....	83
5.10.1.	Costos directos.....	83
5.10.2.	Costos indirectos .....	85
	CONCLUSIONES.....	87
	RECOMENDACIONES .....	88

ANEXOS .....	92
Anexo 1 Cronograma de trabajo para la investigación.....	93
Anexo 2 Diagrama de gannt para el desarrollo del proyecto. ....	94
Anexo 3 Resultados .....	95
Anexo 4. DECRETO SUPREMO N° 003-2002.....	103

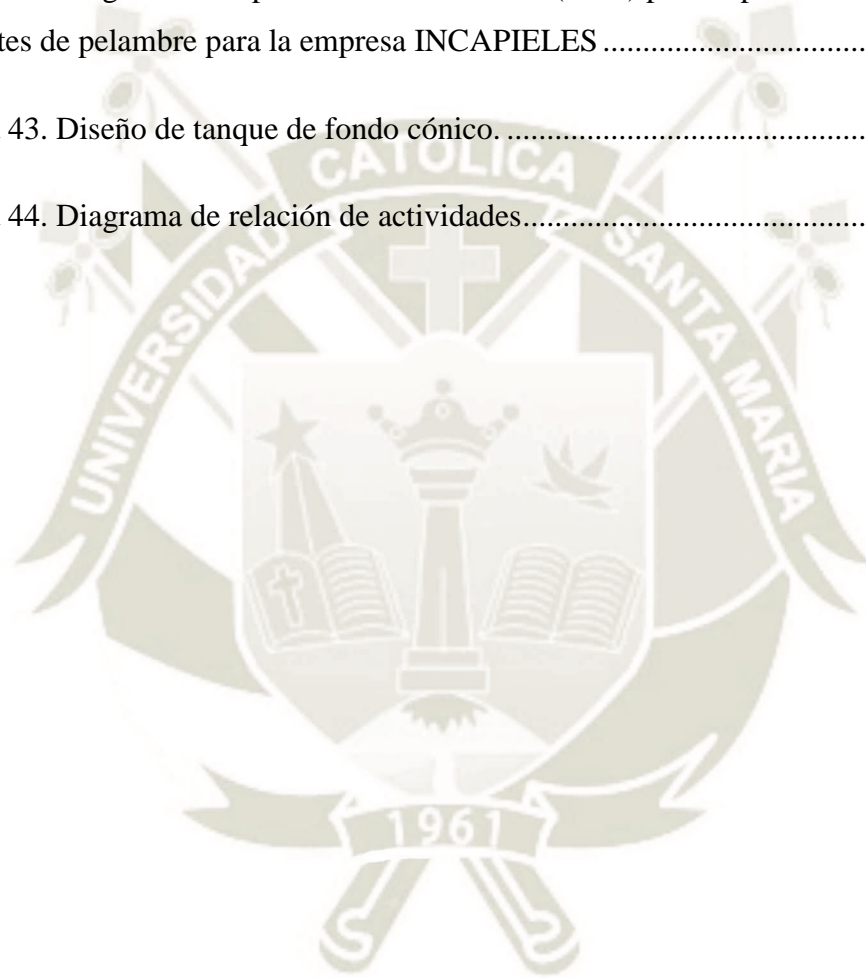


## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Presentación de sulfuro de sodio.....	7
Figura 2. Diagrama de Flujo del Proceso de Curtido de la empresa “INCAPIELES E.I.R.L.” .....	10
Figura 3.Recepción de pieles de Res - Saladas .....	11
Figura 4. Proceso de Pelambre .....	12
Figura 5. Residuos producto del descarte.....	13
Figura 6. Curtido con sales de cromo .....	14
Figura 7. Equipo de rebajado.....	15
Figura 8. Pieles retiradas de la fase de neutralizado.....	16
Figura 9.Teñido .....	17
Figura 10. Equipo de Teñido.....	17
Figura 11. Carpeteadora: Secado.....	20
Figura 12. Fase de estirado .....	21
Figura 13. Fase de recorte y acabado .....	21
Figura 14. Estirado y Secado de piel en equipo Plancha.....	22
Figura 15. Secado final.....	22
Figura 16. Equipo de texturización.....	23
Figura 17. Planchas texturizadas para los cueros .....	23
Figura 18. Ubicación de la empresa INCAPIELES .....	29
Figura 19. Técnica de investigación .....	34

Figura 20. Efluentes líquidos con contenido de sulfuros luego del proceso de pelambre de las pieles .....	35
Figura 21. Recojo de muestras .....	35
Figura 22. Configuración del filtro de arena .....	36
Figura 23. Pasando los efluentes por el filtro de arena.....	36
Figura 24. Filtrando los efluentes líquidos .....	37
Figura 25. Control de pH de los efluentes .....	38
Figura 26. Comparando el papel indicador con la escala .....	38
Figura 27. Equipo de agitación y mezcla .....	39
Figura 28. Agitación de los efluentes e inyección de aire para la oxidación de los sulfuros .....	40
Figura 29. Control de pH luego de la agitación.....	40
Figura 30. Partes principales del módulo de agitación y mezcla.....	41
Figura 31. Diagrama de bloques considerando ingreso y egresos de materia y energía para la prueba en gabinete. ....	42
Figura 32. Tanque de 200litros adaptado para el tratamiento de los efluentes de la empresa INCAPIELES. ....	43
Figura 33.Carga del tanque de agitación con los efluentes de la empresa INCAPIELES. .	44
Figura 34.Llenando el tanque con efluentes luego del proceso de pelambre. ....	44
Figura 35. Verificando la presión de ingreso del aire hacia el tanque.....	44
Figura 36.Verificando el ingreso de aire en el tanque.....	44
Figura 37. Diagrama de bloques considerando los ingresos y egresos de materia y energía para la prueba piloto. ....	45

Figura 38. Estrategia.....	51
Figura 39. Experiencia de Oxidación de Sulfuros en volumen de 20 Litros.....	59
Figura 40. Experiencia de Oxidación de Sulfuros en volumen de 200 Litros.....	59
Figura 41. Experiencia de Oxidación de Sulfuros en volumen de 200 Litros.....	60
Figura 42. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) para la planta de tratamiento de efluentes de pelambre para la empresa INCAPIELES .....	66
Figura 43. Diseño de tanque de fondo cónico.....	70
Figura 44. Diagrama de relación de actividades.....	74



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productos químicos para el proceso de engrase – Tipo Cuero Frisado.....	19
Tabla 2 Límites máximos permisibles de efluentes para alcantarillado de las actividades de cemento, cerveza, papel y curtiembre, según el Decreto Supremo N° 003 – 2002 – PRODUCE .....	25
Tabla 3 Vertimiento Red de Saneamiento o cuerpo de agua. Argentina.....	26
Tabla 4. Operacionalización de variables.....	30
Tabla 5. Condiciones de operación.....	39
Tabla 6. Condiciones de operación.....	43
Tabla 7. Contenidos totales de elementos leídos por el equipo ICP.....	52
Tabla 8. Control de pH, densidad y temperatura de los efluentes de pelambre .....	56
Tabla 9. Caracterización de los efluentes luego del tratamiento .....	58
Tabla 10. Volumen de emisión de los botales de pelambre .....	61
Tabla 11. Volumen de efluente a tratar .....	62
Tabla 12. Recursos humanos para la empresa.....	63
Tabla 13. Equipamiento necesario para el tratamiento de efluentes .....	63
Tabla 14. Costos comparativos de tres empresas en Arequipa.....	64
Tabla 15. Cálculo de los elementos estáticos .....	72
Tabla 16. Área aproximada de cada una de las áreas descritas anteriormente.....	73
Tabla 17. Clasificación de cercanía entre áreas.....	74
Tabla 18. Costo de los equipos.....	78
Tabla 19. Estimación de los costos directos en función del costo de equipo .....	79



Tabla 20. Estimación de los costos indirectos en función del costo del equipo.....	80
Tabla 21. Estimación de la inversión del capital total (KIT) en función del costo de equipo .....	80
Tabla 22. Cálculo de ingreso en soles por mes de acuerdo al número de pieles que curte la empresa.....	82
Tabla 23. Promedio mensual de ingresos totales para la empresa INCAPIELES.....	83
Tabla 24. Costo de la mano de obra directa .....	84
Tabla 25. Costos directos totales.....	84
Tabla 26. Materiales y suministros indirectos.....	85
Tabla 27. Mantenimiento.....	85
Tabla 28. Total de costos indirectos .....	86
Tabla 29. Total del presupuesto egresos.....	86

## CAPITULO I

### 1. Planteamiento teórico

#### 1.1. Identificación del Problema

En la empresa INCAPIELES está localizada por el parque industrial de Río Seco, en su proceso principal de curtir pieles hace generar una gran cantidad de residuos los cuales muchas veces suelen convertirse en efluentes, sobre todo en el proceso de pelambre ya que todos los botaes tienen contacto con una solución de sulfuro de sodio, la cual ayuda a sacar los pelos de las pieles.

La empresa brinda el servicio de curtido de pieles sin pelo es su principal ingreso; luego de la realización del curtido de pieles los líquidos utilizados en este proceso quedan expuestos al medio ambiente ya que pasan por un sistema de alcantarillado el cual al tener cualquier tipo de contacto con el ambiente quedara nula la posibilidad del crecimiento de algún cultivo, es por eso que debe ser tratada esta solución ya que supera por mucho los límites máximos permisibles (LMP) según la legislación peruana.

#### 1.2. Descripción del Problema

La empresa INCAPIELES encargada del curtido de pieles se enfoca en la recolección de sólidos en suspensión de sus líquidos efluentes como los residuos de carne, de piel, etc. Esta curtiembre no cuenta con un tratamiento especial para los desechos químicos (efluentes líquidos) expulsados luego de curtir las pieles.

#### 1.3. Objetivos

##### 1.3.1. Objetivo General

Mejorar el proceso de tratamientos de efluentes líquidos para disminuir la cantidad de sulfuros en los efluentes de la empresa de curtido de pieles INCAPIELES.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los efluentes líquidos luego del proceso de pelambre de la curtiembre INCAPIELES.
- Determinar la cantidad de sulfuro que está emitiendo la empresa INCAPIELES.
- Proponer una mejor distribución para el tratamiento de los efluentes.
- Aplicar método oxigenación para el tratamiento de sulfuros y cumplir con la normativa.
- Analizar los costos requeridos para la construcción y puesta en marcha.

### 1.4. Justificación de la investigación

#### 1.4.1. En cuanto a lo social

El proyecto trata de mejorar el proceso de tratamientos de efluentes líquidos para disminuir la cantidad de sulfuros en los efluentes de la empresa de curtido de pieles INCAPIELES basado en DECRETO SUPREMO N° 003-2002 que regula las cantidades límites de los efluentes de sulfuro.

#### 1.4.2. En el aspecto académico

La empresa INCAPIELES EIRL tiene como política el colaborar con el aprendizaje de los estudiantes de diferentes instituciones educativas por medio de visitas técnicas, y en las cuales se hará saber las mejoras que se realizarán a la empresa en cuanto al mejoramiento en el proceso de tratamiento de las curtiembres.

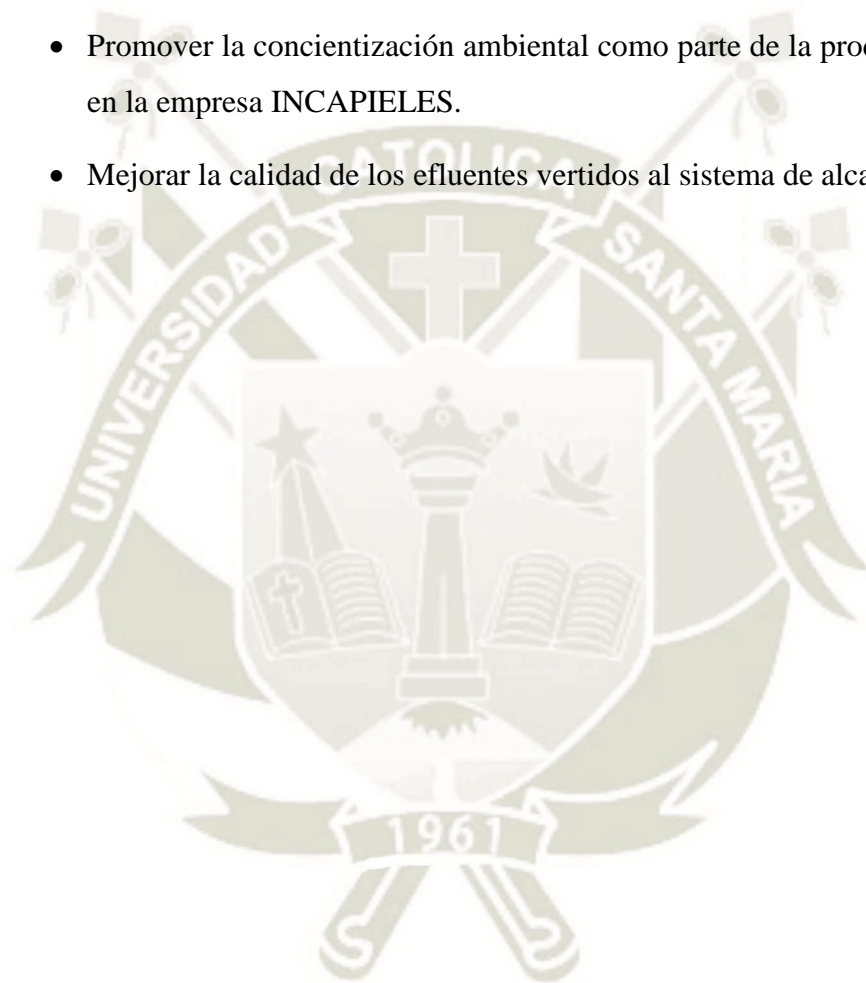
#### 1.4.3. En el aspecto económico

Elaborar una mejorara en el proceso de tratamientos de efluentes líquidos para disminuir la cantidad de sulfuros en los efluentes de la empresa de curtido de pieles INCAPIELES basado en DECRETO SUPREMO N° 003-2002, trata de colaborar con el medio ambiente, lo cual a largo plazo generara beneficios económicos ya que se reduciría las cantidades de material contaminante que es arrojado por las alcantarillas.

### 1.5. Alcances

El presente volumen de tesis comprende “Mejorar el sistema de tratamiento de efluentes líquidos de la empresa INCAPIELES” debiendo contribuir con la empresa para que permita lograr los siguientes alcances:

- Cumplir con la normativa para la emisión de sulfuros.
- Reducir la probabilidad de multa para la empresa INCAPIELES.
- Promover la concientización ambiental como parte de la producción de pieles en la empresa INCAPIELES.
- Mejorar la calidad de los efluentes vertidos al sistema de alcantarillado.



## CAPITULO II

### 2. Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

- Fernández (2015), en su trabajo de grado para el Título de Ingeniero en Medio Ambiente titulado: “Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para optimizar el proceso de pelambre en la empresa “Curtipiel Martínez”, parroquia Izamba, Cantón Ambato, provincia de Tungurahua, periodo 2013-2014”, en la Universidad Técnica de Cotopaxi en Latacunga –Ecuador. Tuvo como objetivo Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para optimizar el proceso de pelambre en la empresa “Curtipiel Martínez”. El experimento consistió en un análisis de las aguas provenientes de la fase de pelambre, al comparar los resultados obtenidos, con la normativa ambiental vigente, se pudo observar que estos valores estaban fuera de los parámetros estándares establecidos. En vista de esto se vió la necesidad de la investigación, en la etapa de pelambre, ya que es donde se genera más aguas residuales contaminantes. Los parámetros a evaluar fueron: pH, DQO, DBO, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables. Se diseñó un sistema de rejillas que filtran el agua y se logró una disminución considerable en los valores límites permisibles.
- Jarrín (2016), en su tesis para obtener el título de ingeniero químico “Reducción de sulfuros en el agua residual de la industria de la curtiembre”, en la Universidad Central Del Ecuador, en Quito, su objetivo fue el de estudiar el proceso de oxidación avanzada, para reducir la concentración de sulfuros, presentes en el efluente de la etapa de pelambre del proceso de curtición del cuero. Se aplicó un pre tratamiento en los efluentes a trabe de las técnicas de neutralización del pH, filtración y clarificación. El método utilizado fue el FENTON, a base de una inyección de aire, aplicando diferentes concentraciones de H que variaban desde 500 hasta 2000 ppm, el sulfato de hierro variaba desde 25 hasta 75 ppm, con una duración de reacción entre 2 y 4 horas. Se obtuvo que las mejores condiciones se dieron con 2000 ppm de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y con 75 ppm de FeSO<sub>4</sub>, con 4 horas de reacción. El porcentaje máximo

de remoción obtenido en la investigación fue de 93.98% en los sulfuros, debido a que no remueve los sulfuro en los niveles máximos permitido, se recomienda utilizarlo como un pre tratamiento.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

- Castillo y López (2018), en su tesis “Tratamiento del agua residual industrial de la curtiembre Rolemt, para el cumplimiento de los valores máximos admisibles”, en la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Su objetivo fue el de implementar un sistema de tratamiento de efluentes de la curtiembre Rolemt, todo con la finalidad de dar cumplimiento con la normativa ambiental vigente D.S N° 021-2009- VIVIENDA. El estudio tuvo una duración de 11 días de los cuales al comparar los resultados en las variables antes y después de la implementación del sistema se pudo observar que estos disminuyeron considerablemente los valores de los parámetros estudiados: DBO, DQO, Cr Total, SST, SS, Sulfuros, entre otros. Obteniendo una reducción de entre el 86% hasta un 99% de los valores iniciales. Demostrando así que la implementación fue efectiva.
- Bernabé (2018), en su tesis para el grado de ingeniero “Efecto de la concentración del manganeso y el tiempo de aireación en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido”. En la Universidad César Vallejos en Trujillo – Perú. Tuvo como objetivo demostrar el efecto de la concentración del manganeso ( $MnO_2$  y  $MnCl_2$ ) y el tiempo de aireación en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido. Se utilizaron concentraciones de manganeso de 0.5, 1 y 1.5%, mientras que el tiempo de aireación estuvo entre 4 y 8 horas, con un flujo de 0.2 l/min. Los resultados que se obtuvieron fueron que la mayor remoción de sulfuro fue lograda en la concentración de 1.5% con un tiempo de remoción de 8 horas, logrando disminuciones de entre 83.1% y 98%.

### 2.1.3. Antecedentes locales

- Huisacayna (2019) ,en su tesis “Análisis y propuesta de mejoras en una curtiembre, para mejorar la productividad en la ciudad de Arequipa 2017”, en la Universidad Católica de Santa María, tuvo como objetivo la evaluación de dos propuestas de distribución para la mejora de la producción de una curtiembre, escogiendo como mejor propuesta la primera ya que es la más rentable para poner en práctica en la curtiembre ya que mejorará la producción de manera eficiente y logrará una redistribución adecuada de la maquinaria, el principal objetivo de esta investigación fue identificar las áreas de la empresa que necesitan ser redistribuidas para poder conseguir la optimizar los espacios de la empresa logrando mejorar la seguridad y condiciones de los trabajadores con un plan estratégico que nos ayude a incrementar las ventas.
- Muñoz (2019), en su tesis “Diseño, implementación y validación de un sistema de tratamiento de efluentes del proceso de curtido de pieles en la empresa Pieles del Sur E.I.R.L”, en la Universidad Católica San Pablo, tuvo como objetivo, diseñar, implementar y validar un sistema de tratamiento de efluentes generados en el proceso de curtido de pieles, en la empresa Pieles del Sur E.I.R.L, el diseño utilizado fue un estudio donde se aplicó un pre-tratamiento la cual es un tratamiento para los sulfuros y el cromo, luego se realizó un tratamiento físico – químico, que consistió en un mixer de coagulación y un mixer de floculación y un sedimentador que el encargado de la remoción de DBO5, DQO, SST, entre otros. Por último, se realizó un tratamiento de lodos. Los resultados obtenidos indican que hubo una reducción de las concentraciones de Cromo y Sulfuro y la remoción parcial de los SST, DBO5, DQO y Nitrógeno Amoniacal de los efluentes de la empresa.
- Zevallos (2014), en su trabajo de investigación “Determinación de parámetros fisicoquímicos en efluentes industriales de curtiembres de la asociación de pequeñas y medianas empresas de curtiembres, fábricas de cola y derivados del cuero (Apymeco) - parque industrial de Río Seco (pirs), Cerro Colorado - Arequipa. 2013” en la Universidad Nacional De San Agustín en Arequipa. Su objetivo fue determinación de parámetros fisicoquímicos en efluentes industriales de curtiembres de la Asociación de Pequeñas Y Medianas

Empresas de Curtiembres, Fabricas De Cola y Derivados Del Cuero-APYMECO. Las muestras fueron tomadas del punto final de descarga de la poza de sedimentación, agua del canal de regadío, para luego compararlos con los valores permisibles de la normativa. En el análisis realizado se determinó que la normativa se incumple en los siguientes parámetros: pH, DQO, DBO<sub>5</sub> y solidos suspendidos totales, sulfuros y cromo. Concluyendo que las aguas deben recibir un tratamiento antes de ser desechadas.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Sulfuro de sodio

Sulfuro de sodio. Es el compuesto químico con la fórmula  $\text{Na}_2\text{S}$ , o más comúnmente la  $\text{Na}_2\text{S}_9\text{H}_2\text{O}$  hidrato. Ambos son sales solubles en agua incoloras que dan soluciones fuertemente alcalinas. Cuando se expone al aire húmedo,  $\text{Na}_2\text{S}$  y sus hidratos emiten sulfuro de hidrógeno, que huele a huevos podridos(Salas, 2005).



Figura 1. Presentación de sulfuro de sodio

Fuente: Fotografía propia



### 2.2.2. Sulfuros

Los sulfuros son combinaciones de compuestos que se encuentran formados por azufre, con un estado de oxidación  $-2$ , junto a otro elemento químico o también, junto a un radical. Existen diferentes tipos de azufre como los de tipo covalente, los de hidrógeno siendo este el sulfuro más conocido y utilizado. Todos los sulfuros son tóxicos para el medio ambiente como para los humanos; este puede causar problemas en su ingestión o inhalación (Castillo & López, 2018).

### 2.2.3. Estructura

$\text{Na}_2\text{S}$  adopta la estructura antifluorita, lo que significa que los centros de Na ocupan sitios del fluoruro en el marco  $\text{CaF}_2$ , y los más grandes  $\text{S}^{2-}$  ocupan los sitios de  $\text{Ca}^{2+}$ . En solución, la sal, por definición, se disocia. El dianión  $\text{S}^{2-}$  no, sin embargo, existe en cantidades apreciables en el agua. El sulfuro es demasiado fuerte una base de convivir con el agua (Esparza & Gamboa, 2001).

### 2.2.4. Propiedades físicas

Cristales blancos giroscópicos

Olor característico.

Punto de fusión:  $920 - 950\text{ }^\circ\text{C}$

Densidad:  $1.86\text{ g/cm}^3$

Temperatura de auto inflamación:  $> 480^\circ\text{C}$

Coefficiente de partición octanol/agua  $\log \text{Pow}$ : 3,5 (Zevallos, 2014).

### 2.2.5. Aplicaciones

- Elaboración del papel kraft
- Tratamiento de aguas con el fin de eliminar oxígeno o como un precipitante de metales
- Revelado de fotografías por oxidación
- Industria Textil como un desulfurising
- Industrias de curtiembres para el desprendimiento de pelos
- Fabricación de tintes de azufre o diferentes compuestos

- Proceso de flotación de minerales
- Conservantes de alimentos
- Elaboración del detergentes (Zevallos, 2014).

#### **2.2.6. Medidas de Seguridad**

Como hidróxido de sodio y sulfuro de carbón es fuertemente alcalino y puede causar quemaduras en la piel. Los ácidos reaccionan con ella para producir rápidamente sulfuro de hidrógeno, que es un gas tóxico y olor fétido(Esparza & Gamboa, 2001).

#### **2.2.7. Proceso de curtiembre de pieles de la empresa INCAPIELES.**

Curtiembre Incapieles E.I.R.L. es una empresa que se dedica a la curtición de pieles de res, con la finalidad de obtener cueros con la mejor calidad que después serán distribuidos a sus clientes para la elaboración de distintas prendas de vestir a base de cuero como zapatos y carteras. El proceso de curtido es tal como se detalla en la Figura 2. Diagrama de Flujo del Proceso de Curtido de la empresa “Incapieles E.I.R.L.”

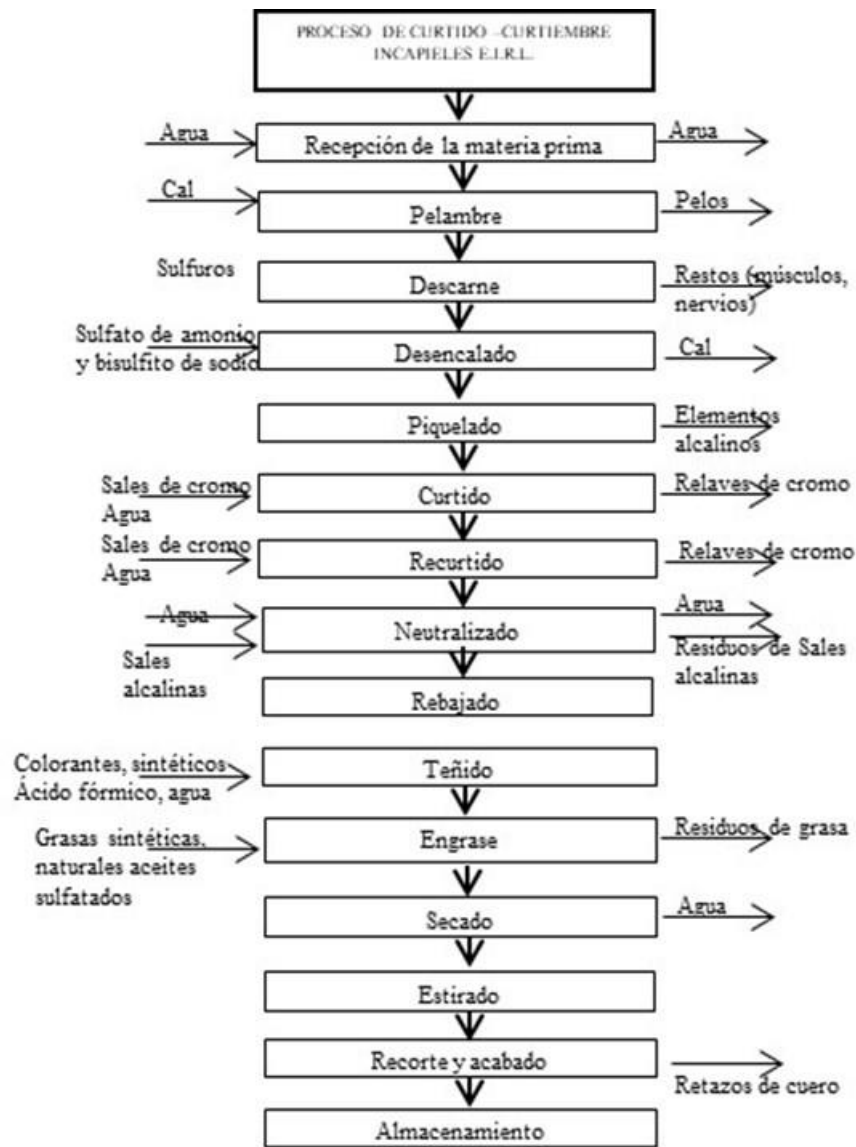


Figura 2. Diagrama de Flujo del Proceso de Curtido de la empresa “INCAPIELES E.I.R.L.”

Fuente: INCAPIELES (2016)

La materia prima está constituida por piel de Res, tales pieles deben encontrarse saladas con sal industrial, y luego que pasa por un proceso de clasificación y selección, es llevada al área de producción, según las condiciones en las que se encuentre (INCAPIELES, 2016).



**Figura 3. Recepción de pieles de Res - Saladas**

**Fuente:** INCAPIELES (2016).

### **2.2.8. Fase 2: Remojo de la Materia Prima**

La conservación de las pieles de animales se efectúa mediante una deshidratación total o parcial de ellos, esto hace que pierdan la suavidad y flexibilidad natural.

El remojo tiene como objetivo, devolver a las pieles conservadas por deshidratación, las cualidades de suavidad y flexibilidad que poseían. Además sirve para limpiar la suciedad que traen consigo y para eliminar del interior del mismo, esto se realiza en un botal (INCAPIELES, 2016).

### **2.2.9. Fase 3: Pelambre**

El pelambre incluye una serie de operaciones y efectos originados por principios mecánicos y particularmente químicos. Esta operación tiene como finalidad quitar el pelo o lana y la epidermis de la piel procedente de la fase 2: Remojo, además de abrir y separar las fibras por medio del hinchamiento para dar al cuero sus propiedades de flexibilidad en el grado requerido. Para ello se somete a un ataque con cal (encalado). La temperatura del agua es de 28 grados Celsius (INCAPIELES, 2016).

Luego de la operación de remojo, las pieles suficientemente hidratadas, limpias, con algunas proteínas eliminadas de su estructura, pasan a las operaciones de pelado, donde fundamentalmente se pretende, por un lado, eliminar del *corium*, la epidermis junto con el pelo o la lana, y por otro aflojar las fibras de colágeno con el fin de prepararlas apropiadamente para los procesos de curtido, pasan por el equipo mostrado en la Figura 4. En general, la concentración de los productos químicos involucrados así como el tiempo y tipo de proceso serán determinantes

del tipo de curtido, y particularmente de la blandura y resistencia físico-mecánica de los artículos finales (INCAPIELES, 2016).



**Figura 4. Proceso de Pelambre**

**Fuente:** INCAPIELES (2016).

En este proceso se disuelve el pelo utilizando cal y sulfuro de sodio, produciéndose, además, al interior del cuero, el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara el cuero para la posterior curtición. Tiene una doble misión. Eliminar la epidermis junto con el pelo y producir un aflojamiento de la estructura fibrosa del colágeno para prepararla para los procesos de curtición, eliminando parte del tejido conjuntivo y adiposo. Los procesos normales en piel vacuna usan de la acción conjunta del sulfuro sódico y el hidróxido cálcico. Sus efectos además de eliminar el pelo producen un hinchado y aflojamiento de la estructura fibrosa, eliminando proteínas solubles y saponificando parcialmente la grasa natural de la piel (Flores Cepeda, 2015).

#### 2.2.10. Fase 4: Descarne

En esta etapa se elimina de la piel, mediante cuchillas, el tejido subcutáneo (restos de músculos y nervios), las grasas o cualquier otro elemento indeseado (INCAPIELES, 2016).

Proceso que consiste en la eliminación mecánica de la grasa natural, y del tejido conjuntivo tal como se muestra en la Figura 5, esencial para las operaciones secuenciales posteriores hasta el curtido. El descarnado es una operación mecánica que elimina de la piel restos de tejido subcutáneo y adiposo (Flores Cepeda, 2015).



**Figura 5. Residuos producto del descarne.**

**Fuente:** INCAPIELES (2016).

#### 2.2.11. Fase 5: Desencalado

El propósito de la operación de desencalado es el de eliminar la cal y productos alcalinos del interior del cuero, para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido, para ello se utilizan soluciones acuosas de ácidos para neutralizar la piel eliminando la cal y los productos alcalinos formados. Para una adecuada respuesta, se utiliza agua a 38°C°, sulfato de amonio y bisulfito de Sodio (INCAPIELES, 2016).

Se realiza para eliminar la cal y los productos alcalinos del interior de la piel, disminuir el pH y anular al mismo tiempo el hinchamiento alcalino. Es una acción conjunta de neutralizado con productos químicos, aumento de temperatura suave y efecto mecánico (Flores Cepeda, 2015).

### 2.2.12. Fase 6: Piquelado

Tiene como objetivo el acondicionar las pieles para el curtido, así como interrumpir la acción de las enzimas sobre el colágeno y esto se lleva a cabo sometiéndolas a un tratamiento ácido en solución salina, se elimina totalmente el álcali que queda en la piel.

Otro objetivo es preparar las pieles para no fijar tan rápidamente las sales de cromo y así obtener un rápido avance de las mismas a través del espesor de las pieles (INCAPIELES, 2016).

### 2.2.13. Fase 7: Curtido

El curtido es la transformación de la piel en el cuero comercial por medio de la estabilización del colágeno de la piel mediante agentes curtientes (sal de cromo). Esta operación se realiza durante 3 horas en botaes de madera, tal como se muestra en la Figura 6 (INCAPIELES, 2016).



**Figura 6. Curtido con sales de cromo**

**Fuente:** INCAPIELES (2016).

#### 2.2.14. Fase 8: Rebajado

Operación mecánica que torna uniforme el grosor del cuero y produce aserrín o viruta de cuero. Se realiza en máquinas denominadas rebajadoras, tal como se muestra en la Figura 7 (INCAPIELES, 2016).

La finalidad de este proceso es la conseguir cueros de espesura uniforme, en esta operación se ajusta el cuero al espesor deseado, antiguamente se rebajaba a cuchillo (Shoes, 2011).



**Figura 7. Equipo de rebajado**

**Fuente:** INCAPIELES (2016).

#### 2.2.15. Fase 9: Neutralizado

El tiempo promedio que se deja el cuero en reposo después del curtido es de 24 horas, logrando el cuero una mayor fijación de cromo después de estar curtido el cuero, éste se encuentra en medio ácido (pH= 3.0-4.0). Por ello es necesaria la neutralización, para que los productos utilizados en las siguientes etapas penetren despacio y uniformemente al cuero.

Esta operación se inicia dando un lavado al cuero ya rebajado por diferentes factores, como son: darle al cuero la humedad suficiente, eliminar las rebajaduras que pueda contener el cuero, la eliminación de las sales neutras que contiene la piel y sales de cromo no fijadas al cuero. Es una pre-neutralización.

Después de efectuar el lavado, el cuero rebajado se trata en el botal con sales alcalinas como formiato y bicarbonato de sodio, y bicarbonato de amonio; y agua a 35°C para continuar separando las sales neutras y preparar al cuero para las fases siguientes: recurtido, teñido y engrase (INCAPIELES, 2016).





**Figura 8.** Pieles retiradas de la fase de neutralizado.

**Fuente:** INCAPIELES (2016).

### **2.2.16. Fase 10: Recurtido**

Una vez que se lleva a cabo la clasificación en el proceso de fabricación, se destina los cueros al tipo de cuero más apropiado. Es aquí en donde las características y propiedades específicas que exige cada tipo de piel exigen la forma de realizar la recurtición.

La recurtición consiste en el tratamiento del cuero curtido con uno o más productos químicos con el objeto de obtener un cuero más lleno, con mejor resistencia al agua, mayor blandura. Se utiliza sales minerales diferentes al cromo y curtientes sintéticos. Esta operación se realiza a 40 grados Celsius °C y se utiliza recurtientes vegetales, sintéticos y acrílicos (INCAPIELES, 2016).

### **2.2.17. Fase 11: Teñido**

Es la operación cuyo objeto es dar un color determinado al cuero. Se emplea colorantes sintéticos ácidos y básicos además se utiliza ácido fórmico y agua a de 20-65 grados Celsius °C. Se utiliza un equipo de teñido, tal como se muestra en la Figura 9 y 10. De acuerdo a las necesidades se realizó:

- Teñido de la superficie para igualación y profundo cubrimiento de defectos en la flor.
- Profundizar la coloración para disminuir las partes claras visibles (INCAPIELES, 2016).



**Figura 9. Teñido**

**Fuente:** INCAPIELES (2016).



**Figura 10. Equipo de Teñido.**

**Fuente:** INCAPIELES (2016).

### 2.2.18. Fase 12: Engrase

El cuero obtenido es duro, con muy poca flexibilidad y nada agradable al tacto por ello es necesario engrasarlo para recuperar tales propiedades. El engrase es una fase donde el proceso acuoso de la elaboración del cuero pasa al secado correspondiente, siendo este de vital importancia para la generación de las propiedades físicas y mecánicas del cuero.

Cuando el cuero ya está totalmente seco con todas sus fibras deshidratadas y unidas logrando una consistencia firme y compacta, de inicia con el proceso de incorporar sustancias grasas en los espacios entre las fibras, donde son fijadas, para obtener entonces un cuero más suave y flexible. Para ello se utilizan grasas sintéticas y naturales con agua a 65 grados Celsius °C. Este proceso exige un determinado control para obtener partidas uniformes (INCAPIELES, 2016).

Su finalidad es dar el aspecto físico final al cuero, tanto en color como en flexibilidad y tacto. Se utilizan materias como grasas, aceites sulfatados, sulfonados y sulfitados, colorantes sintéticos aniónicos y catiónicos, ácidos minerales u orgánicos, amoníaco y aminos oxietilenadas (Flores Cepeda, 2015).

Para la generación de Cuero tipo Frisado son necesarios los productos que se muestran en la tabla 1, insumos que brindaran el color y la consistencia al cuero de piel para su comercialización.

**Tabla 1.** Productos químicos para el proceso de engrase – Tipo Cuero Frisado

<b>PRODUCTO QUIMICO</b>	<b>CARACTERISTICAS BRINDADAS AL CUERO</b>
Ácido Acético	Agente descalcificante en el curtido del cuero.
Sulfato de Cromo	Recurtiente
Formiato	Neutralizante
Smartan NT	Tamponante
Lh-40	Acrílico
Filler FJ	Se encarga de darle carne al cuero
Quebracho	Tanino – Vegetal duro
Mimosa Weillbull Black	Tanino – Vegetal blando
Tanigan PR	Dispersante
THN	Anilina
Ácido Fórmico	Agente descalcificante y neutralizante
Pardo T3GN	Color Amarillo patito
Trupocor TS	Color Amarillo patito
Pardo GMG	Color Amarillo patito

**Fuente:** INCAPIELES (2016).

### 2.2.19. Fase 13: Secado

El cuero que ha sido curtido, teñido y engrasado, está listo para secarlo. Los materiales curtientes, colorantes y lubricantes están colocados en íntimo contacto con las fibras. Estos materiales se encuentran todavía en solución y su reacción con las fibras está incompleta. El secado no es sólo la eliminación de la humedad del cuero para transformarlo en cuero más utilizable, sino que también contribuye a la realización completa de las reacciones químicas que hacen el cuero.

En el proceso de secado se perciben distintos cambios químicos como físicos, como la disminución de la humedad del cuero, la contracción de su superficie y la migración de sustancias solubles dando lugar a distintos enlaces de fibras y productos (INCAPIELES, 2016).

Tal como se muestra en la Figura 11, se utiliza dicho equipo para eliminar la humedad del cuero, los dos rodillos del equipo generan presión sobre el cuero escurriendo.



**Figura 11.** Carpeteadora: Secado

**Fuente:** INCAPIELES (2016).

### 2.2.20. Fase 14: Estirado

En esta fase el cuero seco se somete a presiones de estiramiento para optimizar su distribución uniforme y evitar que existan dobleces en el cuero. Tal como se muestra en la figura 12, se usa un equipo (INCAPIELES, 2016).



**Figura 12.** Fase de estirado

Fuente: INCAPIELES (2016).

### 2.2.21. Fase 15: Recorte y Acabado

Esta fase incluye la eliminación de trozos o partes de cuero curtido que representan aspectos estéticos negativos en la presentación del cuero, es decir, es más una actividad estética y de uniformizado (INCAPIELES, 2016).



**Figura 13.** Fase de recorte y acabado

Fuente: INCAPIELES (2016).

En la figura 13, se puede visualizar al operario realizando los recortes del cuero.



**Figura 14.** Estirado y Secado de piel en equipo Plancha

**Fuente:** INCAPIELES (2016).

Otro proceso para el acabado, es el uso del equipo de la plancha, se estira todo el cuero, eliminando dobleces y se baja la plancha, tal como se muestra en la figura 14.

Se cuelga en el equipo de secado y se deja secar naturalmente por 1 semana, tal como se muestra en la figura 15.



**Figura 15.** Secado final

**Fuente:** INCAPIELES (2016).



**Figura 16. Equipo de texturización**

**Fuente:** INCAPIELES (2016).



**Figura 17. Planchas texturizadas para los cueros**

**Fuente:** INCAPIELES (2016).

Los últimos acabados para el cuero es darle a flexibilidad y la texturización al cuero, de acuerdo a lo solicitado por el cliente. Para la texturización se hace uso del equipo mostrado en la figura 16 y haciendo uso de las planchas de la figura 17.



### 2.2.22. Fase 16: Almacenamiento

Los cueros ya preparados, se almacenan en un ambiente lo suficientemente ventilados y se empacan para su traslado al cliente.

### 2.2.23. Contaminación por la Industria de Curtiembre

Las diferentes etapas de la curtiembre generan una gran variedad de residuos sólidos y líquidos que necesitan un tratamiento adecuado antes de ser vertidos a los cuerpos receptores. Se estima que, para procesar una tonelada de piel desde el proceso de remojo hasta el proceso final de acabados, se usan entre 15 y 40m<sup>3</sup> de agua fresca, lo que genera, en consecuencia, un volumen semejante de residuos líquidos (Fernández, 2015).

Estos residuos han sido parametrizados por diferentes entidades ambientales, estableciéndose límites máximos permisibles por rubro industrial para evitar la contaminación de las aguas naturales.

En Perú, estos LMP han sido modificados en diversas ocasiones, estableciéndose los más recientes en el Decreto Supremo N° 003 – 2002 – PRODUCE (*ver Anexo 4*). Dichos límites son mostrados en la Tabla 2 Límites máximos permisibles de parámetros contaminantes de la industria curtiembre, según el Decreto Supremo N° 003 – 2002 – PRODUCE muestran los parámetros para los efluentes en la industria del Curtiembre, que posteriormente nos servirá como referencia para comparar los niveles de cromo total, antes y después del ensayo experimental(Ambiente, 2002).

**Tabla 2** Límites máximos permisibles de efluentes para alcantarillado de las actividades de cemento, cerveza, papel y curtiembre, según el Decreto Supremo N° 003 – 2002 – PRODUCE

Parámetros	Límites Máximos Permisibles de efluentes	
	Para alcantarillado	Para aguas superficiales
pH	6.5 – 9.5	6.0 – 8.6
Temperatura °C	35	35
Solidos suspendidos Totales (mg/L)	1000	35
Parámetros	Límites Máximos Permisibles de efluentes	
	Para alcantarillado	Para aguas superficiales
Aceites y grasas (mg/L)	100	25
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	1000	50
DQO (mg/L)	2500	250
Sulfuros (mg/L)	10	1
Cromo VI (mg/L)	0.5	0.3
Cromo total (mg/L)	5	2.5
N – NH <sub>4</sub> (mg/L)	50	20

**Fuente:** Ambiente (2002).

En otros países también hacen un control de los límites máximo permisibles del contenido de efluentes líquidos de alcantarillado en las diferentes industrias a

continuación se presenta en la tabla 3, vertimientos de red de saneamiento o cuerpo de agua en Argentina

**Tabla 3** Vertimiento Red de Saneamiento o cuerpo de agua. Argentina

PARAMETRO	<i>Límite permisible (mg/l)</i>		
	Alcantarillado	Conducto Pluvial	Cuerpo de agua
T(°C)	45		
pH	5,5 - 10		
Sustancias solubles en éter etílico	100	100	100
Sulfuros	1	1	1
Sólidos sedimentables en 10 minutos – naturaleza compacta (ml/L)	0,5	---	0,5
Sólidos sedimentables en 2 horas (ml/L)	---	1	---
DBO	200 Sobre muestra bruta	50 Sobre muestra decantada 2 horas	20 Sobre muestra bruta
Óxido Consumido	50 Sobre muestra bruta	20 Sobre muestra decantada 2 horas	20 Sobre muestra bruta
Demanda de Cloro	---	Se exige satisfacerla en los establecimientos citados	

Cianuro	0,1	0,1	0,1
Hidrocarburos	50	50	50
Cromo Hexavalente	0,2	0,2	0,2
Cromo Trivalente	2	2	2
Sustancias reactivas al azul de ortotoluidina	5	5 3 <sup>(2)</sup>	5 3 <sup>(5)</sup>
Cadmio	0,1	0,1	0,1
Plomo	0,5	0,5	0,5
Mercurio	0,005	0,005	0,005
Arsénico	0,5	0,5	0,5
Sustancias Fenólicas	5 Con planta de tratamiento final	0,050	0,050
	0,5 Sin planta de tratamiento final	0,5 El resto	0,5 Otros

Fuente: CIIA (2005).

## CAPITULO III

### 3. Planteamiento metodológico

#### 3.1. Metodología

En el proyecto de investigación se desarrollará una metodología aplicativa ya que el objetivo es analizar la materia prima que tengan contenido de sulfuro y aplicar el método ya existente para el tratamiento de sulfuros ya explicado en capítulos anteriores, esto nos permitirá lograr que la empresa INCAPIELES dedicada al rubro industrial de curtiembres pueda optimizar sus procesos y proponer de manera efectiva procesos que no dañen el medio ambiente.

#### 3.2. Hipótesis general

Es posible mediante la oxigenación de los relaves podemos tratar los sulfuros y llevarlos hasta los límites máximos permitidos según la legislación peruana.

#### 3.3. Hipótesis específicas

- Tomando la muestra se podrá obtener un barrido de los componentes que se encuentran en los fluentes líquidos luego del proceso de pelambre de la empresa INCAPIELES.
- Se obtiene el contenido de sulfuro que está emitiendo la empresa INCAPIELES.
- Aplicando el método de oxigenación a los efluentes con contenido de sulfuros lograremos rebajarlos hasta cumplir con la normativa exigida por la legislación peruana.
- Con el método probado podemos sugerir una distribución de los equipos requeridos para el tratamiento de efluentes de la empresa.
- Se puede evaluar el costo por la propuesta de implementación del sistema de tratamiento de efluentes con contenido de sulfuros de la empresa INCAPIELES.

### 3.3.1. Ubicación Geográfica



**Figura 18.** Ubicación de la empresa INCAPIELES

**Fuente:** Google Earth.

En la figura 18 se muestra la ubicación de la empresa de Curtiembre INCAPIELES E.I.R.L. En un círculo de color Rojo. La ubicación según la razón social se encuentra en el Parque Industrial de Río Seco, en el distrito de Cerro Colorado, en la ciudad de Arequipa.

### 3.4. Identificación y clasificación de variables

#### 3.4.1. Variable independiente

- Implementación de equipamiento para el tratamiento de efluentes.

#### 3.4.2. Variable dependiente

- Contenido de sulfuros en los efluentes líquidos.

### 3.4.3. Operacionalización de variables

**Tabla 4** Operacionalización de variables

Tipo de variable	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Unidad de Medida
Independiente	Implementación de equipamiento para el tratamiento de efluentes	"Análisis preliminar de una idea para mejorar el sistema de tratamiento de efluentes líquidos de la empresa INCAPIELES E.I.R.L."	Formulación de un proyecto que tenga por objeto el tratamiento de los efluentes líquidos de la empresa INCAPIELES E.I.R.L.	Costos de equipamiento Eficiencia de tratamiento B/C (beneficio/costo)	Porcentaje de valores aceptados
Dependiente	Contenido de sulfuros en los efluentes líquidos	El sulfuro de sodio es el principal agente contaminante que se emite luego del proceso de pelambre en la empresa INCAPIELES.	La cantidad de sulfuros no debe pasar los límites máximos permisibles (LMP) según la legislación peruana la cual es de 10 mg/l.	Cuantificación de sulfuros en los efluentes luego del tratamiento	Porcentaje de objetivos cumplidos.

Fuente: Elaboración propia.

## 3.5. Método y diseño de la investigación

### 3.5.1. Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación es cuantitativo de tipo experimental y explicativo, debido a que se permite establecer relaciones de causa y efecto en el tratamiento de los efluentes líquidos de la empresa INCAPIELES E.I.R.L. Se basará fundamentalmente en el análisis de los efluentes antes y después de las

mejoras en el sistema de tratamiento de efluentes líquidos para la descripción de características de los mismos. Cabe resaltar que se estudiará los efluentes en su ambiente.

### **3.5.2. Unidad de estudio, población y muestra**

#### **3.5.2.1. Unidad de estudio**

La unidad de estudio corresponde a la empresa INCAPIELES.

#### **3.5.2.2. Población**

Por ser un proyecto de solución de una problemática en la empresa INCAPIELES no existe una población de estudio.

#### **3.5.2.3. Muestra**

Por ser un proyecto de solución de una problemática en la empresa INCAPIELES no existe una muestra de estudio, más que la misma empresa INCAPIELES.

### **3.6. Técnicas**

Se considera dentro de las técnicas:

- Análisis documental.

### **3.7. Instrumentos**

Se considera:

- Ficha documental

### **3.8. Técnicas para el procesamiento de datos**

#### **3.8.1. Material y equipo**

Para la toma de muestras del efluente, se preparó los materiales y herramientas necesarias, tales como:

- **Implementos para recolección de muestra**
  - Envase para colección de efluente.
  - 1 Bidón de 10 litros.
  - 2 Botellas de plástico de polietileno o similar de 500 ml c/u.



- Plumón indeleble.
- Etiqueta de codificación.
- Termómetro.
- pH-metro.

- **Implementos de seguridad**

- Guantes de nitrilo.
- Botas de jebe.
- Respirador descartable.

**NOTA:**

La muestra se tomó de los efluentes del proceso de pelambre. Se dejó correr el efluente por 02 minutos y luego se colocó un envase contra el sentido de salida del efluente para recolectar la cantidad necesaria para llenar el bidón y las botellas de muestra, mantener en un ambiente frío, las muestras pueden conservarse en condiciones adecuadas hasta por 3 meses como máximo.

Las muestras tomadas en las botellas se enviaron a analizar al laboratorio inmediatamente para definir concentraciones iniciales. Para evitar confusión se colocó una etiqueta de codificación con la que será enviada a analizar a laboratorio.

Se tomaron los datos necesarios para nuestros análisis:

- pH.
- Temperatura Inicial.
- Propiedades organolépticas.

- **Instrumentos para la investigación:**

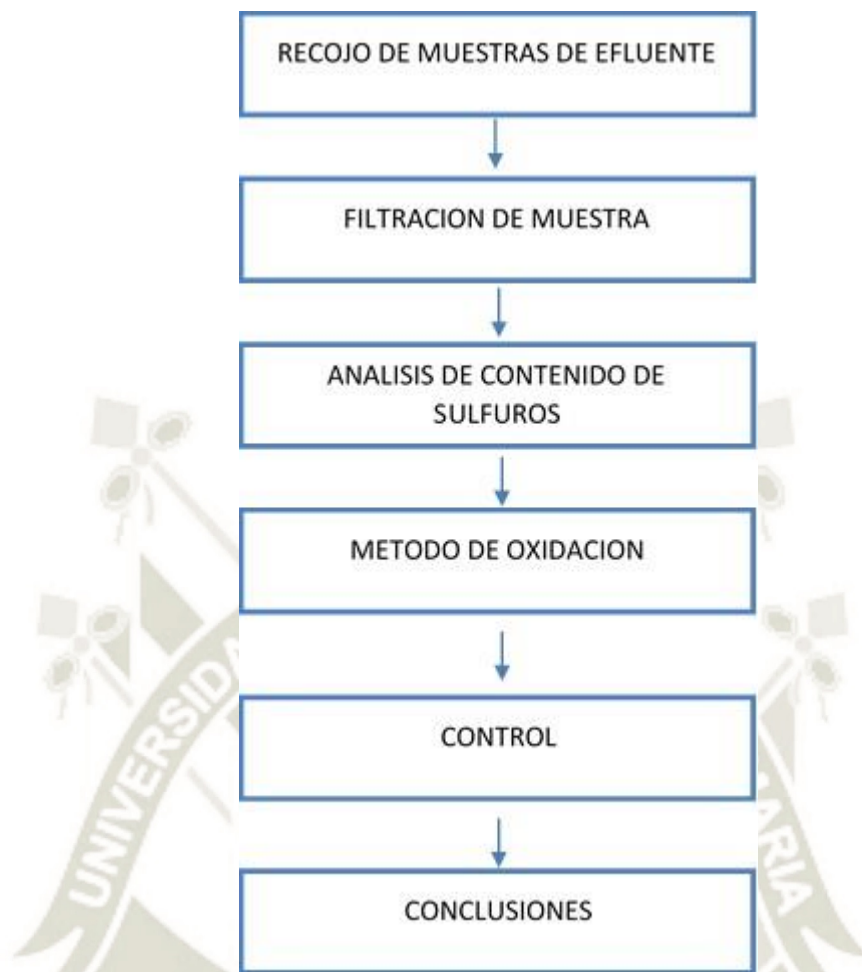
- Baguetas.
- 10 Botellas de 500 ml.
- Pipetas 10 ml.
- Vasos de precipitado de 100 y 500 ml.

- 10 Lunas de reloj o cristal de reloj.
- Soporte universal.
- Nueces, aros, pinzas para buretas.
- Matraz de Erlenmeyer de 100, 150 m.
- Papel filtro.
- **Equipos:**
  - Balanza analítica.
  - pH-metro.
  - Equipo ICP.
  - Tanque de agitación y mezcla.
  - Compresora de aire.

### 3.8.2. Técnicas de investigación

La técnica de la investigación está dividida en seis fases las que se muestran en la figura 19

- a) Recojo de muestras de efluentes.
- b) Filtración de muestra de efluente líquido con contenido de sulfuros.
- c) Análisis de contenido de sulfuros totales en el efluente.
- d) Aplicación del método de oxidación por insuflación de aire en la muestra.
- e) Control de contenido de sulfuros luego del tratamiento.
- f) Conclusiones.



**Figura 19.** Técnica de investigación

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **a) Recojo de muestras de efluentes**

Bajo la autorización del Gerente general de la empresa Incapieles E.I.R.L. se tomó la muestra de agua de uno de los botaes incluidos en el proceso de pelambre.

En la figura 20 se observa uno de los botaes de pelambre de pieles de la empresa son trabajados en el proceso de curtido, una vez pasada las 8 horas en el que las pieles han tenido contacto con el sulfuro de sodio para desprender los pelos de las pieles, estos líquidos son desechados.



**Figura 20.** Efluentes líquidos con contenido de sulfuros luego del proceso de pelambre de las pieles

**Fuente:** Fotografía propia.

Se toma la muestra con el cuidado respectivo y se embaza en un tanque totalmente limpio, para ser luego filtrado y tratado por el método de oxidación por insuflación de aire.



**Figura 21.** Recojo de muestras

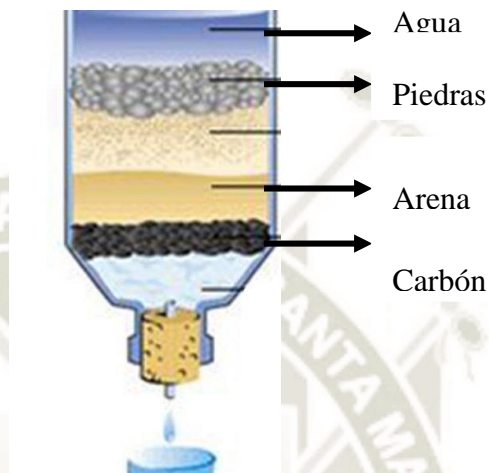
**Fuente:** Fotografía propia.

En la figura 21 se observa el recojo y almacenado de las muestras de efluentes del proceso de pelambre.

**b) Filtración de muestra de efluente líquido con contenido de sulfuros**

Se debe eliminar todos los sólidos en suspensión que presente la muestra de efluentes por lo que se hace pasar dicha muestra por un filtro de arena, para garantizar la total retención de las partículas en suspensión.

La configuración del filtro de arena se muestra a continuación en la figura 22.



**Figura 22.** Configuración del filtro de arena

**Fuente:** Elaboración propia.

Mediante esta configuración se prepara el filtro de arena y se procede a verter los efluentes para ser filtrados, en la figura 23 se observa el filtro de arena en operación de filtración de los efluentes.



**Figura 23.** Pasando los efluentes por el filtro de arena

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 24.** Filtrando los efluentes líquidos

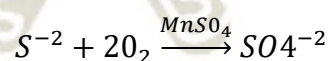
**Fuente:** Elaboración propia

**c) Aplicación del método de oxidación por insuflación de aire**

**• Aplicación del método a nivel gabinete**

El método consiste en la insuflación de aire a los efluentes para poder oxidar los sulfuros presentes a sulfatos que es un estado menos toxico para el medio ambiente.

La ecuación que define la oxidación se muestra a continuación:



Primero tomaremos lectura del pH de los efluentes como primer ensayo de control de la solución, este dato nos servirá para la caracterización y posteriormente al volver a tomar el pH nos damos cuenta si ha habido cambios en los elementos que componen al efluente.



**Figura 25.** Control de pH de los efluentes

**Fuente:** Elaboración propia.

Luego se procede a comparar con la escala de pH para determinar el pH de la solución.



**Figura 26.** Comparando el papel indicador con la escala

**Fuente:** Elaboración propia.

En un equipo de agitación y mezcla se vertió 20 litros de los efluentes líquidos, se procedió a encender el equipo para agitar la solución, y a

continuación por un conducto que posee el tanque se conecta a una compresora de aire, el cual al abrir la válvula ingresará aire a los efluentes, por la agitación lograremos una mayor distribución del oxígeno, para una mejor oxidación de los sulfuros. Las condiciones de operación son las siguientes:

**Tabla 5.** *Condiciones de operación*

CONDICIÓN	VALOR DE TRABAJO
Volumen de efluente	20 litros
Agitación	100 rpm
Ingreso de aire	5 psi
Tiempo	3 horas
Temperatura	Ambiente

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 27.** Equipo de agitación y mezcla

**Fuente:** Elaboración propia





**Figura 28.** Agitación de los efluentes e inyección de aire para la oxidación de los sulfuros

**Fuente:** Elaboración propia

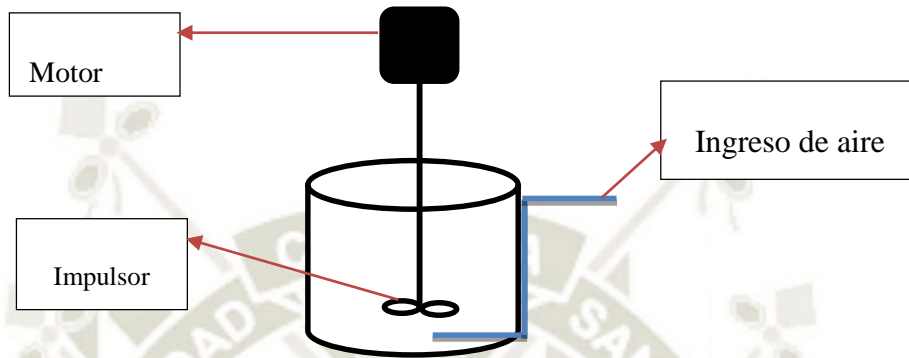


**Figura 29.** Control de pH luego de la agitación

**Fuente:** Elaboración propia.

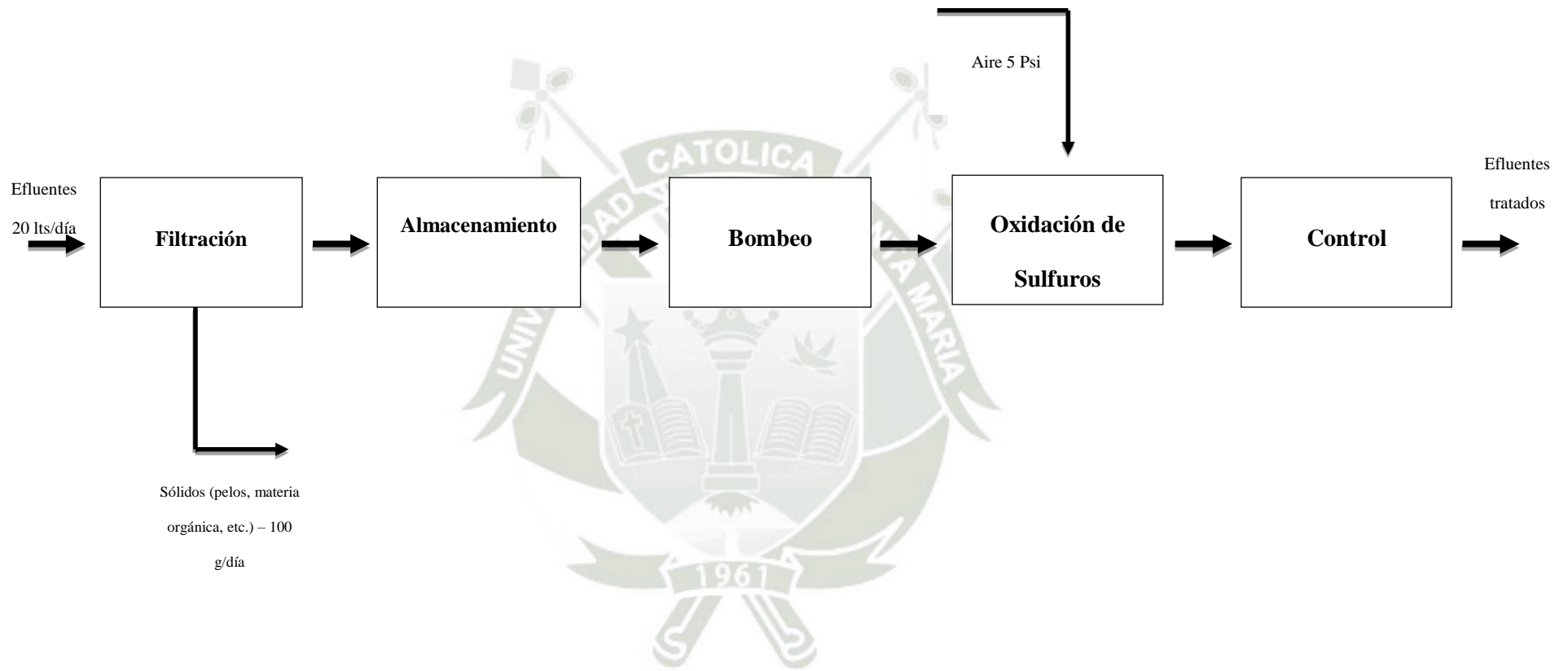
**NOTA:** El equipo de agitación y mezcla está provisto de un tubo que va hasta la parte inferior por el cual conduce el aire que proviene de la compresora, de esta manera permite la insuflación de aire a los efluentes, y

el objetivo del agitador es que al momento de salir la burbuja del tubo este impacte con el impulsor del agitador, lo cual hará que las burbujas se dividan y se formen micro burbujas y se puedan distribuir en todo el tanque, logrando así un contacto con todos los sulfuros en el efluente, y así oxidarlos con mayor efectividad para el tratamiento.



**Figura 30.** Partes principales del módulo de agitación y mezcla.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 31.** Diagrama de bloques considerando ingreso y egresos de materia y energía para la prueba en gabinete.

**Fuente:** Elaboración propia

- **Aplicación del método a nivel piloto**

La empresa INCAPIELES proporcionó el uso de un tanque para realizar las pruebas de pilotaje del tratamiento de sus efluentes con contenido de sulfuros, se adaptó un mecanismo de agitación y la entrada de aire comprimido como el tanque de agitación en el punto anterior, para la posterior oxidación de los sulfuros.

Se recoge un total de 200 litros para el ensayo en un tiempo de 8 horas de tratamiento, las condiciones de operación son las siguientes:

**Tabla 6.** Condiciones de operación

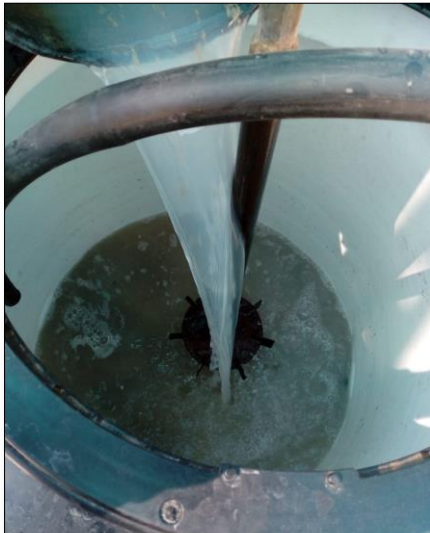
Condición	Valor de trabajo
Volumen de efluente	200 litros
Agitación	100 rpm
Ingreso de aire	10 psi
Tiempo	8 horas
Temperatura	Ambiente

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 32.** Tanque de 200litros adaptado para el tratamiento de los efluentes de la empresa INCAPIELES.

**Fuente:** Elaboración propia



*Figura 34.* Carga del tanque de agitación con los efluentes de la empresa INCAPIELES.

Fuente: Elaboración propia



*Figura 33.* Llenando el tanque con efluentes luego del proceso de pelambre.

Fuente: Elaboración propia



*Figura 36.* Verificando la presión de ingreso del aire hacia el tanque.

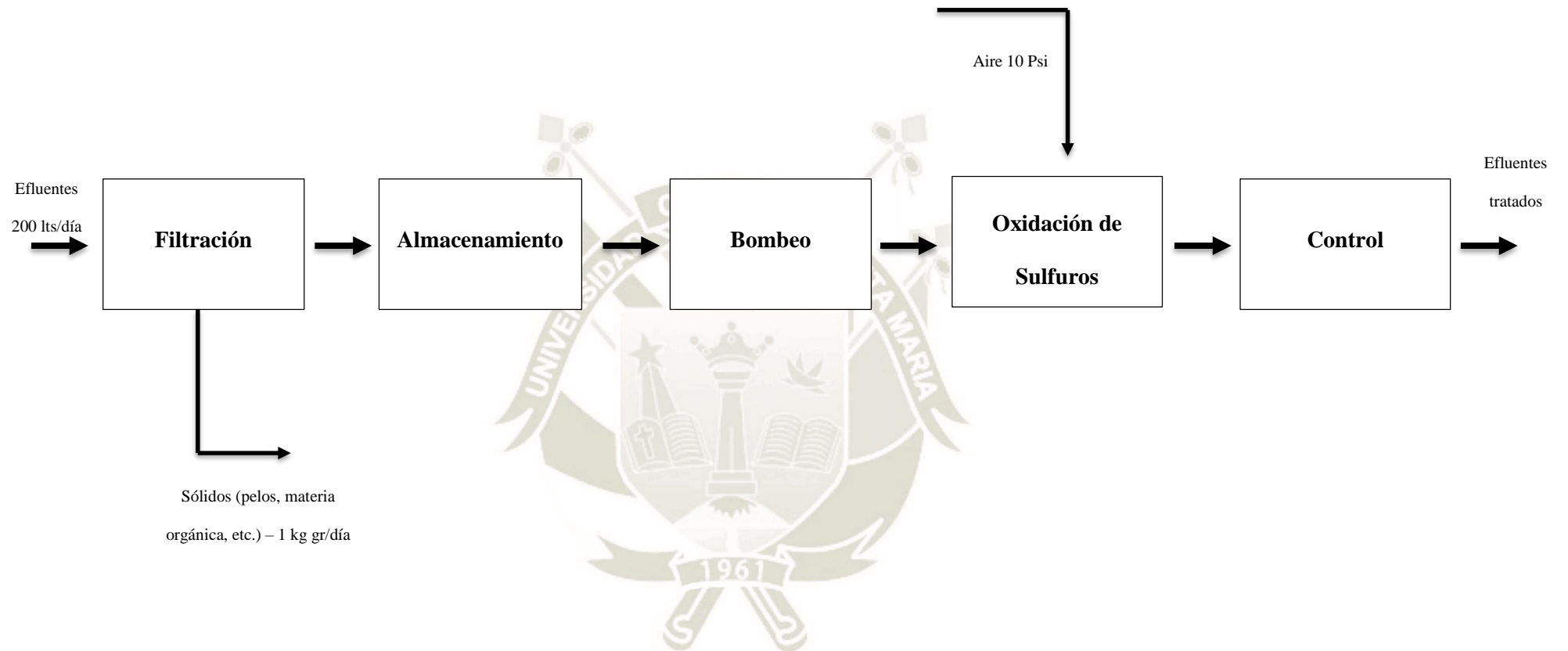
Fuente: Elaboración propia



*Figura 35.* Verificando el ingreso de aire en el tanque.

Fuente: Elaboración propia

Se desarrolla el procedimiento a esta escala también para la verificación de la reducción de sulfuros presentes en los efluentes líquidos luego del proceso de pelambre de la empresa INCAPIELES.



**Figura 37. Diagrama de bloques considerando los ingresos y egresos de materia y energía para la prueba piloto.**

**Fuente:** Elaboración propia

**d) Análisis de contenido de sulfuros totales en el efluente.**

Una vez filtrado se recoge 500 ml del líquido, y son enviados a laboratorio para analizar:

Barrido Inicial (Contenido de elementos en el líquido).

Concentración de sulfuros.

Mediante un barrido de elementos por el método de ICP – AES. Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales y determinación de Sulfuros totales en agua por el método de Iodometría, con el fin de identificar todos los elementos químicos en el efluente.

Para la medición de la densidad de la muestra se hizo uso de una probeta de 10 ml, balanza digital y la muestra de efluente. Como primer paso se identificó la masa de la solución para ello se pesó la probeta sin solución primero y luego se pesó con 10 ml de la muestra del efluente. Se restó para obtener el resultado de la masa total de la muestra del efluente y se dividió entre el volumen que sería 10 ml.

Se reemplazó en la siguiente ecuación:

$$Densidad = \frac{masa}{Volumen} = \frac{(masa\ de\ la\ probeta + muestra) - (masa\ de\ la\ probeta)}{Volumen}$$

**e) Control de contenido de sulfuros luego del tratamiento**

Luego de la operación de oxigenación por insuflación de aire, debemos controlar si ha sido efectivo la oxidación de los sulfuros, por lo que se analizará recogiendo muestra de efluente, aproximadamente 500ml, será enviada a un laboratorio confiable Laboratorios analíticos del sur (LAS) el cual se encuentra ubicado en: Parque industrial Río Seco C-1 en Cerro Colorado – Arequipa y se realizará la determinación correspondiente.

El método que usa el laboratorio para la determinación de sulfuros, es el método volumétrico, titulando con una solución de Iodo, que se detalla a continuación:(Castillo & López, 2018).

### A. Método iodo métrico

#### *Reactivos:*

- Acetato de zinc 2 N: En 870 cm<sup>3</sup> de agua, disolver 220 gr. de Zn (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>). 2H<sub>2</sub>O, luego completar a un litro.
- Solución de hidróxido de sodio, Na OH, 6 N.
- Solución de ácido clorhídrico, HCl, 6N.
- Solución estándar de iodo, 0.0250 N: De 20 a 25 gr. de KI se disuelven en agua y se añaden 3.2 gr. de iodo, después de que éste se haya disuelto, diluir a un litro y valorarlo con solución de tiosulfato de sodio 0.0250 N, usando almidón como indicador.
- Solución estándar de tiosulfato de sodio, 0.0250 N: Disolver 6.205 gr. de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 5H<sub>2</sub>O en agua, adicionar 1.5 cm<sup>3</sup> de solución de NaOH, 6N o 0.4 g de NaOH sólido y diluir a un litro. Titular con solución de bi - iodato de potasio.
- Solución estándar de bi-iodato de potasio, 0.0250 N. Disolver 812.4 mg de KH (IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> en agua y diluir a un litro.
- Solución de almidón: Disolver 2.0 gr. de almidón soluble y como preservador 0.2 de ácido salicífico, en 100 cm<sup>3</sup> de agua.

#### *Procedimiento:*

En un frasco de 500 cm<sup>3</sup> se mide con bureta una cantidad de yodo en solución, tal que exceda a la concentración de sulfuros presentes. Si es necesario se adiciona agua para completar a 20 cm<sup>3</sup>. Agregar 2 cm<sup>3</sup> de solución de HCl, 6N. Medir con pipeta 200 cm<sup>3</sup> de muestra y descargar bajo la superficie de la solución que contiene el iodo. Si el color se éste desaparece, adicionar más



iodo, hasta que permanezca su coloración. Titular con solución valorada de tiosulfato de sodio y almidón como indicador, hasta desaparecer el color azul. Si el sulfuro se precipitó con zinc y se filtró el ZnS, el filtro con el precipitado debe regresarse a la botella original y adicionar 100 cm<sup>3</sup> de agua. Añadir HCl y la solución de iodo y titular con tiosulfato de sodio (Castillo & López, 2018).

### **Cálculos**

Si un cm<sup>3</sup> de la solución de iodo 0.0250 N reacciona con 0.4 mg de sulfuro, luego:

$$mg/L = \frac{[(A \times B) - (C \times D)] \times 16,000}{cm^3 \text{ de la muestra}}$$

A = Solución de iodo, en cm<sup>3</sup>.

B = Normalidad de la solución de iodo.

C = Tiosulfato de sodio, en cm<sup>3</sup>.

D = Normalidad del tiosulfato de sodio.

**Fuente:** Análisis de agua, Determinación de sulfuros - NMX-AA-084-1982.

### **f) Conclusiones**

Con la obtención de los resultados podremos determinar la eficiencia del proceso de tratamiento de sulfuros por el método aplicado llegando a conclusiones que nos servirá para elaborar una propuesta de tratamiento de los efluentes de pelambre de la empresa, diseñando el tamaño y equipamiento necesario para tal meta.

#### **3.8.3. Instrumentos para la experiencia**

Bernardo y Calderero (2000) consideran que los instrumentos es un recurso del que puede valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. Los instrumentos utilizados:

- Material experimental. - Consta de los materiales y equipos requeridos para desarrollar la experimentación en laboratorio.

- Reactivos químicos. - Necesarios para la experimentación en laboratorio.
- Tablas para la recolección de datos experimentales. - Tablas que se utilizan para anotar los valores que se vayan recogiendo de la experimentación desarrollada.
- Fotografía, grabaciones de audio y video (Material que se utiliza para poder identificar en donde se originan los efluentes de acuerdo a la línea productiva de la empresa. Para este instrumento se cuenta con la aprobación del gerente de la empresa).
- Software estadístico (Excel). (Instrumentos que nos permitirán almacenar y procesar los datos de acuerdo a la técnica de procesamiento estadístico necesaria).

#### **3.8.4. Fuentes de información**

Las fuentes de información usadas para esta investigación son de tipo:

Primaria: Se realizó visitas a la curtiembre INCAPIELES E.I.R.L., donde se obtuvo información directa sobre los procesos, reactivos e información relevante para la investigación.

Secundaria: Se buscó información en libros, revistas, páginas web, noticias, estudios realizados y artículos sobre la reducción de cromo, contaminación por cromo, métodos de descontaminación para la industria de curtiembre entre otros; que son detallados en las fuentes bibliográficas.

#### **3.8.5. Procesamiento estadístico de la información**

Para el procesamiento estadístico de los datos obtenidos se usó el programa Excel, se representarán gráficamente los resultados obtenidos, mediante diagramas de barras, lineales, de serie de datos, de superficie y de Pareto, con el fin de que los resultados obtenidos puedan ser asimilados y entendidos fácilmente.

## CAPITULO IV

### 4. Presentación, análisis e interpretación de resultados

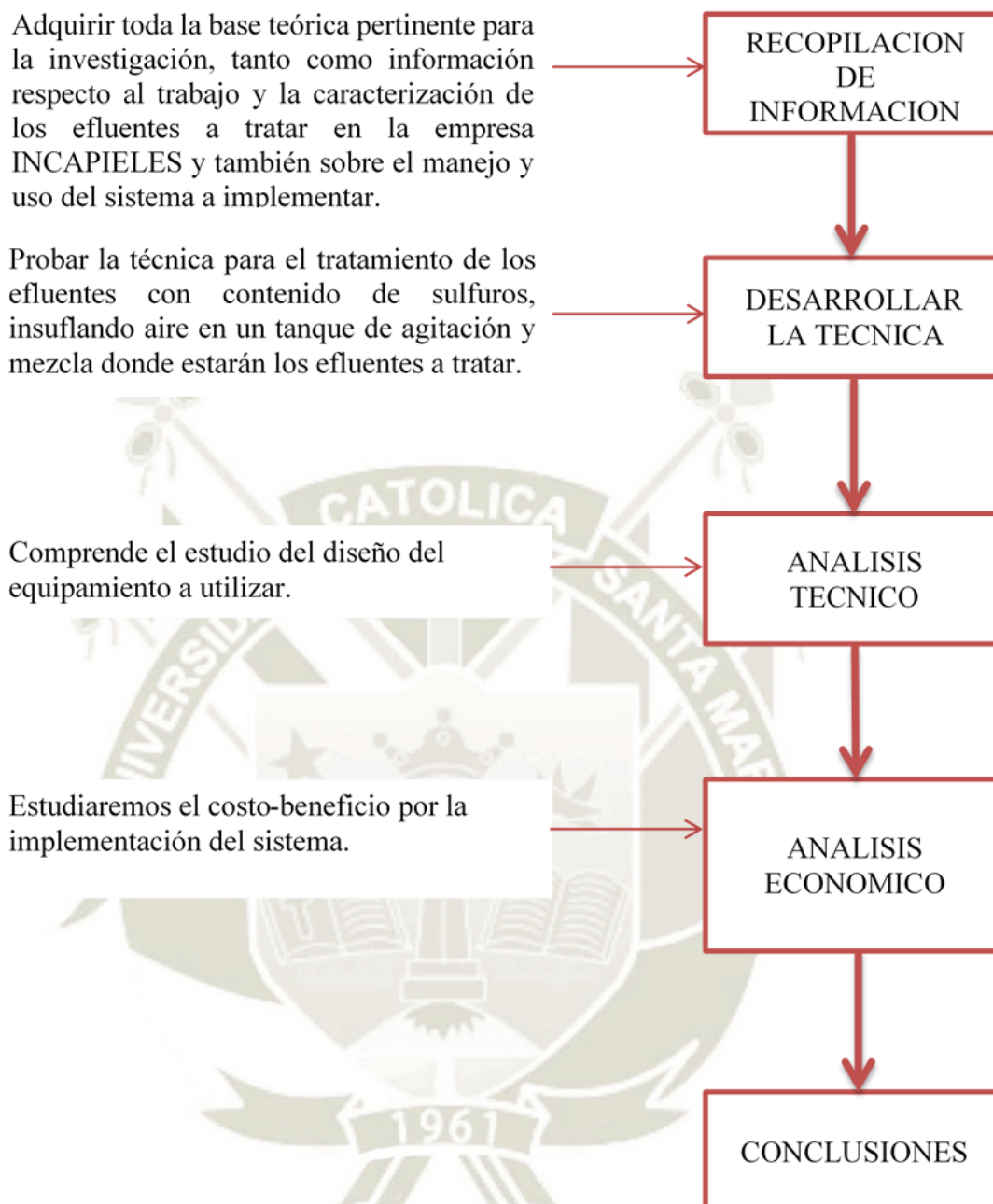
#### 4.1. Generalidades

En este capítulo mencionaremos los resultados encontrados por el tratamiento propuesto para la implementación del sistema de tratamiento de efluentes con contenido de sulfuros, por el método de oxidación química de los sulfuros a sulfatos, mediante la insuflación de aire comprimido en un tanque de agitación y mezcla donde llegarán los efluentes.

El análisis también comprende el estudio de costos por la implementación del sistema y el impacto económico que ocasiona, pues se llevaría a cabo una inversión económica y se asignaría un personal de trabajo para que maneje esta sección de la empresa, por lo que disminuirá el ingreso mensual por el constante uso del sistema.

#### 4.2. Estrategia

En este punto trazaremos el camino para la implementación y mejora del sistema de tratamiento de efluentes de la empresa INCAPIELES (VER ANEXO – Actividades y Diagrama de Gantt).



**Figura 38.** Estrategia

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.3. Materia prima

La materia prima se refiere a los efluentes luego de la etapa de pelambre de pieles de la empresa INCAPIELES. Dichos efluentes contienen alto contenido de sulfuros que resulta ser muy tóxico para el ambiente. En la tabla 7 se observa el contenido de compuestos químicos que presentan los efluentes así también el contenido de sulfuros de la misma (VER ANEXO – Certificado de resultados de LAS).

**Tabla 7.** Contenidos totales de elementos leídos por el equipo ICP

<b>NOMBRE</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>CANTIDAD MG/L</b>
PLATA	802 Ag MT Mg/L	a < 0,0024
ALUMINIO	802 Al MT Mg/L	4,70
BORO	802 B MT Mg/L	22,51
BARIO	802 Ba MT Mg/L	1,2289
BERILIO	802 Be MT Mg/L	a < 0,000079
CALCIO	802 Ca MT Mg/L	>250
CADMIO	802 Cd MT Mg/L	0,00069
COBALTO	802 Co	a < 0,00094

	MT Mg/L	
CROMO	802 Cr MT Mg/L	0,01982
COBRE	802 Cu MT Mg/L	0,0998
FIERRO	802 Fe MT Mg/L	2,18
POTASIO	802 K MT Mg/L	>250
LITIO	802 Li MT Mg/L	0,94258
MAGNECIO	802 Mg MT Mg/L	19.,50
MANGANESO	802 Mn MT Mg/L	0,17079
MOLIBDENO	802 Mo MT	0,03136

	Mg/L	
SODIO	802 Na MT Mg/L	>1250
NIQUEL	802 Ni MT Mg/L	0,01390
FOSFORO	802 P MT Mg/L	27,48
PLOMO	802 Pb MT Mg/L	a < 0,0026
ANTIMONIO	802 Sb MT Mg/L	0,00682
SELENIO	802 Se MT Mg/L	0,0414
SILICE	802 SiO <sub>2</sub> MT Mg/L	8,242
ESTAÑO	802 Sn MT Mg/L	0,01420

ESTRONCIO	802 Sr MT Mg/L	10,44
TITANIO	802 Ti MT Mg/L	0,05569
TALIO	802 Tl MT Mg/L	a > 0,0013
VANADIO	802 V MT Mg/L	0,00263
ZINC	802 Zn MT Mg/L	0,5366
AZUFRE	802 S= Mg/L	2141,89

**Fuente:** Laboratorios Analíticos del Sur (LAS).

El certificado de análisis se puede observar en anexo. Se puede observar que el elemento Azufre, en su estado de ion, el cual es el agente principal que determina la toxicidad de los efluentes se encuentra en un total de 2141,89 mg/l, los cuales son datos muy elevados con respecto al contenido de sulfuros en efluentes de curtiembre según los: Límites máximos permisibles de parámetros contaminantes de la industria curtiembre, según el Decreto Supremo N° 003 – 2002 – PRODUCE, revisar la tabla 8.



**Tabla 8.** Control de pH, densidad y temperatura de los efluentes de pelambre

Muestreo	Día	Hora	Temperatura (°C)	Densidad (g/l)	H
1	02/04/18	6:00 am	18	1.05	13
2	05/04/18	6:00 am	18	1.05	12
3	09/04/18	6:00 am	17	1.07	12
4	12/04/18	6:00 am	18	1.05	13
5	16/04/18	6:00 am	18	1.05	13
6	23/04/18	3:00 pm	17	1.06	12
7	30/04/18	6:00 am	18	1.05	11
8	30/04/18	3:00 pm	18	1.05	13
9	04/05/18	6:00 am	17	1.05	11
10	08/05/18	3:00 pm	18	1.06	13
11	11/05/18	6:00 am	17	1.07	12
2	14/05/18	3:00 pm	18	1.05	12
13	21/05/18	6:00 am	18	1.07	12
14	28/05/18	6:00 am	17	1.05	12
15	01/06/18	6:00 am	18	1.04	13

16	04/06/18	6:00 am	17	1.05	12
17	11/06/18	3:00 pm	18	1.05	13
18	14/06/18	6:00 am	17	1.05	13
19	18/06/18	3:00 pm	18	1.05	13
20	21/06/18	6:00 am	18	1.07	12
21	25/06/18	6:00 am	17	1.06	13
Promedio			18	1.055	12

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 8 se observa un estudio sobre el pH, temperatura y densidad de los efluentes, se estudió en un periodo de 3 meses (abril, mayo y junio).

#### **4.3.1. Análisis de Sulfuros iniciales en los efluentes**

Se determinó la concentración inicial de sulfuros en los efluentes. Una vez recolectada la muestra esta se llevó a LAS (Laboratorios Analíticos del Sur) donde en la tabla 9 se menciona los resultados encontrados. El cual es de 2141,89 mg/l. El análisis para la determinación según el laboratorio fue el de “Iodometría”.

#### **4.3.2. Análisis de Sulfuros finales**

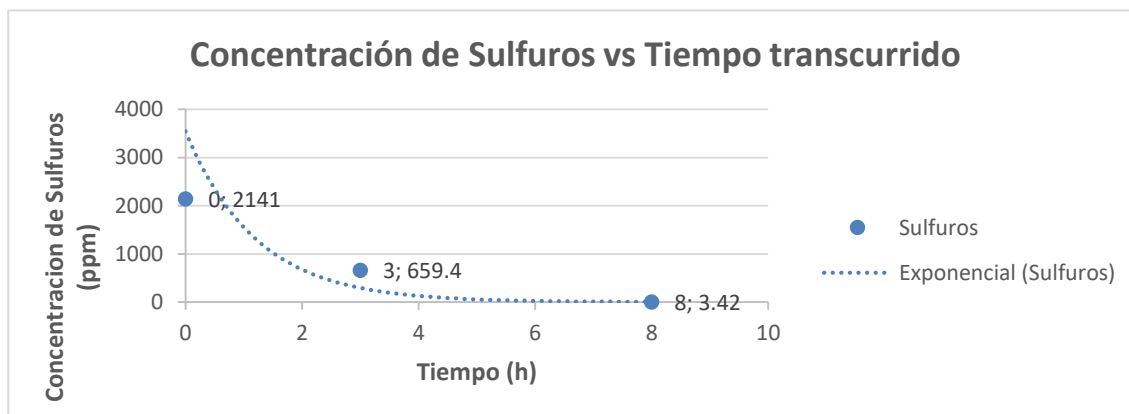
Se determinó la concentración final de sulfuros en los efluentes, luego de haber sido tratados en un tanque de agitación y mezcla donde a su vez se le insufló aire comprimido para la oxidación de los sulfuros a sulfatos. A continuación, se recolecta la muestra y se llevó a LAS (Laboratorios Analíticos del Sur) (VER ANEXO – Certificado de resultados) donde en la tabla 9 se menciona los resultados encontrados.

**Tabla 9.** Caracterización de los efluentes luego del tratamiento

<b>N. de muestra</b>	<b>Nombre de muestra</b>	<b>Punto de muestreo y/o coordenadas</b> <b>Coordenadas UTN</b> <b>Este/Norte</b>	<b>Volumen</b> <b>(litros)</b>	<b>Tiempo de tratamiento</b> <b>(horas)</b>	<b>S=</b> <b>Mg/L</b>	<b>pH</b>
<b>1</b>	SULFUR O INICIAL	Botales de curtiembre INCAPIELES	20	0	2141	13
<b>2</b>	SURFUR O-1	Experiencia de agitación y mezcla en INCAPIELES	20	3	659,40	8
<b>3</b>	SURFUR O-3	Experiencia de agitación y mezcla en INCAPIELES	20	8	3,42	7
<b>4</b>	SULFUR O INICIAL	Botales de curtiembre INCAPIELES	200	0	2141	13
<b>5</b>	SURFUR O-2	Experiencia de agitación y mezcla en INCAPIELES	200	3	606,68	10
<b>6</b>	SURFUR O-4	Experiencia de agitación y mezcla en INCAPIELES	200	8	7,83	7.5

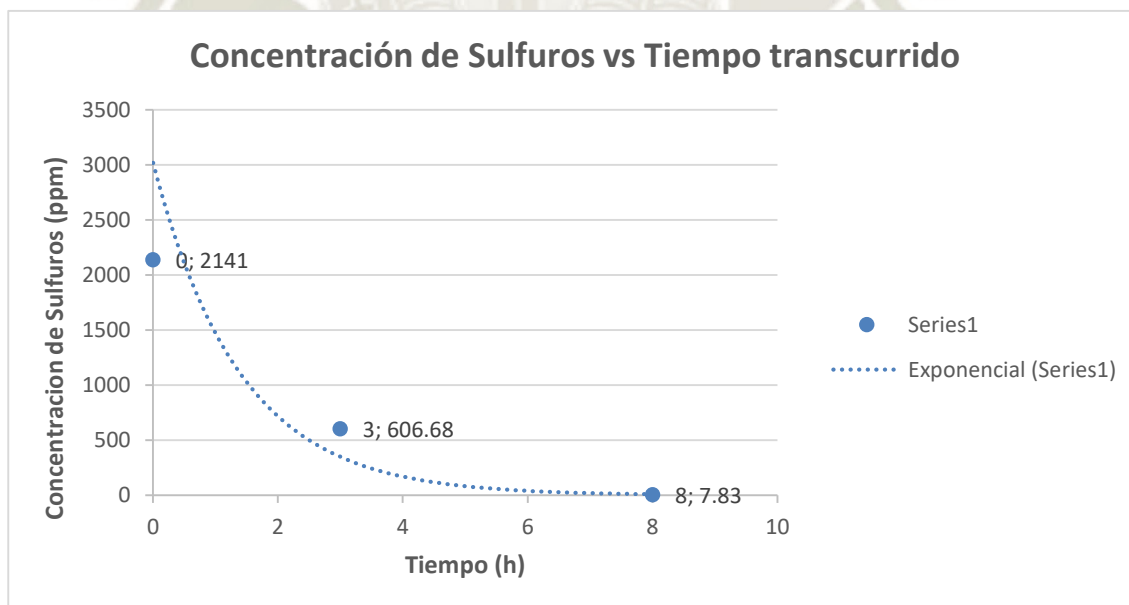
**Fuente:** Laboratorios Analíticos del Sur (LAS).

En la tabla 9 se observa los resultados finales de cantidad de sulfuros en los luego del tratamiento los cuales son menores a los que indica la norma, revisar tabla 9, el cual indica que para efluentes líquidos de curtiembre para aguas de alcantarillado no de superar los 10mg/l. Además, también podemos observar que el pH producto de la oxidación de los sulfuros ha descendido a un pH neutro, lo cual es conveniente para la emisión de dicho efluente.



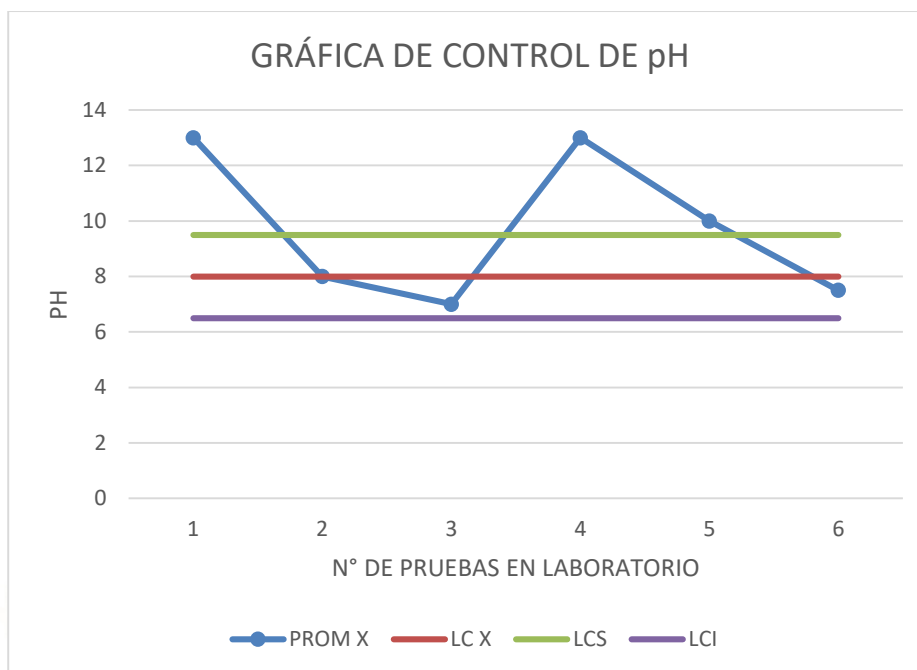
**Figura 39.** Experiencia de Oxidación de Sulfuros en volumen de 20 Litros

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 40.** Experiencia de Oxidación de Sulfuros en volumen de 200 Litros

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 41.** Experiencia de Oxidación de Sulfuros en volumen de 200 Litros

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.4. Estudio técnico

Se analizará el proceso de tratamiento de agua efluentes de la empresa INCAPIELES se analizarán desde la materia prima hasta la localización de la empresa, pasando por costos de mano de obra, maquinarias y equipos, así como la organización y funcionamiento de la empresa desde el punto de vista financiero y operacional.

##### 4.4.1. Capacidad instalada

Para el estudio de la capacidad de la planta de tratamiento se estudia el volumen de líquidos emitidos en la etapa de pelambre de pieles de la empresa INCAPIELES, la cual consiste en un análisis del proceso, en la tabla 10 se observa el periodo de veces que se desarrolla el pelambre al mes, estudiadas en un periodo de 3 meses.

Para el cálculo del volumen de emisión se estimó de acuerdo al tamaño de los botales y de acuerdo a la cantidad de pieles que entran al pelambre, el cual es de 100% en masa de pieles, teniendo en cuenta que el peso aproximado de las pieles en promedio es de 20 kg, y por último descontamos un 20% del volumen inicial de agua que ingresó ya que la piel absorbe y retiene el líquido.

**Tabla 10.** Volumen de emisión de los botaes de pelambre

Número	Fecha	Hora de emisión	Número de pieles	Masa en pieles (kg)	Sulfuros (ppm)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	02/04/2018	6:00 AM	100	2000	2200	1.6
2	05/04/2018	6:00 AM	120	2400	2145	1.92
3	09/04/2018	6:00 AM	80	1600	2003	1.28
4	12/04/2018	6:00 AM	60	1200	2350	0.96
5	16/04/2018	6:00 AM	100	2000	2345	1.6
6	23/04/2018	3:00 PM	90	1800	2478	1.44
7	30/04/2018	6:00 AM	70	1400	2078	1.12
8	30/04/2018	3:00 PM	125	2500	2135	2
9	04/05/2018	6:00 AM	85	1700	2014	1.36
10	08/05/2018	3:00 PM	100	2000	2098	1.6
11	11/05/2018	6:00 AM	60	1200	2168	0.96
12	14/05/2018	3:00 PM	95	1900	2179	1.52
13	21/05/2018	6:00 AM	110	2200	2185	1.76
14	28/05/2018	6:00 AM	80	1600	2321	1.28
15	01/06/2018	6:00 AM	105	2100	2225	1.68
16	04/06/2018	6:00 AM	85	1700	2321	1.36
17	11/06/2018	3:00 PM	100	2000	2189	1.6
18	14/06/2018	6:00 AM	60	1200	2322	0.96
19	18/06/2018	3:00 PM	95	1900	2145	1.52
20	21/06/2018	6:00 AM	110	2200	2197	1.76
21	25/06/2018	6:00 AM	125	1200	2138	2

**Fuente:** Elaboración propia.

Para la elaboración de la tabla 11 se consideró un período de tiempo de estudio de 3 meses desde abril hasta junio del presente año. Encontramos que dos veces por semana aproximadamente se desarrolla el proceso de pelambre, además de que el

número de pieles a curtir no es homogéneo, pero en promedio los efluentes emitidos luego del proceso de pelambre son de  $1.5 \text{ m}^3$ , y mensualmente hace un total de  $10\text{m}^3$ .

De acuerdo a los días de trabajo y disponibilidad del personal y evitar la adquisición de un equipo muy grande, se ve por conveniente tratar los efluentes los últimos días de la semana, desde los días jueves, viernes y sábado, lo que conlleva a tratar semanalmente un total de  $1.3 \text{ m}^3$ . A continuación se muestra una tabla 11 resumen de los volúmenes a tratar por día y por semana.

**Nota:** Los datos de sulfuros fueron recopilados gracias a la información proporcionada por la empresa INCAPIELES.

**Tabla 11.** Volumen de efluente a tratar

Número de días	Día	Volumen $\text{m}^3$
1	Jueves	1.3
2	Viernes	1.3
3	Sábado	1.4

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla anterior muestra el volumen aproximado a tratar por día. Por un tema de diseño el equipo tendría que tener una capacidad aproximada de  $1.5 \text{ m}^3$ .

#### 4.4.2. Disponibilidad de la materia prima

Como ya se ha mencionado en el punto anterior la materia prima vendría a ser los efluentes emitidos luego del proceso de pelambre de las pieles, esta etapa de acuerdo al programa de la empresa INCAPIELES lo desarrollan dos veces por semana, tal como se muestra en la tabla 11, y el volumen de emitido en promedio semanalmente es de  $10\text{m}^3$ .

#### 4.4.3. Disponibilidad de la mano de obra

Para el proyecto inicialmente se requerirá:

**Tabla 12.** Recursos humanos para la empresa

Numero	Cargo
1	Operario

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.4. Ingeniería del proyecto

##### 4.4.4.1. Tamaño de la tecnología

La tecnología aplicada cumplirá con lo necesario para el tratamiento de los efluentes de pelambre. Teniendo en cuenta que la capacidad será de 1.5m<sup>3</sup> por día. A continuación de acuerdo al proyecto se menciona el equipamiento necesario.

**Tabla 13.** Equipamiento necesario para el tratamiento de efluentes

Equipo requerido	Cantidad	Capacidad	Función	Disponibilidad
Filtro para sólidos	1	0.5 m <sup>3</sup> /h	Elimina todo tipo de partículas sólidas que se encuentren en suspensión en los efluentes.	La empresa ya cuenta con el sistema.
Tanque de almacenamiento	1	5 m <sup>3</sup>	Almacenará los efluentes antes de ser tratados.	Es necesario conseguir.
Bomba centrífuga	1	2 HP, 1pulg.	Transportará los efluentes del tanque de almacenamiento al agitador.	Es necesario conseguir.
Tanque de agitación y mezcla	1	Acero inoxidable 1.5 m <sup>3</sup>	Se encargará de agitar los efluentes y combinarlos con el aire para la oxidación de sulfuros	Es necesario conseguir.
Compresora de aire	1	4 HP, aire a presión 10 PSI	Insuflará aire comprimido al agitador.	La empresa ya cuenta con un compresor de aire.

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.4.4.2. Tamaño de inversión

Una vez identificada la tecnología para el proceso de tratamiento de efluentes de pelambre, se procede a identificar las alternativas económicas del equipamiento necesario en cuanto a la capacidad de producción. El requerimiento principal se basa en la adquisición del tanque de agitación y mezcla que deberá ser de acero inoxidable y la bomba centrífuga más accesorios y tuberías.

**Tabla 14.** Costos comparativos de tres empresas en Arequipa

Proveedor	Ubicación	Capacidad	Costo Dólares	Costo soles
Contratistas Montajes e Instalaciones SRL	Calle 30 de Agosto, 952 - Mariano Melgar (Arequipa)	1.5 m <sup>3</sup>	3000	9720
La Tuerca	Mz. P7 Lt. 9 - Urb. Dean Valdivia - Cayma (Arequipa)	1.5 m <sup>3</sup>	2500	8100
Formas del acero SAC	Calle Ambrosio Vusetich, 101 - Parque Industrial (Arequipa)	1.5 m <sup>3</sup>	2600	8424

**Fuente:** Elaboración propia.

Se opta por la opción de la empresa “Formas del acero SAC” ya que, al cotizar, esta incluye la instalación, en cambio la empresa “La Tuerca” no ofrece ese servicio.

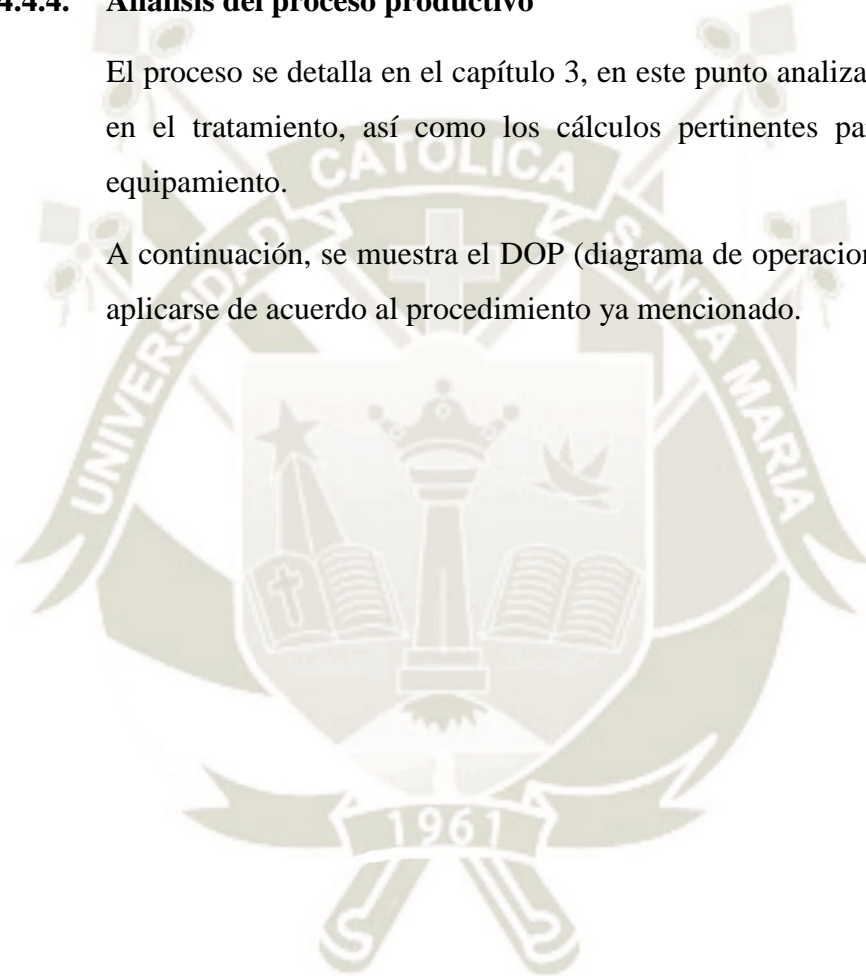
#### 4.4.4.3. Localización

Con respecto a la localización la planta de tratamiento se encuentra ubicada dentro de las instalaciones de la empresa INCAPIELES, en el parque industrial de Río Seco, esto se menciona en el punto 3.3.1., y la ubicación dentro de la empresa sería una zona libre al como se muestra en el plano. Ver anexo.

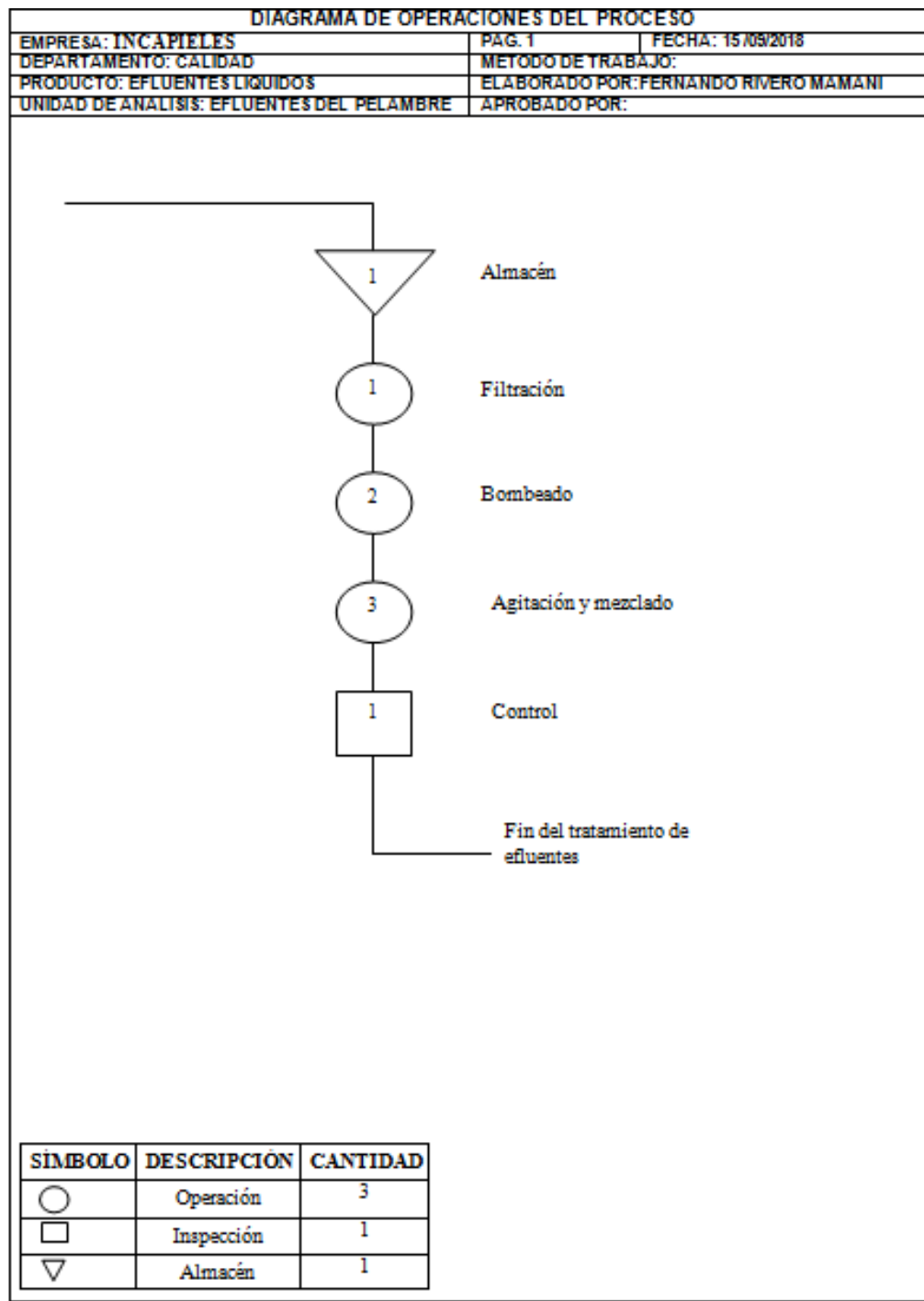
#### 4.4.4.4. Análisis del proceso productivo

El proceso se detalla en el capítulo 3, en este punto analizaremos el proceso en el tratamiento, así como los cálculos pertinentes para el diseño del equipamiento.

A continuación, se muestra el DOP (diagrama de operaciones y procesos) a aplicarse de acuerdo al procedimiento ya mencionado.



**Figura 42.** Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) para la planta de tratamiento de efluentes de pelambre para la empresa INCAPIELES



**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.4.4.5. Diseño del prototipo

Se requiere diseñar principalmente el tanque de agitación y mezcla (INCAPIELES, 2016).

- **Cálculo de las dimensiones del tanque de agitación y mezcla**

El propósito del tanque será la de contener los efluentes y mezclarlos por medio de un impulsor y motor la cual contendrá una salida cónica para la salida total del efluente tratado y evitar residuos en el tanque, el tanque tendrá una entrada de aire en la parte inferior (Puma Villasante, 2018).

Se asume que la altura del cilindro será igual a su diámetro y que el ángulo de la parte cónica sea de 45°, significando esto que el radio de la parte cilíndrica es igual a la altura de la parte cónica. De esta manera se tiene:

**h** = altura del cilindro

**D** = diámetro del cilindro

**r** = radio del cilindro

**h** = D

**r** = D/2 = h/2

Luego, el volumen del tanque cilíndrico con fondo cónico será la suma del volumen del cilindro y el volumen del fondo cónico

$$V_t = \pi r^2 h + 1/3 \pi r^2 h'$$

$$V_t = \pi (h/2)^2 h + 1/3 \pi (h/2)^2 h/2$$

$$V_t = \frac{\pi h^3}{4} + \frac{\pi h^3}{24} = \frac{7\pi h^3}{24}$$

Despejando h se tiene

$$h = \sqrt[3]{\frac{24V_t}{7\pi}} = \sqrt[3]{\frac{(24)(1.5)}{7(3.1416)}}$$

**Altura del tanque (h) = 1.18 ≈ 1.20 m**

Entonces, las dimensiones del tanque serán:

- Altura de la parte cilíndrica  $h = 1.20$  mts.
- Diámetro de la parte cilíndrica  $D = 1.20$  mts.
- Altura de la parte cónica  $h' = 60$  cm.

#### **Especificaciones del tanque de almacenamiento**

- Volumen  $1.5 \text{ m}^3$
- Altura total  $2.1 \text{ m}$
- Altura del cilindro  $1.2 \text{ m}$
- Altura del cono  $0.60 \text{ m}$
- Diámetro total  $1.2 \text{ m}$
- Material: Acero Inoxidable
- Espesor  $1/16$  pulgadas
- Área del cilindro  $1.13 \text{ m}^2$
- Área total  $1.5 \text{ m}^2$

- **Cálculo de la potencia del agitador**

El propósito del agitador es de brindar la potencia necesaria para remover el mezclar el agua y la sal eficientemente en poco tiempo.

Tomando como referencia la Biblioteca del Ingeniero Químico, Perry 19-10, en el diseño de equipos de agitación, el diámetro de la turbina tiene que ser de  $D_i / 3$ . El tipo de turbina que se elige es el radial y de 8 palas a 100 RPM.

- **Cálculo del diámetro del propulsor**

Utilizando la siguiente relación:

$$D_p = D_i / 3$$

Se tiene que el diámetro del propulsor estará de acuerdo al diámetro del tanque.

Reemplazando

$$D_p = \frac{D(\text{cilindro})}{3} = \frac{120}{3} = 60\text{cm}$$

**Diámetro del propulsor: 60cm.**

- **Cálculo de la distancia del impulsor a la base del tanque (E)**

Utilizando la siguiente relación:

$$E = D_i/3$$

$$E = 60 \text{ cm}$$

**Distancia del impulsor a la base del tanque = 60 cm**

- **Cálculo del ancho de las paletas (W)**

Utilizando la siguiente relación:

$$W = D_p/5$$

$$W = 12 \text{ cm}$$

**Ancho de las paletas = 12 cm**

- **Cálculo de los deflectores (J)**

Utilizando la siguiente relación para el cálculo del ancho de los deflectores:

$$J = D_i/10$$

$$J = 12 \text{ cm}$$

**Ancho de los deflectores = 12 cm**

**NOTA:**

Se utilizará un motor de 4 HP, el cual se conectará a un moto-reductor para reducir los RPM hasta entrar a un rango de 50 a 200.



**Figura 43.** Diseño de tanque de fondo cónico.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4.5. Tamaño de la planta

Se cuenta con un área disponible de 100 m<sup>2</sup>. La cual se destinó para el tratamiento de los efluentes de curtiembre.

##### 4.4.5.1. Distribución de la Planta

Consiste en el orden físico de los elementos industriales, vale decir materia prima, maquinaria y hombre (puestos de trabajo de mano de obra directa). Además, incluye los espacios necesarios para el movimiento del material y almacenamiento del producto.

- **Cálculo del Área requerida**

La fórmula generalmente utilizada es la que corresponde a P.F. Guerchet que dice lo siguiente:

$$S = S_s + S_g + S_e$$

Donde:

$S$  = Área total por cada elemento

$S_s$  = Superficie estática

$S_g$  = Superficie de gravitación

$S_e$  = Superficie de evolución

- **Superficie estática (Ss)**

Está definido por las dimensiones de la máquina o elemento a distribuir. Es recomendable aproximar la figura del elemento o máquina distribuir a un área definida o conocida (cuadrado, rectángulo, etc.). Para los operarios, se considera una superficie estática de 0,5m<sup>2</sup>.

- **Superficie de gravitación (Sg)**

Está definido por la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el operario y por el material acopiado para las operaciones en curso.

Para el cálculo de ésta superficie, se tiene en cuenta el número de lados por donde se utiliza la máquina o elemento. De esta manera se obtiene que:

$$Sg = Ss * n$$

Donde:

n = número de lados por donde opera la máquina o elemento.

- **Superficie de evolución (Se)**

Está definida como aquella superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, material, mantenimiento y manutención (manejo de materiales y mantenimiento). Para calcular esta superficie, se tiene en cuenta la altura de las máquinas y elementos, así como también el tipo de manejo de materiales.

$$Se = (Ss + Sg) * K$$

Donde:

K= Coeficiente del avance tecnológico para el manejo de materiales. Está definida de la siguiente manera:

$$K = EM / (2 * EE)$$

Donde:

EM = Promedio de las alturas de los elementos móviles.

EE = Promedio de las alturas de los elementos estáticos.

$$EE = (\sum(Ss * N * h)) / (\sum(Ss * N))$$



$$EM = (\sum(A*N*h)) / (\sum(A*N))$$

Donde:

N = Número de máquinas o elementos a distribuir.

Para el cálculo de la superficie total requerida para el proyecto, se consideran los cálculos que se presentan en los siguientes cuadros:

**Tabla 15.** Cálculo de los elementos estáticos

Máquina	Dimensiones				N	Ss	Ss*N	Ss*N*h
	Largo	Ancho	Altura	Diámetro				
Tanque de agitación y mezcla.	1.2	1.2	2.1	1.2	3	1.44	4.32	9.07
Bomba centrífuga	0.5	0.3	0.3	-	2	0.15	0.3	0.09
Compresora de aire	1.5	0.8	1.2		2	1.2	2.4	2.88
					<b>TOTAL</b>			<b>12.04 m<sup>2</sup></b>

**Fuente:** Elaboración propia.

El área para el proceso no requerirá más de 12.04 m<sup>2</sup>. Se debe considerar las áreas para el almacenado y control las cuales se pueden observar en la tabla 15 y en el que nos muestra que el área total requerida será de 21.85 m<sup>2</sup>. Además, el área con el que se cuenta es de 100 m<sup>2</sup>, abastece sin problemas el área requerida para trabajar el tratamiento de los efluentes. Revisar en Anexo el plano de disposición de área en la empresa.

#### 4.4.6. Distribución de la Planta

Se realizará un análisis, para poder proponer una opción de distribución de equipos para la elaboración de hipoclorito de sodio, se contará con las siguientes áreas:

- i. Filtración
- ii. Almacenado
- iii. Bombeo
- iv. Agitación y aireado
- v. Control
- vi. Línea de alcantarillado

**Tabla 16.** Área aproximada de cada una de las áreas descritas anteriormente.

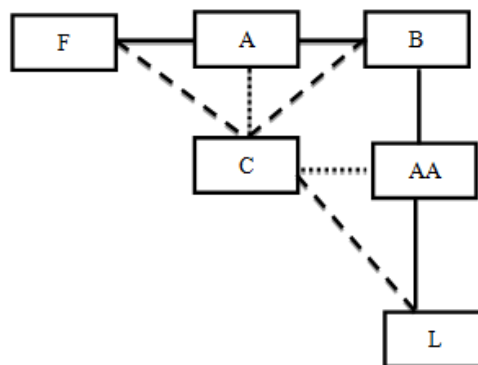
Código	Definición	Área
F	Filtración	1 m <sup>2</sup>
A	Almacenado	9 m <sup>2</sup>
B	Bombeo	0.09 m <sup>2</sup>
AA	Agitación y aireado	9.07 m <sup>2</sup>
C	Control	2 m <sup>2</sup>
L	Línea de alcantarillado	-
	TOTAL	21.16 m <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 17.** Clasificación de cercanía entre áreas

Símbolo	Grado	Definición
————	A	Absolutamente necesaria
.....	E	Especialmente importante
-----	I	Importante
- - - - -	O	Ordinaria
.....	U	No importante
- . - . -	X	Indeseable

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 44.** Diagrama de relación de actividades

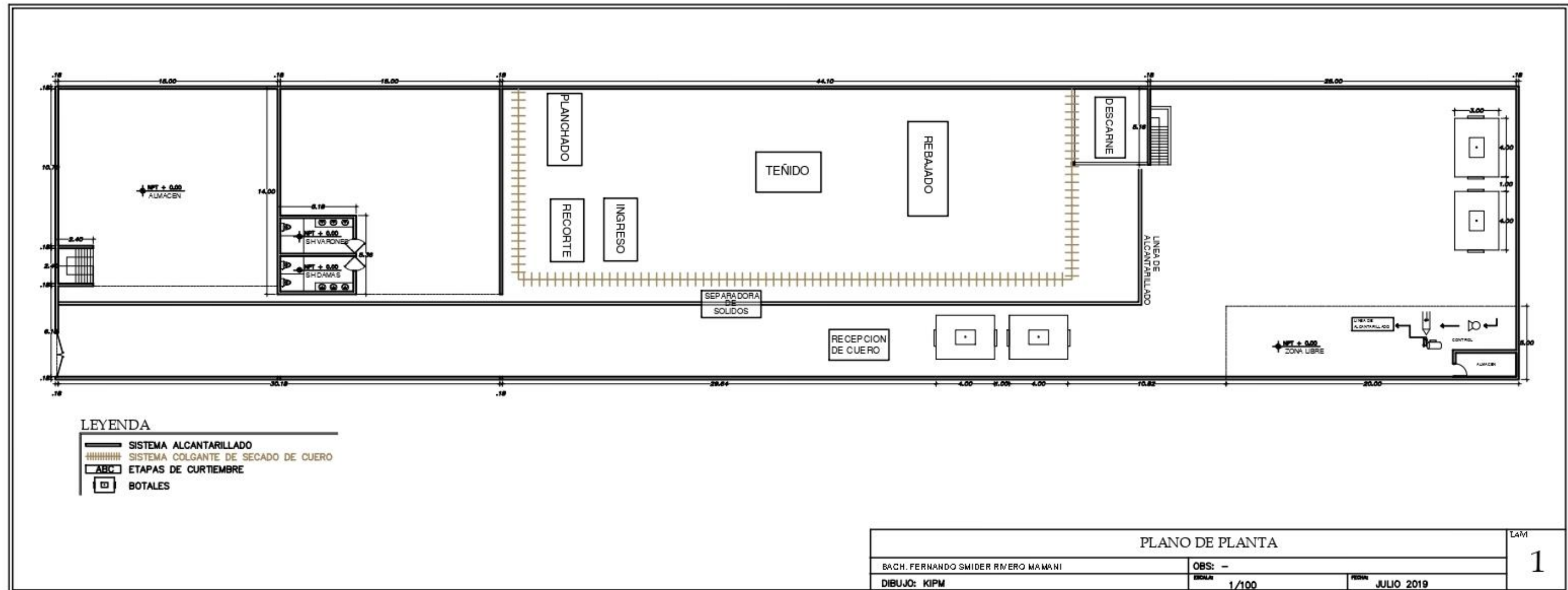
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el plano de distribución de la planta, considerando que la zona disponible es la delimitada con rojo.

### **Plano de distribución de planta**

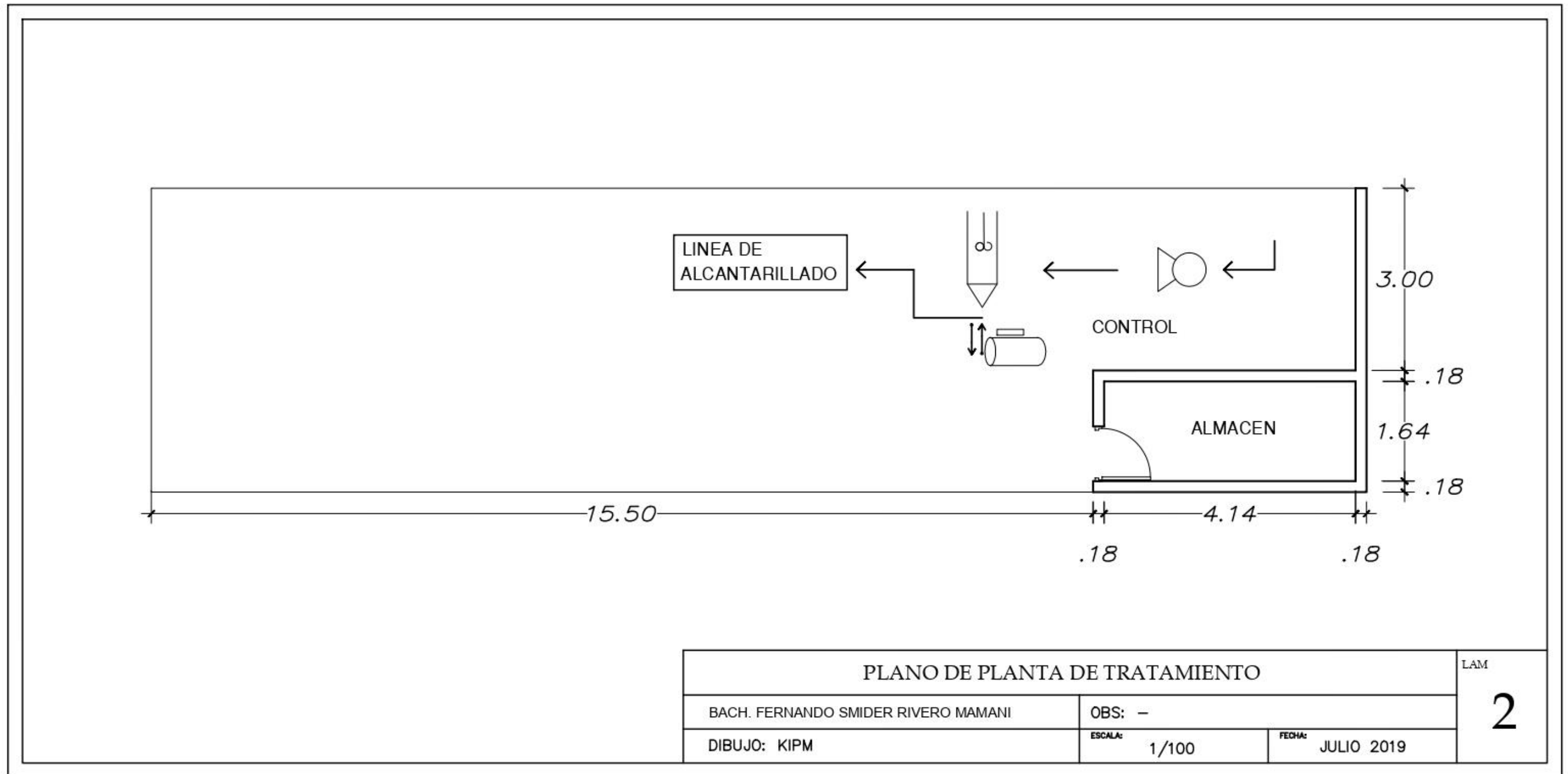
A continuación, se muestra el plano de la planta de curtiembre (plano 1) y posteriormente en el (plano 2) se observa la distribución según la figura 45 de la planta de tratamiento propuesta.





PLANO 1. Plano de la planta de curtiembre (se visualiza la ubicación de la planta de tratamiento).

Fuente: Elaboración propia



PLANO 2. Se visualiza la distribución en el área asignada de la planta de tratamiento.

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO V

### 5. Análisis económico

#### 5.1. Generalidades

En este estudio, se utilizará la estructura existente de la empresa.

#### 5.2. Inversión Fija

Las inversiones para el proyecto están constituidas por los bienes físicos y la determinación de los bienes intangibles o montajes. Se puede obtener un costo aproximado de los diferentes factores que determinan los costos directos e indirectos en función al tipo de proceso y al costo del equipo.

#### 5.3. Equipo y maquinaria

A continuación, se muestra una tabla 18 que resume el costo de los equipos para una capacidad de 1500 litros diaria. Algunos han sido cotizados directamente mientras que los costos de otros son calculados tomando como referencia el costo de material y manufactura, y utilizando un método para estimar su valor actual a la capacidad requerida. En la tabla 18, se muestra el presupuesto de costo del equipo.

**Tabla 18.** Costo de los equipos

Equipos	Cantidad	Costo por unidad en soles	Costo en soles
Tanque de agitación y mezclado en acero inoxidable. (volumen 1500L) incluido bomba centrífuga	1	8424	8424
		<b>Total</b>	8424

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 5.4. Costos directos

A continuación, se muestra una tabla 19 que resume aquellos factores que intervienen en los costos directos con su correspondiente valor aproximado.

**Tabla 19.** Estimación de los costos directos en función del costo de equipo

RUBRO DE COSTOS	% DEL COSTO DE EQUIPO	COSTO SOLES
1. Equipo comprado puesto en planta.	100	8424
2. Instalación del equipo	47	3959.28
3. Instrumentos y control	18	1516.32
4. Accesorios eléctricos instalados	11	926.64
5. Edificaciones	8	673.92
6. Mejoras del terreno	4	336.96
	<b>TOTAL</b>	<b>15 837.12</b>

**Fuente:**Peters – Timmerhause Diseño de plantas industriales.

#### 5.5. Costos indirectos

De igual manera, se presenta un cuadro donde se observan los valores aproximados de los factores que intervienen en los costos indirectos



**Tabla 20.** Estimación de los costos indirectos en función del costo del equipo

RUBRO DE COSTOS	% DEL COSTO DE EQUIPO	COSTO EN SOLES
Ingeniería y supervisión	33	2779.92
Gastos de construcción	41	3453.84
	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>6 233.76</b>

Fuente: Peters – Timmerhause Diseño de plantas industriales.

### 5.6. Inversión de capital total

Es la suma total de los factores mostrados en el siguiente cuadro:

**Tabla 21.** Estimación de la inversión del capital total (KIT) en función del costo de equipo

RUBRO DE COSTOS	% DEL COSTO DE EQUIPO	COSTO EN SOLES
Costos directos	-	15 837.12
Costos indirectos	-	6 233.76
Pago de contratistas	21	1 769.04
Imprevistos	20	1 684.8
<b>Inversión de capital fijo KIF</b>	<b>483</b>	<b>40 689.92</b>
Costo de trabajo (KW)	86	7 244.64
	<b>Inversión de capital fijo (KIT)</b>	<b>81 881.28</b>

Fuente: peters – timmerhause diseño de plantas industriales.

### **5.7. Financiamiento**

Nos referimos a la entidad o persona que aportará el capital económico para el desarrollo del proyecto. En este punto, consideramos que el desarrollo del proyecto será de aporte de la empresa INCAPIELES.

### **5.8. Presupuestos**

Son los desembolsos que se efectúa por concepto de uso de factores de producción (esta en relación al volumen de producción). Son los valores de la materia prima, recursos humanos y financieros utilizados para la producción.

### **5.9. Ingresos**

Los ingresos obtenidos son básicamente por el concepto del servicio de curtir pieles, ya que la implementación del sistema no generará ganancias para la empresa, alcontrario, consumirá energía y recursos, pero es necesario ya que evitará multas y probablemente el cierre de la planta.

Los datos sobre las ganancias de la empresa INCAPIELES por tema confidencial no se ha podido extraer a detalle, pero de acuerdo a una entrevista con el gerente de la planta, nos indicó que el servicio de curtiembre por piel es de 27 soles y líquidos para la empresa es del 35%. Luego de acuerdo a la tabla 22, por número de pieles que curten por mes, podemos estimar el nivel de ingreso de la empresa INCAPIELES.

**Tabla 22.** Cálculo de ingreso en soles por mes de acuerdo al número de pieles que curte la empresa

Número	Número de pieles	Costo(S/)
1	100	2 700
2	120	3 240
3	80	2 160
4	60	1 620
5	100	2 700
6	90	2 430
7	70	1 890
8	125	3375
9	85	2295
10	100	2700
11	60	1620
12	95	2565
13	110	2970
14	80	2160
15	105	2835
16	85	2295
17	100	2700
18	60	1620
19	95	2565
20	110	2970
21	125	3 375

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 23.** Promedio mensual de ingresos totales para la empresa INCAPIELES

Número de mes	Costo mensual (S/)	Promedio mensual en (S/)
1	18 625	
2	13 250	16 291.7
3	17 000	

**Fuente:** Elaboración propia.

Luego se trabajará con el 35% ya que es el ingreso líquido del cual podemos descontar por el uso de la planta de tratamiento de efluentes líquidos.

**Total de ingreso líquido mensual:**

**Ingresos mensuales :** 5702.10 soles.

**Total de ingreso anual :**68425.14

### 5.10. Egresos

Como se trata de un anteproyecto para la implementación de un sistema de tratamiento de efluentes en una planta existente, los egresos están determinados por los siguientes elementos:

- Costos directos
- Costos indirectos

#### 5.10.1. Costos directos

Son los insumos químicos y la mano de obra que se usa para el tratamiento.

##### **Costo de la materia prima directa**

El proyecto de tratamiento de efluentes de pelambre por el método de insuflación de aire comprimido en un tanque de agitación y mezcla, no consume ningún reactivo químico, más que el aire el cual se extrae del medio.

### Mano de obra directa

Se requiere un operario que esté a cargo de las labores de control, monitoreo y supervisión del proceso, pero se debe tener en cuenta que la planta trabajara tres días de la semana, el resto de días se laboraría en la producción de las pieles.

Se ha asignado la labor a un personal para que desarrolle el tratamiento en la planta de tratamiento, utilizando 4 días de la semana para el tratamiento, 3 días para el tratamiento de los efluentes y 1 día para el mantenimiento, el resto de días de la semana apoyara en labores de producción de pieles curtidas, de tal modo que su sueldo es descontado por los días que trabaja en la curtiembre los cuales son de S/.314.29.

**Tabla 24.** Costo de la mano de obra directa

Detalle	Cantidad	Remuneración mensual total (s/)	Remuneración mensual por trabajar la planta (s/)
Operario	1	1100	785.71

Fuente: Elaboración propia.

### Costos directos totales

**Tabla 25.** Costos directos totales

Rubro	Costo en soles
<b>MATERIA PRIMA DIRECTA</b>	0
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	785.71
<b>TOTAL</b>	<b>785.71</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 5.10.2. Costos indirectos

Son los costos que no entran directamente en la producción, tenemos:

#### **Materiales y suministros indirectos**

**Tabla 26.** Materiales y suministros indirectos

<b>Suministros</b>	<b>Cantidad KW-Hr/Mes</b>	<b>Costo unidad (Soles)</b>	<b>Total (S/)</b>
Energía eléctrica	221.4	0.55	121.77
		<b>TOTAL</b>	<b>121.77</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Mano de obra indirecta**

Representa el 2% de materiales directos, esto es:

$$785.71 \times 0.02 = 15.71 \text{ Soles /mes}$$

#### **Mantenimiento**

Son costos por mantenimiento de equipos, etc. que a continuación se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 27.** Mantenimiento

<b>Rubro</b>	<b>Inversión S/</b>	<b>Tasa %</b>	<b>Total (S/)</b>
Obras civiles	673.92	1	6.74
Maquinaria y equipo	8424	4.5	379.08
		<b>TOTAL</b>	<b>385.82</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

**Total de costos indirectos**

**Tabla 28.** Total de costos indirectos

<b>Rubro</b>	<b>Total (S/)</b>
Material y suministros indirectos	121.77
Mano de obra indirecta	15.91
Mantenimiento	474.74
<b>TOTAL</b>	<b>612.42</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Total del presupuesto de egresos**

**Tabla 29.** Total del presupuesto egresos

<b>Costos</b>	<b>Total (S/)</b>
Directos	785.71
Indirectos	612.42
<b>TOTAL</b>	<b>1398.13</b>

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

- PRIMERA** Luego de caracterizar los efluentes líquidos luego del proceso de pelambre de la curtiembre INCAPIELES, se ha encontrado en ellos una variedad de elementos químicos, y condiciones no apropiadas como color, olor desagradable, en la caracterización encontramos valores de pH de 13, una densidad promedio de 1.055g/l y estos son emitidos dos días a la semana.
- SEGUNDA** Los efluentes han sido analizados y se determinó que, en cuanto al contenido de sulfuros este arroja un valor de 2141,89 mg/l, lo cual está por encima de la norma para la emisión de líquidos al sistema de alcantarillado en industria de curtiembre, la cual nos indica que debe ser menor a los 10 mg/l.
- TERCERA** Se determinó la disposición de la planta con respecto a las operaciones que son pertinentes para el tratamiento y de acuerdo al área libre designada por la empresa INCAPIELES para la ubicación de la planta.
- CUARTA** Luego de aplicar método oxigenación para el tratamiento de sulfuros y cumplir con la normativa se comprueba que el método de oxidación por insuflación de aire es efectivo logrando disminuir los sulfuros a 3.42 mg/l y 7.83 mg/l según el tamaño de experimentación los cuales fueron en 20 y 200 litros correspondientemente, logrando estar menos de 10 mg/l en concentración de sulfuros que manda la norma en emisión de líquidos con contenido de sulfuros al sistema de alcantarillado.
- QUINTA** Se analizaron los costos requeridos para la construcción y puesta en marcha, para la implementación de la planta encontramos que se debe invertir S/81 881.28, los cuales son financiados por la empresa INCAPIELES.



## RECOMENDACIONES

- PRIMERA** Este método propuesto es recomendable por tener un menor costo de inversión y no tener efectos químicos colaterales a comparación de otros métodos que ayudan al cuidado del medio ambiente en las concentraciones emitidas en el proceso de curtido de pieles.
- SEGUNDA** A las autoridades competentes se les recomienda ser más estrictos en cuanto al cumplimiento del DECRETO SUPREMO N° 003-2002, a fin de garantizar que las empresas de curtiembre lo cumplan y así proteger la contaminación en el Medio Ambiente.
- TERCERA** Se deben realizar estudios más rigurosos en cada etapa del proceso a fin de artizar y determinar los valores de metales y materia orgánica que se desprende en esta industria.
- CUARTA** La inversión que se propone realizar a la empresa Incapieles es una inversión a futuro, ya que al realizar esto pasaría a formar parte de las empresas que cuidan al planeta.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Fernández Portillo, L. (2006). *Plan estrategico Del sistema productivo de la Joyeria Cordoba* (Edición cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional ed.). Cordoba.
- Ambiente, M. d. (2002). Decreto Supremo N°003-2002-PRODUCE. Peru.
- BernaBe, S. (2018). Efecto de la concentración del manganeso y el tiempo de aireación en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido. Trujillo, Perú. Obtenido de (Tesis grado ingeniero): <http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV>
- Castillo, M., & López, J. (2018). *Tratamiento del agua residual industrial de la curtiembre Rolemt, para el cumplimiento de los valores máximos admisibles*. Obtenido de <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/825/INFORME%20FINAL%20DE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CIIA, C. d. (2005). Argentina.
- D'ALESSIO IPINZA , F. (2008). *El proceso estratégico: Un enfoque de gerencia*. Mexico: Pearson Educación de México S.A.
- Esparza, E., & Gamboa, N. (2001). Contaminación debida a la industria curtiembre. . Lima, Perú. Obtenido de Revista de Química Vol. XV. N" 1. RESUMEN Junio del 2001: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/download/4756/4757>
- Fernandez Lescano, J. B. (2015). *Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para optimizar el proceso de pelambre en la empresa Curtipiel Mastinez , parroquia Izamba Canton Ambato, proviencia de Tungurahua , periodo 2013-2014*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2746/1/T-UTC-00283.pdf>
- Fernández Portillo, L. (2006). *Plan Estratégico del Sistema Productivo Local de la Joyería Cordobesa* (AGENCIA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE ANDALUCÍA ed.). Cordoba.

- Fernández, J. (2015). Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para optimizar el proceso de pelambre en la empresa “Curtipiel Martínez”, parroquia Izamba, Cantón Ambato, provincia de Tungurahua, periodo 2013-2014. Latacunga, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2746/1/T-UTC-00283.pdf>
- Flores Cepeda, J. A. (2015). *“Evaluación del impacto ambiental de los procesos de ribera, curtido y acabados de pieles en la empresa ecuatoriana de curtidos salazar. Riobamba - ecuador: escuela superior politecnica de chimborazo.* Recuperado el 10 de Septiembre de 2017, de [http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo/proceso\\_de\\_curtido.htm](http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo/proceso_de_curtido.htm)
- Huisacayna, L. A. (2017). *Analisis y propuesta de mejoras en una curtiembre, para mejorar la productividad en la ciudad de Arequipa 2017.* Arequipa.
- INCAPIELES, G. d. (15 de Octubre de 2016). Proceso de curtiembre de la empresa INCAPIELES. (M. S. Prado, Entrevistador)
- Jarrin Paz, L. D. (2016). *Reduccion de sulfuros en el agua residual de la industria curtiembre.* Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6907>
- Machado Gutierrez, M. (2016). *Propuesta de implementacion de un sistema de gestion ambiental en la norma ISO 14001-2004 en una curtiembre en la localidad de Rio Seco - Arequipa.* Arequipa: UCSM.
- Martínez, S., & Romero, J. (2018). *Revisión del estado actual de la industria de las curtiembres en sus procesos y productos: Un analisis de su competitividad.* Obtenido de Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, XXVI (1), 113-124. : <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=90953767006>
- Muñoz, F. (2019). *Diseño, implementación y validación de un sistema de tratamiento de efluentes del proceso de curtido de pieles en la empresa Piel del Sur E.I.R.L.* Obtenido de (Grado Ingeniero):

[http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15969/4/MU%c3%91OZ\\_PAZ\\_VIC\\_PIE.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15969/4/MU%c3%91OZ_PAZ_VIC_PIE.pdf)

Peruano, D. e. (2002). Decreto Supremo N°003-2002-PRODUCE. Perú.

Peter-Timerhause. (2001). Diseño de Plantas industriales

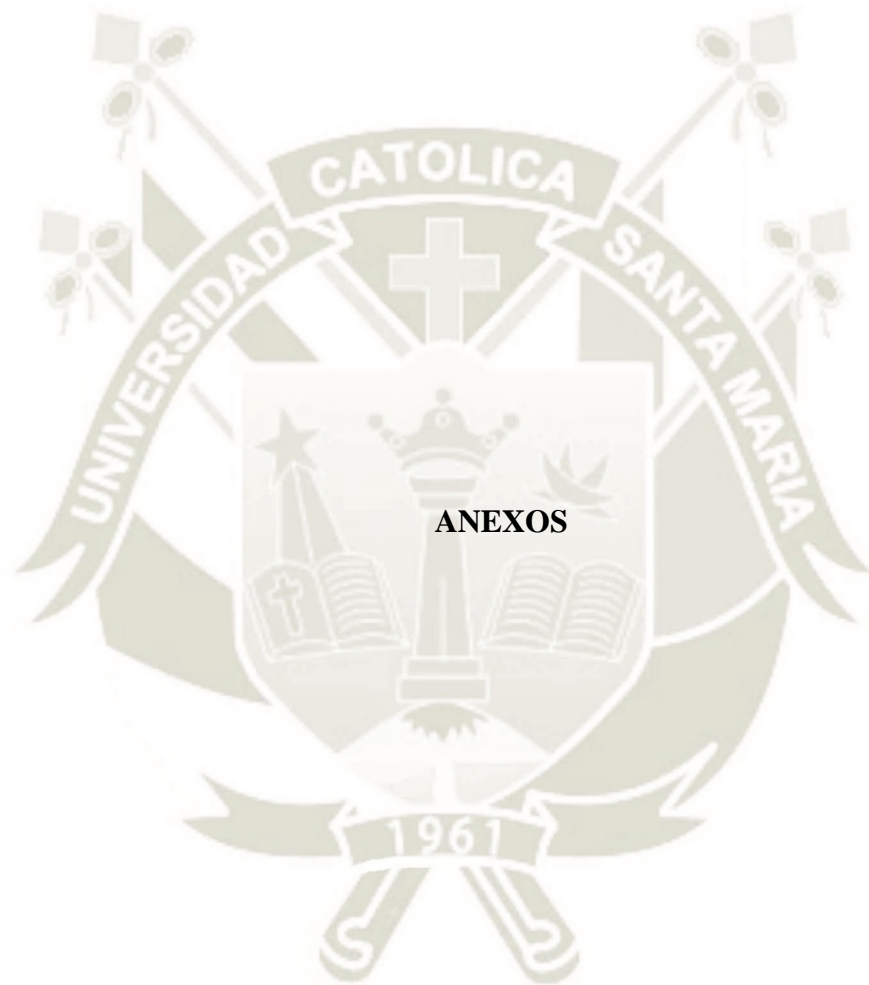
Puma Villasante, K. (2018). *Propuesta metodologica de mejora en la linea de produccion de cuero para la reduccion de costos en una curtiembre en Arequipa*. Arequipa: UCSM.

Ramos, M. (2015). *Evaluación de metodologías para disminuir la contaminación existente en los efluentes líquidos generados en el proceso de producción de la curtiduría Aldás*. Obtenido de (Grado Académico de Magister): <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23389/1/24%20PML.pdf>

Salas, G. (2005). *Eliminación de sulfuros por oxidación en el tratamiento del agua residual de una curtiembre*. Obtenido de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/ing\\_quimica/v08\\_n1/pdf/a08v8.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/ing_quimica/v08_n1/pdf/a08v8.pdf)

Shoes, C. (02 de Abril de 2011). *SlideShare*. Obtenido de Proceso de curtido de pieles: <https://es.slideshare.net/ludyslu/proceso-de-curtido-de-pieles>

Zevallos, J. (2014). *Determinación de parámetros fisicoquímicos en efluentes industriales de curtiembres de la asociación de pequeñas y medianas empresas de curtiembres, fabricas de cola y derivados del cuero (Apymecco) - parque industrial de Rio Seco (pirs), Cerro Colorado -*. Obtenido de (Tesis grado Biologo): <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/454>



### Anexo 1

#### Cronograma de trabajo para la investigación

N°	Actividad	Mes	Tiempo (días)
1	Formulación del problema	01/04/2018	9
2	Recolección de datos	10/04/2018	30
3	Revisión Bibliográfica	17/05/2018	7
4	Formulación y limitación de la investigación	24/05/2018	3
5	Determinación de hipótesis	27/05/2018	3
6	Determinación de objetos e indicadores	30/05/2018	5
7	Estudio de movimiento de curtimbre de cuero de la empresa	02/05/2018	60
8	Implementación de laboratorio	01/06/2018	20
9	Pruebas experimentales	21/06/2018	10
10	Reporte de experimentos a la empresa	01/07/2018	30
11	Estudio técnico para la implementación de planta de tratamiento	01/08/2018	20
12	Diseño de planos a medida	21/08/2018	30
16	Estudio económico para la implementación de la planta de tratamiento	21/10/2018	30
17	Análisis de resultados	24/11/2018	15
18	Conclusiones	11/12/2018	10
19	Presentación	21/12/2018	1

## Anexo 2

### Diagrama de gannt para el desarrollo del proyecto.



## Anexo 3 Resultados



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



### INFORME DE ENSAYO LAS-AC-18-00749

Pág: 1/4

#### Hoja de datos

Señores: RODOLFO ROQUE PEREZ MENDEZ  
Dirección: PIEDRA SANTA II MZ M LT 23 YANAHUARA AREQUIPA  
Atención: RODOLFO ROQUE PEREZ MENDEZ  
Proyecto: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
Nro de muestras: 1  
Muestreo realizado por: Cliente: RODOLFO ROQUE PEREZ MENDEZ  
Registro de muestreo: 124-18  
Procedimiento Aplicado: Muestreado por el cliente.  
Fecha de recepción: 14/04/2018  
Fecha de ensayo: 14/04/2018  
Fecha de emisión: 20/04/2018  
Condiciones de recepción de la muestra: Muestra debidamente refrigerado  
Observaciones: Datos proporcionados por el cliente.

#### Metodo de ensayo aplicado

802 EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)  
\*3036 Ensayo de Sulfuros en aguas : SMEWW, 22 th Ed. 4500-S\* Part F. Iodometric Method.

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de muestra	Matriz de la muestra	Lugar de muestreo	Punto de muestreo y/o coordenadas Coordenadas UTM Este / Norte	Fecha de inicio de muestreo	Hora de inicio de muestreo
AG18000304	MUESTRA DE AGUAS RESIDUALES	Agua Residual - Agua Residual Industrial	FABRICA DE CURTIEMBRES / PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	ALCANTARILLADO DE PELAMBRE	13/04/18	04.00 p.m.

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Sixto Vicerio Juárez Neira  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.P. 19474

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

\*<Valor numérico = Límite de detección del método, \*<Valor Numérico = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú  
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

A-18 N° 0767





Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS-AC-18-00749

Hoja de resultados

20/04/2018

Pág.: 2/4

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802	802	802	802	802	802	802	802	802	802
		Ag MT mg/L	Al MT mg/L	B MT mg/L	Ba MT mg/L	Be MT mg/L	Ca MT mg/L	Cd MT mg/L	Co MT mg/L	Cr MT mg/L	Cu MT mg/L
AG18000304	MUESTRA DE AGUAS RESIDUALES	*<0,0024	4,70	22,51	1,2289	*<0,000079	>250	0,00069	*<0,000094	0,01982	0,0998

  
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Sixto Vicente Juárez Neira  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.P. 19474

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

\*<Valor numérico = Límite de detección del método, \*Valor Numérico = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Rio Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú  
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

A-18 N° 0768



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS-AC-18-00749

Hoja de resultados

20/04/2018

Pág.: 3/4

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802	802	802	802	802	802	802	802	802	802	802
		Fe MT mg/L	K MT mg/L	Li MT mg/L	Mg MT mg/L	Mn MT mg/L	Mo MT mg/L	Na MT mg/L	Ni MT mg/L	P MT mg/L	Pb MT mg/L	Sb MT mg/L
AG18000304	MUESTRA DE AGUAS RESIDUALES	2,18	>250	0,94258	19,50	0,17079	0,03136	>1250	0,01390	27,48	*<0,0026	0,00682

*Sixto*  
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Sixto Vicente Juárez Neira  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.P. 19474

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

\*<Valor numérico = Límite de detección del método, \*<Valor Numérico = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú  
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

A-18 N° 0769



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



**INFORME DE ENSAYO LAS-AC-18-00749**

Hoja de resultados

20/04/2018

Pág.: 4/4

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802	802	802	802	802	802	802	802	802	*3036
		Se MT mg/L	SiO <sub>2</sub> MT mg/L	Sn MT mg/L	Sr MT mg/L	Ti MT mg/L	Ti MT mg/L	V MT mg/L	Zn MT mg/L	S= mg/L	
AG18000304	MUESTRA DE AGUAS RESIDUALES	0,0414	8,242	0,01420	10,44	0,05569	<0,0013	0,00263	0,5366	2141,89	

*Sixto Vicento Juárez Neira*  
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Sixto Vicento Juárez Neira  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.R. 19474

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico" = Límite de detección del método, "Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú  
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

**A-18 N° 0770**



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS-AC-18-00979

Pág: 1/1

Señores: RODOLFO ROQUE PEREZ MENDEZ  
Dirección: PIEDRA SANTA II MZ M LT 23 YANAHUARA AREQUIPA  
Atención: RODOLFO ROQUE PEREZ MENDEZ  
Proyecto: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
Nro de muestras: 1  
Muestreo realizado por: Cliente: RODOLFO ROQUE PEREZ MENDEZ  
Registro de muestreo: 161-18  
Procedimiento Aplicado: Muestreado por el cliente.  
Fecha de recepción: 22/05/2018  
Fecha de ensayo: 22/05/2018  
Fecha de emisión: 26/05/2018  
Condiciones de recepción de la muestra: Muestra debidamente refrigerado  
Observaciones: Datos proporcionados por el cliente.

Metodo de ensayo aplicado

849 Ensayo de Sulfuros en aguas : SMEWW. 22 th Ed. 4500-S<sup>2</sup> Part F. Iodometric Method (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de muestra	Matriz de la muestra	Lugar de muestreo	Punto de muestreo y/o coordenadas Coordenadas UTM Este / Norte	Fecha de inicio de muestreo	Hora de Inicio de muestreo	849 S= mg/L
AG18000418	PRUEBA N° 1	Agua Residual - Agua Residual Industrial	FABRICA DE CURTIEMBRES INKA PIELES / PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	ALCANTARILLADO DE PELAMBRE	22/05/18	03:15 p.m.	568,81

*Santo*  
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Sixto Vicente Juárez Neira  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.P. 19474

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

<sup>m</sup><Valor numérico> = Límite de detección del método, <sup>M</sup><Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Rio Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú  
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

A-18 N° 1379



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



INFORME DE ENSAYO LAS-AC-18-02006

Pág: 1/1

Señores: EDGAR MILTON PULCHA SUCA  
Dirección: ALTO SELVA ALEGRE PUEBLO JOVEN INDEPENDENCIA MZ L LT 15 AREQUIPA  
Atención: EDGAR MILTON PULCHA SUCA  
Proyecto: -  
Nro de muestras: 5  
Muestreo realizado por: Cliente: EDGAR MILTON PULCHA SUCA  
Registro de muestreo: 311-18  
Procedimiento Aplicado: Muestreado por el cliente.  
Fecha de recepción: 19/08/2018  
Fecha de ensayo: 19/08/2018  
Fecha de emisión: 25/09/2018  
Condiciones de recepción de la muestra: MUESTRAS DEBIDAMENTE CONSERVADAS  
Observaciones: Datos proporcionados por el cliente.

Metodo de ensayo aplicado

848 Ensayo de Sulfatos en agua : SMEWW, 22 th Ed. 4500-SO4-2 Part. E. Turbidimetric Method. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)  
849 Ensayo de Sulfuros en aguas : SMEWW, 22 th Ed. 4500-S<sup>2-</sup> Part F. Iodometric Method (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)  
\*3036 Ensayo de Sulfuros en aguas : SMEWW, 22 th Ed. 4500-S<sup>2-</sup> Part F. Iodometric Method.

Cod. Interno L.A.S	Nombre de muestra	Matriz de la muestra	Lugar de muestreo	Punto de muestreo y/o coordenadas Coordenadas UTM Este / Norte	Fecha de inicio de muestreo	Hora de inicio de muestreo	848 SO4= mg/L	849 S= mg/L	*3036 S= mg/L
AG18000799	SULFURO - 1	Agua Residual - Agua Residual Industrial	PARQUE INDUSTRIAL DE RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	BOTAL DE PELAMBRE	15/09/18	04:00 p.m.	----	----	1026,75
AG18000800	SULFURO - 2	Agua Residual - Agua Residual Industrial	PARQUE INDUSTRIAL DE RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	BOTAL DE PELAMBRE DE LA CURTIEMBRE INCAPIEL	15/09/18	05:20 p.m.	----	659,40	----
AG18000801	SULFURO - 3	Agua Residual - Agua Residual Industrial	PARQUE INDUSTRIAL DE RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	BOTAL DE PELAMBRE DE LA CURTIEMBRE INCAPIEL	15/09/18	06:20 p.m.	----	606,68	----
AG18000802	SULFATOS - 1	Agua Residual - Agua Residual Industrial	PARQUE INDUSTRIAL DE RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	BOTAL DE PELAMBRE DE LA CURTIEMBRE INCAPIEL	18/09/18	03:00 p.m.	2479	----	----
AG18000803	SULFATOS - 2	Agua Residual - Agua Residual Industrial	PARQUE INDUSTRIAL DE RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	BOTAL DE PELAMBRE DE LA CURTIEMBRE INCAPIEL	18/09/18	04:00 p.m.	3673	----	----

*Edgar Milton Pulcha Suca*  
Laboratorios Analíticos del Sur  
Srto. Vicente Juárez  
Gerente General  
I.º. Colón C.I.R.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico" = Límite de detección del método, "<Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú  
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

A-18 N° 3464



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



INFORME DE ENSAYO LAS-AC-18-00979

Pág: 1/1

Señores: RODOLFO ROQUE PEREZ MENDEZ  
Dirección: PIEDRA SANTA II MZ M LT 23 YANAHUARA AREQUIPA  
Atención: RODOLFO ROQUE PEREZ MENDEZ  
Proyecto: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
Nro de muestras: 1  
Muestreo realizado por: Cliente: RODOLFO ROQUE PEREZ MENDEZ  
Registro de muestreo: 161-18  
Procedimiento Aplicado: Muestreado por el cliente.  
Fecha de recepción: 22/05/2018  
Fecha de ensayo: 22/05/2018  
Fecha de emisión: 26/05/2018  
Condiciones de recepción de la muestra: Muestra debidamente refrigerado  
Observaciones: Datos proporcionados por el cliente.

Metodo de ensayo aplicado

849 Ensayo de Sulfuros en aguas : SMEWW, 22 th Ed. 4500-S<sup>2</sup> Part F. Iodometric Method (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de muestra	Matriz de la muestra	Lugar de muestreo	Punto de muestreo y/o coordenadas Coordenadas UTM Este / Norte	Fecha de inicio de muestreo	Hora de inicio de muestreo	849 S= mg/L
AG18000418	PRUEBA N° 1	Agua Residual - Agua Residual Industrial	FABRICA DE CURTIEMBRES INKA PIELES / PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	ALCANTARILLADO DE PELAMBRE	22/05/18	03:15 p.m.	568,81

*Saonit*  
Laboratorios Analíticos del Sur-E.I.R.L.  
Sixto Vicente Juárez Neira  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.P. 19474

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

\*<Valor numérico> = Límite de detección del método, \*<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Rio Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú  
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

A-18 N° 1379



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



INFORME DE ENSAYO LAS-AC-18-02066

Pág: 1/1

Señores:  
Dirección: ALTO SELVA ALEGRE PUEBLO JOVEN INDEPENDENCIA MZ L LT 15 AREQUIPA  
Atención:  
Proyecto:  
Nro de muestras: 5  
Muestreo realizado por: Cliente:  
Registro de muestreo: 311-18  
Procedimiento Aplicado: Muestreado por el cliente.  
Fecha de recepción: 25/09/2018  
Fecha de ensayo: 25/09/2018  
Fecha de emisión: 25/09/2018  
Condiciones de recepción de la muestra: MUESTRAS DEBIDAMENTE CONSERVADAS  
Observaciones: Datos proporcionados por el cliente.

Metodo de ensayo aplicado

848 Ensayo de Sulfatos en agua : SMEWW, 22 th Ed. 4500-SO4-7 Part. E. Turbidimetric Method. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)  
849 Ensayo de Sulfuros en aguas : SMEWW, 22 th Ed. 4500-S<sup>2-</sup> Part. F. Iodometric Method (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)  
\*3036 Ensayo de Sulfuros en aguas : SMEWW, 22 th Ed. 4500-S<sup>2-</sup> Part. F. Iodometric Method.

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de muestra	Matriz de la muestra	Lugar de muestreo	Punto de muestreo y/o coordenadas UTM Este / Norte	Fecha de inicio de muestreo	Hora de inicio de muestreo	848 SO4 <sup>-</sup> mg/L	849 S <sup>=</sup> mg/L	*3036 S <sup>=</sup> mg/L
AG18000799	SULFURO - 1	Agua Residual - Agua Residual Industrial	PARQUE INDUSTRIAL DE RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	BOTAL DE PELAMBRE	25/09/2018	04:00 p.m.	----	----	1026,75
AG18000800	SULFURO - 2	Agua Residual - Agua Residual Industrial	PARQUE INDUSTRIAL DE RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	BOTAL DE PELAMBRE DE LA CURTIEMBRE INCAPIEL	25/09/2018	05:00 p.m.	----	3,42	----
AG18000801	SULFURO - 3	Agua Residual - Agua Residual Industrial	PARQUE INDUSTRIAL DE RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	BOTAL DE PELAMBRE DE LA CURTIEMBRE INCAPIEL	25/09/2018	06:00 p.m.	----	7,63	----

*Mano firmada*  
Laboratorios Analíticos del Sur  
Sicco Vicentini Juárez  
Gerente General  
Inq. Químico C.I.P.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico" = Límite de detección del método, "Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú  
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

A-18 N° 3466

102

**Anexo 4.****DECRETO SUPREMO N° 003-2002**

PRODUCE003-2002-PRODUCE EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA CONSIDERANDO: Que, el Artículo 2 inciso 22) de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; Que, el Código del Medio, Ambiente y los Recursos Naturales, establece en el Artículo I de su Título Preliminar, que es obligación de todos la conservación del ambiente y, en particular del Estado, la prevención y control de la contaminación ambiental; Que, de acuerdo con el artículo 50 del Decreto Legislativo N° 757, “Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada”, las Autoridades Sectoriales Competentes para conocer sobre los asuntos relacionados con la aplicación de las disposiciones del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, son los Ministerios de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas; Que, de conformidad con los artículos 4 y 5 de la Ley N° 27789, corresponde al Ministerio de la Producción proponer políticas y normas de protección del medio ambiente y recursos naturales aplicables a las actividades industriales manufactureras, supervisando su cumplimiento; Que, mediante Decreto Supremo N° 019-97-ITINCI, se aprobó el Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de las Actividades de la Industria Manufacturera, el cual establece las obligaciones que deben cumplir las empresas industriales manufactureras para prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental, para lo cual sin embargo se requiere determinar los límites máximos permisibles de contaminación ambiental; Que, por Decreto Supremo N° 044-98-PCM se aprobó el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, el mismo que establece que el estudio para definir la propuesta de LMP será desarrollado por el Sector asignado en el Programa Anual de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, y sometido a consulta pública para su posterior aprobación mediante Decreto Supremo con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros; Que, la Resolución Presidencial N° 088-99-CONAM/PCD que aprobó el Programa Anual 2000, autorizó la formulación de la propuesta de Límites Máximos Permisibles aplicables a las actividades industriales manufactureras de producción de cemento, cerveza, curtiembre y papel; Que, se ha cumplido con los trámites y requisitos establecidos en la normatividad vigente, contándose con la recomendación de



la Comisión Ambiental Transectorial para su aprobación; De conformidad con lo dispuesto en el inciso 8) del Artículo 118 de la Constitución Política del Perú y el inciso 2) del Artículo 3 del Decreto Legislativo N° 560, Ley del Poder Ejecutivo; y, Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros; DECRETA: Artículo 1.- Alcance. El presente Decreto Supremo es aplicable a todas las empresas nacionales o extranjeras, públicas o privadas con instalaciones existentes o por implementar, que se dediquen en el país a las actividades industriales manufactureras de producción de cemento, cerveza, curtiembre y papel. Artículo 2.- Glosario de Términos. Para los efectos de la presente norma se considera: a. Límite Máximo Permisible (LMP): Es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente. Dependiendo del parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresado en máximos, mínimos o rangos. Límite Máximo Permisible de Efluentes para alcantarillado: Nivel de concentración o cantidad de uno o más elementos o sustancias en los efluentes que se descargan al alcantarillado, que al ser excedido puede ocasionar daños a la Infraestructura del Sistema de Alcantarillado y procesos de tratamiento de las aguas servidas, y consecuentemente afectación a los ecosistemas acuáticos y salud de las personas. Límite Máximo Permisible de Efluentes para aguas superficiales: Nivel de concentración o cantidad de uno o más elementos o sustancias en los efluentes que se descargan a las aguas superficiales, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, los ecosistemas acuáticos y la infraestructura de saneamiento, que es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible. Límite Máximo Permisible para emisiones de los hornos: Nivel de concentración o cantidad de uno o más elementos o compuestos de los hornos que se descargan al ambiente, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible. b. Diagnóstico Ambiental Preliminar (DAP): Es el estudio que se realiza antes de la elaboración del PAMA que contiene los resultados derivados del programa de monitoreo en función a los Protocolos de Monitoreo, con el objeto de evaluar los impactos a identificar los problemas que se estén generando en el ambiente por la actividad de la industria manufacturera. c. Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA): Programa que contiene las acciones, políticas e inversiones

necesarias para reducir prioritariamente la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que ingresan al sistema o infraestructura de disposición de residuos o que se viertan o emitan al ambiente; realizar acciones de reciclaje y reutilización de bienes como medio para reducir los niveles de acumulación de desechos y prevenir la contaminación ambiental; y reducir o eliminar las emisiones y vertimientos para poder cumplir con los patrones ambientales establecidos por la Autoridad Competente. d. Guía de Manejo Ambiental: Documento de orientación expedido por la Autoridad Competente sobre lineamientos aceptables para los distintos subsectores o actividades de la industria manufacturera con la finalidad de propiciar un desarrollo sostenible. En consideración a las características distintivas de cada subsector o actividad de la industria manufacturera, la Autoridad Competente podrá preparar Guías de Manejo Ambiental aplicables solamente a uno o más de éstos. e. Guía de Buenas Prácticas: Documento que permite identificar oportunidades de mejoras asociadas a la industria manufacturera y describir métodos de operación y prácticas industriales que pueden ser implementadas con el fin de utilizar más eficientemente los recursos, gestionar adecuadamente los residuos y en general reducir los impactos ambientales ocasionados por la industria manufacturera. f. Valor Referencial: Nivel de concentración de contaminantes o valor de parámetro físico y/o químico que debe ser monitoreado obligatoriamente para el establecimiento de los límites máximos permisibles. Artículo 3.- Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales. Aprobar los Límites Máximos Permisibles (LMP) y Valores Referenciales aplicables por la Autoridad Competente, a las actividades industriales manufactureras de cemento, cerveza, curtiembre y papel, en los términos y condiciones que se indican en el Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3, que forman parte integrante del presente Decreto Supremo. Artículo 4.- Límites Máximos Permisibles para Actividades en Curso o que se inician. Los Límites Máximos Permisibles aprobados son de cumplimiento obligatorio a inmediato para el caso de las actividades o instalaciones industriales manufactureras de cemento, cerveza, curtiembre y papel que se inicien a partir de la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo. Tratándose de actividades en curso a la fecha de vigencia de la presente norma, los Límites Máximos Permisibles deberán ser cumplidos en un plazo no mayor de cinco (5) años, que excepcionalmente podrá ser extendido por un plazo adicional no mayor de dos (2) años, en los casos en los cuales los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental prioricen acciones destinadas a promover métodos de

prevención de la contaminación y respondan a los objetivos de protección ambiental contenidos en las Guías de Manejo Ambiental. El Ministerio de la Producción determinará en forma particular, los plazos que corresponde a cada titular de la actividad manufacturera, al momento de la aprobación del respectivo Diagnóstico Ambiental Preliminar o Programa de Adecuación y Manejo Ambiental, según corresponda. Artículo 5.- Valores Referenciales para curtiembre y papel. Los Valores Referenciales establecidos para el caso de las actividades industriales manufactureras de curtiembre y papel, serán evaluados con la información generada a través de informes de monitoreo, a fin de determinar su idoneidad o necesidad de efectuar ajustes y darles posteriormente el carácter de Límites Máximos Permisibles. En la revisión de los Valores Referenciales se tomará en cuenta la información proveniente de los estudios ambientales presentados ante el Ministerio de la Producción y de las correspondientes acciones de fiscalización realizadas. Artículo 6.- Programas de Monitoreo para los subsectores cemento y papel. Las empresas del Subsector Cemento deberán desarrollar un Programa de Monitoreo de dos años para el parámetro SO<sub>2</sub>, con una frecuencia semestral, según lo establecido en el Protocolo de Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado mediante Resolución Ministerial N° 026-2000- ITINCI-DM; a fin de contar con la línea base correspondiente que permita establecer el Límite Máximo Permisible para este parámetro. Las empresas del Subsector Papel, según corresponda de acuerdo a su proceso, deberán desarrollar un Programa de Monitoreo de dos años para los parámetros H<sub>2</sub>S, Cloro y Amoníaco, con una frecuencia semestral, según lo establecido en el Protocolo de Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado mediante Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI-DM; a fin de contar con la línea base correspondiente que permita determinar los Límites Máximos Permisibles para estos parámetros. El Ministerio de la Producción en casos justificados podrá determinar una frecuencia trimestral para la realización de los monitoreos. CONCORDANCIAS: R.M. N° 288-2003-PRODUCE, Art. 1 Artículo 7.- Diagnóstico Ambiental Preliminar Las empresas industriales manufactureras en actividad de los Subsectores cemento, cerveza y papel, deberán presentar un Diagnóstico Ambiental Preliminar al Ministerio de la Producción, para lo cual dentro del plazo de treinta (30) días útiles de publicado el presente Decreto Supremo, comunicarán a la autoridad competente el nombre de la empresa de consultoría ambiental debidamente registrada, a la que el titular de la actividad manufacturera hubiese contratado para cumplir con lo dispuesto

en la presente norma. La referida comunicación deberá precisar la fecha de inicio del monitoreo necesario para la formulación del correspondiente DAP, documento este último que deberá ser presentado en un plazo no mayor de treinta (30) días útiles de concluido el monitoreo. La fecha de inicio del monitoreo a que se refiere el párrafo precedente deberá concretarse dentro del plazo máximo de noventa (90) días calendario de la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo. Para el caso de las empresas pertenecientes al subsector curtiembre, el Ministerio de la Producción propondrá posteriormente las medidas preventivas, de mitigación y/o correctivas a ser implementadas a corto plazo. Artículo 8.- Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA). Las empresas que en cumplimiento de lo dispuesto en el presente Decreto Supremo y que como resultado de la evaluación de su DAP deban ejecutar un PAMA u otras medidas de adecuación ambiental, están obligadas a presentar informes semestrales al Ministerio de la Producción, dando cuenta de los monitoreos efectuados y del cumplimiento de sus obligaciones de adecuación ambiental. El Ministerio de la Producción en función a la complejidad de los distintos casos, determinará el plazo para la formulación y presentación de los respectivos PAMA. Artículo 9.- Micro y Pequeña Empresa Industrial. De conformidad con lo establecido en el Artículo 8 del Decreto Supremo N° 019-97-ITINCI, la micro y pequeña empresa industrial está obligada a cumplir lo dispuesto en la presente norma, pudiendo hacerlo en forma colectiva por grupo de actividad industrial, por concentración geográfica u otros criterios similares, previa conformidad expresa del Ministerio de la Producción. Artículo 10.- Empresas con PAMA aprobados. Las empresas comprendidas en el presente Decreto Supremo que a la fecha tengan aprobado o se encuentren ejecutando un PAMA u otros estudios de adecuación ambiental similares, adecuarán sus LMP a los establecidos en la presente norma, sin perjuicio de las condiciones y plazos en ellos establecidos. En casos debidamente acreditados, se podrá obtener plazos especiales de adecuación. Artículo 11.- Plazo de adecuación. El plazo de adecuación no excederá de 5 años contados a partir de la aprobación del PAMA respectivo; pudiendo ser extendido por un plazo no mayor de 2 años, en los casos en que los PAMAs contengan acciones destinadas a promover métodos de prevención de la contaminación y respondan a los objetivos de protección ambiental contenidos en las guías de manejo ambiental. El PAMA contará con un Cronograma detallado de cumplimiento para su respectivo seguimiento. Artículo 12.- Del incumplimiento de las disposiciones. Los casos

de incumplimiento serán tratados conforme al Régimen de Sanciones e Incentivos del Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades en la Industria Manufacturera, aprobado mediante Decreto Supremo N° 025-2001-ITINCI. Artículo 13.- Refrendo. El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y por el Ministro de la Producción y entrará en vigencia al día siguiente de su publicación. DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA: Primera. - Los Valores Referenciales establecidos en el Anexo N° 2 para los Subsectores de Curtiembre y Papel, tendrán un período de vigencia de 2 años a partir de la fecha publicación de la presente norma, debiendo los titulares de dichas empresas realizar un programa de monitoreo de 2 años, con una frecuencia semestral. Posteriormente, entrarán en vigencia los Límites Máximos Permisibles que durante este período el Ministerio de la Producción establezca en base a los monitoreos y estudios realizados. Para tal efecto, los titulares de las empresas deberán presentar reportes de medición de los parámetros establecidos, de acuerdo a lo dispuesto en el Protocolo de Monitoreo de Emisiones de Efluentes Líquidos aprobado mediante Resolución Ministerial N° 026- 2000-ITINCI/DM. CONCORDANCIAS: R.M. N° 288-2003-PRODUCE, Art. 1 Segunda. - Los LMP para el subsector papel, en cuanto a los parámetros de partículas, NOx, SO2 y VOC, serán propuestos en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas y demás sectores involucrados, a partir, entre otros, de la información resultante de la implementación del Proyecto “Eficiencia Energética de los Calderos Industriales”, el cual comprende a todos los Sectores que utilizan calderos en sus procesos productivos. Tercera. - El Decreto Supremo N° 028-60 del 29.11.60 “Reglamento de Desagües Industriales” se mantiene vigente en todo lo que no se oponga a lo dispuesto en el presente Decreto Supremo. Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los tres días del mes de octubre del año dos mil dos. ALEJANDRO TOLEDO Presidente Constitucional de la República LUIS SOLARI DE LA FUENTE Presidente del Consejo de Ministros EDUARDO IRIARTE JIMÉNEZ Ministro de la Producción ANEXO 1

ANEXO 1

**LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE EFLUENTES PARA ALCANTARILLADO  
DE LAS ACTIVIDADES DE CEMENTO, CERVEZA, PAPEL Y CURTIEMBRE**

PARAMETROS	CEMENTO		CERVEZA		PAPEL		CURTIEMBRE	
	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA
PH	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9		6.0 - 9.0
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35
Sólidos Susp. Tot. (mg/l)	100	50	500	350	1000	500		500
Aceites y Grasas (mg/l)			20	15	100	50	100	50
DBO <sub>5</sub> (mg/l)			1000	500		500		500
DQO (mg/l)			1500	1000		1000		1500
Sulfuros (mg/l)	-							3
Cromo VI (mg/l)								0.4
Cromo Total (mg/l)								2
N - NH <sub>4</sub> (mg/l)								30
Coliformes Fecales, NMP/100ml							*	*

\* En el caso del Subsector Curtiembre, no se ha fijado valores para el parámetro Coliformes fecales, dado que la data recopilada no era representativa, ni confiable. Asimismo, no ha sido posible identificar data a nivel nacional, ni en los países analizados sobre LMP específicos para éste parámetro en curtiembres, por lo que se ha desestimado la definición de éste LMP.

En el caso del Subsector Curtiembre, no se ha fijado valores para el parámetro Coliformes fecales, dado que la data recopilada no era representativa, ni confiable. Asimismo, no ha sido posible identificar data a nivel nacional, ni en los países analizados sobre LMP específicos para este parámetro en curtiembres, por lo que se ha desestimado la definición de este LMP. Anexo 2.

**LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE EFLUENTES PARA AGUAS SUPERFICIALES  
DE LAS ACTIVIDADES DE CEMENTO, CERVEZA, PAPEL Y CURTIEMBRE**

PARAMETROS	CEMENTO		CERVEZA		PAPEL		CURTIEMBRE	
	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA
PH	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	5.0 - 8.5	5.0 - 8.5
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35
Sólidos Susp. Tot. (mg/l)	50	30	50	30	100	30	50	30
Aceites y Grasas (mg/l)			5	3	20	10	25	20
DBO <sub>5</sub> (mg/l)			50	30		30	50	30
DQO (mg/l)			250	50		50	250	50
Sulfuro (mg/l)							1	0.5
Cromo VI (mg/l)							0.3	0.2
Cromo Total (mg/l)							2.5	0.5
Coliformes Fecales, NMP/100 ml							4000	1000
N - NH <sub>4</sub> (mg/l)							20	10

\* En curso: Se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores cemento, papel y curtiembre que a la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo se encuentran operando.

\*\* Nueva: Se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores cemento, papel y curtiembre que se inicien a partir de la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo.

En curso: Se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores cemento, papel y curtiembre que a la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo se encuentran operando.

\*\* Nueva: Se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores cemento, papel y curtiembre que se inicien a partir de la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo.

ANEXO 3 VALORES REFERENCIALES DE EFLUENTES PARA ALCANTARILLADO Y AGUAS SUPERFICIALES DE LAS ACTIVIDADES EN CURSO DE LOS SUBSECTORES CURTIEMBRE Y PAPEL PARÁMETROS CURTIEMBRE

VALORES REFERENCIALES DE EFLUENTES PARA ALCANTARILLADO Y AGUAS SUPERFICIALES DE LAS ACTIVIDADES EN CURSO DE LOS SUB SECTORES CURTIEMBRE Y PAPEL

PARAMETROS	CURTIEMBRE (Alcantarillado)	PAPEL	
		Aguas Superficiales	Alcantarillado
Grado de Acidez o Alcalinidad (pH)	6.5 – 9.5		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ), mg/l	1000	250	1000
Demanda Química de Oxígeno (DQO), mg/l	2500	1000	3000
Sólidos Suspendidos Totales (SST), mg/l	1000		
Sulfuros, mg/l	10		
Cromo +6, mg/l	0,5		
Cromo Total, mg/l	5		
Nitrógeno Amoniacal (N - NH <sub>4</sub> ), mg/l	50		

\* En curso: Se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores curtiembre y papel que a la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo se encuentran operando.

ANEXO 3 LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (LMP) PARA EMISIONES DE LOS HORNOS DE LA INDUSTRIA CEMENTERA DEL PERÚ

LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (LMP) PARA EMISIONES DE LOS HORNOS DE LA INDUSTRIA CEMENTERA DEL PERÚ

Parámetro	Horno	LMP (mg/m <sup>3</sup> )
Material Particulado	En curso	250
	Nuevo	150

La emisión de material particulado (MP) por horno (EH) es el promedio ponderado de las emisiones de la totalidad de las chimeneas de cada horno, incluyendo la chimenea de bypas para control de álcalis

$$EH = (\sum CiQi) / \sum Qi$$

Donde:

- EH = Emisión combinada de la línea de producción, en mg/m<sup>3</sup>
- Ci = Concentración de la chimenea "i", en mg/m<sup>3</sup>
- Qi = Flujo de gases de la chimenea "i", en m<sup>3</sup>/seg
- i = Número de chimenea