



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
EN LA EMPRESA CURTIEMBRE ALDAS”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título Terminal de Tercer Nivel de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

**Sub línea de Investigación:**

Sistema de administración de la salud, seguridad ocupacional y medio ambiente.

**AUTOR:** Martínez Ortiz Juan Pablo

**TUTOR:** Ing. Edison Patricio Jordán Hidalgo, Mg.

Ambato - Ecuador  
Septiembre – 2016

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA CURTIEMBRE ALDAS”, del señor Juan Pablo Martínez Ortiz, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Septiembre del 2016

EL TUTOR

-----  
Ing. Edison Patricio Jordán Hidalgo, Mg.

## **AUTORÍA**

El presente Proyecto de Investigación titulado: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA CURTIEMBRE ALDAS”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Septiembre del 2016

---

Juan Pablo Martínez Ortiz

CC: 180415274-0

## **DERECHOS DE AUTOR**

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

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

Ambato, Septiembre del 2016

-----  
Juan Pablo Martínez Ortiz

CC: 180415274-0

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. César Rosero e Ing. Andrés Cabrera, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA CURTIEMBRE ALDAS”, presentado por el señor Martínez Ortiz Juan Pablo de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

---

Ing. Vicente Morales, Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. César Rosero, Mg.  
DOCENTE CALIFICADOR

---

Ing. Andrés Cabrera, Mg.  
DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

*Dedicado a mi madre Marina Elodia Ortiz Mayorga, por su amor, trabajo, apoyo moral y económico para poder estudiar y culminar esta carrera.*

*A mi padre Juan Luis Martínez Espinosa quien me educo con disciplina, quien me enseñó que el trabajo honesto y el esfuerzo es lo que nos lleva al éxito, valores y enseñanzas que me sirvieron para poder culminar mi carrera.*

*Juan Pablo Martínez Ortiz*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mis padres por su amor y apoyo incondicional.*

*A mi hermana Susana y mi cuñado Jorge por abrirme las puertas de su casa y recibirme como un hijo más en su familia.*

*A mis hermanos, sobrinos, tíos y primos que me brindaron su apoyo y cariño durante la carrera.*

*A Ana por su amor y lealtad durante mi carrera.*

*Al Ing. Édison Jordán Mg. su asesoría y conocimiento durante la tutoría, lo cual me han permitido efectuar exitosamente el proyecto, su paciencia y apoyo fueron imprescindibles.*

*Al Ing. Gonzalo Cardona por los conocimientos impartidos durante mi trabajo en la empresa Curtiembre Aldas.*

*A la UTA y mis maestros que me dieron todo de sí para mi formación profesional.*

*Juan Pablo Martínez Ortiz*

## ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	ii
AUTORÍA .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE.....	viii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS.....	xx
INTRODUCCIÓN .....	xxi
CAPÍTULO I .....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Delimitación.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Objetivos .....	4
CAPÍTULO 2.....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Antecedentes Investigativos.....	5
2.2 Fundamentación Teórica.....	7
2.2.1 Marco Legal.....	7
Constitución de la República del Ecuador 2008.....	7
Ley de Gestión Ambiental .....	8
Ley Orgánica de Salud.....	9
Código Penal.....	9
Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.....	10
2.2.2 Marco Referencial.....	12



La industria de curtiembre .....	12
Etapas del proceso de producción en curtiembres .....	13
Contaminación al Subcomponente Ambiental Agua.....	16
Principales Parámetros en efluentes de Curtiembre .....	16
Características e impactos ambientales de los parámetros más tóxicos contaminantes en las aguas residuales de una curtiembre. ....	19
Opciones para el tratamiento de los efluentes de una curtiembre.....	21
a.    Sistemas físico-químicos .....	21
b.    Tratamiento biológico.....	27
c.    Sistemas combinados .....	29
2.3    Propuesta de solución.....	29
CAPÍTULO 3.....	31
METODOLOGÍA.....	31
3.1    Modalidad de la investigación: .....	31
3.2    Población y muestra .....	32
3.3    Recolección de información.....	32
3.4    Desarrollo del proyecto .....	33
CAPÍTULO 4.....	34
4.1    Ubicación de la planta.....	34
4.2    Distribución de planta de la curtiembre Aldas.....	35
4.3    Descripción del proceso productivo de la curtiembre Aldas. ....	37
4.3.1    Recepción de pieles .....	38
4.3.2    Ribera.....	39
4.3.3    Curtido .....	41
4.3.4    RTE (recurtido, teñido y engrase).....	44
4.3.5    Acabados.....	46
4.4    Área de estudio.....	51

4.5	Recolección de información sobre las caracterizaciones obtenidas del agua en el proceso y en la descarga a la alcantarilla sin tratamiento alguno.....	52
4.5.1	Análisis de las caracterizaciones obtenidas del agua en el proceso y en la descarga a la alcantarilla sin tratamiento alguno. ....	54
4.6	Análisis de los residuos contaminantes en el agua después de cada subproceso en estudio. ....	57
4.6.1	Residuos contaminantes en el agua en el lavado 1 y lavado 2 .....	57
4.6.2	Residuos contaminantes en el agua del remojo .....	57
4.6.3	Residuos contaminantes en el agua del pelambre.....	57
4.6.4	Residuos contaminantes en el agua del lavado 4 y el lavado 5 .....	57
4.6.5	Residuos contaminantes en el agua del descarnado.....	57
4.6.6	Residuos contaminantes en el agua del dividido .....	58
4.6.7	Residuos contaminantes en el agua del lavado 6.....	58
4.6.8	Residuos contaminantes en el agua del pre-desencalado.....	58
4.6.9	Residuos contaminantes en el agua del desencalado .....	58
4.6.10	Residuos contaminantes en el agua del lavado 7 y lavado 8 .....	58
4.6.11	Residuos contaminantes en el agua del piquelado.....	58
4.6.12	Residuos contaminantes en el agua del curtido .....	58
4.6.13	Residuos contaminantes en el agua del escurrido.....	58
4.6.14	Residuos contaminantes en el agua del lavado 9 .....	59
4.6.15	Residuos contaminantes en el agua del recromado .....	59
4.6.16	Residuos contaminantes en el agua del neutralizado.....	59
4.6.17	Residuos contaminantes en el agua del lavado 10.....	59
4.6.18	Residuos contaminantes en el agua del teñido.....	59
4.6.19	Residuos contaminantes en el agua del engrase .....	59
4.6.20	Residuos contaminantes en el agua del lavado 11 .....	59
4.6.21	Residuos contaminantes en el agua del escurrido estirado .....	59

4.6.22	Residuos contaminantes en el agua del lavado de máquinas en la etapa de pigmentado y lacado.....	59
4.6.23	Residuos contaminantes en el agua de la bodega. ....	60
4.6.24	Parámetros contaminantes a ser considerados en el estudio.....	62
4.7	Determinación del consumo de agua que utilizaría la planta si trabajara a su máxima capacidad en el turno diurno. ....	62
4.8	Determinación del consumo real de agua en los procesos de producción en la actualidad. ....	69
4.9	Cronograma de descargas de efluentes en la semana.....	74
4.10	Recolección de muestras para definir el nivel de contaminación. ....	77
4.10.1	Procedimiento para la recolección de muestras.....	78
4.10.2	Equipo para la recolección de muestras.....	79
4.11	Esquema del sistema de tratamiento propuesto por el autor. ....	90
4.12	Pruebas de oxidación de sulfuros con efluentes de pelambre.....	91
4.12.1	Calculo para determinar las condiciones del ensayo. ....	91
4.12.2	Procedimiento para realizar el ensayo .....	96
4.13	Pruebas de precipitación de cromo. ....	102
4.13.1	Procedimiento para realizar el ensayo .....	103
4.14	Estudio del comportamiento del homogenizador.....	106
4.14.1	Volumen del efluente desulfurado correspondiente a cada metro cúbico de efluente en el homogenizador.....	108
4.14.2	Reacción que se produce de la mezcla de efluente desulfurado y el efluente en el homogenizador.....	111
4.14.3	Pruebas de coagulación y floculación.....	112
4.15	Eficiencia del sistema de tratamiento de efluentes. ....	115
4.16	Tratamiento de lodos.....	116
4.16.1	Tratamiento de lodos del proceso de precipitación de cromo. ....	116

4.16.2	Tratamiento de lodos del proceso de coagulación, floculación y sedimentación. ....	117
4.17	Diseño de unidades actuadoras en el sistema de tratamiento de efluentes. ...	118
4.17.1	Diseño del tanque de oxidación de sulfuros. ....	118
4.17.2	Diseño del sistema de neumático para la oxidación de sulfuro. ....	120
4.17.3	Diseño del tanque de precipitación de cromo. ....	122
4.17.4	Diseño del tanque de homogenización. ....	125
4.18	Diseño del serpentín de mezcla de efluente con los coagulantes y floculantes.	126
4.18.1	Diseño del tanque de coagulación, floculación y sedimentación. ....	128
4.19	Diseño de alcantarillas, rejillas y tanques de decantación. ....	131
4.20	Distribución y ubicación de las unidades de tratamiento en la empresa. ....	136
4.21	Costos de implementación y mantenimiento pronosticados. ....	137
4.22	Justificación del costo. ....	139
CAPÍTULO V .....		141
5.1	Conclusiones. ....	141
5.2	Recomendaciones.....	142
Bibliografía .....		144
PLANOS .....		147
ANEXOS .....		155

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. ....	11
Tabla 2: Comparación del grado de contaminación de los efluentes de curtiembre en valores promedio y los límites de descarga establecidos por el TULSMA [17]. ....	19
Tabla 3: Flujograma del proceso productivo. ....	38
Tabla 4: Resultados del análisis de agua antes de que ingrese al proceso de producción (ANEXO 6). ....	52
Tabla 5: Historial de resultados de análisis de agua punto de muestreo de efluentes de pelambre. ....	53
<b>Tabla 6:</b> Resultados de análisis de agua punto de muestreo de efluentes de curtido. ....	53
Tabla 7: Historial de resultados de análisis de agua punto de muestreo descarga a la alcantarilla. ....	54
Tabla 8: Resumen de los contaminantes en el agua después de cada subproceso en estudio. ....	60
Tabla 9: Dimensiones de los bombos. ....	65
Tabla 10: Volumen útil de los bombos. ....	66
Tabla 11: Volumen ocupado por la piel dentro del volumen útil de los bombos. ....	66
Tabla 12: Volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil de los bombos. ....	67
Tabla 13: Información de los procesos en estudio. ....	67
Tabla 14: Consumo teórico semanal de agua del proceso. ....	69
Tabla 15: Efluentes generados en la etapa de ribera respecto al volumen de producción. ....	70
Tabla 16: Efluentes generados en la etapa de curtido respecto al volumen de producción. ....	71
Tabla 17: Efluentes generados en la etapa RTE respecto al volumen de producción para cuero estándar. ....	72
Tabla 18: Efluentes generados en la etapa RTE respecto al volumen de producción para cuero plena flor. ....	72
Tabla 19: Volumen de efluentes generados a la semana. ....	73
Tabla 20: Efluentes descargados en la semana durante los dos ciclos de producción. ....	76
Tabla 21: Equipo para la recolección de muestras. ....	79

Tabla 22: Volúmenes de las muestras a tomar de los subprocesos. ....	80
Tabla 23: Recolección de muestras e información. ....	82
Tabla 24: Resultados del análisis fisicoquímico de la muestra de efluentes homogenizados (ANEXO 15).....	89
Tabla 25: Resultados de análisis fisicoquímico del ensayo de oxidación. ....	99
Tabla 26: Regresión lineal de los puntos estables de oxidación de sulfuros. ....	101
Tabla 27: Resultados de análisis fisicoquímico del ensayo de precipitación de cromo. ....	106
Tabla 28: Descarga de efluentes al homogenizador y sedimentador final. ....	108
Tabla 29: Reacción producida por la mezcla de efluente desulfurado y homogenizado. ....	111
Tabla 30: Ilustraciones de los resultados del ensayo de coagulación, floculación y sedimentación. ....	114
Tabla 31: Resultados de análisis fisicoquímico de muestra de efluentes totalmente tratados.....	115
Tabla 32: Eficiencia del sistema de tratamiento. ....	116
Tabla 33: Costos de implementación del sistema de tratamiento 2016.....	137
Tabla 34: Costos de mantenimiento pronosticados en productos químicos. ....	138
Tabla 35: Costos de mantenimiento pronosticados en energía. ....	139

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 : Ubicación de Curtiembre Aldas .....	34
Fig. 2: Fachada frontal de Curtiembre Aldas.....	35
Fig. 3: Distribución de la planta de producción de Curtiembre Aldas. ....	36
Fig. 4: Distribución del bloque administrativo de Curtiembre Aldas.....	36
Fig. 5: Bombos de pelambre.....	39
Fig. 6: Operación de descarnado.....	41
Fig. 7: Operación de dividido.....	41
Fig. 8: Bombos de curtido.....	42
Fig. 9: Operación de escurrido.....	43
Fig. 10: Operación de rebajado.....	44
Fig. 11: Bombos de RTE.....	44
Fig. 12: Operación de escurrido-estirado.....	46
Fig. 13: Operación de secado al vacío.....	46
Fig. 14: Transportador aéreo.....	47
Fig. 15: Ablandado del cuero.....	47
Fig. 16: Lijado del cuero.....	48
Fig. 17: Pigmentado del cuero.....	48
Fig. 18: Prensado del cuero.....	49
Fig. 19: Máquina sopleteadora.....	49
Fig. 20: Clasificado del cuero.....	50
Fig. 21: Máquina medidora de área.....	50
Fig. 22: Empaquetado del cuero.....	51
Fig. 23: Cronograma de descargas de efluentes de los procesos productivos.....	75
Fig. 24: Esquema del sistema de tratamiento propuesto por el autor.....	90
Fig. 25: Presión vs caudal del difusor (ANEXO 16).....	93
Fig. 26: Transferencia de oxígeno según el caudal y altura de la columna de agua (ANEXO 16).....	94
Fig. 27: Velocidad de oxidación de sulfuros en función de la cantidad de catalizador [25].....	96
Fig. 28 : Equipo de aireación para oxidar sulfuro.....	97
Fig. 29: Efluente en el equipo de aireación para oxidar sulfuro.....	97

Fig. 30: Espuma formada en la superficie del efluente.....	98
Fig. 31: Variación de la concentración de sulfuro en función del tiempo. ....	99
Fig. 32: Efluente con cromo en reposo para sedimentar sus sólidos. ....	103
Fig. 33: Reacción del efluente al subir su pH a 10. ....	104
Fig. 34: Efluente después de 12 horas de precipitación con punto de partida de pH 10. ....	105
Fig. 35: Efluente después de 12 horas de precipitación con un punto de partida de pH 9. ....	105
Fig. 36: Efluente homogenizado filtrado en la malla de 200 micras. ....	112
Fig. 37: Formación de coágulos en el efluente. ....	113
Fig. 38: Formación de flóculos en el efluente. ....	113
Fig. 39: Maquina compactadora de lodos. ....	118
Fig. 40: Diseño del taque de oxidación del sulfuro. ....	119
Fig. 41: Distribución de los difusores en el tanque de oxidación. ....	120
Fig. 42: Blower de baja presión. ....	121
Fig. 43: Esquema del sistema de oxidación de sulfuros. ....	122
Fig. 44: Modelo del taque de precipitación de cromo. ....	123
Fig. 45: Modelo de era de secado de lodos con cromo.....	124
Fig. 46: Esquema del sistema de precipitación de cromo.....	125
Fig. 47: Tanque homogenizador de efluentes.....	126
Fig. 48: Serpentín para la dosificación de químicos y agitación. ....	128
Fig. 49: Tanque de floculación, coagulación y sedimentación final. ....	129
Fig. 50 Tanque de almacenamiento de lodos acuosos.....	130
Fig. 51 Esquema del sistema homogenización, micro filtración, sedimentación y compactación de lodos.....	130
Fig. 52 Disposición de rejillas de limpieza manual .....	132
Fig. 53 Factores de forma $\beta$ para secciones de barras .....	132
Fig. 54 Ubicación de las unidades de tratamiento en la empresa. ....	136



## ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1. Tanque de oxidación de sulfuros .....	149
PLANO 2. Distribución de difusores.....	150
PLANO 3. Tanque de precipitación de cromo. ....	151
PLANO 4. Tanque de sedimentación. ....	152
PLANO 5. Tanque captador de lodos.....	153

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Este estudio presenta un diseño de un sistema de tratamiento físico-químico de efluentes en una curtiembre, el cual se adapta a los procesos de producción y su variación de caudal, mediante análisis y recolección de información se identifica que los parámetros contaminantes en los efluentes residuales que descarga la empresa no cumplen con el límite permisible establecido por la norma TULSMA.

Para su tratamiento se elimina los contaminantes más tóxicos individualmente como el sulfuro y el cromo, luego de esto presenta un modelo para el uso eficiente de sus mismos efluentes beneficiándose de reacciones coagulantes que se produce al unir efluentes con cal con los demás para luego filtrar estos efluentes en una malla de 200 micras, retirando un 50% de sólidos suspendidos, seguidamente se da un tratamiento de coagulación, floculación y sedimentación final para descargar estos efluentes al alcantarillado.

Con la precipitación de cromo se elimina metales pesados de los lodos generados, dejando estos con un nivel de peligrosidad mínima, con lo cual pueden ser utilizados en compostaje o vertidos a un relleno sanitario, con un rápido tratamiento de estos se eliminan malos olores generados que causan malestar en la población aledaña y en la misma empresa.

Con este tratamiento se logra reducir la DQO en 92,05%, la DBO<sub>5</sub> en un 92%, sólidos suspendidos en un 95,38%, sulfuros en un 99,67% y cromo un 95,57%.

Además, se presenta como realizar los cálculos de construcción de la planta de tratamiento, sus costos de construcción y sus costos de mantenimiento.

## **ABSTRACT**

This study presents a design of a system of physical-chemical treatment of effluent in a tannery, which adapts to production processes and flow variation through analysis and data collection is identified contaminants parameters in waste effluents discharging the company does not meet the permissible limit set by the TULSMA standard.

For treatment the most toxic contaminants are removed individually as sulfur and chromium after this presents a model for efficient use of their own effluent benefit from coagulating reactions produced by joining effluents with lime with others and then filter these effluent mesh 200 microns, removing 50% of suspended solids, then treatment coagulation, flocculation and sedimentation is given end to download these effluents into sewer.

With precipitation of chromium heavy metals from the sludge generated is removed, leaving those with a level of minimal danger, which can be used in compost or dumped into a landfill, with prompt treatment of these odors generated are eliminated that They cause discomfort in the surrounding population and at the same company.

This treatment is accomplished reduce COD 92.05%, BOD5 92%, suspended solids in a 95.38%, 99.67% sulfides in a 95.57% and chromium one.

In addition it is presented as performing calculations construction of the treatment plant, its construction costs and maintenance costs.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

**Efluente:** Agua residual que sale de un proceso

**Afluente:** Agua que ingresa a un proceso

**RTE:** Recurtido, teñido y engrase

**P1, P2 y P3:** Bombos de pelambre 1, 2 y 3 respectivamente

**C1 y C2:** Bombos de curtido 1 y 2 respectivamente

**DQO:** Demanda química de oxígeno

**DBO5:** Demanda bioquímica de oxígeno

**SS:** Sólidos suspendidos

**Ss:** Sólidos sedimentables

**pH:** Potencial de hidrogeno

**EIA:** Expost: Estudio de impacto ambiental Expost

**PMA:** Plan de manejo ambiental

**MAE:** Ministerio del Ambiente Ecuatoriano

**OAE:** Organismo de Acreditación Ecuatoriano

**Coliformes:** Grupo de bacterias con características en común

**Aireación:** Proceso mediante el cual el agua se pone en contacto íntimo con el aire.

**Tensoactivos:** Están formados por moléculas de gran tamaño, ligeramente solubles en agua y son los responsables de la aparición de espumas en las plantas de tratamiento.

**Bombo:** Recipiente cilíndrico, que rota por la acción de un motor sobre su eje y que desarrolla algunas operaciones unitarias del proceso propias de una curtiembre.

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

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

**Compostaje:** Proceso de transformación de la materia orgánica para obtener compost, un abono natural.

**Eficiencia de tratamiento:** Relación entre la concentración removida y la concentración en el afluente, para una planta de tratamiento y un parámetro específico.

## INTRODUCCIÓN

La industria de la curtiembre es aquella cuyo fin es el convertir pieles animales en un material no putrescible llamado cuero. Para lograr esto se llevan a cabo tres principales procesos: Ribera, Curtido y RTE.

En cada etapa la piel es expuesta a lavados y baños preparados con productos químicos; esto en bombos de madera, Las curtiembres en general presentan varios problemas por contaminación ambiental de sus efluentes líquidos, pues la cantidad de productos químicos dosificados es alta y no todos estos químicos se concentran en la piel saliendo mezclados con el agua utilizada, además la carga orgánica vertida en el agua por la materia prima, presentando así altas cargas contaminantes.

La Curtiembre Aldas, a pesar de utilizar técnicas de producción más limpia, productos químicos amigables con el ambiente, tener en operación un filtro recuperador de pelo, un sistema de alcantarillas que separa efluentes ácidos y alcalinos, decantadores y un filtro retenedor de sólidos con una malla se 200 micras, presenta efluentes que exceden los límites permisibles de descarga al alcantarillado establecidos en el TULSMA.

Por este motivo se diseña un sistema de tratamiento que ayude a reducir los parámetros contaminantes en los efluentes.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Tema**

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA CURTIEMBRE ALDAS”

### **1.2 Planteamiento del problema**

En muchos países de América Latina, un problema para la mayoría de empresas dedicadas a la curtición de cuero es el tratamiento de sus desechos líquidos, ya que para los procesos ocupan una gran cantidad de productos químicos tóxicos para el medio ambiente, por el uso de estos se originan grandes cantidades significativas de sulfuro de hidrógeno, amoníaco, cromo y materia orgánica proveniente de las mismas pieles, esto se mezclan con el agua durante el proceso, además el mismo demanda de una cantidad de agua abundante, por cada metro cuadrado de piel se necesitan un promedio de 3 metros cúbicos de agua.

En Latinoamérica el mayor productor de cuero es Brasil con 75 millones de pies seguido de Argentina, Colombia, Bolivia, Ecuador, Uruguay, Perú, Chile y Paraguay [1].

Se puede apreciar con esta información que la cantidad de agua utilizada en esta industria es grande, así también como las cantidades de tóxicos que se encuentran en ellas.

En Ecuador el 90 % de curtiembres están ubicadas en la provincia de Tungurahua, promoviendo la materia prima para el sector calzado, además se sabe que Ambato

abastece el 80% del mercado Ecuatoriano, siendo así una de las fuentes económicas más robustas y antiguas del Cantón, contribuyendo así con el desarrollo económico del centro del país [2].

La mayoría de curtiembres en Tungurahua no cuentan con plantas diseñadas de acuerdo al proceso, otras en cambio no abastecen el volumen de efluentes utilizados, todo esto debido a que no se realiza un estudio previo para el diseño de un correcto sistema de tratamiento, las razones de esto es que el costo del diseño es elevado, empresas extranjeras dedicadas a diseñar e implementar plantas de tratamiento ofrecen sus servicios en Ecuador pero a precios elevados, por lo cual algunas curtiembres no las contratan e implementan sus sistemas de tratamiento copiando sistemas de tratamiento de otras empresas similares lo cual ocasiona que dicho sistema no funcione de una manera eficiente.

Además la mayoría de tenerías no cuenta con un sistema adecuado para sus desechos líquidos y descaran sus efluentes sin ningún tratamiento contaminando el medio ambiente en donde se desarrollan [3].

Curtiembre Aldas es una empresa comprometida con el medio ambiente, por lo cual están implementadas dos máquinas una recuperadora de pelo y otra retenedora de sólidos, sin embargo sus efluentes no cumplen con los parámetros ambientales que dicta la normativa ecuatoriana, por lo cual en sus planes está el diseño y la construcción de una planta de tratamiento para sus efluentes, con el propósito de no realizar malas prácticas ambientales, mostrando así la responsabilidad y compromiso que tiene la empresa con los habitantes y el medio ambiente donde se desarrolla, además se proyecta con este tratamiento de efluentes eliminar los malos olores dentro y fuera de la empresa, formando un ambiente de calidad para el trabajo logrando que sus colaboradores se sientan a gusto laborando en la institución, alcanzando con el diseño ahorrar costos por contratación a empresas extranjeras dedicadas a este tipo de estudios, cabe recalcar que el diseño e implementación de la planta de tratamiento es una actividad que está contemplada en el Plan de Manejo Ambiental presentado al Ministerio del Ambiente para obtención de la Licencia Ambiental.

### **1.3 Delimitación**

**ÁREA ACADÉMICA:** Industrial y Manufactura.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Industrial.

**SUBLÍNEA:** Sistema de administración de la salud, seguridad ocupacional y medio ambiente.

**DELIMITACIÓN ESPACIAL:** La investigación se realizará en la fábrica Curtiembre Aldas localizada en la ciudad de Ambato, Parroquia Totoras.

**DELIMITACIÓN TEMPORAL:** La investigación se realizará los 6 meses siguientes a la aprobación del H. Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

### **1.4 Justificación**

La Provincia de Tungurahua ha comenzado a tener protagonismo en materia ambiental, gracias a la supervisión y control sobre las industrias, realizada por entidades como el Ministerio del Ambiente y el trabajo coordinado que realizan con los diferentes Gobiernos Autónomos Descentralizados de los cantones de esta provincia, especialmente el GAD Municipal de Ambato que es el que más trabajo tiene en este ámbito debido a que la mayoría de industrias de Tungurahua están ubicadas en este cantón.

Es por ello que actividades como el curtido de pieles están siendo controladas y fiscalizadas de cerca por la autoridad ambiental de modo que las empresas dedicadas a esta actividad cumplan con los parámetros de descarga que dicta la normativa ambiental vigente.

La importancia de este estudio es asegurar la eficiencia de la planta de tratamiento de agua, es decir que este sistema remueva gran porcentaje de los contaminantes en los efluentes, y conocer la dimensión física como económica de implementar y mantener dicho sistema.



Con esto no se optara por malas prácticas ambientales como la descarga de sus efluentes sin tratamiento alguno hacia la alcantarilla o hacia torrentes naturales de agua dulce, logrando así efluentes no tóxicos, aptos para el desarrollo de la vida, eliminando malos olores dentro de la empresa y en sus alrededores.

El estudio es completamente factible ya que existe la apertura y apoyo por parte del Gerente-Propietario de la empresa, se tiene presupuesto asignado para el estudio, espacio suficiente para el diseño y la ubicación de las unidades actuadoras, se cuenta con información bibliográfica, con estudios realizados y aplicados en empresas similares y con los materiales suficientes para lograrlo.

Los beneficiarios directos del proyecto son: La empresa, ya que tiene la satisfacción de cuidar el medio ambiente, cumple una de las actividades expuestas en el Plan de Manejo Ambiental, logra obtener un diseño eficiente para el tratamiento de sus efluentes y cumplir con la normativa ambiental para evitarse multas y sanciones por parte de la autoridad ambiental, se benefician los obreros y la población aledaña ya que con esto se elimina malos olores dentro y fuera de la institución, se beneficia el medio ambiente donde se desarrolla la empresa por lo tanto la sociedad en general porque los efluentes de la empresa ya no serán tóxicos por lo tanto no afectaran al desarrollo de la vida.

## **1.5 Objetivos**

### **General:**

Diseñar una Planta de Tratamiento para Aguas Residuales en la Empresa Curtiembre Aldas

### **Específicos:**

- Realizar un estudio del proceso productivo en la empresa.
- Caracterizar los parámetros físicos-químicos de las aguas residuales de Curtiembre Aldas ubicada en la parroquia Totoras.
- Plantear el sistema de la planta a implementarse de acuerdo al estudio realizado.
- Analizar el costo económico de la planta de tratamiento que se van a implementar.

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes Investigativos

En Quito, el estudio realizado por Darlyn Alejandra Valdés Uribe, es un tratamiento físico-químico para la eliminación de sulfuros y cromo de las descargas de los efluentes del procesamiento de pieles, fue titulado Diseño preliminar de un sistema de tratamiento de aguas residuales a escala industrial para los efluentes del procesamiento de pieles, el estudio consiste en la caracterización de las aguas residuales. El sistema, a escala laboratorio y a escala piloto, consiste en la mezcla controlada de efluentes ácidos y básicos en un reactor para la eliminación de y la precipitación de cromo como hidróxido. El gas sulfhídrico se absorbe en una solución de óxido de calcio en una columna de absorción y el efluente tratado pasa por un filtro de arena para retener los sólidos. En los experimentos a escala laboratorio se obtuvieron remociones de 90 y 100% para cromo y sulfuros respectivamente y para los tratamientos a escala piloto remociones de 86 y 96%. Con los datos obtenidos en los experimentos a escala piloto se diseñó una planta de tratamiento a escala industrial para el tratamiento de los efluentes del proceso de curtido de pieles de la tenería Ecuapiel [4].

En Italia el sistema tradicional de tratamiento físico-químico, es combinado con la maquinaria sacada al mercado por S.C. COSTRUZIONI MECHANICHE SRL, las cuales son dos tipos de máquinas exclusivas para curtiembres, una de recuperación de pelo en el proceso de pelambre y otra un tamiz o filtro para separar sólidos, esta máquina trabaja con mallas en orden de 500 a 50 micras, con lo cual la cantidad de lodos en el sedimentador final se reduce un 96%, logrando además con estas dos máquinas reducir la contaminación en un 60%, esta tecnología se apreció en el país en la planta de tratamiento de agua de la Curtiduría Tungurahua [5].

En Bogotá-Colombia, se expresa Nidia Elena Ortiz sobre su investigación en la viabilidad tecnológica y sostenible para la Recuperación y Reutilización de Cromo de las Aguas Residuales del Proceso de Curtido en la Curtiembre San Benito, sobre la cual muestra los siguientes resultados; indica que se requieren en promedio 6,69 g de soda cáustica grado industrial del 99,8 % de pureza para precipitar el cromo de un litro de agua residual y para regenerar el cromo se requiere de 5,49 g de ácido fórmico del 85 % de pureza y 7,21 g de sulfato de sodio grado industrial del 99 % de pureza. Del agua de curtido se removió un 99.9% de cromo con una concentración promedio inicial de 2.475 mg/L hasta niveles inferiores a 1,0 mg/L. Se encontró que pueden mezclarse sulfato básico de cromo recuperado y comercial en proporción 40:60 respectivamente como la más eficiente, para curtir pieles para calzado colegial y confección. Se determinó la calidad del cuero obtenido mediante pruebas de encogimiento y resistencia a la flexión, además del agua que se ha removido el cromo se recirculara para procesos de lavado, disminuyendo el 25% de consumo de agua [6].

Consiguientemente las investigaciones más destacadas en tratamientos biológicos en aguas de curtiembre fueron desarrolladas en Arabia Saudita y Egipto por Fahad Al-Fassi, Ranya Amer y Reham Aburokba, la última publicación es en el 2013 titulada Tratamiento Biológico de Aguas Residuales de Cuero Curtido Industrial Utilizando Bacterias de Vida Libre, la cual indica que hay 4 tipos de tratamientos biológicos. El primero, Lodos Activados el cual alcanza una remoción del 94% en DBO y un 84% en DQO con una relación alimento/microorganismos de 0.4 y un tiempo de retención hidráulico de 12h. El segundo, Reactor anaeróbico de flujo ascendente con sedimentación previa, con un tiempo de retención de 16 días reduce un 70% en DQO y un 78% en DBO. El tercero, Reactor aeróbico con sedimentación previa, remueve un 81% en DQO y un 87% en DBO. El cuarto, Combinación del tratamiento aeróbico y anaeróbico con sedimentación previa con un tiempo de retención de 3.1 días reduce un 87.3% en DQO y un 91.2% en DBO [7].

Para después de estos tratamientos biológicos la Revista Mexicana de Ingeniería Química hace referencia a la inactivación de bacterias coliformes totales por fotólisis UV, es decir inactivan estas bacterias en un tiempo de 150 min tras exponerlas al sol, o también con la ayuda de oxigenación se reduce el tiempo en 25 y 30 min, con una

inactivación del 95%, en cambio mediante radiación UV en tiempos cortos, como proceso alternativo para sustituir la cloración, a efecto de evitar la generación de compuestos órgano clorados y sus riesgos asociados a la salud [8].

Una de las últimas investigaciones, realizada por Wolfram Scholz titulado La Mejor Tecnología Para Tratamiento de Efluentes de Curtiembre, aplicada en República Dominicana en la Curtiembre Bermúdez cuyos productos son conocidos en el mercado como Cueros Los Favoritos contribuye con la siguiente información, concluye que después de la oxidación de sulfuros en las aguas del pelambre y después de la remoción del cromo en las aguas de curtido, en combinación con la nano filtración (NF) con dos birreactores de membrana (MBR) y la recirculación de agua es una nueva estrategia para reducir el impacto ambiental de los efluentes de curtiembre, así poder cumplir con las rígidas normas referentes a descargas y crear condiciones necesarias para un proceso de recirculación de agua de buena calidad. Con una viabilidad económica y técnica ya comprobada, esta nueva tecnología tiene demostrado su capacidad de reducir el DQO en un 95% y el DBO en un 99%, así como la remoción completa de los sólidos en suspensión. El efluente de alta calidad obtenido a través de este tratamiento con MBR permite un mejoramiento económico final. Una recirculación de agua de buena calidad aplicando los dos tratamientos MBR Y NF en escala industrial muestra una recuperación de agua en un orden del 75%. Este nuevo método muestra una considerable mejora en comparación con el rendimiento referencial de otras plantas similares, de acuerdo con el documento de referencia IUA (Comisión Ambiental Internacional) y Benchmarking: Parte 4', 4 [9].

## **2.2 Fundamentación Teórica**

### **2.2.1 Marco Legal**

#### **Constitución de la República del Ecuador 2008**

La actual Constitución del Ecuador es netamente ambientalista en el sentido que reconoce los derechos del ambiente, lo cual quiere decir que toma al medio ambiente como un sujeto de derecho. El interés y compromiso del Estado es que las personas habiten en un medio ambiente sano y ecológicamente sustentable. Por mencionar pocos de los varios artículos que enmarcan el presente estudio mencionaremos los siguientes:

El artículo 14 expresa “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, **sumak kawsay**. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

El artículo 15 declara la responsabilidad del Estado con respecto al medio ambiente al decir “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto”.

Además se sigue haciendo énfasis en el artículo 66 al derecho a vivir en un ambiente sano: “Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza”.

En el capítulo de biodiversidad y recursos naturales en la sección primera se reconocen los principios ambientales en el artículo 395: “1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras”.

El Estado ecuatoriano se compromete a “garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado” a través de “Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales” entre otros [10].

### **Ley de Gestión Ambiental**

El artículo 12 del capítulo IV declara las obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental las siguientes: “b) Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, de permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y las que establezca el Ministerio del ramo.” En el mismo artículo en el literal b también se menciona: “Promover la participación de la comunidad en la

formulación de políticas para la protección del medio ambiente y manejo racional de los recursos naturales” y “Garantizar el acceso de las 45 personas naturales y jurídicas a la información previa a la toma de decisiones de la administración pública, relacionada con la protección del medio ambiente”.

El artículo 21 implanta que “Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente”.

El artículo 23 determina, en los incisos a y b como componentes de una evaluación de impacto ambiental “La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada. Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución” [11]

### **Ley Orgánica de Salud**

El artículo 103 del mismo capítulo se declara que se prohíbe a toda persona, natural o jurídica, descargar o depositar aguas servidas y residuales, sin el tratamiento apropiado, los desechos infecciosos, especiales, tóxicos y peligrosos para la salud, deben ser tratados técnicamente previo a su eliminación y el depósito final se realizará en los sitios especiales establecidos para el efecto por los municipios del país.

Además el artículo 104 expresa que “todo establecimiento industrial, comercial o de servicios, tiene la obligación de instalar sistemas de tratamiento de aguas contaminadas y de residuos tóxicos que se produzcan por efecto de sus actividades” [12]

### **Código Penal**

El artículo 437B del capítulo XA, de los delitos contra el medio ambiente, establece que “El que infringiera las normas sobre protección del ambiente, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal

acción causare o pudiere causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido” [13]

### **Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente**

El Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente controla las políticas ambientales del Ecuador a través de los siguientes libros:

- Libro I: De la autoridad ambiental
- Libro II: De la gestión ambiental
- Libro III: Del régimen forestal
- Libro IV: De la biodiversidad
- Libro V: De los recursos costeros
- Libro VI: De la calidad ambiental
- Libro VII: Del régimen especial: Galápagos
- Libro VIII: Del instituto para el ecodesarrollo regional amazónico ECORAE
- Libro IX: Del sistema de derechos o tasas por los servicios que presta el ministerio del ambiente y por el uso y aprovechamiento de bienes nacionales que se encuentran bajo su cargo y protección [14].

El libro VI expide normativa de aplicación específica para cada regular la calidad y contaminación del agua, suelo y aire por medio de los siguientes anexos:

Anexo 1: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua

Anexo 2: Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados

Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión

Anexo 4: Norma de calidad del aire ambiente (Reformado en el Acuerdo 050)

Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones

Anexo 6: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos

Anexo 7: Listados nacionales de productos químicos prohibidos, peligrosos y de uso severamente restringido que se utilicen en el Ecuador

La normativa que guía el estudio, en cuanto a los niveles permisibles de contaminantes en la descarga, es Libro VI, Anexo I: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, en la que el Cuadro 11: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público especifica los límites permisibles de contaminantes [15].

**Tabla 1:** Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO <sub>3</sub>	mg/l	0,1
Caudal máximo		l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Cianuro total	CN-	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5



Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO4=	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	oC		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

**Fuente:** Libro VI, Anexo I: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes [15].

## 2.2.2 Marco Referencial

### La industria de curtiembre

Una curtiembre, curtiduría o tenería es el lugar donde se realiza el proceso que convierte las pieles de ganado en cuero; este proceso está dividido en cuatro etapas iniciando por limpieza, curtido, recutimento y acabado.

El proceso inicia poco después de faenado el animal, sin embargo la mayor cantidad de las pieles se almacenan por varias semanas. Para que estas puedan ser almacenadas se debe evitar el crecimiento de microorganismos que aceleran la putrefacción, sometiendo a las pieles a refrigeración con el fin de preservarlas, sin embargo este método representa un alto costo por la cantidad de energía eléctrica que consumen los cuartos de refrigeración, por otro lado salarlas es otra alternativa en la cual se introduce las pieles

en sal muera este método demanda tiempo y espacio físico ya que deben ser secadas al sol.

### **Etapas del proceso de producción en curtiembres**

Las curtiembres comúnmente usan pieles de ganado vacuno saladas o frescas, sin embargo la transformación de las pieles en cuero constituyen varias etapas, siendo las más comunes para piel de ganado vacuno: ribera, curtido, teñido y acabados.

Los principales procesos donde se usa el recurso agua son ribera, curtido y teñido los cuales se involucran en el estudio, se detallaran a continuación:

#### **Ribera**

Consiste en la preparación y acondicionamiento de las pieles, provenientes de los saladeros, las mismas que son sometidas a varias etapas para dar a las pieles un adecuado grado de humedad e hinchamiento para penetración de los productos químicos.

##### **a) Recepción de pieles**

Las pieles son llevadas desde los saladeros a las curtiembres para ser procesadas, al llegar a la curtiembre son apiladas en montones de acuerdo a la clasificación tomando en cuenta: tamaño, presencia de garrapatas, cortes, tupe y cicatrices.

##### **b) Lavado**

Las pieles se cargan en los bombos, y se les somete a un lavado para retirar la sal, sangre, suciedad, estiércol y microorganismos que se encuentran adheridas a las pieles.

**c) Remojo** Es un paso determinante para la hidratación de las pieles, ya que por medio del tratamiento con agua junto con hidróxido de sodio y tenso activos, las pieles adquieren flexibilidad y morbidez.

##### **d) Pelambre y calero**

Las pieles son tratadas con agente depilatorio orgánico, cal y sulfuro de sodio, para remover el pelo y la epidermis dando lugar al cuero en tripa. Se logra abrir la estructura de las pieles con un hinchamiento por el sulfuro de sodio, dando una sal de ácido muy fuerte y base fuerte dando soluciones de pH alto superior a 12. Entre los factores que deben ser controlados para un pelambre eficiente son:

la temperatura, cantidad de baño, efecto mecánico, tiempo, productos químicos, pH y un adecuado remojo.

**e) Descarnado**

Se ejecuta en forma mecánica y se desprende restos de músculos, grasas y epidermis se genera el sebo como residuo.

**f) Dividido**

Se separa la flor de la carnaza mecánicamente por medio de cuchillas, con un previo ajuste de acuerdo al calibre que se requiera; se obtiene la flor la cual continúa la etapa 7 de curtido, y como residuo se obtiene la carnaza que se ocupa como materia prima para la elaboración de la gelatina.

**g) Desencalado**

Permite la eliminación de la cal que se encuentra combinada con la piel y en los espacios interfibras, deteniendo el deshinchamiento de las pieles; además se ajusta el pH para el proceso de purga; mediante sulfato de amonio, sulfito de sodio, tenso-activos y desencalante [16].

## **Curtido**

Constituyen varios pasos en donde el cuero en tripa reacciona con productos químicos para estabilizar su composición orgánica y evitar descomposición, obteniéndose el cuero azul o wet blue, estos pasos son:

**a) Purgado**

Se emplean sistemas enzimáticos para el aflojamiento de fibras de colágeno y degradación de las grasas naturales. La intensidad del purgado dependerá del artículo 8 final que se desee obtener.

**b) Piquel**

Se adicionan ácido sulfúrico, ácido fórmico, los cuales aportan sus protones para el enlace con los grupos carboxílicos, de manera que el curtiente se fije en la parte superior de la piel.

**c) Curtido-lavado**

Se utilizan sales de cromo, el cual es un curtiente mineral que da al cuero una calidad uniforme, elasticidad y tacto; dando lugar al cuero azul, comúnmente conocido como wet blue. Además se adiciona un basificante que aumenta el pH del baño entre 3,6 - 3,9.

**d) Ecurrido**

Se ejecuta en forma mecánica para quitar el exceso de agua y estirar las partes arrugadas del cuero azul.

**e) Rebajado**

Consiste en reducir el calibre del cuero hasta obtener un espesor uniforme, según la clasificación; en ésta operación se genera como desecho virutas de cuero que contiene cromo [16].

**Teñido**

Consiste en la preparación y acondicionamiento de las pieles, provenientes del curtido, las mismas que son sometidas a varias etapas para que obtengan la textura y color deseado según el producto final que se requiera, estas etapas son:

**a) Neutralizado**

Es una operación en húmedo para elevar el pH del cuero con sales como bicarbonato de sodio o formiato de sodio.

**b) Recurtido**

Es un curtido que le da las propiedades finales y deseadas al cuero. Los reactivos a adicionarse dependen del producto que se quiera obtener, sin embargo generalmente se adicionan sales de cromo, taninos y resinas.

**c) Teñido**

Este proceso se realiza para dar color al cuero. El baño en el que se realiza el teñido contiene agua, colorantes y ácido fórmico. El baño es desechado después de cada operación.

**d) Engrase**

El engrase se realiza para que el cuero no se cuartee además que le de propiedades de flexibilidad, suavidad y resistencia. Para el efecto se utilizan grasas y aceites animales. Dado que la piel del animal, antes de ser curtido,

contiene de 0.5 a 1.5 kilogramos de sebo, muchas curtiembres usan este material de las carnazas para engrasar el cuero.

**e) Desvenado**

Esta es una operación que mediante rodillos de quita el exceso de agua de la piel además de estirarlo para ganar en área de la piel y lo alisa de forma uniforme [16].

**Contaminación al Subcomponente Ambiental Agua**

El principal problema ambiental ocasionado por las curtiembres se debe a las descargas del proceso. La principal causa de este hecho es que para procesar una tonelada de piel se utilizan 452 kg de sustancias químicas, de las cuales únicamente 72 kg de ellas quedan en el cuero, mientras que 380 kg van a las aguas residuales. Esto quiere decir que el 85% de las sustancias químicas utilizadas en el proceso quedan en el agua residual además de la carga de residuos de materia orgánica de las pieles [17].

**Principales Parámetros en efluentes de Curtiembre**

Se establece 16 parámetros a medir, estos son pH, sólidos sedimentables, sulfatos, temperatura, caudal, materia flotante, nitratos, color real, carbonatos, cromo hexavalente, DBO, DQO, sólidos suspendidos, cromo total, sulfuros, aceites y grasas. De acuerdo a la normativa ambiental de Ecuador, el resultado de la medición de dichos parámetros debe ser comparados con el TULSMA, Libro VI, Anexo I, Cuadro 11, los cuales indican los parámetros permisibles para la descarga de efluentes a la alcantarilla, a continuación una descripción de dichos parámetros:

**a) Potencial Hidrógeno (pH)**

El potencial hidrógeno es la medida de la concentración del ion hidrógeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar del ión hidrógeno. El pH es un parámetro importante en las aguas residuales y en su tratamiento pues un agua con pH menor a seis favorece el crecimiento de hongos, mientras que si tiene un pH mayor a seis forma nitrógeno amoniacal en forma gaseosa. Además favorece la existencia de vida biológica, en un valor de 6.5 a 8.5.

**b) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

Demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica biodegradable en presencia

de aire. Este parámetro se cuantifica a 20 °C, en el laboratorio, el ensayo es realizado durante cinco días de incubación. La DBO se expresa en miligramos de oxígeno por litro de agua.

**c) Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Demanda química de oxígeno es un parámetro usado para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte en un medio ácido y a alta temperatura.

La DQO es útil como parámetro de concentración orgánica en aguas residuales industriales o municipales tóxicas a la vida biológica.

**d) Cromo hexavalente**

El cromo utilizado en el proceso de curtiembre es cromo trivalente en forma de sales minerales.

Dadas las condiciones en que se realiza el proceso de curtido de pieles el cromo trivalente se oxida a cromo hexavalente, el cual es tóxico y es clasificado como cancerígeno y muta-génico comprobado en humanos.

**e) Sólidos Suspendidos**

Los sólidos suspendidos están formados por partículas que se mantienen dispersas en el agua en virtud de su naturaleza coloidal. Estos sólidos no se sedimentan por gravedad cuando el agua está en reposo.

**f) Sólidos Sedimentables**

Los sólidos sedimentables son un a medida del volumen de sólidos asentados al fondo de un cono Inhoff, en un período de una hora, y representan la cantidad de lodo removible por sedimentación simple, se expresan en mililitros por litro.

**g) Temperatura**

La temperatura es un parámetro que afecta a las demás características del agua residual, las características del tratamiento y su disposición final. La temperatura óptima para el tratamiento del agua es de 25 °C a 35 °C.

**h) Sulfuros**

Este compuesto aparece por la adición de sulfuro de sodio en el proceso, en el agua residual está el sulfuro de sodio y otros sulfuros ya que el azufre se descompone formando nuevos sulfuros producidos por reacciones propias y por

bacterias anaerobias mediante la utilización del oxígeno de los sulfatos presentes en el agua residual.

**i) Sulfatos**

Este es un compuesto común en las aguas residuales provenientes de curtiembres pues en la etapa de ribera y curtido se adiciona sulfatos de sodio y de amonio a la piel para facilitar la remoción del calcio de la piel.

**j) Nitratos**

Estos aparecen en las aguas residuales por la oxidación aeróbica de los compuestos amoniacaes y órgano nitrogenadas, conduce a la formación de nitritos y posteriormente de estos en nitratos.

**k) Grasas y aceites**

Son aquellas sustancias de naturaleza lipídica, esto quiere decir que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de capas, natas, gelatinas y espumas, las cuales son causantes de malos olores.

Se miden como sustancias solubles en hexano.

**l) Color real**

Está ligado a la turbiedad, puede presentarse como una característica independiente, no necesariamente ligada con los sólidos en suspensión en el agua. Este parámetro es debido a sustancias en solución, con tratamientos de floculación se elimina por completo este parámetro.

Se mide después de retirar la turbiedad por centrifugación, o sea después de retirar las sustancias suspendidas.

**m) Caudal**

Caudal es la cantidad de fluido que pasa a través de una sección en la unidad de tiempo, medido en volumen. Si en vez de medir la cantidad que circula en volumen se lo establece en peso se lo puede definir como gasto.

Las unidades dependen del sistema usado, pero la legislación ambiental lo expresa en litros por segundo [17].

**Tabla 2:** Comparación del grado de contaminación de los efluentes de curtiembre en valores promedio y los límites de descarga establecidos por el TULSMA [17].

Parámetro	Estudio 1	Estudio 2	Estudio 3	Descargas a cuerpo agua dulce	Descargas en alcantarillado
<i>DQO total mgl<sup>-1</sup></i>	7420	2710	4000	250	500
<i>DQO soluble mgl<sup>-1</sup></i>	3810	-	-	-	-
<i>DBO mgl<sup>-1</sup></i>	2600	910	2000	100	250
<i>SST mgl<sup>-1</sup></i>	3474	1520	2000	100	220
<i>ST mgl<sup>-1</sup></i>	15912	-	-	1600	1600
<i>C<sub>r</sub><sup>6+</sup> mgl<sup>-1</sup></i>	213	62	150	0.5	0.5
<i>Cl<sup>-</sup> mgl<sup>-1</sup></i>	12800	6400	5000	1000	-
<i>pH</i>	6.4-9.98	7.2	6-9	5-9	5-9
<i>S<sup>2-</sup> mgl<sup>-1</sup></i>	110	89	160	0.5	1

**Fuente:** Tratamiento de aguas residuales provenientes de una curtiembre [17].

### **Características e impactos ambientales de los parámetros más tóxicos contaminantes en las aguas residuales de una curtiembre.**

**DBO5:** Hay que entender que la DQO y DBO5 básicamente no son un contaminante, son una medida de contaminación en el agua, dicho esto, el DBO5 es la cantidad de oxígeno disuelto consumida por un agua residual durante la oxidación por vía biológica, de la materia orgánica biodegradable presente en dicha agua residual, es decir muchos son los parámetros que aumentan este valor, entre ellos se tiene el pelo, grasas, salinidad, sulfuros, tensoactivos, cromo, color, etc. Estos presentes en el agua residual de curtiembre. El agua con una DBO5 elevada tiende a generar malos olores, además si es descargada a cuerpos dulces tiende a consumir el oxígeno disuelto del cuerpo de agua para degradar sus contaminantes, y por lo tanto disminuye las posibilidades de que exista vida en el agua.

**DQO:** el DQO es la cantidad de oxígeno disuelto consumida por el agua residual durante la oxidación por vía química, efluentes con DQO elevada de igual forma tiende a consumir el oxígeno disuelto en el agua, por lo tanto si son descargados a cuerpos dulces, los vuelven inertes y sin vida, el valor de la DQO es siempre superior al de la DBO5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente.

**Sulfuro:** Es un producto esencial en el proceso de destrucción del pelo. Se trata de un elemento altamente tóxico en medio acuoso, pues debido a su carácter reductor provoca una drástica disminución del oxígeno disuelto en el agua, además cuando las soluciones acuosas que lo contienen bajan su pH del valor 10, se desprende ácido sulfhídrico



gaseoso que al ser inhalado en determinadas concentraciones puede llegar a ser mortal para cualquier ser vivo. La presencia del sulfuro en el proceso de pelambre explica que este proceso por si solo sea responsable del 76% de la toxicidad total del efluente.

**H<sub>2</sub>S:** El sulfuro de hidrogeno también conocido como ácido sulfhídrico, es un gas incoloro, su olor es a materia orgánica en descomposición, es inflamable y altamente toxico en concentraciones elevadas, basta con 2 ppm en el aire para percibirlo olfatoriamente, a 25 ppm(aire) es considerado una mezcla mortal para los seres vivos, se han dado casos de desmayos en las curtiembres debido a este gas, este gas aparece de las aguas con sulfuro, cuando a estas aguas con sulfuro el pH baja de un valor de 10, empieza a generar este gas, es por eso que se recomienda dar tratamiento a las aguas con sulfuro, y que las plantas de tratamiento siempre estecen fuera de construcciones donde siempre están presentes las personas.

**Cromo hexavalente:** El cromo usado en el proceso de curtido es el cromo en valencia III, sin embargo por las interacciones y reacciones que tiene este con otros productos en el proceso, puede llegar a formarse anhídrido de cromo o también conocido como cromo en valencia VI, este cromo es elevadamente toxico, pudiendo traer problemas a la salud de los animales, debido a que este puede alterar el material genético, por lo que está demostrado que el Cromo VI es cancerígeno, resultando en un mayor riesgo de cáncer de pulmón, otros efectos a señalar debido a la exposición por inhalación aguda de altas concentraciones de cromo VI son irritación del nariz, sangrado de la nariz, daño en el tracto respiratorio, bronquitis, neumonía y dificultades al respirar.

**Cromo trivalente:** El cromo en valencia III o sulfato de cromo es el usado en los procesos de curtido, vale recalcar que el cromo en esta valencia es un nutriente esencial en los seres humanos pero en concentraciones moderadas, el exceso de este puede causar alteraciones en el metabolismo de las grasas, puede causar condiciones en el corazón, también diabetes y erupciones cutáneas. En general el cromo llega al ser humano por los alimentos y el agua, es decir por medio de las plantas, cuando hay mucho cromo en el suelo los cultivos suelen sobrecargarse de este, es por esto que debe ser tratadas las aguas con cromo antes de ser descargadas o antes de que los lodos de una planta de tratamiento vayan cargados de estos.

**Sulfatos:** En el agua residual se encuentran varios de estos, como el sulfato de sodio, sulfato de aluminio y el sulfato de cromo entre los más importantes, estos tienden a elevar la DQO y sulfatos como el de sodio crean salinidad en el agua, los sulfatos son suelen ser solubles en agua, debido a esto es muy difícil la extracción de este del agua a tratarse.

**Tensoactivos:** Estos productos son ampliamente usados en ribera, como humectantes y como agentes de limpieza de los cueros. Los más usados son los alquilfenoles etoxilados. Estos productos dan altos valores de DQO y de toxicidad. Se ha determinado que 1gr/L de alquilfenol etoxilado tiene una DQO de 2.300mg/L [18].

### **Opciones para el tratamiento de los efluentes de una curtiembre**

Como se ha visto anteriormente los efluentes obtenidos de los procesos de la curtiembre se caracterizan por tener una elevada carga contaminante y por ello no pueden ser descargados al alcantarillado ni a cuerpos de agua dulce sin recibir un tratamiento previo. Dependiendo de los contaminantes presentes y las características propias del efluente, puede ser sometido a tratamientos físico-químicos, biológicos o una combinación de ellos para mejorar el rendimiento y la flexibilidad de los mismos. A continuación, se describen los principales tratamientos que en la actualidad se están dando a los efluentes de curtiembres.

#### **a. Sistemas físico-químicos**

Los sistemas físico-químicos se caracterizan porque los cambios ocurren debido a la aplicación de fuerzas físicas que trabajan conjuntamente con reacciones químicas para lograr un efectivo tratamiento del agua residual cruda, por lo general con este sistema se separan las aguas básicas y ácidas para darles tratamiento por separado.

#### **Eliminación de sulfuros**

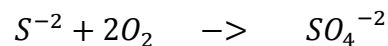
Este proceso se aplica a los efluentes de pelambre, los sulfuros se eliminan mediante procesos de precipitación y oxidación usando varias técnicas; la precipitación se la realiza con coagulantes y floculantes, pero la desventaja de esto es que el floculante no trabaja a toda su eficiencia debido al pH elevado en estos efluentes que es de 13 y 14, además que se tiene residuos como lodos con sulfuro que son catalogados como

peligrosos por su alta toxicidad y deben ser tratados por un gestor de desechos peligrosos lo que encarecen esta técnica; otra forma de tratar los sulfuros es la oxidación catalítica, se realiza y se obtiene como producto final una mezcla de sulfatos, tiosulfato y sulfito, la ventaja de este proceso es que no se producen mucha cantidad de lodos y los lodos que aparecen son mínimamente tóxicos pues no contienen sulfuros en exceso.

### **Técnicas de oxidación**

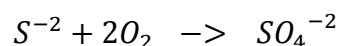
El autor Gilberto Salas presenta un estudio sobre el tratamiento de los sulfuros de los efluentes en el proceso de pelambre en una curtiembre por oxidación con oxígeno, usando un catalizador como el sulfato de manganeso (3,2 mg MnSO<sub>4</sub> /mg S<sup>-2</sup>) en medio alcalino a pH de 13. La concentración de sulfuro, al cabo de 6 horas, estaba muy cerca de los límites máximos permisibles establecidos por PRODUCE para descargas al alcantarillado (límite máximo para sulfuro = 5 mg/L). Se aprecia que la concentración de sulfuro se redujo en seis horas de 470 mg/L a 5 mg/L, el resultado es una oxidación de sulfuro de 98,9%. Aquí se usa aproximadamente 60 m<sup>3</sup> de aire por m<sup>3</sup> de efluente tratado.

La reacción química que intenta producir es por síntesis y se presenta a continuación:



Los sistemas de oxidación por aeración utilizan el oxígeno del aire como agente oxidante, pero al ser el oxígeno un gas relativamente poco soluble en agua, para ello es necesario la utilización de un catalizador además es necesario reponer el oxígeno a medida que se consume para mantener una concentración de oxígeno adecuada y permanente en solución. Para ello es necesario incrementar la velocidad de disolución del oxígeno, lo que se logra aumentando la superficie y el tiempo de contacto de las burbujas de aire con la solución, mediante la producción de burbujas de aire cuyo tamaño sea lo más pequeño posible.

Para oxidar el sulfuro a sulfato la cantidad estequiometría (teórica) de oxígeno requerida es de 2g O<sub>2</sub>/ g S<sup>-2</sup> , de acuerdo a la siguiente reacción:



$$32 \frac{g}{mol} + 2 \times 32 \frac{g}{mol} \rightarrow 96g/mol$$

Sin embargo, en la práctica, la dosis de oxígeno necesaria es mucho mayor, dado que depende de varios factores, como la concentración del sulfuro, la temperatura y la eficiencia del sistema de aeración (tamaño de las burbujas y tiempo de contacto).

Éste último, en el mejor de los casos, puede variar entre 25-30%. Por este motivo los sistemas de aeración deben ser los más eficientes posibles para reducir los tiempos, uso de insumos y facilitar la oxidación, el tiempo de reacción puede reducirse considerablemente agregando un catalizador.

Es necesario para establecer las condiciones de trabajo óptimas, realizar pruebas piloto antes de la implementación a nivel industrial.

La prueba de oxidación se efectuó en soluciones agotadas de pelambre sin destrucción de pelo, las cuales fueron filtradas previamente.

El volumen tratado fue de 3 L en un reactor de 6 L, el suministro de aire fue proporcionado por una compresora, a la salida de la misma se instaló un flujómetro previamente calibrado. El flujo de alimentación de aire se mantuvo constante en 0,008 L/s.

El aire fue proporcionado por un compresor y fue introducido desde el fondo del tanque de aeración a través de una tubería unida a una placa perforada, cuyos orificios tienen un diámetro pequeño (alrededor de 0,5 mm), según se muestra en la figura N.º 2 se usa aproximadamente 60 m<sup>3</sup> de aire por cada m<sup>3</sup> de efluente a tratar adicionalmente, se usó antiespumante para eliminar la espuma formada por el sistema de aeración, también se utilizó 2 mg/L de silicona líquida a fin de evitar el rebalse por espumaje.

La oxidación se llevó a cabo durante un tiempo de 6 horas, aunque el sulfuro ya estaba casi totalmente oxidado al cabo de 4 horas. La concentración de sulfuro, al cabo de las 6 horas, estaba muy cerca de los límites permisibles establecidos por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) para descargas a la alcantarilla (límite para sulfuro = 5 mg/L) [20].

## **Tratamientos de efluentes con cromo**

### **Reciclaje directo de los baños residuales del curtido al cromo**

El reciclaje de los baños residuales de curtido al cromo es una práctica que ha adquirido importancia, en estos últimos tiempos, por las reducciones que se logra en el consumo de cromo y en la descarga de cromo en el efluente. Los baños residuales a reciclar pueden provenir del curtido de la flor o de la crosta. Generalmente, estos baños se reciclan para el curtido de la crosta; pero también pueden usarse para curtir la flor. La eficiencia del reciclaje, esto es, la capacidad de poder asimilar el cromo contenido en el baño sin afectar la calidad del cuero, dependerá de la eficiencia del curtido, de la técnica de reciclaje empleada, de la calidad de la filtración, del volumen residual del baño recolectado, de la oferta de cromo y de la cantidad de materia orgánica y sales acumuladas. Estos parámetros obviamente hacen que el número de baños a reciclar, sea variable y deba ser establecido por el curtidor en base a criterios técnico – económicos. De acuerdo a la literatura, es posible reciclar estos baños hasta 10 veces antes de su descarga. Según J. Ludvik, citado por CPTS 2003, se puede llegar a un 90% de eficiencia en la fijación del cromo y, en casos de técnicas de reciclaje más sofisticadas, hasta 95-98%. Si el agotamiento del cromo, en el baño para el primer curtido (baño inicial), es mayor al 80%, debe estudiarse si es económicamente factible el reciclado directo de los baños residuales, principalmente, cuando la concentración de cromo en el baño residual es baja. Esto significa que, si se tienen altas eficiencias en la fijación del cromo, por ejemplo 90%, entonces el reciclado del 10% de cromo restante puede no ser factible; además, el impacto en la reducción de la carga contaminante no será substancial. Esto es, este método no permite complementarse con el de alto agotamiento ya que no es viable desde el punto de vista económico y técnico. Entre los beneficios ambientales, se puede logra una reducción de un 20 a 25% en el consumo de cromo y en la descarga de cromo al efluente, en el consumo de sal y en la descarga de sal al efluente, así mismo se reduce el consumo de agua.

### **Recuperación de cromo a través de su precipitación y re-disolución**

Para iniciar la precipitación de cromo, los sólidos en suspensión, así como las grasas en suspensión, pueden ser removidos mediante la segregación de los efluentes y la separación de sólidos gruesos. En algunos países, las curtiembres recuperan el cromo

precipitado en forma de lodos para reprocesarlo y regresarlo nuevamente al ciclo del curtido. Para llevar a cabo esta práctica, es necesario recordar que la precipitación del cromo es más eficiente cuando se la efectúa en efluentes segregados que provienen del curtido (es decir, antes de ser mezclados con efluentes provenientes de otras operaciones).

El método más empleado, a nivel mundial, para la recuperación de cromo y su posterior reúso, consiste en precipitar el cromo de los baños residuales de curtido, en medio alcalino controlado. Una vez separado y lavado el precipitado, éste puede ser re-disuelto, por ejemplo, con ácido sulfúrico para su reúso en un nuevo ciclo de curtido, o darle el tratamiento necesario según el tipo de uso que se le quiera dar en cualquier otra actividad. El hidróxido de cromo es soluble tanto en medio básico como en medio ácido. Como se sabe el cromo es un metal que en agua su pH de precipitación óptimo es en 8, empieza a precipitar a partir de pH 4.5, sin embargo existen otros compuestos que alteran la correcta reacción, existen opiniones diversas sobre el rango óptimo de pH para la precipitación del cromo en forma de hidróxido de cromo. De acuerdo a la literatura de la Comisión Europea 2001, W. Frendrup 1999 y J. Ludvik 1998, citados por CPTS 2003, éste rango está comprendido entre 8.5 – 9.

Para la precipitación del cromo, se debe proceder de la siguiente manera:

- Remover las grasas sobrenadantes y filtrar los baños residuales antes de procesarlos.
- Seleccionar el agente precipitante del cromo.
- Cuánto más insoluble sea el agente precipitante (de carácter básico) la velocidad de suministro de oxidrilos será más lenta, lo que conduce a la formación de un precipitado más grueso y, por lo tanto, más fácilmente separable, aunque, obviamente, se requiere de mayor tiempo para la precipitación total del cromo.
- Según los criterios antes mencionados, por su poca solubilidad, el agente precipitante ideal sería el óxido de magnesio (MgO), seguido del hidróxido de calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), el carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) y el hidróxido de sodio (NaOH).
- En caso de emplear hidróxido de sodio, éste debe ser disuelto en la menor cantidad de agua posible y añadido al baño residual de curtido lentamente y con agitación continua, controlando el pH, para que éste no pase del rango óptimo.

- En caso de emplear hidróxido de calcio, éste debe ser añadido en forma sólida, con agitación continua.

Una vez precipitado el cromo, como hidróxido de cromo, es necesario re-disolverlo para introducirlo nuevamente al proceso de curtido. Para este objeto, según J. Ludvik, citado por CPTS, y el CNPML 2004, se debe seguir el siguiente procedimiento:

Disolver el precipitado filtrado ( $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ) con ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado. Según cálculos estequiométricos, se requiere 1.93 kg de ácido sulfúrico por kg de la cantidad equivalente de óxido de cromo contenido en el precipitado. La adición del ácido debe hacerse con agitación permanente hasta alcanzar un pH de 2.5.

Desde el punto de vista químico, la recuperación del cromo es un proceso simple con excelentes resultados ambientales, pero es necesario un cuidadoso control analítico y requiere equipos especiales, tales como:

- Un tanque para coleccionar baños de cromo residuales.
- Material para analizar el contenido de cromo, acidez y alcalinidad.
- Un tanque con agitador y controlador de pH para adicionar la cantidad correcta de base para la precipitación.
- Un tanque de sedimentación para el hidróxido de cromo.
- Un filtro prensa para separar el lodo de hidróxido de cromo.
- Si va a recuperarse el cromo para su reutilización, se necesita además:
- Un tanque con agitador y equipo de calentamiento para la redisolución del hidróxido de cromo con ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado. [21]

### **Homogenización**

Se basa en la mezcla uniforme de los distintos efluentes. Una mezcla adecuada se consigue agitando de manera constante la mezcla, lo cual evita la sedimentación, manteniendo caudales de trabajo y composición química estable logrando amortiguar los picos de contaminantes y de pH.

### **Coagulación y Floculación**

La coagulación es la “adición de un mezclado rápido de un coagulante para neutralizar cargas y colapsar las partículas coloidales para que puedan aglomerarse y

sedimentarse”. La floculación es la “aglomeración de las partículas coloidales que se han sometido a tratamientos de coagulación “(Espíndola & Fernández, 1995), los flóculos se forman mediante una mezcla suave que promueve la formación de partículas más grandes para su sedimentación.

Para su implementación se realizan ensayos en el efluente a tratar con pruebas de jarras empleando la dosis óptima de coagulante previamente encontrada. La mezcla rápida se hace durante 1 min desde 20 hasta 120 rpm aproximadamente. La floculación se lleva a cabo a distintos rangos de velocidad (120, 100, 80, 60, 40 y 20) y para cada uno de ellos se varía el tiempo de floculación (t) (10, 20, 30, 40, 50 y 60 min). Luego se deja sedimentar durante 30 min y se determina la turbiedad, esto se hace técnicamente mediante ensayos o con la ayuda de un espectrómetro o a su vez utilizando la vista mirando el efluente tratado en contraluz [22].

#### **b. Tratamiento biológico**

Se refiere al uso de sistemas que emplean microorganismos para degradar los compuestos que se encuentran en los efluentes.

**Sistemas anaerobios:** A pesar de que los sistemas anaerobios representan menores costos y mayores desempeños para muchos de los efluentes industriales, en el tratamiento de los efluentes de curtido no han tenido mayor éxito. La principal razón para esto es que el tratamiento de los efluentes de curtiembre produce gases altamente tóxicos, corrosivos e inflamables; con estos riesgos, el uso potencial de los sistemas anaerobios para este tipo de aguas es poco recomendado.

**Lodos Activados:** En el sistema de lodos activados se estimula a los microorganismos para que transformen los compuestos que demandan oxígeno, en compuestos más aceptables para el medio ambiente, este es aplicado directamente a los efluentes residuales sin sedimentación previa.

**Sistemas aerobios:** Empleando efluentes sedimentados de curtiembre como alimentación al tanque de aireación y con una concentración de sólidos suspendidos volátiles en el licor mezcla de 3500 mg/l se consiguen porcentajes de remoción de 80 y 90% para DQO y DBO5 respectivamente.



Los sistemas de tratamiento biológico como el de lodos activados y los sistemas aerobios requiere de una oxigenación constante, además requieren de un control y seguimiento continuo.

Dependen de varios parámetros para tener un correcto funcionamiento, se debe cuidar y mantener cada uno de estos parámetros en un margen determinado, pues si alguno de estos parámetros falla el cultivo de organismos se puede perder, dejando el sistema de tratamiento inactivo, y reconstruir un nuevo cultivo con organismos propios del lugar se toma mucho tiempo, por lo menos uno o dos meses.

Los parámetros para el correcto funcionamiento son:

➤ **Nutrientes**

En este tipo de aguas residuales encontramos los siguientes nutrientes, carbono, oxígeno, nitrógeno, hidrogeno, fósforo, azufre, cromo, otros; los principales son nitrógeno y fósforo

Los requerimientos aproximados de nitrógeno y Fósforo los rige el DBO<sub>5</sub> y son:

DBO<sub>5</sub>: N: P = 100 : 5 : 1

➤ **Temperatura**

El intervalo óptimo de temperatura es de 15 – 25 grados centígrados para bacterias aerobias, si esta en este rango las bacterias se reproducen con una velocidad de crecimiento pico, si es menor a 10 o mayor a 40 parcialmente su reproducción es nula.

➤ **pH**

El intervalo óptimo para las bacterias es de 6 a 8, las bacterias dejan de desarrollarse si el pH es menor a 5 o mayor que 10.

➤ **Oxígeno disuelto(OD)**

Las bacterias aerobias toman el oxígeno que requieren a partir del oxígeno disuelto en el agua, la carencia de oxígeno disuelto inhibe a las bacterias aerobias.

Si el OD es < 0.5 mg/l, no hay condiciones aerobias.

Si el OD es < 1 mg/l se favorece el crecimiento de bacterias aerobias.

Si el OD es > 3 mg/l no hay algún beneficio, hay un consumo de energía innecesario en el sistema de aireación.

La energía para la aeración de los reactores biológicos es el principal costo de operación de las plantas de tratamiento.

➤ **Presencia de sustancias tóxicas**

Inhiben o detiene el crecimiento bacteriano, los causantes pueden ser diversos:

Sulfuros, cromo, cromo hexavalente, mercurio, cadmio, fenol, hidrocarburos clorados y plaguicidas.

Para determinar si un efluente ya sea industrial o doméstico, cualquier agua residual, sea aplicable un proceso de tratamiento biológico, se debe encontrar la relación entre la DBO<sub>5</sub> y la DQO, esto indicará sus posibilidades de biodegradabilidad, lo que ayuda a elegir el tipo de tratamiento a realizar al agua. Unos valores indicativos serían:

- DQO/DBO<sub>5</sub> = 1,5 -> Materia orgánica muy degradable

- DQO/DBO<sub>5</sub> = 2,0 -> Materia orgánica moderadamente degradable

- DQO/DBO<sub>5</sub> = 10 -> Materia orgánica poco degradable

Si la relación DQO/DBO<sub>5</sub> está en 1,5 es completamente factible la aplicación de un tratamiento biológico [23].

### c. **Sistemas combinados**

Los sistemas combinados se caracterizan por emplear conjuntamente sistemas físico-químicos y biológicos para la remoción eficiente de contaminantes de las aguas residuales, es decir aplican un reactor bacteriológico después del homogeneizador, es decir una vez que hemos dado el tratamiento primario al efluente, si este tratamiento tiene una baja eficiencia es necesario dar un tratamiento secundario como es el tratamiento biológico, los dos sistemas se combinan para lograr un óptimo funcionamiento.

## **2.3 Propuesta de solución**

El agua residual en una curtiembre es biodegradable, es decir se puede aplicar un sistema de tratamiento biológico, pero este necesita de un exhaustivo y estricto control, que para Curtiembre Aldas esto es un limitante para aplicar un sistema de este tipo, además la temperatura del agua promedio en el día es de 11 grados, y en las noches desciende hasta una temperatura promedio de 8 grados, por lo que esto inhibe a las bacterias, por todo esto se elige el tratamiento físico químico.

Esta investigación pretende diseñar un sistema de tratamiento físico-químico para las aguas de Curtiembre Aldas, en base del estudio de ensayos aplicados a sus efluentes y de maquinaria diseñada específicamente para aguas de tenería, como son la máquina de recuperación de pelo y la máquina filtradora de sólidos, para lograr disminuir el porcentaje de contaminantes que contienen estos efluentes, de una manera económicamente sustentable y una elevada eficiencia del sistema de tratamiento.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA**

Para el desarrollo del presente proyecto se emplean diversas técnicas de investigación de campo, ya que el entorno al que pertenece admite analizar y resolver la realidad en el área donde se localiza el objeto de estudio.

#### **3.1 Modalidad de la investigación:**

##### **De campo:**

Investigación de campo se realiza en la curtiembre, mediante el levantamiento de datos, toma física e información brindada por el jefe de producción, se recolectan las muestras de agua para las pruebas piloto con los efluentes del lugar.

##### **Bibliográfica:**

La investigación se amplía y profundiza mediante la búsqueda informativa en revistas, libros, publicaciones, internet, textos y aportes con el propósito de identificar diversos enfoques, teorías y conclusiones de varios autores, para elegir los mejores tratamientos para efluentes residuales de una curtiembre.

##### **Experimental:**

La investigación experimental se basa en el estudio de la caracterización de las variables, se realiza a los distintos tipos de efluentes provenientes de los procesos de producción, se ensaya una correcta homogenización para lograr una disminución en la contaminación, además con la combinación de máquinas de tratamiento de agua enfocadas a curtiembres.

### **3.2 Población y muestra**

Para el estudio primeramente se debe tener una línea base de contaminación, para ello se toma una muestra porcentual de cada uno de los procesos de producción que generen agua residual, se homogeniza las muestras y se analiza la concentración de los parámetros contaminantes.

Con la información de la línea base de contaminación se opta por dar tratamiento individual a los parámetros contaminantes con mayor concentración y mayor toxicidad.

Para el tratamiento individual se toman muestras de los procesos en que se encuentren los parámetros más contaminantes, para estudiar a nivel piloto su tratamiento, condiciones y eficiencia.

Al final se analiza los tratamientos individuales a las aguas de los procesos más contaminantes, se homogenizan estas con las demás muestras de aguas residuales para un tratamiento final, luego de esto se analiza el efluente homogenizado ya tratado, para tener los resultados del tratamiento y compararlos con la línea base de contaminación para poder obtener una eficiencia de tratamiento.

Todos los procesos y ensayos siguen las Nomas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN): Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

### **3.3 Recolección de información**

El levantamiento de información en la empresa, permite conocer volúmenes de agua utilizados en los procesos, con ello establecer volúmenes de muestras para el tratamiento a nivel piloto.

La recolección de información sobre los análisis químicos realizados a las aguas residuales, permite definir que parámetros se estudia y que parámetros no, pues revela que parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles, así también evaluar los

recursos que ya se cuentan para el tratamiento de efluentes, para determinar si se incluyen estos en el diseño o no.

### **3.4 Desarrollo del proyecto**

- Elaboración del flujograma del proceso productivo de la empresa.
- Identificación y descripción de herramientas, maquinaria, equipos y químicos utilizados en las distintas áreas de producción.
- Análisis de los residuos contaminantes después de cada etapa.
- Elaborar un estudio de la capacidad de la planta en cuanto a los volúmenes de agua diarios utilizados.
- Recolección de información sobre las caracterizaciones obtenidas del agua en cada etapa de producción sin tratamiento alguno.
- Recolección de muestras en la etapa de ribera en cada uno de los procesos, para su posterior tratamiento a nivel piloto.
- Recolección de muestras en la etapa de curtido en cada uno de los procesos, para su posterior tratamiento a nivel piloto.
- Estudio de la homogenización de muestras tratadas a nivel piloto.
- Pruebas para definir la mezcla ideal entre coagulante y floculante en el sedimentador final.
- Diseño del tanque de oxidación de sulfuros para las aguas de ribera.
- Diseño del tanque de precipitación de cromo para las aguas de curtido.
- Diseño del tanque homogeneizador.
- Diseño del tanque de sedimentación final.
- Análisis en laboratorio privado de la muestra final obtenida de los tratamientos a nivel piloto.
- Cálculo de la inversión económica.
- Elaboración del informe final.

## CAPÍTULO 4

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 4.1 Ubicación de la planta.

La curtiduría Aldas cuenta con su edificación ubicada en la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Totoras, Barrio Palahua (Fig. 1). Esta industria ha dedicado sus recursos a la producción de cuero a partir de piles de ganado vacuno procedente de la Costa y Sierra del Ecuador, desde hace más de 30 años.



**Fig. 1 :** Ubicación de Curtiembre Aldas

**Fuente:** Realizado por el investigador

La curtiduría Aldas cuenta con 24 colaboradores entre operadores y personal administrativo, cuenta con una extensión de 3000 m<sup>2</sup>.

La empresa cuenta con la Licencia Ambiental (ANEXO 1), el Estudio de Impacto Ambiental Expost ya aprobado y el Plan de Manejo Ambiental, con el fin de regular estrictamente los parámetros de descarga de agua residual establecido por las autoridades competentes y siguiendo lo señalado en el PMA como actividad prioritaria se realiza el diseño de la planta de tratamiento para las aguas residuales de los procesos de la curtiembre.

#### **4.2 Distribución de planta de la curtiembre Aldas.**

La Curtiembre Aldas está dividida en dos bloques, el primero lo compone la planta de producción y el segundo compuesto por las oficinas administrativas, ventas y bodega.

La empresa puede ser identificada por su fachada exterior (Fig.2), cuenta con una superficie de 3000m<sup>2</sup>.

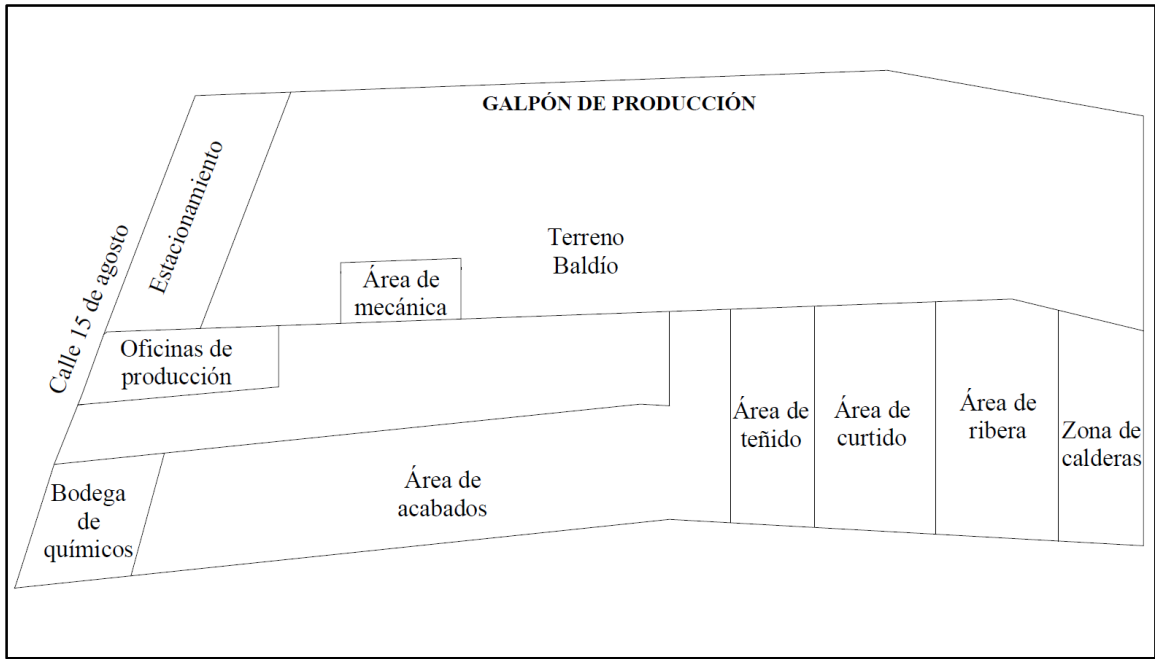


**Fig. 2:** Fachada frontal de Curtiembre Aldas

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

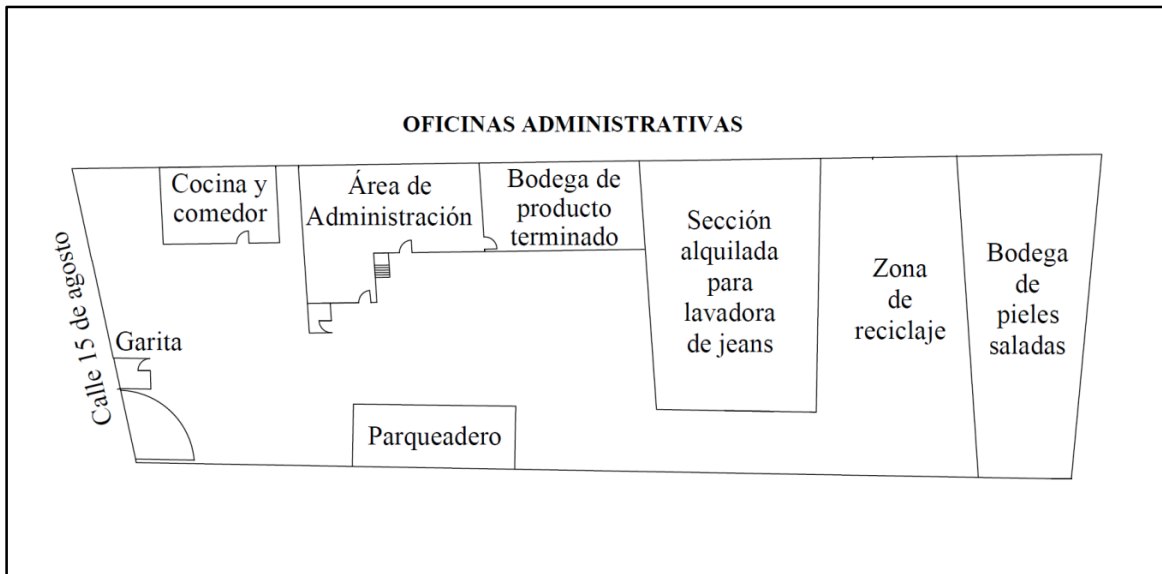
La Fig.3 muestra la distribución de la planta de producción de la Curtiembre Aldas y la distribución Fig. 4 del área administrativa.





**Fig. 3:** Distribución de la planta de producción de Curtiembre Aldas.

**Fuente:** Realizado por el investigador



**Fig. 4:** Distribución del bloque administrativo de Curtiembre Aldas.

**Fuente:** Realizado por el investigador

La planta de producción (Fig.3) tiene 1000m<sup>2</sup>, el terreno baldío ocupa 1000m<sup>2</sup> y el bloque administrativo ocupa 1000m<sup>2</sup>.

La planta de producción está dividida en áreas que inicia en ribera con una superficie de 120m<sup>2</sup>, curtido con una superficie de 120m<sup>2</sup>, teñido con una superficie de 80m<sup>2</sup> y acabado con una superficie de 300m<sup>2</sup>.

El terreno baldío de la planta está destinado para a futuro ampliar los procesos y para la construcción de la planta de tratamiento de agua.

La distribución física de máquinas, vías de acceso y espacios de trabajo se muestran en el ANEXO 2.

#### **4.3 Descripción del proceso productivo de la curtiembre Aldas.**

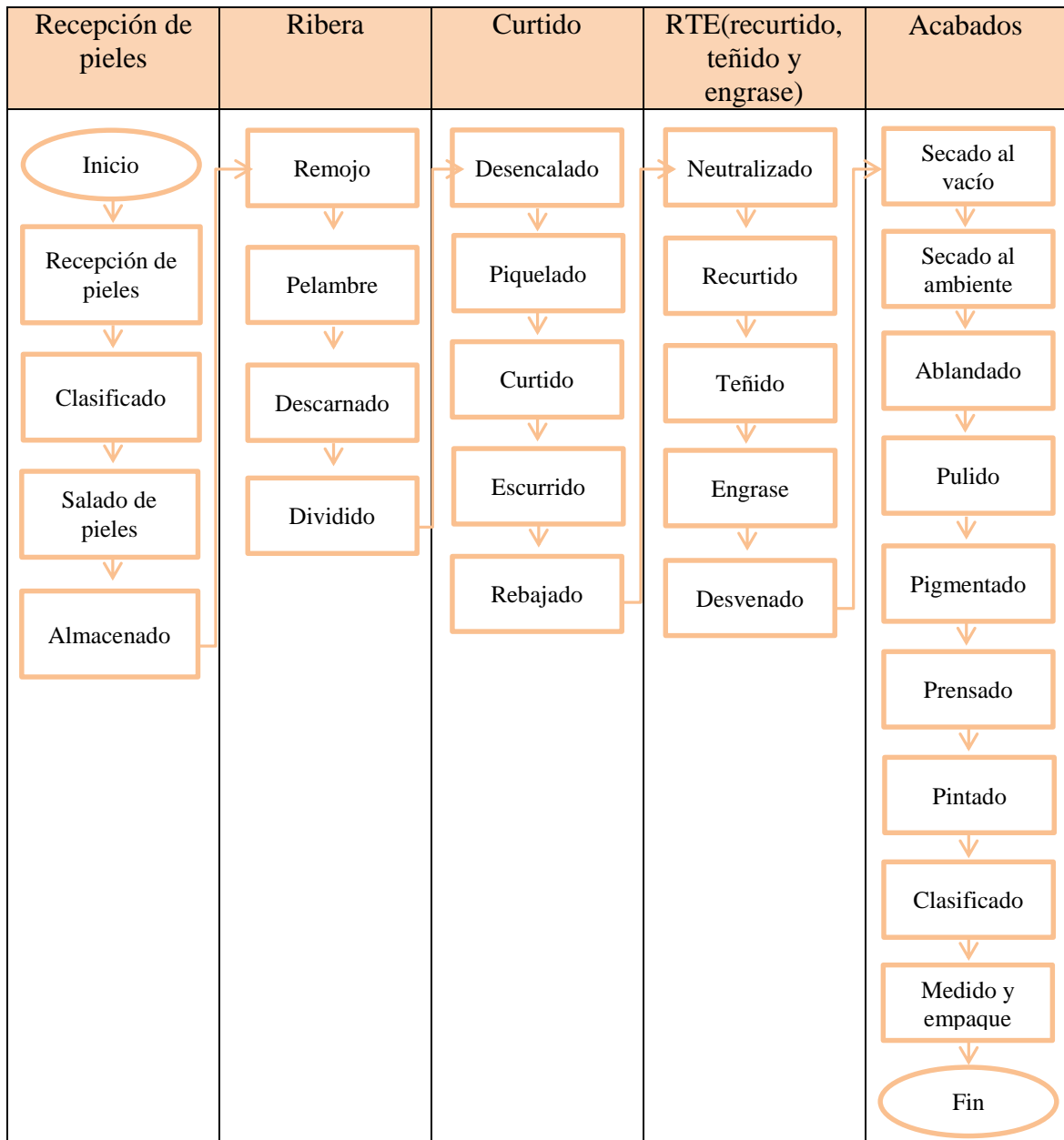
El proceso productivo consiste en la transformación de la piel de animal bovino en cuero, este proceso comienza poco después del faenamiento del animal, se procesan pieles frescas, sin embargo no se consigue constantemente este tipo de piel, es por eso que la mayoría de pieles se las introduce en sal muera, más conocida esta actividad como “salar pieles” para evitar el crecimiento y acción de microorganismos que aceleran el proceso de putrefacción.

Una vez que se salan las pieles son almacenadas por varias semanas, con lo que se tiene materia prima suficiente para poder hacer una correcta planificación de la producción.

La mayoría de proveedores de pieles la entregan ya salada, únicamente a estas se las clasifican y se las almacena, si llegan pieles frescas se las clasifica, y dependiendo del día estas pieles son introducidas directamente al proceso o son saladas y almacenadas en la bodega de pieles.

Las operaciones y procesos para la producción de cuero se agrupan en cinco etapas: recepción de pieles, ribera, curtido, RTE y acabados como se y se muestra en la tabla 3, y se detalla el proceso a partir del literal 4.3.1.

**Tabla 3:** Flujograma del proceso productivo.



**Fuente:** Realizado por el investigador.

### 4.3.1 Recepción de pieles

Consiste en la recepción de pieles de ganado vacuno, estas son provistas por camales del centro del país y por diferentes proveedores del sector costa y sierra los cuales traen cuero costeño y serrano, esta etapa cuenta con varios subprocesos descritos a continuación.

#### Clasificado

Las pieles son clasificadas de primera y segunda calidad, de acuerdo a las fallas que se note en la piel, causada por heridas, cortes, cicatrices e imperfecciones por garrapatas.

### **Salado**

Consiste en esparcir sal granulada sobre las pieles para evitar su putrefacción, se disminuye el contenido de humedad y evitar la proliferación de bacterias, solo se aplica a piel fresca, pues la mayoría del cuero viene salado, si la llega el cuero fresco oportunamente, no se sala ni se almacena, es ingresada directamente a la etapa de ribera.

### **Almacenado**

Se apilan las pieles en pallets y se colocan en orden de fecha de recepción para su posterior uso en la siguiente etapa del proceso.

#### **4.3.2 Ribera**

Al iniciar esta etapa del proceso de producción se deben pesar las pieles, aquí inicia la transformación de la piel, tiene por objeto eliminar el pelo, eliminar la epidermis, endodermis y otras suciedades, se realiza dentro de los llamados bombos de pelambre (P1, P2 Y P3) mostrados en la Fig.5, está compuesta por varios subprocesos que se detallan a continuación, en los mismos que ocupan agua y químicos de acuerdo a una fórmula de producción de rivera. (Ver ANEXO 3.)



**Fig. 5:** Bombos de pelambre.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

#### **Lavado 1**

Este subproceso inicia introduciendo las pieles al bombo junto con el afluente, adicionando leatherpon H, se enciende el bombo por el lapso de 20 minutos para posteriormente drenar el efluente con el bombo en movimiento, tiene por objeto eliminar suciedades, sangre y el cloruro de sodio.

#### **Lavado 2**

Se adiciona agua y humectol, se rueda por 60 minutos y finalmente se drena el efluente con el bombo en movimiento, con esto se continua eliminando impurezas.

### **Remojo**

Se adiciona agua, humectol rapid, veraditan CV, aracit DA; que son tensoactivos, bactericidas y encimas para dar una completa rehidratación a la piel y eliminar cualquier impureza, se rueda por 6 horas y finalmente se drena el efluente con el bombo en movimiento, con esto se acondiciona la piel para recibir los productos químicos que serán añadidos en el siguiente subproceso

### **Lavado 3**

Se adiciona agua, se rueda el bombo por 15 minutos y finalmente se drena el efluente con el bombo en movimiento, con esto se elimina cualquier restos de químicos añadidos en el subproceso anterior.

### **Pelambre**

Este subproceso busca eliminar la epidermis, grasas y el pelo, por otro lado aflojar las fibras de colágeno hinchando la piel a fin de prepararlas adecuadamente para los subprocesos siguientes de dividido curtido. Se adiciona agua, sulfuro de sodio, cal, reversal LA, veraditan CV, ribersin AZ, se rueda el bombo, se hacen pausas y controles durante 6 horas, se deja reposar toda la noche finalmente se drena el agua haciéndola recircular por el filtro de pelo con el fin de separar todo el pelo posible del efluente, luego de drena el efluente una vez que fue filtrado.

### **Lavado 4**

Se adiciona agua, se rueda el bombo 20 minutos y finalmente se drena el efluente con el bombo en movimiento, con esto se elimina restos de pelo y demás químicos.

### **Lavado 5**

Se adiciona agua y sulfato de amonio, se rueda el bombo 20 minutos y finalmente se drena el efluente con el bombo en movimiento, con esto se elimina restos de pelo y demás químicos.

### **Partir las pieles**

Las pieles se sacan del bombo y son seccionadas en dos partes cortando una línea recta en la parte donde fue el lomo del animal, con esto se reduce a la piel al tamaño ideal para el resto del proceso productivo.

### **Descarnado**

Se introduce manualmente la piel en una máquina de descarne como se muestra en a Fig.6, la cual retira de forma mecánica mediante un cilindro con cuchillas los restos de

carne y grasas, para facilitar su funcionamiento esta máquina utiliza cierto flujo de agua para que sus cuchillas estecen limpias.



**Fig. 6:** Operación de descarnado.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Dividido**

Las pieles descarnadas se introducen en la máquina de dividir como se muestra en la Fig.7, con esto una cuchilla de banda secciona la piel longitudinalmente, separando la dermis del resto del colágeno, la dermis será la que se convertirá en cuero y el colágeno es vendido como subproducto a empresas que la usan de materia prima para la fabricación de gelatinas.

Esta máquina utiliza un flujo de agua uniforme a lo largo de la cuchilla con la finalidad de ayudar en el corte de la piel.



**Fig. 7:** Operación de dividido.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **4.3.3 Curtido**

En esta etapa del proceso de producción se ingresa la piel a los llamados bombos de curtido (C1 y C2) mostrados en la Fig.8, el objeto de esta etapa es curtir la piel con

agentes minerales, transformando la piel en cuero, está compuesta por varios subprocesos que se detallan a continuación, en los mismos que ocupan agua y químicos de acuerdo a la fórmula de producción de curtido. (Ver ANEXO 4.)



**Fig. 8:** Bombos de curtido.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Lavado 6**

Se adiciona agua y sulfato de amonio, se rueda el bombo 20 minutos y finalmente se drena el efluente con el bombo en movimiento, con esto se elimina suciedades y cal superficial.

### **Pre-desencalado**

Se adiciona agua y sulfato de amonio, se rueda el bombo 20 minutos y finalmente se drena el efluente con el bombo en movimiento, con esto se elimina cal superficial.

### **Desencalado**

Se adiciona agua, sulfato de amonio, bisulfito sódico, desencalante E 93, Decalim Plus y tripson RSTP, se rueda el bombo 2 horas y finalmente se drena el efluente con el bombo en movimiento, con esto se reduce el pH, se remueve la cal y el exceso de agua en la piel.

### **Lavado 7**

Se adiciona agua, se rueda el bombo 20 minutos y finalmente se drena el efluente con el bombo en movimiento, con el fin de eliminar los químicos presentes en la piel.

### **Lavado 8**

Se adiciona agua, se rueda el bombo 20 minutos y finalmente se drena el efluente con el bombo en movimiento, aquí se drena por completo el agua, con el fin de eliminar los químicos presentes en la piel.

### **Piquelado**

Se adiciona agua, ácido fórmico, ácido sulfúrico, asentaste WB, Unix P48 y formiato sódico, se rueda el bombo 3 horas y finalmente se para el bombo para hacer un control de pH.

### **Curtido**

Seguidamente del piquelado, sin drenar el agua, en el bombo se vierte cromo 33 y se rueda el Bombo por 8 horas, finalmente se drena el efluente residual y se descargan los cueros.

En esta etapa se estabiliza el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales, después de esto se conoce el cuero como **wet-blue**.

### **Ecurrido**

En este subproceso se ingresa el cuero en la máquina escurridora, pasa por unos rodillos a presión como se observa en la Fig.9, con el fin remover el exceso de agua del wet-blue para dejarlo apto para el siguiente subproceso.



**Fig. 9:** Operación de escurrido.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Rebajado**

Se ingresa el cuero en la máquina rebajadora como muestra la Fig.10, el cuero es desbastado por esta máquina con el fin de reducir el grosor hasta alcanzar los requerimientos necesarios de uniformidad y espesor, luego de esto se clasifican las bandas para los posteriores procesos, se clasifican por sus imperfecciones superficiales, las mejores bandas de cuero serrano se destinan para producto plena flor.





**Fig. 10:** Operación de rebajado.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

#### **4.3.4 RTE (recurtido, teñido y engrase)**

En esta etapa del proceso de producción se ingresa el cuero en wet-blue a los llamados bombos de RTE (RTE1 y RTE2) los que se muestran en la Fig.11, el objeto de esta etapa es darle características específicas al cuero como el color, su textura, su suavidad y características engrasantes, esto varía dependiendo el tipo de producto que se vaya a hacer, es decir para cada tipo de cuero se tiene una formula distinta de producción, todos los subprocesos de esta etapa se detallan a continuación, detallamos una formula como un ejemplo de los subprocesos en esta etapa en el ANEXO 5.



**Fig. 11:** Bombos de RTE.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Lavado 9**

Se adiciona agua y ácido fórmico, se rueda por 20 minutos, finalmente se drena el efluente, con esto se elimina partículas desprendidas que quedan después del rebajado.

### **Recromado**

Por este subproceso únicamente pasa el cuero plena flor, que es seleccionado de un lote del cuero serrano cuando éste está en wet-blue, aquí se adiciona nuevamente agua, cromo 33, formiato de sodio, grasas y penetrantes, se rueda el bombo por 2 horas y 15 minutos, finalmente se drena el efluente.

Esta etapa tiene por objetivo tener un cuero completamente lleno, sin porosidades internas, mejorar la resistencia al agua, mayor blandura y favorecer la igualación de tintura.

### **Neutralizado**

Todo el cuero pasa por esta etapa, se adiciona agua, formiato sódico, bicarbonato sódico, retanal NS, se rueda el bombo por dos horas y se drena el efluente, el neutralizado tiene por objeto neutralizar el cuero curtido al cromo para posibilitar que en las siguientes etapas que las grasas y colorantes tengan una penetración regular y evitar sobrecarga a la flor que trae consecuencias negativas al cuero terminado.

### **Lavado 10**

Se adiciona agua, se rueda por 20 minutos y finalmente se drena el efluente, con esto se elimina restos de productos químicos del neutralizado para que no afecten el pH en los siguientes subprocesos.

### **Teñido**

Se adiciona agua, anilina dependiendo del color requerido, extracto de mimosa, condicionantes y penetrantes, se rueda por 2 horas, no se drena el efluente, la finalidad de esto es darle al cuero determinada coloración en todo su espesor.

### **Engrase**

Seguidamente del teñido sin drenar el efluente, se adiciona un porcentaje de agua, grasas como fosfol 70, fosfol SC y unix f528, también ácido fórmico, condicionantes y penetrantes, se rueda el bombo por 2 horas con 40 minutos y se drena el efluente, la finalidad de esto es darle propiedades al cuero, como suavidad al tacto, blandura, flexibilidad, resistencia a la tracción y al desgarro.

### **Lavado 11**

Se adiciona agua, se rueda por 10 minutos y finalmente se drena el efluente, con esto se elimina los restos de productos químicos del subproceso anterior, esta es la última operación del proceso acuoso.

### 4.3.5 Acabados

#### Escurrido estirado

Los cueros descargados del bombo son transportados en pallets hacia la máquina de escurrido y estirado, aquí son colocados en un rodillo como se muestra en la Fig.12. El cual junto con los mecanismos de la máquina se encargan de estirar y eliminar el exceso de agua, con esto se gana área en el cuero y se inicia con el proceso de secado.



**Fig. 12:** Operación de escurrido-estirado.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

#### Secado al vacío

En este subproceso se colocan los cueros en la máquina de secado sobre planchas como se ve en la Fig.13. Las cuales tienen tres niveles, al abrirse el primero se colocan los cueros y son aprisionados por estas planchas mientras se abre el segundo nivel de planchas para seguir colocando más cuero, así hasta el último nivel donde se retira el cuero del primer nivel y se termina un ciclo, estas planchas retiran están a cincuenta grados centígrados y sacan la humedad interior del cuero.



**Fig. 13:** Operación de secado al vacío.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Secado al ambiente**

Los cueros son colgados en un transportador aéreo como se ve en la Fig.14, donde tienen un tiempo de estacionamiento de entre 24 y 36 horas, dependiendo del clima es más o menos rápido el secado.



**Fig. 14:** Transportador aéreo.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Ablandado**

Una vez seco el cuero, este queda con una consistencia rígida, para hacer más suave el cuero se pasa por la máquina de ablandar o moliza como se muestra en la Fig.15, dependiendo de las exigencias del producto final, se da un mayor o menor ablandado al cuero.



**Fig. 15:** Ablandado del cuero.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Pulido**

El cuero es ingresado a la máquina de pulir como se muestra en la Fig.16, rodillos desbastan el cuero eliminando pequeñas imperfecciones, creando una superficie

uniforme, luego otros rodillos con escobillas sacan las partículas lijadas del cuero para dejarlo limpio, luego se retira el cuero de la máquina.



**Fig. 16:** Lijado del cuero..

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Pigmentado**

En este subproceso se realizan varias operaciones como dar estuco a la piel para lograr cubrir los defectos que tienen los cueros o cubrir los poros grandes y posibles cortes superficiales pequeños, también para dar el color superficial al cuero, el pigmento o los distintos productos siempre se aplican en la flor del cuero.

Esto se logra a través de la máquina pigmentadora de rodillos (Fig.17), luego de esto el cuero pasa por un túnel de secado, para finalmente ser colgado en percheros.



**Fig. 17:** Pigmentado del cuero.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Prensado**

La finalidad de esta operación es tener una uniformidad en el grosor del cuero, también obtener una superficie de flor compacta y un determinado grabado en la superficie del cuero, esto se logra a través de una robusta máquina prensa de placas planas como se muestra en la Fig.18, la parte superior es fija y la parte inferior es móvil, en la parte

superior se acoplan las placas, cada una tiene un grabado negativo distinto y se ocupan según el tipo de producto, la placa es calentada por contacto de la máquina, la temperatura varía entre 60 y 120 °C.

La parte inferior prensa el cuero con una presión entre 20 y 80 bar. Con esto se logra impregnar el grabado y uniformizar el cuero.



**Fig. 18:** Prensado del cuero.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Pintado**

Se lo realiza en dos máquinas, ya sea en la pigmentadora (Fig.17) si es una pintura compatible con agua, o en la sopleteadora (Fig.19) si es una pintura compatible con disolventes, con esta etapa se afianza el color o la tonalidad que se quieren dar al cuero.

### **Lacado**

Es uno de las operaciones finales que se realiza al cuero, se da una capa de laca para proteger la superficie colorida del cuero y además darle un brillo especial dependiendo del producto que se esté realizando, esto se hace en la maquina soplete adora como se muestra en la Fig.19.



**Fig. 19:** Máquina sopleteadora.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Clasificado**

El cuero se clasifica de acuerdo a las imperfecciones que este tenga en la superficie de la flor, ya sean imperfecciones por estrías, soltura de flor, cicatrices, porosidades, etc. Como se muestra en la Fig.20 aquí se clasifica en cuero de primera y segunda categoría para su posterior venta.



**Fig. 20:** Clasificado del cuero.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Medido**

Una vez clasificado, se procede a medir el área del cuero como se ve en la Fig.21, ya que se vende por unidades de área, se lo mide a través de una máquina con una banda transportadora y un escáner longitudinal, esta máquina cuenta con un sellador automático que impregna en el cuero el área que este tiene.



**Fig. 21:** Máquina medidora de área.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

### **Empacado y almacenado**

Las bandas se organizan después de la medición y se apilan en grupos de seis como se ve en la Fig.22, para luego estas seis bandas hacerlas un paquete, la máquina medidora

además imprime un reporte en un papel pequeño en el cual se detalla el tipo de producto y el área que tiene cada una de las bandas en él, así el papel es pegado una vez este hecho el paquete de seis bandas, es transportado al almacén de ventas en el cual de acuerdo al papel es almacenado en los estantes de cada tipo de producto dejándolos listo para su posterior venta.



**Fig. 22:** Empaquetado del cuero.

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

#### **4.4 Área de estudio**

Se delimita las etapas del proceso de producción que se toman en cuenta en este estudio, como la investigación se enfoca en aguas residuales se toma en cuenta todos los subprocesos que necesiten agua para su desarrollo, se tiene la mayoría de los subprocesos de las etapas contempladas en el área de ribera, curtido, RTE y los subprocesos de pigmentado y lacado que aportan con una mínima cantidad de agua pues para su mantenimiento diario ocupan agua para su limpieza, además hay que tomar en cuenta el agua usada en la bodega de productos químicos, pues la norma INEN 2266 Transporte, almacenamiento y madejo de productos químicos, en el numeral 6.8.6.11 dice que una bodega de productos químicos debe tener canales periféricos de recolección que conduzcan a un sumidero o contenedor para prevenir contaminación ambiental en caso de derrames o fugas, no debe descargarse a la alcantarilla directamente, y debe darse un tratamiento a esta agua, entonces va a ser vertida en la planta de tratamiento, esta agua de la bodega se usa básicamente para lavar envases, guantes, las manos o el uso de la ducha de emergencia si fuera el caso y cualquier tipo de derrame contemplado



**4.5 Recolección de información sobre las caracterizaciones obtenidas del agua en el proceso y en la descarga a la alcantarilla sin tratamiento alguno.**

**Tabla 4:** Resultados del análisis de agua antes de que ingrese al proceso de producción (ANEXO 6).

<b>Parámetros</b>	<b>Método/norma</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Incertidumbre</b>
pH	PEE/LABCESTTA/05 APHA 4500-H <sup>+</sup>	Unidad de pH	7,69	±0,15
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 APHA 2540 F	ml/l	0,2	-
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 APHA 2540 D	mg/l	<50	±20%
DBO	PEE/LABCESTTA/46 APHA 5210 B	mg/l	18	±40%
DQO	PEE/LABCESTTA/09 APHA 5220 D	mg/l	46	±20%
Dureza Total	PEE/LABCESTTA/40 APHA 3240 C	mg/l	158	±5%
Turbidez	PEE/LABCESTTA/43 EPA 180.1	NTU	0,98	±24%
Color	PEE/LABCESTTA/61 APHA 2120-C	Pt/Co	13,48	-
Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/47 APHA, 9222 B	UFC/100ml	367	±20%
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 APHA 4500-SO <sup>2-</sup> 4 E	mg/l	70	±7%

**Fuente:** Curtiembre Aldas

**Tabla 5:** Historial de resultados de análisis de agua punto de muestreo de efluentes de pelambre.

FECHA		Mayo 2012	Octubre 2013	Septiembre 2013
Parámetros	Unidad	Efluente pelambre a pie de bombo (ANEXO 7)	Efluente pelambre a pie de bombo (ANEXO 8)	Efluente pelambre después del filtro de pelo (ANEXO 9)
pH	Unidad de pH	12,48	12,17	11,97
DQO	$\frac{mg}{l}$	49200	16760	20320
QBO	$\frac{mg}{l}$	19680	>5000	>5000
Sólidos sedimen.	$\frac{ml}{l}$	140	3,5	3
Grasas y Aceites	$\frac{mg}{l}$	2097,6	97,5	86,2
Sulfatos	$\frac{mg}{l}$	2647	1300	575
Sulfuros	$\frac{mg}{l}$	1142	205,5	79,9

Fuente: Curtiembre Aldas

**Tabla 6:** Resultados de análisis de agua punto de muestreo de efluentes de curtido.

FECHA		Septiembre 2013
Parámetros	Unidad	Efluente de curtido a pie de bombo (ANEXO 10)
pH	Unidad de pH	4.63
DQO	$\frac{mg}{l}$	5160
QBO	$\frac{mg}{l}$	2200
Sólidos suspen.	$\frac{mg}{l}$	590
Grasas y Aceites	$\frac{mg}{l}$	28,7
Cromo total	$\frac{mg}{l}$	776,6
Cromo hexavalente	$\frac{mg}{l}$	0,16
Sulfatos	$\frac{mg}{l}$	16000

Fuente: Curtiembre Aldas

**Tabla 7:** Historial de resultados de análisis de agua punto de muestreo descarga a la alcantarilla.

FECHA		2013	2014	2015	2016
Parámetros	Unidad	ANEXO 11	ANEXO 12	ANEXO 13	ANEXO 14
pH	Unidad de pH	11,15	11,34	9,60	9,29
DQO	$\frac{mg}{l}$	5600	503	3600	3680
DBO	$\frac{mg}{l}$	3100	225	1440	2200
Solidos suspen.	$\frac{mg}{l}$	2020	930	1680	1300
Solidos sedimen.	$\frac{ml}{l}$	25	30	8	30
Grasas y Aceites	$\frac{mg}{l}$	50	-	10,6	19,7
Sulfatos	$\frac{mg}{l}$	950	325	1000	1125
Sulfuros	$\frac{mg}{l}$	38,95	274	103,8	81,25
Cromo Total	$\frac{mg}{l}$	12,56	2,55	7	7,53
Cromo Hexavalente	$\frac{mg}{l}$	0,246	-	0,03	0,037
Fenoles	$\frac{mg}{l}$	0,11	-	-	-
Tensoactivos	$\frac{mg}{l}$	2,35	-	2,37	-

Fuente: Curtiembre Aldas

#### 4.5.1 Análisis de las caracterizaciones obtenidas del agua en el proceso y en la descarga a la alcantarilla sin tratamiento alguno.

Los análisis físico-químicos hechos a los efluentes de los principales procesos que aportan contaminación al agua en la Curtiembre Aldas, ayudan a llegar a conclusiones y afirmaciones sobre el sistema de tratamiento que se diseña.

Primeramente la Tabla 4 nos muestra el análisis físico-químico del agua entrante a la empresa, aquí se ve claramente que el agua se encuentra libre de contaminación, parámetros como DQO y DBO están por debajo de los 50 mg/l, y ningún otro parámetro sobrepasa ni el límite exigido por el TULSMA, esto nos da a entender que se no se trabaja con agua ya contaminada, aunque el agua ocupada es de riego agrícola, aun así está libre de tóxicos.

La Tabla 5 muestra la contaminación en los efluentes de pelambre, el análisis hecho en el año 2012 muestra una contaminación exageradamente alta, con un DQO de 49200 mg/l, un DBO<sub>5</sub> 19680 mg/l y sulfuros 1142 mg/l, recordemos que el límite de sulfuro exigido por el TULSMA es 1 mg/l, estos resultados son debido a que en ese tiempo se realizaba el proceso de pelambre con destrucción de pelo, es decir la fórmula de producción llevaba una cantidad de sulfuro mayor para no solo depilar la piel sino que también destruir el pelo, esto para que el pelo no tapone los ductos de evacuación del efluente.

En el 2013 la empresa adquiere un filtro recuperador de pelo, esta máquina permite aplicar una nueva fórmula de producción, que está dentro de las llamadas técnicas de producción más limpia, donde la cantidad de cal y sulfuro de sodio disminuyen pues únicamente se necesita depilar la piel y no destruir el pelo, pues este es retenido en la máquina, se tiene un análisis antes y después del filtro recuperador de pelo, pero el problema es que no se realizó el análisis con el mismo efluente, los análisis físico-químicos fueron hechos en meses diferentes, aunque hay una disminución en la mayoría de parámetros de contaminación con relación del antes y después de filtro, en los parámetros DQO y DBO<sub>5</sub> no hay coherencia, pues aumentan sus valores después de pasar por el filtro.

En fin el DQO después del filtro es de 20320 mg/l, y el de sulfuros es de 79 mg/l, aquí también existe duda de ese valor, pues en los análisis físico-químicos que se muestran en la Tabla 7 hechos del efluente que se descarga a la alcantarilla en el 2014, 2015 y 2016, los valores de sulfuro fueron de 274, 103 y 81 mg/l respectivamente, y es inaudito que el valor del sulfuro en el proceso de pelambre donde este es usado sea menor a los valores del agua descargada en la alcantarilla, pues estos análisis se hacen con una muestra compuesta de un día con alícuotas cada 30 minutos, es decir ya interfieren efluentes de otros procesos donde no se usa sulfuro, además en el análisis físico-químico actual, en una muestra homogenizada completa el nivel de sulfuro es de 161 mg/l, y en el análisis físico-químico después del filtro recuperador de pelo el sulfuro se mantuvo en 531.9 mg/l.

Por lo que se concluye que el análisis físico-químico hecho en el 2013 después del filtro al efluente de pelambre, estuvo mezclado con agua limpia que se ingresa al proceso para hacer recirculación de efluente entre el bombo con el filtro con el fin de que todo el pelo

se quede en el filtro, también estas aguas tienen un pH básico con un promedio de 13 normalmente, pero en los resultados su promedio es de 12, por lo que se concluye que hay presencia de agua limpia para la recirculación pues sus pH son más bajos.

Además se demuestra que las técnicas de producción más limpia son completamente aplicables con una reducción del 50% de la contaminación aproximadamente.

En la Tabla 6 se muestra el análisis físico-químico del efluente a pie de bombo del curtido, con un cromo total de 776 mg/l, una cantidad de sulfatos de 16000 mg/l, el cromo hexavalente no sobrepasa el límite permisible que es de 0,5 mg/l.

El principal parámetro contaminante es el cromo total y los sulfatos, este efluente es con un pH de 4, se necesita disminuir la cantidad de cromo en el agua, en la actualidad se aplica un proceso de curtido con alto agotamiento de cromo, sin embargo estos efluentes siguen aportando cromo al efluente como se muestra en la Tabla 7.

La Tabla 7 muestra el historial de los análisis físico-químicos realizados al efluente a la salida de la alcantarilla desde el 2013 hasta la actualidad, cabe recalcar que para estos análisis se tomó muestras compuestas por un día con alícuotas cada 30 minutos.

Como se observa la contaminación es elevada en el 2013, sin embargo la contaminación en el 2014 es muy baja, por poco se cumple con los parámetros del TULSMA y sin tener un sistema de tratamiento, eso no es congruente, los resultados del 2015 y 2016 muestran otra vez una contaminación elevada. Con solo mirar la Tabla 7 se puede ver la irregularidad de los resultados, esto muestra claramente que no se tiene una homogenización de los efluentes ni una toma normalizada de muestras, es decir los tanques decantadores y las alcantarillas que tiene la empresa para sus aguas no abarcan gran volumen por lo que cuando se descargan los efluentes de los procesos estos salen uno tras otro a la alcantarilla, es decir, si descargo un lavado o un predesencalado el nivel de contaminación va a ser bajo y si seguidamente descargo aguas de pelambre la contaminación va a elevarse rápidamente, y no todos los días se descargan aguas de pelambre y de curtido que son las más tóxicas, es decir no hay estabilidad y el efluente sale con picos de contaminación irregular, por lo que para nuestro sistema necesitaremos un homogeneizador para evitar esto.

#### **4.6 Análisis de los residuos contaminantes en el agua después de cada subproceso en estudio.**

El análisis de las aguas residuales permite cualificar la presencia de impurezas disueltas en el agua, propiedades físico químicas, es decir cuáles son los parámetros que caracterizan la contaminación de esta agua como el pH, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, etc. Y en estos parámetros son los que tomaremos en cuenta para estudiar cada etapa de producción y cuanto de estos parámetros aporta cada etapa al efluente total.

##### **4.6.1 Residuos contaminantes en el agua en el lavado 1 y lavado 2**

En estos lavados es donde se elimina las primeras suciedades de la piel como sangre, cloruro de sodio, grasas y microorganismos, se usan productos como humectantes, detergentes (tensoactivos), el efluente tendrá cantidad de sulfatos, DQO, DBO, Ss, y SS.

##### **4.6.2 Residuos contaminantes en el agua del remojo**

En el remojo un 30% del agua se consume en la piel, aquí se añaden productos como enzimas, bactericida, humectante e hidróxido de sodio, el efluente al descargarse contiene materia orgánica expresada como DBO, además de esto DQO, SS y Ss.

##### **4.6.3 Residuos contaminantes en el agua del pelambre**

Es considerada el efluente más contaminante y tóxico, se utilizan productos como cal, humectante, depilante y sulfuro de Na, el efluente al descargarse contiene materia orgánica, grasa y pelo, DBO, además cantidad alta de DQO, SS, Ss, sulfatos, sulfuros y cal.

##### **4.6.4 Residuos contaminantes en el agua del lavado 4 y el lavado 5**

Aquí se utiliza sulfato de amonio para eliminar en parte la cal y el sulfuro, ya que en la siguiente etapa los trabajadores entran en contacto con las pieles y el sulfuro causa irritaciones en la piel de los trabajadores, el efluente de estos lavados contiene cantidades sulfato de amonio, pelo, grasa, sulfuros y cal en cantidades pequeñas.

##### **4.6.5 Residuos contaminantes en el agua del descarnado**

Esta máquina ocupa una pequeña cantidad de agua con el fin de lubricar las cuchillas, al terminar con esta etapa la carnaza es ubicada en contenedores donde se escurre el agua, al efluente de este se le suma los lixiviados de la carnaza teniendo cantidades de materia orgánica, grasas expresadas como DBO, además cal, sulfuros y sulfatos.

#### **4.6.6 Residuos contaminantes en el agua del dividido**

La máquina de dividir ocupa una cantidad pequeña de agua para lubricar su cuchilla, el efluente de esta etapa contiene mínimas cantidades de sulfuros y sulfatos.

#### **4.6.7 Residuos contaminantes en el agua del lavado 6**

Se utiliza sulfato de amonio para retirar la cal, el sulfuro y cualquier otra impureza de la piel, el efluente contiene poca cantidad de sulfato de amonio, sulfuros y cal.

#### **4.6.8 Residuos contaminantes en el agua del pre-desencalado**

Aquí se utiliza sulfato de amonio para sacar la cal, el sulfuro superficial de la piel, el efluente contiene pequeña cantidad de sulfato de amonio, sulfuros y cal.

#### **4.6.9 Residuos contaminantes en el agua del desencalado**

En este subproceso entran productos como sulfato de amonio, bisulfito de sodio, desencalante y tensoactivos, el efluente de esta agua sale cargado con grasa y colágeno expresados como DBO, sulfuros en pequeña cantidad, NH<sub>3</sub> (amoníaco), cal, DQO y SS, de todas los subprocesos analizados hasta este punto, todas estas aguas son las causantes del mal olor que se percibe en las curtiembres en general.

#### **4.6.10 Residuos contaminantes en el agua del lavado 7 y lavado 8**

En estos subprocesos solo se utiliza agua, el efluente sale cargado con los contaminantes del inciso **4.6.9** pero en mínimas cantidades.

#### **4.6.11 Residuos contaminantes en el agua del piquelado**

Se usa ácido sulfúrico, ácido fórmico, sales y formiato sódico, el efluente de esta etapa contiene ácido sulfúrico, ácido fórmico y formiato sódico expresadas como DQO, sal expresada como sulfatos y SS.

#### **4.6.12 Residuos contaminantes en el agua del curtido**

Aquí se usan penetrantes, grasas y cromo en valencia 3, este efluente contiene cromo en valencia 3 y cromo en valencia 6 pero en mínima cantidad, de todas formas esto nos obliga a analizar este parámetro ya que el cromo 6 es causante de malformaciones en las células, es decir es altamente tóxico y cancerígeno.

#### **4.6.13 Residuos contaminantes en el agua del escurrido.**

La máquina de escurrir ocupa una mínima cantidad de agua para lubricar las felpas que retiran el agua del cuero, este efluente contiene residuos de cromo.

#### **4.6.14 Residuos contaminantes en el agua del lavado 9**

Aquí se usa ácido fórmico y el efluente de este contiene pequeñas cantidades de cromo y virutas que se desprenden del proceso de raspado.

#### **4.6.15 Residuos contaminantes en el agua del recromado**

Se ocupa sales de cromo en valencia 3, penetrantes, grasas y aceites, anilina y formiato sódico, el efluente contiene cromo 3, grasas y aceites, sulfatos y SS.

#### **4.6.16 Residuos contaminantes en el agua del neutralizado**

Se usa formiato sódico y bicarbonato de sodio con para controlar el pH, el efluente sale con restos de formiato sódico y bicarbonato de sodio.

#### **4.6.17 Residuos contaminantes en el agua del lavado 10**

Aquí solo se utiliza agua, el nivel de contaminantes es muy bajo.

#### **4.6.18 Residuos contaminantes en el agua del teñido**

Se utiliza productos como grasas, aceites, penetrantes, extracto de mimosa y anilinas, el efluente tiene aceites y grasas, DQO, DBO, anilinas expresadas en el parámetro color y SS.

#### **4.6.19 Residuos contaminantes en el agua del engrase**

En este subproceso se utiliza productos como grasas y aceites, penetrantes, ácido fórmico y fosfol SC, aquí el efluente sale cargado con DQO, DBO, SS, Ss, color, grasas y aceites.

#### **4.6.20 Residuos contaminantes en el agua del lavado 11**

Únicamente se utiliza agua, y los contaminantes son los mismos que el inciso **4.6.19** solo que en mínimas cantidades.

#### **4.6.21 Residuos contaminantes en el agua del escurrido estirado**

En este subproceso la máquina de escurrir y estirar usa agua para lubricar sus rodillos, el agua es mínima, y el efluente contiene pequeñas cantidades de grasas y aceites y color.

#### **4.6.22 Residuos contaminantes en el agua del lavado de máquinas en la etapa de pigmentado y lacado.**

El agua únicamente es usada para lavar las maquinas, el efluente aquí contiene pigmentos y pintura o lacas secas en forma de virutas, todo esto se expresa como SS, Ss y color.



#### 4.6.23 Residuos contaminantes en el agua de la bodega.

El agua se usa para lavar recipientes, para preparar las fórmulas de producción, los efluentes de la bodega contienen contaminantes expresados como DQO y color.

**Tabla 8:** Resumen de los contaminantes en el agua después de cada subproceso en estudio.

Ítem	Parámetros Contaminantes										
	DQO	DBO 5	SS	Ss	Cromo T	Cromo 6	Sulfuro	Sulfato	Tenso- activos	Grasas aceites	Color
4.6.1	X	X	X	X				X	X	X	X
4.6.2	X	X	X	X				X	X	X	X
4.6.3	X	X	X	X			X	X	X	X	X
4.6.4	X	X	X	X			X	X	X		
4.6.5	X	X	X	X			X	X		X	
4.6.6	X	X	X	X			X	X		X	
4.6.7	X	X					X	X			
4.6.8	X	X					X	X			
4.6.9	X	X					X	X			
4.6.10	X	X						X			
4.6.11	X	X	X					X			
4.6.12	X	X	X	X	X	X		X		X	
4.6.13	X	X	X	X	X	X		X			
4.6.14	X	X	X	X	X	X		X			
4.6.15	X	X	X	X	X	X		X		X	X
4.6.16	X	X	X	X							
4.6.17				X							
4.6.18	X	X	X	X						X	X
4.6.19	X	X	X	X						X	X
4.6.20	X	X	X	X						X	X
4.6.21	X	X	X	X						X	X
4.6.22	X	X	X						X	X	X
4.6.23	X	X	X								X
Total	22	22	18	16	4	4	7	15	5	12	10

**Fuente:** Realizado por el investigador.

El MAE exige un análisis físico-químico en un laboratorio acreditado por la OAE, a los efluentes industriales dos veces al año, los parámetros exigidos son 12:

Caudal, DQO, DBO<sub>5</sub>, Sólidos suspendidos totales, tensoactivos, grasas y aceites, fenoles, sulfatos, sulfuros, cromo total, cromo hexavalente, color.

Existen parámetros los cuales en los efluentes del proceso de producción son bajos, comparados con los límites de descarga de estos, citemos ejemplos:

Tensoactivos: Si bien es cierto es un parámetro que aumenta considerablemente la DQO, es decir consume el oxígeno disuelto en el agua, y está presente en los primeros lavados y el remojo de las pieles, pero al mezclarse con los demás efluentes su cantidad disminuye, en el análisis físicoquímico que se analizó este parámetro hecho en 2013 (ANEXO 11) y en el 2015 (ANEXO 13) muestra un resultado de 2.35 mg/l y 2.37 mg/l respectivamente y el límite establecido por la Tabla 1 es 2 mg/l, es decir sin tratamiento se está cerca de cumplir con la norma y con un tratamiento estamos seguros que este parámetro cumplirá con el límite, debido a esto no lo tomaremos en cuenta en el estudio.

Fenoles: Son compuestos orgánicos aromáticos están en las aguas residuales como resultado de la contaminación ambiental y de procesos naturales de descomposición de la materia orgánica, en el análisis físicoquímico que se analizó este parámetro hecho en 2013 (ANEXO 11) muestra un resultado de 0.11 mg/l y el límite establecido por la Tabla 1 es 0.2 mg/l, es decir sin tratamiento se está cumpliendo con la norma y debido a esto no lo tomaremos en cuenta en el estudio.

Grasas y Aceites: Son compuestos orgánicos e inorgánicos que aparecen de las grasas animales y de productos que engrasan y dan mejores características al cuero, en el análisis físicoquímico que se analizó este parámetro hecho en 2013 (ANEXO 11), 2015 (ANEXO 13) y 2016 (ANEXO 14) muestra un resultado de 50 mg/l, 10,6 mg/l y 19,7 mg/l y el límite establecido por la Tabla 1 es 100 mg/l, es decir simplemente con las trampas de grasa se está cumpliendo con la norma y debido a esto no lo tomaremos en cuenta en el estudio.

Color: Es un parámetro que mide el paso de luz a través de una columna de líquido, si bien es cierto los subprocesos de RTE son los que aportan anilinas y aumenta este parámetro, sin embargo un tratamiento de coagulación y floculación como el que se va a

implementar baja completamente este parámetro hasta cumplir con la norma, debido a esto no se lo tomara en cuenta, más se lo evaluara en los resultados de los ensayos.

Cromo hexavalente: Contaminante altamente peligroso, causa destrucción del material genético, es decir es cancerígeno, sin embargo en el proceso de curtido donde se ocupa cromo, no sobrepasa el limite permisible que es de 0,5 mg/l, puede observarse esto en el análisis hecho en el 2013 (ANEXO 10) a pie de bombo con el efluente del proceso de curtido, además de esto verificarse en todos los análisis hechos a la salida de la alcantarilla, en ninguno sobrepasa el límite establecido por la Tabla 1, debido a esto no se lo tomara en cuenta en los ensayos que se realiza.

#### **4.6.24 Parámetros contaminantes a ser considerados en el estudio.**

Con esto podemos concluir que los parámetros más significativos los cuales analizaremos son:

- DQO
- DBO
- SS (solidos suspendidos)
- Sulfatos
- Sulfuros
- Cromo total.

Pues son los que más aparecen en los efluentes como se ve en la Tabla 8, el cromo y sulfuros aparecen menos en los subprocesos sin embargo son los más tóxicos del efluente, parámetros como DQO y DBO son indicadores importantes del nivel de contaminación en el agua.

#### **4.7 Determinación del consumo de agua que utilizaría la planta si trabajara a su máxima capacidad en el turno diurno.**

Es importante obtener este dato pues es necesario para dar un margen de sobredimensionamiento para el sistema de tratamiento a diseñarse.

Para obtener la capacidad de agua en los procesos en estudio, se requiere el volumen que depende del número de procesos y de los volúmenes de agua que manejan los distintos bombos, para lo cual la **ecuación 1** determina el volumen útil del bombo.

$$Vu = \left( \frac{\pi * rb^2 * lr}{2} \right) \quad (1)$$

Dónde:

Vu= volumen útil del bombo ( $m^3$ ).

rb= radio del bombo ( $m$ ).

lr= largo del bombo ( $m$ ).

La ecuación se divide para dos pues solo la mitad del bombo es útil para el proceso.

La **ecuación 2** determina el volumen ocupado por la piel dentro del volumen útil del bombo.

$$Vp = 0.35 * Vu \quad (2)$$

Dónde:

Vp= Volumen ocupado por la piel ( $m^3$ ).

Vu= Volumen útil del bombo ( $m^3$ ).

El valor de 0.35 viene dado ya que la piel ocupa un promedio del 35% dentro del volumen útil, esto de acuerdo a información recolectada en los procesos productivos de la empresa.

La **ecuación 3** establece el volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil del bombo.

$$Vpm = Vu - Vp \quad (3)$$

Dónde:

Vpm= Volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil( $m^3$ ).

Vu= Volumen útil( $m^3$ ).

Vp= Volumen ocupado por la piel( $m^3$ ).

La **ecuación 4** comprueba el volumen total de agua de acuerdo al proceso, es decir tomando en cuenta el número de sub procesos que tienen descargas de agua dentro de una etapa o área de producción.

$$Vpr = Vpm * sp \quad (4)$$

Dónde:

Vpr= Volumen de agua promedio dentro de una etapa ( $m^3$ ).

$V_{pm}$ = Volumen promedio que ocupara el agua dentro del volumen útil ( $m^3$ ).

$sp$ = número de sub procesos que tengan descargas dentro de una etapa.

La **ecuación 5** estipula el volumen de consumo de agua, es decir el porcentaje de agua que absorbe la piel.

$$c = \%c * V_{pr} \quad (5)$$

Dónde:

$c$ = Volumen de consumo de agua ( $m^3$ ).

$\%c$ = Porcentaje de consumo, esto varía de acuerdo al tipo de proceso [24].

$V_{pr}$ = Volumen de agua promedio dentro de una etapa ( $m^3$ ).

La **ecuación 6** fija el volumen neto de agua en una etapa.

$$V_n = V_{pr} - c \quad (6)$$

Dónde:

$V_n$ = Volumen neto de agua dentro de una etapa ( $m^3$ ).

$V_{pr}$ = Volumen de agua promedio dentro de una etapa ( $m^3$ ).

$c$ = Volumen de consumo de agua ( $m^3$ ).

La **ecuación 7** establece el volumen de agua semanal.

$$V_s = V_n * np \quad (7)$$

Dónde:

$V_s$ = Volumen de agua semanal ( $m^3$ ).

$V_n$ = Volumen neto de agua dentro de una etapa ( $m^3$ ).

$np$ = número de procesos en la semana.

La **ecuación 8**, fórmula de proporcionalidad para la toma de muestras.

$$a = \frac{c*d}{b} \quad (8)$$

Dónde:

$a$ = Volumen de muestra ( $l$ ).

$b$ = Constante de proporcionalidad (100%).

$c$ = Muestra porcentual.

$d$ = Volumen total de agua ( $m^3$ ).

Para aplicar (1) se realizó la toma física de las dimensiones de los bombos las mismas que se detallan en la Tabla 9.

La **ecuación 9**, establece el cálculo de volumen de agua en el proceso de acuerdo a la fórmula de producción, con la ayuda de la densidad del agua.

$$Vol_{desc} = (\text{peso piel} * (\%O - \%c)) * \rho \quad (9)$$

Dónde:

$Vol_{desc}$  = Volumen de de agua descargada ( $m^3$ ).

Peso piel = peso de la piel (Kg).

%O = Porcentaje de agua a ocuparse, lo da la fórmula de producción.

%c = Porcentaje de consumo, esto varía de acuerdo al tipo de proceso [24].

$\rho$  = Densidad del agua ( $l/kg$ ).

Para aplicar (1) se realizó la toma física de las dimensiones de los bombos las mismas que se detallan en la Tabla 9.

**Tabla 9:** Dimensiones de los bombos.

Dimensiones de los bombos							
Procesos Datos	Rivera			Curtido		Recurtido, Teñido y Engrase	
	Bombo P1	Bombo P2	Bombo P3	Bombo C1	Bombo C2	Bombo RTE1	Bombo RTE2
Radio (m)	1,55	1,55	1,45	1,50	1,50	1,30	1,20
Largo (m)	3,10	3,10	2,70	2,80	2,80	2,20	2,20

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

Desarrollando (1) tenemos:

$$Vu_{P1} = \left( \frac{\pi * rb^2 * lr}{2} \right)$$

$$Vu_{P1} = \left( \frac{\pi * (1,55m)^2 * 3,10m}{2} \right)$$

$$Vu_{P1} = \left( \frac{23,4}{2} m^3 \right)$$

$$Vu_{p1} = 11,7m^3$$

Obteniendo así los datos expuestos en la Tabla 10. Volumen útil de los bombos:

**Tabla 10:** Volumen útil de los bombos.

Volumen útil de los bombos							
Procesos Datos	Rivera			Curtido		Recurtido, Teñido y Engrase	
	Bombo P1	Bombo P2	Bombo P3	Bombo C1	Bombo C2	Bombo RTE1	Bombo RTE2
Vu (m <sup>3</sup> )	11,7	11,7	8,9	9,8	9,8	5,8	4,9

**Fuente:** Realizado por el investigador.

Para obtener el volumen ocupado por la piel dentro del volumen útil del bombo, se reemplazó los datos de la Tabla 10 en (2) de la siguiente manera:

$$Vp = 0,35 * Vu_{p1}$$

$$Vp = 0,35 * 11,7 m^3$$

$$Vp = 4,1 m^3$$

Obteniendo así la Tabla 11 que muestra el volumen ocupado por la piel dentro del volumen útil de los bombos.

**Tabla 11:** Volumen ocupado por la piel dentro del volumen útil de los bombos.

Volumen ocupado por la piel dentro del volumen útil de los bombos							
Procesos Datos	Rivera			Curtido		Recurtido, Teñido y Engrase	
	Bombo P1	Bombo P2	Bombo P3	Bombo C1	Bombo C2	Bombo RTE1	Bombo RTE2
Vp (m <sup>3</sup> )	4,1	4,1	3,12	3,43	3,43	2,03	1,72

**Fuente:** Realizado por el investigador.

Para el volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil del bombo se ocupa (3) y se reemplaza los datos de la Tabla 9 volumen útil y Tabla 11 volumen ocupado por la piel.

$$Vpm_{p1} = Vu_{p1} - Vp_{p1}$$

$$Vpm_{p1} = (11,7 - 4,1)m^3$$

$$Vpm_{p1} = 7,6 m^3$$

De esta forma se obtiene la Tabla 12 con el volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil de los bombos.

**Tabla 12:** Volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil de los bombos.

Volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil de los bombos							
Procesos Datos	Rivera			Curtido		Recurtido, Teñido y Engrase	
	Bombo P1	Bombo P2	Bombo P3	Bombo C1	Bombo C2	Bombo RTE1	Bombo RTE2
Vpm ( $m^3$ )	7,6	7,6	5,78	6,37	6,37	3,77	3,18

**Fuente:** Realizado por el investigador.

Resumiendo los datos y valores calculados en cada subproceso se obtiene la Tabla 13, en la cual se encuentra consolidado los valores correspondientes a los procesos en estudio.

**Tabla 13:** Información de los procesos en estudio

Información de los procesos en estudio			
Parámetros	Proceso		
	Rivera	Curtido	RTE
Número de sub-procesos (sp)	5	5	6
Tiempo promedio del proceso	20 horas	15 horas	8 horas
Número máximo de procesos a la semana teniendo en cuenta que se trabaja la jornada ordinaria de 8 horas diarias (np)	2	2	2
Sumatoria del volumen útil de los bombos por proceso ( $V_u$ ) $m^3$	32,3	19,6	10,7
Sumatoria del volumen ocupado por la piel por proceso ( $V_p$ ) $m^3$	11,3	6,8	3,7
Sumatoria del volumen de agua promedio por proceso ( $V_{pm}$ ) $m^3$	20,9	12,7	6,9
Porcentaje de consumo de agua (%c) [24]	20%	3%	3%

**Fuente:** Realizado por el investigador.



Para determinar el volumen total de agua de acuerdo al proceso, se cita (4), considerando los parámetros de la Tabla 13.

$$Vpr_{Rivera} = Vpm_{Rivera} * sp_{Rivera}$$

$$Vpr_{Rivera} = 20,9 m^3 * 5$$

$$Vpr_{Rivera} = 104,9 m^3$$

$$Vpr_{Curtido} = 63,7 m^3$$

$$Vpr_{RTE} = 41,73 m^3$$

Con el volumen total de agua de acuerdo al proceso se determina el volumen de consumo de agua, es decir la cantidad de agua que se impregna en la piel, para esto ocupamos (5) y los porcentajes que nos da la Tabla 13.

$$c_{Rivera} = \%c_{Rivera} * Vpr_{Rivera}$$

$$c_{Rivera} = 0,20 * 104,9 m^3$$

$$c_{Rivera} = 20,9 m^3$$

$$c_{Curtido} = 1,9 m^3$$

$$c_{RTE} = 1,3 m^3$$

Para determinar el volumen neto de agua en un proceso ocupamos la ecuación (6) para lo cual se requiere reemplazar los resultados obtenidos por el cálculo con las ecuaciones (4) y (5).

$$Vn_{Rivera} = Vpr_{Rivera} - c_{Rivera}$$

$$Vn_{Rivera} = (104,9 - 20,9)m^3$$

$$Vn_{Rivera} = 84 m^3$$

$$Vn_{Curtido} = 61,7 m^3$$

$$Vn_{RTE} = 40,4 m^3$$

Para determinar el volumen de agua semanal ocupamos los datos que nos da la Tabla 13 con respecto al número de procesos semanales y los resultados de (6) para remplazarlos en (7).

$$V_{S_{Rivera}} = V n_{Rivera} * n p_{Rivera}$$

$$V_{S_{Rivera}} = 84 \text{ m}^3 * 2$$

$$V_{S_{Rivera}} = 168 \text{ m}^3$$

$$V_{S_{Curtido}} = 123,5 \text{ m}^3$$

$$V_{S_{RTE}} = 80,8 \text{ m}^3$$

Los datos alcanzados se muestran en la Tabla 14 denominada Consumo teórico semanal de agua del proceso.

**Tabla 14:** Consumo teórico semanal de agua del proceso.

Ítems de calculo		Proceso		
		Rivera	Curtido	RTE
1	Número de sub-procesos (sp)	5	5	6
2	Tiempo promedio del proceso	20 horas	15 horas	8 horas
3	Número máximo de procesos a la semana (np)	2	2	2
4	Volumen útil del bombo (Vu) $\text{m}^3$	32,3	19,6	10,7
5	Volumen ocupado por la piel (Vp) $\text{m}^3$	11,3	6,8	3,7
6	Volumen de agua promedio (Vpm) $\text{m}^3$	20,9	12,7	6,9
7	Volumen de agua en proceso (Vpr) $\text{m}^3$	104,9	63,7	41,73
8	Porcentaje de consumo de agua (%c) [24].	20%	3%	3%
9	Volumen de consumo de agua (c) $\text{m}^3$	20,9	1,9	1,3
10	Volumen neto de agua en proceso(Vn) $\text{m}^3$	84	61,7	40,4
11	Volumen de agua semanal (Vs) $\text{m}^3$	167,9	123,5	80,8
Capacidad semanal de agua del proceso $\text{m}^3$		372.2		

**Fuente:** Realizado por el investigador.

Esta tabla muestra el volumen de agua residual que generara el proceso de producción a la semana si trabajara al máximo de su capacidad, este es un parámetro importante de diseño debido a que este me ayuda a calcular el margen de sobredimensionamiento.

#### **4.8 Determinación del consumo real de agua en los procesos de producción en la actualidad.**

Se determina el volumen de consumo mediante las fórmulas de producción estas nos dicen la cantidad de agua que se ocupa por subproceso de acuerdo al peso total de las

pieles, ver (ANEXO 1, ANEXO2 y ANEXO 3), se resume entonces el balance de masa en una tabla por cada etapa del proceso de producción, tomando en cuenta únicamente los subprocesos en estudio como lo indica el inciso **4.6.24**

Para entender las siguientes tablas debe saber que, la fórmula de producción me indica los porcentajes de agua a ocupar por cada kilogramo de piel, si por cada kilogramo de piel debo ocupar 1,5 % de agua, entonces ocupamos (9) para calcular su volumen. Además se toma en cuenta el porcentaje de agua que se queda impregnado en la piel y restarlo del volumen total para tener valores más exactos.

$$Vol_{desc} = (\text{peso piel} * (\%O - \%c)) * \rho$$

$$Vol_{desc} = (6000 \text{ kg} * (1,5 - 0,03)) * 1l/kg$$

$$Vol_{desc} = 8730 \text{ l}$$

**Tabla 15:** Efluentes generados en la etapa de ribera respecto al volumen de producción

Etapa de Ribera						
Subprocesos	Peso de la piel (kg)	Porcentaje ocupado de agua (%)	Peso del agua (kg)	Porcentaje de consumo	Peso agua menos consumo (kg)	Volumen de agua descargada (litros)
Lavado 1	6000	150	9000	0,03	8730	8730
Lavado 2		150	9000	0,05	8550	8550
Remojo		150	9000	0,30	6300	6300
Lavado 3		150	9000	0,03	8730	8730
Pelambre		150	9000	0,03	8730	8730
Lavado 4		150	9000	0,03	8730	8730
Lavado 5		150	9000	0,03	8730	8730
Descarnado						1000
Dividido						1000
Volumen total						60500

**Fuente:** Realizado por el investigador.

La etapa de ribera descarga un efluente con un volumen total de  $60.5 m^3$  como se muestra en la Tabla 15, el peso en pieles que se ingresa en los bombos de pelambre P1 y P2 es de 3000 kg de piel en cada uno, el porcentaje de agua a ocupar en cada subproceso lo da la fórmula de producción (ANEXO 3).

Para la etapa de curtido, se reduce el peso de la piel en 2000 kg, esto ocurre después de depilarla, descarnarla y dividirla.

**Tabla 16:** Efluentes generados en la etapa de curtido respecto al volumen de producción.

Etapa de Curtido						
Subprocesos	Peso de la piel (kg)	Porcentaje de agua (%)	Peso del agua (kg)	Porcentaje de consumo	Peso agua menos el consumo (kg)	Volumen de agua descargada (litros)
Lavado 6	4000	200	8000	0,03	7760	7760
Pre-Desencale		100	4000	0,03	3880	3880
Desencalado		100	4000	0,03	3880	3880
Lavado 7		150	6000	0,03	5820	5820
Lavado 8		150	6000	0,03	5820	5820
Piquelado		50	2000	0,03	1940	1940
Curtido		50	2000	0,03	1940	1940
Escurrido					1000	1000
Volumen total						32040

**Fuente:** Realizado por el investigador.

La etapa de Curtido descarga un efluente con un volumen total de  $32,04 m^3$  como se muestra en la Tabla 16, el peso del cuero que se ingresa en los bombos de curtido C1 y C2 es de 2000 kg de cuero en cada uno, el porcentaje de agua a ocupar en cada subproceso lo da la fórmula de producción (ANEXO 4).

Para la etapa de RTE, se reduce el peso de la piel en 1000 kg, esto ocurre después del escurrido y del rebajado. La etapa de RTE ocupa los bombos RTE1 y RTE2, aquí se ingresan 3000 kg de cuero, teniendo en cuenta que se procesan por porcentajes dependiendo el tipo de producto que se requiera, el único producto que se somete al subproceso de Recromado es al cuero plena flor, el 25 por ciento de la producción

semanal es destinada a este proceso para obtener plena flor y el 75 por ciento es usado para los demás productos que los llamaremos estándar para generalizar, ya que son muchos productos para mencionarlos.

**Tabla 17:** Efluentes generados en la etapa RTE respecto al volumen de producción para cuero estándar.

Etapa de RTE						
Subprocesos	Peso de la piel (kg)	Porcentaje de agua (%)	Peso del agua (kg)	Porcentaje de consumo (%)	Peso agua menos el consumo (kg)	Volumen de agua descargada (litros)
Lavado 9	2250	200	4500	0,03	4365	4365
Neutralizado		100	2250	0,03	2182,5	2182,5
Lavado 10		200	4500	0,03	4365	4365
RTE		50	1125	0,03	1091,25	1091,25
Engrase		100	2250	0,03	2182,5	2182,5
Lavado 11		150	3375	0,03	3273,75	3273,75
Volumen total						17460

**Fuente:** Realizado por el investigador.

**Tabla 18:** Efluentes generados en la etapa RTE respecto al volumen de producción para cuero plena flor.

Etapa de RTE						
Subprocesos	Peso de la piel (kg)	Porcentaje de agua (%)	Peso del agua (kg)	Porcentaje de consumo (%)	Peso agua menos el consumo (kg)	Volumen de agua descargada (litros)
Lavado 9	750	200	1500	0,03	1455	1455
Recromado		50	375	0,03	363,75	363,75
Neutralizado		100	750	0,03	727,5	727,5
Lavado 10		200	1500	0,03	1455	1455
RTE		50	375	0,03	363,75	363,75
Engrase		100	750	0,03	727,5	727,5
Lavado 11		150	1125	0,03	1091,25	1091,25
Volumen total						6183,75

**Fuente:** Realizado por el investigador.

La etapa de RTE descarga un efluente, con un volumen total de la Tabla 17 de 17,46  $m^3$ , con un volumen total de la Tabla 18 de 6,18  $m^3$ , a esto se le suma 1  $m^3$  del subproceso del desvenado, para tener un total de 24,643  $m^3$ .

El porcentaje de agua a ocupar en cada subproceso da la fórmula de producción (ANEXO 5).

El agua que se ocupa en el lavado de las máquinas pigmentadora y sopleteadora es aproximadamente 50 litros por día, mientras que el volumen de agua promedio que acumula el contenedor de la bodega es de 100 litros diarios.

Para el cálculo del volumen total de agua consumida en una semana, se toma en cuenta que se realizan dos ciclos del proceso de producción a la semana, es decir inicia el primer proceso del pelambre el día domingo y el segundo inicia el día miércoles, así consecutivamente se termina dos ciclos de las etapas de ribera, curtido y RTE en una semana.

**Tabla 19:** Volumen de efluentes generados a la semana.

	Volumen total de efluente en la etapa de Ribera ( $m^3$ )	Volumen total de efluente en la etapa de Curtido ( $m^3$ )	Volumen total de efluente en la etapa de RTE ( $m^3$ )	Volumen total de efluente lavados de máquinas ( $m^3$ )	Volumen total de efluente de la Bodega de Químicos ( $m^3$ )
Primer ciclo	60,5	32,04	24,643	0,125	0,25
Segundo ciclo	60,5	32,04	24,643	0,125	0,25
Volumen total a la semana en cada etapa	121	64,08	49,268	0,25	0,5
Volumen total semanal	235,3 $m^3$				

**Fuente:** Realizado por el investigador.

En conclusión este valor es confirmado por el medidor de agua que está instalado en la empresa el mismo que marca un promedio de 236,6 metros cúbicos a la semana, el motivo que el medidor marca  $1,3 m^3$  más del calculado, es debido a que se usa agua para lavar los bombos también las máquinas como la descarnadora y la divididora, pero esto se hace con una motobomba la cual consume una mínima cantidad de agua.

#### **4.9 Cronograma de descargas de efluentes en la semana.**

Este cronograma nos da a conocer los días y el orden en los cuales se descargan las aguas con mayor contaminación, aguas básicas o aguas acidas, y como podemos controlar el pH mediante el conocimiento de las descargas al sistema de tratamiento.

Para el estudio, da a conocer los días y orden en los cuales debemos tomar las muestras de los efluentes para su tratamiento a nivel piloto.

El proceso tiene dos ciclos a la semana e inicia el primer ciclo el día domingo y el segundo el día miércoles como se muestra en la Fig.23.

La primera semana muestra el inicio del primer ciclo de producción como si iniciáramos desde cero, inicia el día domingo y el miércoles inicia el siguiente ciclo de producción diferenciados las descargas de sus subprocesos por estar subrayados, entonces así los diferenciaremos, primero ciclo no subrayado, segundo ciclo subrayado.

En la segunda semana tenemos ya las descargas de producción completas, así se trabaja en la actualidad en la empresa, teniendo los días de mayores descargas el día martes y viernes.

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Lavado 1-2	Remojo Lavado 3	Pelambre Lavado 4-5 Lavado 6 Pre-desencale Desencale	Lavado 7-8 <u>Lavado 1-2</u>	Piquelado-Curtido <u>Remojo</u> <u>Lavado 3</u> Lavado 9	<u>Pelambre</u> <u>Lavado 4-5</u> Recromado Neutralizado Lavado 10 RTE-engrase Lavado 11 <u>Lavado 6</u> <u>Pre-desencale</u> <u>Desencale</u>	<u>Lavado 7-8</u>
Primera semana						
Lavado 1-2	<u>Piquelado-Curtido</u> Lavado 9 Remojo Lavado 3 Neutralizado Lavado 10 RTE-engrase Lavado 11 <u>Lavado 9</u>	Pelambre Lavado 4-5 <u>Recromado</u> <u>Neutralizado</u> <u>Lavado 10</u> <u>RTE-engrase</u> <u>Lavado 11</u> Lavado 6 Pre-desencale Desencale	Lavado 7-8 <u>Lavado 9</u> <u>Lavado 1-2</u> <u>Neutralizado</u> <u>Lavado 10</u> <u>RTE-engrase</u> <u>Lavado 11</u>	Piquelado-Curtido <u>Remojo</u> <u>Lavado 3</u> Lavado 9	<u>Pelambre</u> <u>Lavado 4-5</u> Recromado Neutralizado Lavado 10 RTE-engrase Lavado 11 <u>Lavado 6</u> <u>Pre-desencale</u> <u>Desencale</u>	<u>Lavado 7-8</u>
Segunda semana						

**Fig. 23:** Cronograma de descargas de efluentes de los procesos productivos.

**Fuente:** Realizado por el investigador.



En la tabla 20 se ilustra las descargas de efluentes en la semana según el horario de producción y como va aumentando su volumen sumando sus descargas.

Para el cálculo se suma el volumen cada uno de los subprocesos obtenidos en las tablas 15, 16, 17 y 18.

$$\text{Suma de descargas} = \text{proceso 1} + \text{proceso 2} + \text{procesos anteriores}$$

$$\text{Suma de descargas} = \text{Lavado 1}(l) + \text{Lavado 2}(l) + \text{procesos anteriores}$$

$$\text{Suma de descargas} = 8730 l + 8550 l + 0 = 17280 l$$

**Tabla 20:** Efluentes descargados en la semana durante los dos ciclos de producción.

Día	Sub-proceso	Hora	Volumen (l)	Suma de descargas (l)
D	Lavado 1-2	9:00 AM	17280	17280,00
Lunes	Piquelado-Curtido	7:00 AM	3880	21160,00
	Escurredo-Estirado	7:30 AM	1000	22160,00
	Escurredo	8:00 AM	1000	23160,00
	Lavado 9	7:30 AM	4365	27525,00
	Remojo	7:40 AM	6300	33825,00
	Lavado 3	8:30 AM	8730	42555,00
	Neutralizado	9:00 AM	2182,5	44737,50
	Lavado 10	9:40 AM	4365	49102,50
	RTE-Engrase	1:40 PM	3273,75	52376,25
	Lavado 11	2:10 PM	3273,75	55650,00
Lavado 9	4:00 PM	1455	57105,00	
Martes	Pelambre	5:30 AM	8730	65835,00
	Lavado 4-5	6:10 AM	17460	83295,00
	Descarnado	6:30 - 11:00	1000	84295,00
	Dividido	6:30 - 11:00	1000	85295,00
	Recromado	6:40 AM	363,75	85658,75
	Neutralizado	9:10 AM	727,5	86386,25
	Lavado 10	9:40 AM	1455	87841,25
	RTE-Engrase	1:40 PM	1158,75	89000,00

	Lavado 11	2:10 PM	1091,25	90091,25
	Lavado 6	2:20 PM	7760	97851,25
	Pre-desencale	2:50 PM	3880	101731,25
	Desencale	5:20 PM	3880	105611,25
Miércoles	Lavado 7-8	7:30 AM	11640	117251,25
	Lavado 9	8:00 AM	4365	121616,25
	Lavado 1-2	10:00 AM	17280	138896,25
	Neutralizado	10:20 AM	2182,5	141078,75
	Lavado 10	10:40 AM	4365	145443,75
	RTE-Engrase	1:40 PM	3476,25	148920,00
	Lavado 11	2:10 PM	3273,75	152193,75
Jueves	Piquelado-Curtido	7:30 AM	3880	156073,75
	Escurrecido-Estirado	8:00 AM	1000	157073,75
	Escurrecido	8:00 AM	1000	158073,75
	Remojo	8:30 AM	6300	164373,75
	Lavado 3	9:20 AM	8730	173103,75
	Lavado 9	5:00 PM	1455	174558,75
Viernes	Pelambre	5:30 AM	8730	183288,75
	Lavado 4-5	6:10 AM	17460	200748,75
	Descarnado	6:30 - 11:00	1000	201748,75
	Dividido	6:30 - 11:00	1000	202748,75
	Recromado	6:40 AM	363,75	203112,50
	Neutralizado	9:10 AM	727,5	203840,00
	Lavado 10	9:40 AM	1455	205295,00
	RTE-Engrase	1:40 PM	1158,75	206453,75
	Lavado 11	2:10 PM	1091,25	207545,00
	Lavado 6	2:20 PM	7760	215305,00
	Pre-desencale	2:50 PM	3880	219185,00
	Desencale	5:20 PM	3880	223065,00
S	Lavado 7-8	8:00 AM	11640	234705,00

Fuente: Realizado por el investigador.

#### 4.10 Recolección de muestras para definir el nivel de contaminación.

Con la información de la Tabla 20 se realiza la recolección de muestras de un ciclo de producción completo, tomando en cuenta el agua del lavado de máquinas y el efluente de la

bodega, se inicia el día domingo con las descargas de los lavados 1 y 2, hasta culminar el día miércoles con el lavado 7 y 8, el volumen de las muestras se toma de forma proporcional, se homogenizan y se analizan los parámetros ya definidos en el inciso **4.6.24**, se realiza esto con el objetivo de conocer los niveles de contaminación reales, los cuales indican que parámetros debo disminuir y que método de tratamiento debo aplicar, además servirán como referencia para medir la eficiencia de nuestro sistema de tratamiento.

#### **4.10.1 Procedimiento para la recolección de muestras.**


Se discierne antes de la toma de la muestra si se requiere tomar una muestra simple o compuesta, una muestra simple se toma cuando el efluente es constante en un periodo de tiempo y homogenizado, una muestra compuesta se toma cuando la carga de contaminantes no es constante.

- 1) El equipo para la toma de muestras debe estar fabricado en materiales inertes que no afecten la composición del agua.
- 2) Enjuagar los envases con agua destilada al iniciar la toma para limpiar contaminantes que quedan entre la toma de muestras.
- 3) Enjuagar los envases con el agua a muestrear por lo menos dos veces de manera consecutiva.
- 4) El volumen de la muestra debe ser definida en base a las determinaciones previamente realizadas.
- 5) Elaborar una hoja de custodia de muestra donde se registre fecha y hora del muestreo, persona encargada, pH de la muestra y nombre de la muestra.
- 6) Si la muestra requiere preservación, la más usada es tener la muestra a una temperatura de 4°C lo cual permite conservar la muestra hasta su análisis, de todas formas existirán cambios físico químicos, bioquímicos y biológicos preservada la muestra pero estos serán mínimos.

Este procedimiento está basado en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

#### 4.10.2 Equipo para la recolección de muestras.

**Tabla 21:** Equipo para la recolección de muestras.

Probeta graduada de 100 ml (vidrio)	Probeta graduada de 1 l (vidrio)	Baso de precipitado de 1 l (vidrio)	Bandas de medición de pH en rangos específicos	Envase de 20 l para homogenizar las muestras (plástico)
				

**Fuente:** Curtiembre Aldas.

Para el cálculo del volumen de la muestra ocupamos (8), para el estudio siempre es mejor trabajar con un volumen representativo, es decir entre más alto mejor, por lo mismo se toma en cuenta los volúmenes de los equipos disponibles para recolección de muestras, y el volumen máximo de descarga en el proceso.

El volumen máximo del efluente en un subproceso es una descarga de 8730 litros, lo aproximaremos a 9000 para obtener la muestra porcentual conjuntamente con el volumen máximo de la probeta graduada.

$$a = \frac{1l}{9000l} * 8730 l$$

$$a = 0.97 l$$

Se desarrolla esta fórmula para cada uno de los subprocesos, obteniendo así la Tabla 22.

**Tabla 22:** Volúmenes de las muestras a tomar de los subprocesos.





Día	Sub-proceso	Hora	Volumen (Lt)	Volumen de muestra (Lt)
D	Lavado 1	9:00 AM	8730	0,97
	Lavado 2	10:00 AM	8550	0,95
Lunes	Piquelado-Curtido	7:00 AM	3880	0,43
	Escurrido-Estirado	7:30 AM	1000	0,11
	Escurrido	8:00 AM	1000	0,11
	Lavado 9	7:30 AM	4365	0,49
	Remojo	7:40 AM	6300	0,70
	Lavado 3	8:30 AM	8730	0,97
	Neutralizado	9:00 AM	2182,5	0,24
	Lavado 10	9:40 AM	4365	0,49
	RTE-Engrase	1:40 PM	3273,75	0,36
	Lavado 11	2:10 PM	3273,75	0,36
	Lavado 9	4:00 PM	1455	0,16
	Martes	Pelambre	5:30 AM	8730
Lavado 4		5:50 AM	8730	0,97
Lavado 5		6:20 AM	8730	0,97
Descarnado		6:30 - 11:00	1000	0,11
Dividido		6:30 - 11:00	1000	0,11
Recromado		6:40 AM	363,75	0,04
Neutralizado		9:10 AM	727,5	0,08
Lavado 10		9:40 AM	1455	0,16
RTE-Engrase		1:40 PM	1158,75	0,13
Lavado 11		2:10 PM	1091,25	0,12
Lavado 6		2:20 PM	7760	0,86
Pre-desencale		2:50 PM	3880	0,43
Desencale		5:20 PM	3880	0,43
Miércoles		Lavado 7	7:30 AM	5820
	lavado 8	7:30 AM	5820	0,65
	Lavado 9	8:00 AM	4365	0,49
	Lavado 1	9:00 AM	8730	0,97
	Lavado 2	10:00 AM	8550	0,95
	Neutralizado	10:20 AM	2182,5	0,24






	Lavado 10	10:40 AM	4365	0,49
	RTE-Engrase	1:40 PM	3476,25	0,39
	Lavado 11	2:10 PM	3273,75	0,36
Jueves	Piquelado-Curtido	7:30 AM	3880	0,43
	Escurrido-Estirado	8:00 AM	1000	0,11
	Escurrido	8:00 AM	1000	0,11
	Remojo	8:30 AM	6300	0,70
	Lavado 3	9:20 AM	8730	0,97
	Lavado 9	5:00 PM	1455	0,16
Viernes	Pelambre	5:30 AM	8730	0,97
	Lavado 4	5:50 AM	8730	0,97
	Lavado 5	6:10 AM	8730	0,97
	Descarnado	6:30 - 11:00	1000	0,11
	Dividido	6:30 - 11:00	1000	0,11
	Recromado	6:40 AM	363,75	0,04
	Neutralizado	9:10 AM	727,5	0,08
	Lavado 10	9:40 AM	1455	0,16
	RTE-Engrase	1:40 PM	1158,75	0,13
	Lavado 11	2:10 PM	1091,25	0,12
	Lavado 6	2:20 PM	7760	0,86
	Pre-desencale	2:50 PM	3880	0,43
	Desencale	5:20 PM	3880	0,43
S	Lavado 7	8:00 AM	5820	0,65
	Lavado 8	9:30 AM	5820	0,65
	Lavados de máquinas		125	0,015
	Efluentes de bodega		250	0,028

**Fuente:** Realizado por el investigador.




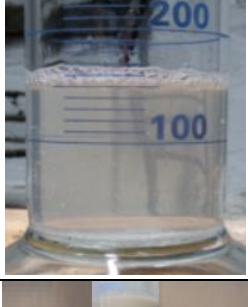

Con los horarios y volúmenes de la Tabla 22 se realiza la recolección de muestras siguiendo el procedimiento de recolección de muestras del inciso **4.10.1** y usando los equipos de la Tabla 21.




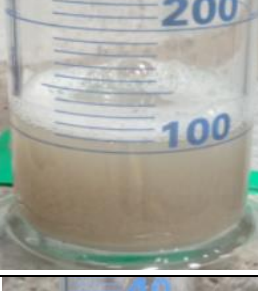

**Tabla 23:** Recolección de muestras e información.


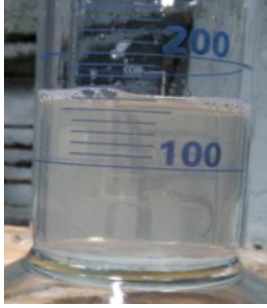



Persona encargada del muestreo: Juan Martínez			Muestras tomadas a pie de bombo	Envases de vidrio y plástico	Muestra Puntual
Día	Sub-proceso	Hora	Imagen descriptiva	Volumen de muestra (Lt)	pH
D	Lavado 1	9:00 AM		0,97	8
	Lavado 2	10:00 AM		0,95	9
Lunes	Piquelado-Curtido	7:00 AM		0,43	4,1
	Ecurrido-Estirado	7:30 AM		0,11	6





Escurreido	8:00 AM		0,11	6
Lavado 9	7:30 AM		0,49	6
Remojo	7:40 AM		0,70	9
Lavado 3	8:30 AM		0,97	9
Neutralizado	9:00 AM		0,24	5





	Lavado 10	9:40 AM		0,49	5
	RTE-Engrase	1:40 PM		0,36	3,8
	Lavado 11	2:10 PM		0,36	5
	Lavado 9	4:00 PM		0,16	6
Martes	Pelambre	5:30 AM		0,97	14

Lavado 4	5:50 AM		0,97	12
Lavado 5	6:20 AM		0,97	11
Descarnado	6:30 - 11:00		0,11	10
Dividido	6:30 - 11:00		0,11	9
Recromado	6:40 AM		0,04	4,1

Neutralizado	9:10 AM		0,08	5
Lavado 10	9:40 AM		0,16	5
RTE-Engrase	1:40 PM		0,13	3,8
Lavado 11	2:10 PM		0,13	5
Lavado 6	2:20 PM		0,86	8

	Pre-desencale	2:50 PM		0,43	8
	Desencale	5:20 PM		0,43	9
Miércoles	Lavado 7	7:30 AM		0,64	9
	lavado 8	7:30 AM		0,64	8

	Lavados de máquinas					0,015	7
	Efluentes de bodega					0,028	6

**Fuente:** Realizado por el investigador.

Todas las muestras se vierten en el envase homogeneizador de 20 Litros excepto las muestras de pelambre, lavado 4-5, descarnado y dividido, estas son mezcladas el momento que se vierte la última muestra el día miércoles, pues si se mezclan con las otras el pH baja a un promedio de 9 y el sulfuro se desprende en forma de gas H<sub>2</sub>S el cual es un gas altamente toxico, todas las muestras homogenizadas se refrigera en un congelador de preservación de fórmulas de la empresa, actualmente se encuentra inactivo, se calibra el congelador a una temperatura de 4 ° C, la cual es la temperatura ideal para preservar la muestra, se hace esto desde el día domingo hasta el día miércoles 7:30 AM, luego de verter la última muestra terminando un ciclo de producción, se agita para tomar 2 litros que se envían a un laboratorio acreditado para su posterior análisis físico-químico.

Después de 10 días los resultados entregados por el laboratorio muestran los siguientes resultados:

**Tabla 24:** Resultados del análisis fisicoquímico de la muestra de efluentes homogenizados (ANEXO 15).

Parámetros	Resultado (mg/l)	Lim. Max. (mg/l)
DQO	11128	500
DBO5	7933	250
Solidos Suspendidos Totales	1168	220
Sulfuros	161,4	1
Cromo total.	15,20	0,5

**Fuente:** Realizado por el investigador en base a ANEXO 15.

En base a estos resultados se realiza el esquema para dar tratamiento a los efluentes, como muestra el la Tabla 24 la cantidad de sulfuro sobrepasa el nivel máximo permitido, entonces se requiere dar oxidación a los sulfuros, en cromo total no hay un nivel máximo permitido para descargas al alcantarillado, sin embargo para aguas de riego el nivel es de 0.5 mg/l en Ecuador, y en descargas a la alcantarilla en el vecino país Colombia el límite es 0,5 mg/l según la norma de vertimientos de acuerdo con la resolución 631 del 2015, por lo cual se decide precipitar el cromo de las aguas de curtido, el nivel de SS, DQO y DBO5 es muy alto por lo cual se da el tratamiento de sedimentación de solidos gruesos y trampas de grasas, además se decide homogenizar las aguas y verter en esta homogenización aguas de pelambre después de su oxidación, con lo que se aprovecha las características floclantes de la cal, después de esto se aprovecha el filtro de solidos que tiene la empresa con una malla de 100 micras y retener los fóculos formados por las reacciones en la homogenización. Luego de esto se le da un tratamiento final de coagulación y floclación, seguido de un tiempo de sedimentación de los sólidos restantes. El esquema es presentado en la Fig. 24.

#### 4.11 Esquema del sistema de tratamiento propuesto por el autor.

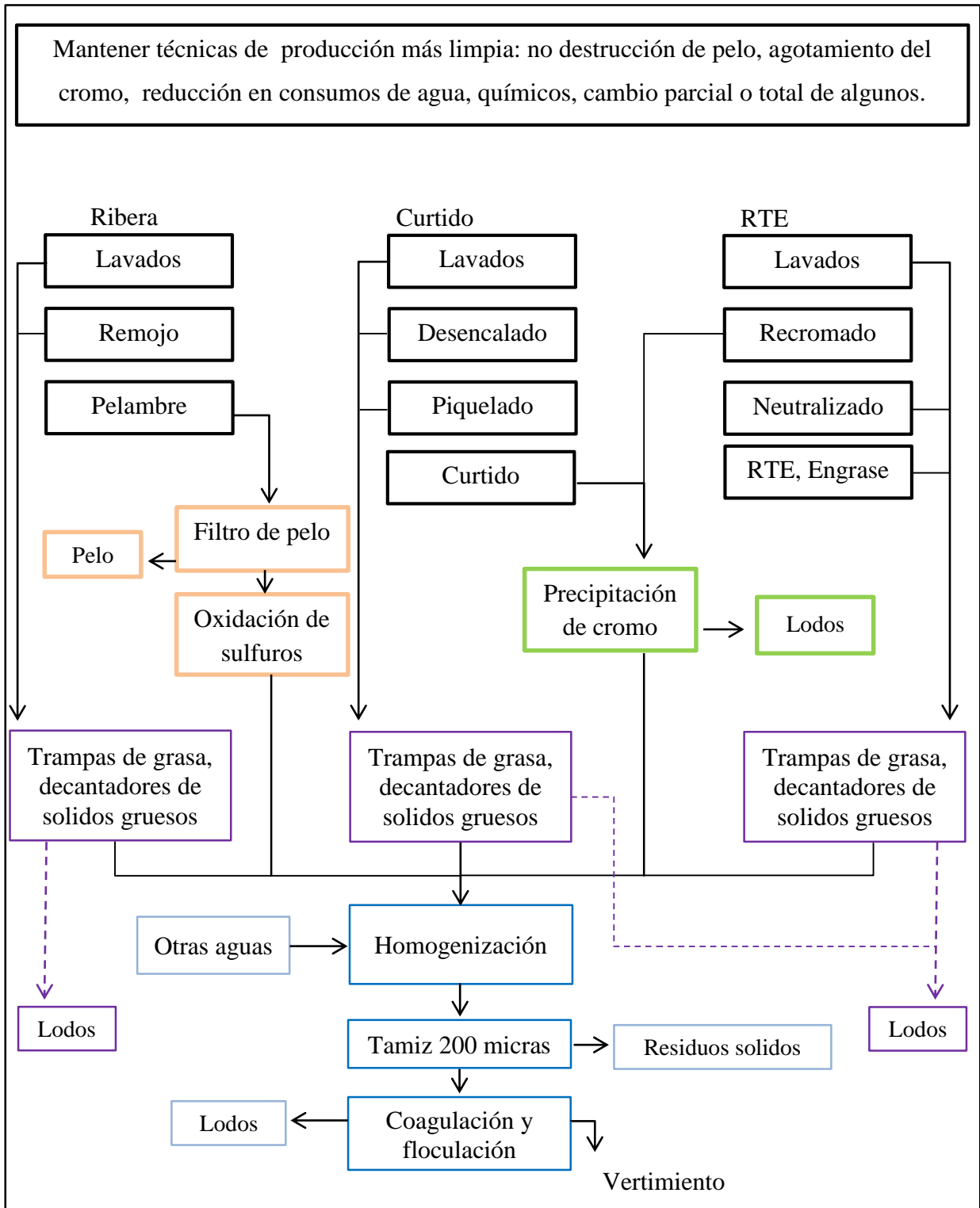
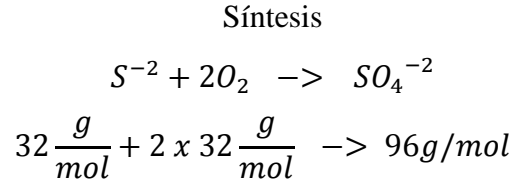


Fig. 24: Esquema del sistema de tratamiento propuesto por el autor.

#### 4.12 Pruebas de oxidación de sulfuros con efluentes de pelambre.

La presencia del sulfuro en el proceso de pelambre explica que este proceso por si solo sea responsable del 76% de la toxicidad total del efluente, así lo afirma el autor [18]. En el análisis físico-químico hecho a las aguas homogenizadas de un ciclo de producción en la curtiembre, revelan un nivel de sulfuro de 161,4 mg/l como lo muestra la Tabla 24, el nivel máximo permitido es 1 mg/l, por lo cual se debe dar tratamiento individual a este, se elige la oxidación de sulfuros.

Para oxidar una molécula de sulfuro a sulfato se requiere la cantidad estequiometria (teórica) de oxígeno  $2g O_2 / g S^{-2}$ , de acuerdo a la siguiente reacción:



Para esto se va a usar un sistema de oxidación por aireación para los efluentes de pelambre, se ocupa el oxígeno presente en el aire pero al ser el oxígeno un gas relativamente poco soluble en el agua y aún con el mejor sistema de aireación, el tiempo oxidación del sulfuro es alto lo cual aumenta los costos por consumo de energía y acelera el deterioro de los equipos del sistema de aireación, es por esto que para acelerar el tiempo de reacción se utiliza sulfato de manganeso  $MnSO_4$  como catalizador.

##### 4.12.1 Calculo para determinar las condiciones del ensayo.

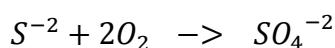
A continuación se determina el tiempo teórico de oxidación, en base a:

- Cantidad del sulfuro presente en el agua
- Cantidad de oxígeno necesario para oxidar el sulfuro
- Parámetros y eficiencia del difusor
- Volumen y altura de la columna de agua
- Cantidad de aire suministrado
- Cantidad del catalizador



La cantidad de sulfuro presente en el efluente de pelambre, normalmente cuando se trabaja con procesos de producción más limpia y filtrado de pelo, tiene una concentración promedio de 520 mg/l, (resultados medidos en el proceso de producción de la empresa), para conocer el valor real del efluente a tratarse se toma una muestra y se lo analiza en un laboratorio certificado, el valor que arroja el análisis (ANEXO 15) es de 531.9 mg/l de sulfuro presente en el efluente.

La cantidad necesaria de oxígeno teórico para oxidar el sulfuro se la calcula en base a la reacción.



$$32 \frac{g}{mol} + 2 \times 32 \frac{g}{mol} \rightarrow 96g/mol$$

$$O_2 \text{ teórico} = \left( 0,520 \frac{gr S^{-2}}{l} / 32 \frac{gr S^{-2}}{mol} \right) * 64 \frac{gr O_2}{mol}$$

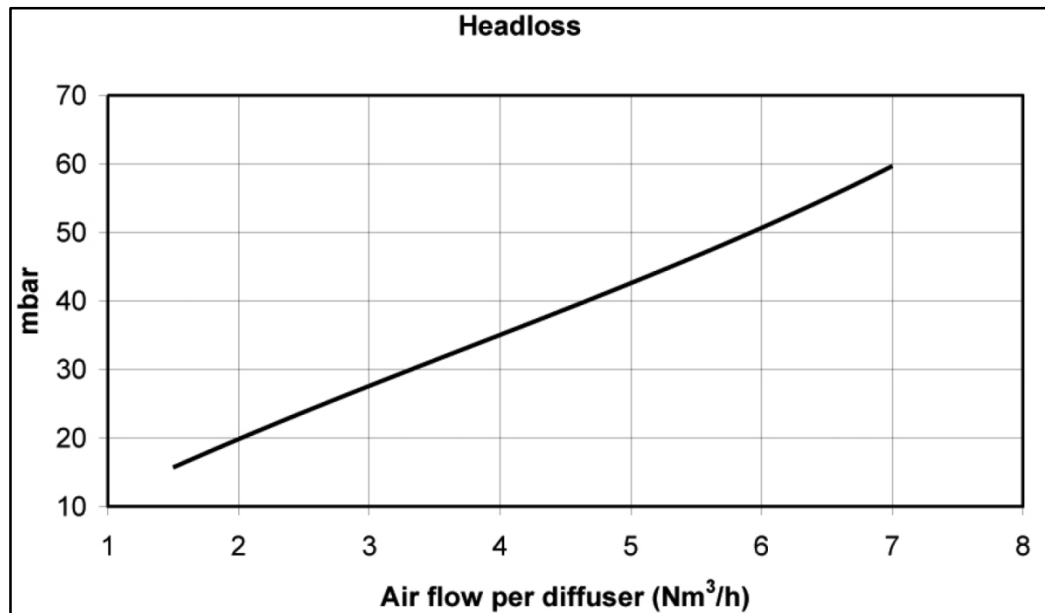
$$O_2 \text{ teórico} = 1.06 \frac{gr O_2}{l}$$

El difusor utilizado describe todas sus características a detalle en su ficha técnica en el ANEXO 16, de allí tomamos lo siguiente, su diámetro activo es de 220 mm, y su diámetro de acción de burbujas en el agua va creciendo mientras va aumentando la altura con respecto a la columna de agua, se toma de 100mm mas del diámetro activo, es decir de 320 mm, entonces se consigue un recipiente circular de este diámetro para el ensayo.

Se instala el difusor en el fondo del recipiente, se hace un orificio en el fondo para introducir la línea de suministro de aire, se introduce agua limpia para ver la cantidad de esta que entra asta cierta altura, dejando espacio suficiente por si se forma espuma, el volumen de esta cantidad es de 15 litros, y la altura de esta es de 220 mm.

Para el cálculo del volumen de aire necesario para oxidar en el efluente 520 mg/l de sulfuros en 15 litros del efluente, se utiliza los datos de caudal de aire vs presión del difusor

como se muestra en la Fig.25 y la eficiencia que éste muestra a cierta altura del líquido vs el caudal como se muestra en la Fig.26.

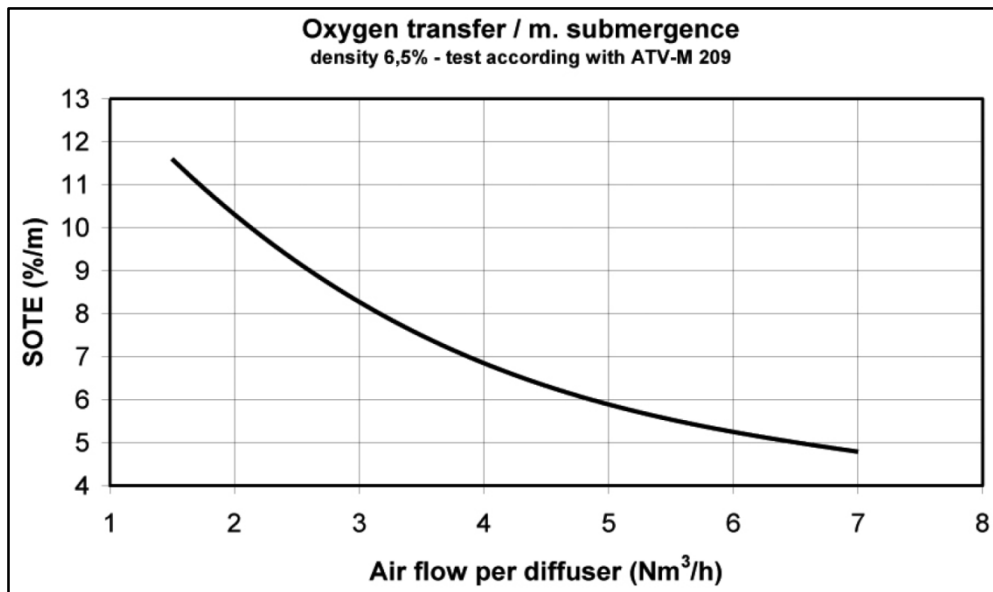


**Fig. 25:** Presión vs caudal del difusor (ANEXO 16).

**Fuente:** Ficha técnica difusor ANEXO 16.

Mientras más baja sea la presión más bajo es el consumo o caudal de aire pero la eficiencia de transferencia de oxígeno aumenta, debido que a menor presión las burbujas salen del difusor con un diámetro menor, salen de manera más lenta, y tardan más en atravesar la columna del efluente más sin embargo el tiempo de oxidación es mayor, es por ello que no se trabaja a la capacidad máxima del difusor que es de  $7 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , se trabaja a un valor de  $4 \text{ Nm}^3/\text{h}$  el cual es un valor medio, para trabajar en este nivel la presión se debe controlar en el sistema de suministro de aire en 35 mbar como lo indica la Fig.25.

Al trabajar con este caudal la eficiencia mostrada en la Fig.26 es de 6.5% de transferencia de oxígeno a una columna de agua de 6,8 metros en el radio de acción del difusor, es decir a esa cantidad de agua se le transfirió el 6.5% del oxígeno suministrado.



**Fig. 26:** Transferencia de oxígeno según el caudal y altura de la columna de agua (ANEXO 16).

**Fuente:** Ficha técnica difusor ANEXO 16.

Con estos datos se calcula el tiempo de oxidación que necesitara el efluente en la prueba piloto.

Datos:

Sulfuro en un litro: 520 mg/l

Oxigeno necesario para oxidar el sulfuro en un litro: 1,06 grO<sub>2</sub>/l

Volumen de efluente a tratar: 15 litros

Altura del efluente: 0,22 m.

Eficiencia de transferencia de oxigeno del difusor a 35 mbar, un caudal de 4 Nm<sup>3</sup>/h en una columna de 6,8m: 6,5%.

Se calcula la eficiencia se aplica una regla de 3.

$$\text{Eficiencia a altura de } 0,22\text{m} \gg \frac{6,8 \text{ m} \gg 0,065}{0,22 \text{ m} \gg X}$$

$$\text{Eficiencia a altura de } 0,22\text{m} = X = 0,0021$$

Para el cálculo del tiempo de oxidación se debe conocer la cantidad de oxigeno presente en un metro cubico de aire a nivel del mar el promedio es de 299,22 gr O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, este valor varía dependiendo de las condiciones como temperatura, altura sobre el nivel del mar y si existen otros gases contaminantes en el entorno, Ambato se encuentra a 2500 metros sobre el nivel

del mar, lo cual baja la concentración de moléculas de oxígeno en un 75 % por la disminución de la presión atmosférica, es decir se tiene  $224.4 \text{ gr O}_2/\text{m}^3$  aproximadamente [26].

Determinamos la demanda del oxígeno necesario para oxidar el sulfuro en 15 litros de efluente.

$$1,06 \frac{\text{gr O}_2}{\text{l}} \times 15 \text{ l} \rightarrow 15,97 \text{ gr O}_2$$

Determinamos la cantidad de oxígeno transferido al agua al dar aireación con un metro cubico de aire y con la eficiencia de 0,0021.

$$O_2 = \frac{244,4 \text{ gr}}{1\text{m}^3} \times 0,0021$$

$$O_2 = 0,478 \text{ gr}$$

Si por cada metro cubico de aire consumido en la aireación de logra transferir 0.628gr al efluente, entonces se calcula la demanda de metros cúbicos de aire necesario.

$$O_2 = \frac{15,42 \text{ gr}}{0,478 \text{ gr}/\text{m}^3}$$

$$O_2 = 32,42 \text{ m}^3$$

Se determina el tiempo de oxidación con el caudal de aire que se tiene.

$$t = \frac{32,42 \text{ m}^3}{4 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}$$

$$t = 8,06 \text{ h}$$

Este tiempo es teórico pues normalmente se necesita una mayor cantidad de oxígeno para oxidar el sulfuro, pues el oxígeno es ocupado también por otros elementos en el efluente, además los datos proporcionados por el difusor de aire fueron tomados con agua limpia y miden la eficiencia de transferir oxígeno disuelto (OD) a el agua, es por eso que se necesita usar un catalizador para ayudar a que la eficiencia de transferencia aumente.

Se utiliza es el sulfato de manganeso  $\text{MnSO}_4$  como catalizador, para determinar la cantidad de este a usar nos ayudamos de la Fig.27 la cual nos indica como aumenta la velocidad de oxidación en función de la cantidad de catalizador usado.

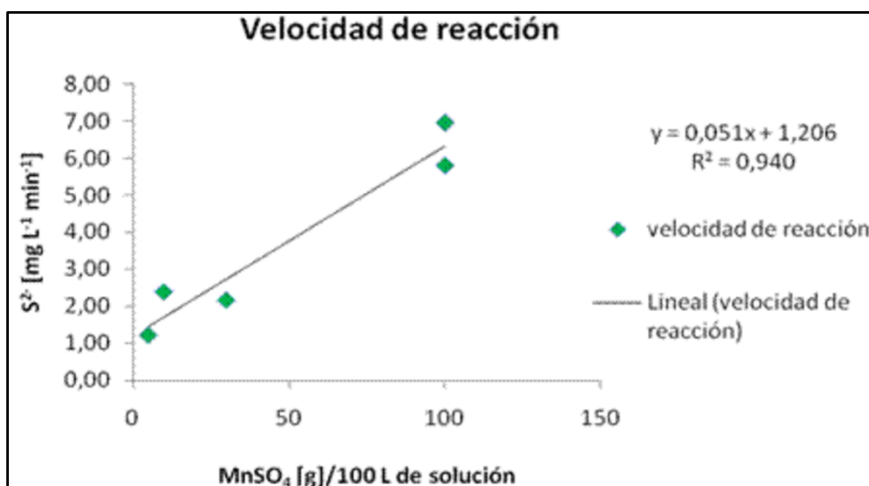


Fig. 27: Velocidad de oxidación de sulfuros en función de la cantidad de catalizador [25].

Fuente: Reducción de emisiones en la etapa de pelambre [25].

Se trabaja con el pico de velocidad de reacción, es decir usando 1 g/l, con esto tenemos una velocidad de oxidación  $6,7 \text{ mgS}^{-2}/\text{min}$  con esto calculamos el tiempo aproximado que tomara oxidar el sulfuro en el efluente.

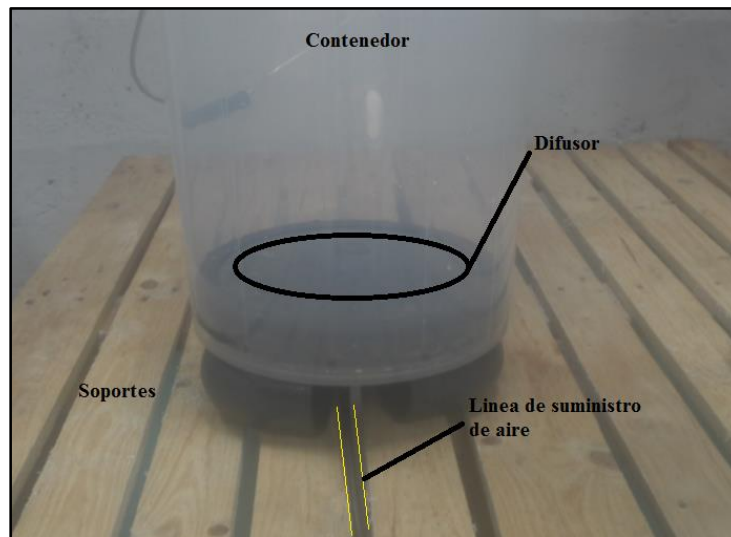
$$t = \frac{520 \text{ grS}^{-2}}{6,7 \text{ grS}^{-2}/\text{min}}$$

$$t = 78.38 \text{ min} \Rightarrow 80 \text{ min}$$

#### 4.12.2 Procedimiento para realizar el ensayo

Se desarrolla el ensayo tomando en cuenta el procedimiento del inciso **4.10.1**:

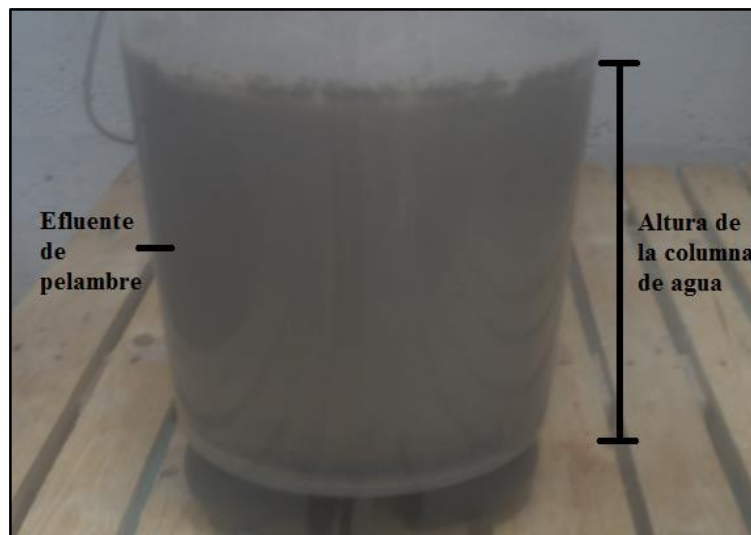
- Se toma una cantidad de efluente de pelambre de por lo menos 20 litros.
- Se toma una muestra para realizar un análisis físico-químico en un laboratorio.
- Se arma el equipo para dar aireación al efluente, el recipiente, el difusor y se calibra el suministro de aire, es necesario conectarse a una línea de aire continuo sin fluctuaciones, las líneas de aire que están alimentadas por un compresor de pistón no son recomendables, es aconsejable usar líneas las cuales son alimentadas por un compresor de tornillo, en nuestro caso contamos con línea que es alimentada por un compresor de tornillo, nos conectamos a través de una unidad de mantenimiento.



**Fig. 28 :** Equipo de aireación para oxidar sulfuro.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

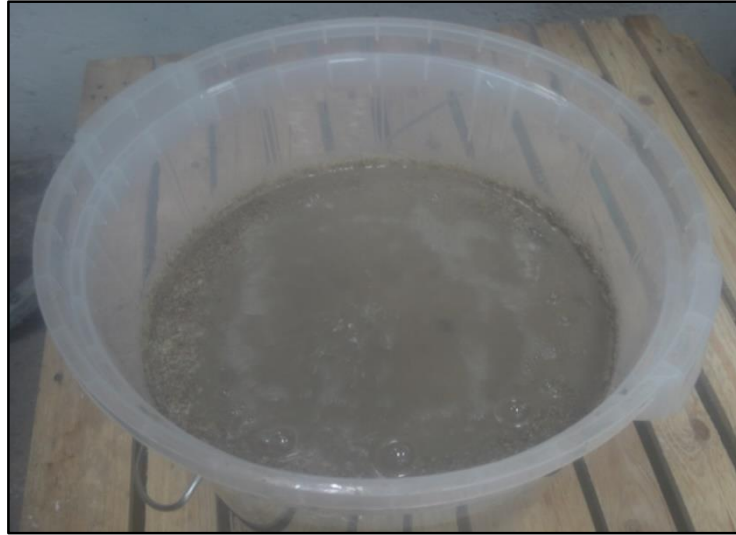
- d) Una vez instalado el sistema se añade agua limpia y se inyecta el aire para verificar que no estén tapados los orificios del difusor y que toda la superficie del mismo tenga una uniforme salida de burbujas, luego de esto se desecha el agua limpia.
- e) Se añade los 15 litros de efluente se le agregan 1 gr/l de sulfato de manganeso, se mezcla hasta que este se disuelva completamente en el agua.



**Fig. 29:** Efluente en el equipo de aireación para oxidar sulfuro.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

- f) Se toma el tiempo y se inyecta el aire con una presión en el manómetro de 35 mbar o 0,5 psi.
- g) Se observa el funcionamiento del sistema viendo que hay formación de espuma pero en pequeña proporción, al transcurrir el tiempo se observa también que el sulfato de manganeso tiende a elevarse a la superficie por lo que se requiere una mezcla constante.



**Fig. 30:** Espuma formada en la superficie del efluente.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

- h) En el lapso de 80 minutos de oxidación se toma una muestra de 500 ml para analizarla en un laboratorio.
- i) En el lapso de 2 horas de oxidación de toma una muestra de 500 ml para analizarla en un laboratorio.
- j) En el lapso de 3 horas de oxidación de toma una muestra de 500 ml para analizarla en un laboratorio.
- k) En el lapso de 4 horas de oxidación de toma una muestra de 500 ml para analizarla en un laboratorio.
- l) Se refrigera las muestras y se las traslada a un laboratorio acreditado para analizar el parámetro sulfuro.

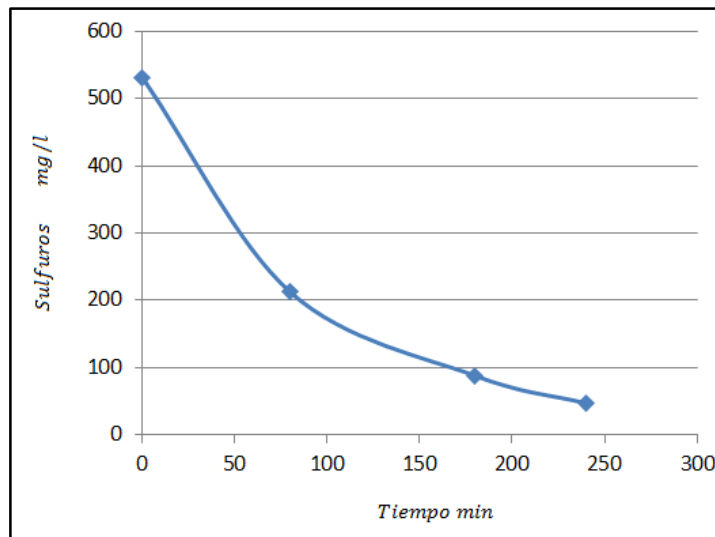
Los resultados de los análisis se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 25:** Resultados de análisis fisicoquímico del ensayo de oxidación.

Sulfuro	Resultado mg/l	Lim. Max. mg/l
Muestra inicial (ANEXO 17)	531,9	1
80 minutos oxidación (ANEXO 18)	212,5	1
3 horas oxidación (ANEXO 19)	88,05	1
4 horas oxidación (ANEXO 20)	47,10	1

**Fuente:** Realizado por el investigador.

Se representa la evolución de los datos de la tabla 25 en la Fig.31 en la que podemos ver la representación de la disminución del sulfuro en el tiempo.



**Fig. 31:** Variación de la concentración de sulfuro en función del tiempo.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

La tabla 25 muestra que con 4 horas de oxidación se alcanza un nivel de sulfuros de 47,1 mg/l lo cual está muy por encima del nivel máximo permitido, por lo cual se aplica una regresión lineal para conocer el tiempo de oxidación con el cual disminuirá el sulfuro hasta un nivel por debajo de 10mg/l, con este nivel, al ser homogenizada el agua de pelambre con los otros efluentes y con la siguiente fase del tratamiento, se espera eliminar por completo los sulfuros, la regresión lineal simple se aplican a los puntos de oxidación de 80 minutos, 3 y 4 horas, estos como se ve en la fig.31 en estos puntos se estabiliza la disminución de sulfuros.



La **ecuación 10**, formula de la ecuación de la recta, se utiliza para aplicar regresión lineal simple.

$$y = ax + b \quad (10)$$

Dónde:

b= valor de la ordenada al origen.

a= pendiente de la recta con respecto a x.

x= valor en abscisa o referencia eje x.

y= valor en ordenada o referencia eje y.

La **ecuación 11**, formula calcular el valor de la ordenada al origen.

$$b = \bar{Y} - a\bar{X} \quad (11)$$

Dónde:

b= valor de la ordenada al origen.

$\bar{X}$ = promedio de la sumatoria de los valores en abscisa o referencia eje x.

$\bar{Y}$ = promedio de la sumatoria de los valores en ordenada o referencia eje y.

La **ecuación 12**, formula calcular el valor de la pendiente a.

$$a = \frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (12)$$

Dónde:

a= pendiente de la recta con respecto a x.

$\bar{X}$ = promedio de la sumatoria de los valores en abscisa o referencia eje x.

$\bar{Y}$ = promedio de la sumatoria de los valores en ordenada o referencia eje y.

La **ecuación 13**, formula calcular el coeficiente de correlación.

$$r = \frac{\sum_i^n (Xi - \bar{X})(Yi - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_i^n (Xi - \bar{X})^2 * \sum_i^n (Yi - \bar{Y})^2}} \quad (13)$$

Dónde:

r= Coeficiente de correlación.

Para la aplicación de regresión lineal y aplicación de las formulas nos ayudamos calculado los valores en la tabla 26.

**Tabla 26:** Regresión lineal de los puntos estables de oxidación de sulfuros.

$i$	$Xi$	$Yi$	$(Xi - \bar{X})(Yi - \bar{Y})$	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Yi - \bar{Y})^2$
1	80	212,5	-8373,44444	7511,11111	9334,78028
2	180	88,05	-371,111111	177,777778	7752,8025
3	240	47,1	-5044,11111	5377,77778	2218,41
	$\bar{X}=166,6$	$\bar{Y}=115,8$	$\sum_i^n = -13788,6$	$\sum_i^n = 13066,6$	$\sum_i^n = 19305,9$

Aplicamos (12) para el cálculo de la pendiente de la recta.

$$a = \frac{-13788,6}{13066,6}$$

$$a = -1,05$$

Para el cálculo del valor de la ordenada al origen aplicamos (11).

$$b = 115,8 - (-1,05) * (166,6)$$

$$b = 291,7$$

Para el cálculo del tiempo de oxidación para que el sulfuro aproximadamente se reduzca a 10mg/l utilizamos (10) despejando la incógnita x.

$$x = (10-291,7)/-1,05$$

$$x = 27 \text{ minutos}$$

Para saber que tan confiable es este valor se determina el coeficiente de correlación aplicando (13).

$$r = \frac{-13788,6}{\sqrt{1306,6 * 19305,9}}$$
$$r = -0,86$$

El coeficiente de correlación indica mayor exactitud de la recta mientras más se aproxime a 1 o a -1, es este caso el valor de r no esta tan cercano a -1, por lo que aumentar el tiempo de oxidación en 27 minutos no es un valor muy exacto, por lo cual se debería aumentar el tiempo de oxidación por lo menos en 40 minutos para alcanzar los valores deseados.

#### **4.13 Pruebas de precipitación de cromo.**

El cromo de valencia 3 es el que se utiliza en los procesos de curtido, este es un metal que en un pH inferior a 4,5 se vuelve elevadamente soluble, su pH de precipitación teórico es 8,5 sin embargo en estudios realizados de precipitación de cromo se ha elevado el pH a 10 para conseguir remover la mayor cantidad de cromo de los efluentes, pues en pH más bajos no se han conseguido buenas eficiencias.

La autora Elena Penagos [6], eleva el pH a 10 para conseguir mayor eficiencia de remoción de cromo.

Para elevar el pH en el agua se puede utilizar hidróxido de calcio (Cal) o hidróxido de sodio (soda caustica) entre los más utilizados, cualquiera de estos compuestos es eficiente para elevar el pH, sin embargo si se requiere reutilizar el cromo precipitado, es mejor usar hidróxido de sodio, si se desea usar para precipitar el cromo y tratarlo como un residuo peligroso es mejor usar soda caustica ya que la cal aumenta la cantidad peso del lodo, se recuerda que las empresas gestoras que tratan estos desechos cobran por el peso del desecho peligroso.

Dicho esto se realiza el ensayo utilizando hidróxido de sodio.

#### 4.13.1 Procedimiento para realizar el ensayo

Se desarrolla el ensayo tomando en cuenta el procedimiento del inciso **4.10.1**:

- a) Se recolecta los efluentes del subproceso de Curtido y Recromado de forma proporcional, estos dos efluentes contienen cromo en exceso, y las proporcionalidades de estas aguas se muestran en la tabla 23, las aguas de Curtido 0,43 L y las aguas de Recromado 0,04 L.

Para el ensayo se ocupa unos 2 litros de la mezcla de ese efluente por lo que se toma las muestras proporcionalmente.

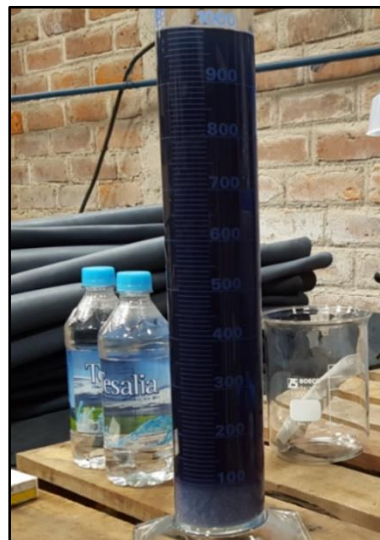
$$0.43 * 10 = 4,3 \text{ l}$$

$$0.04 * 10 = 0,4 \text{ l}$$

$$4,3\text{l} + 0,4 \text{ l} = 4,7 \text{ l}$$

Con el volumen de 4,7 litros se procede a hacer los ensayos.

- b) Se toma una cantidad de mezcla del efluente de un litro, se mide el pH del efluente que revela un valor de 4,1.
- c) Se deja sedimentar el efluente 30 minutos para ver la cantidad de sólidos que se precipitan en un litro como se muestra en la Fig.32.



**Fig. 32:** Efluente con cromo en reposo para sedimentar sus sólidos.

Como se ve en la Fig.32 el volumen de solido precipitado ocupa 90 ml en un litro, se toma en cuenta pues hay que remover estos solidos antes de la precipitación.

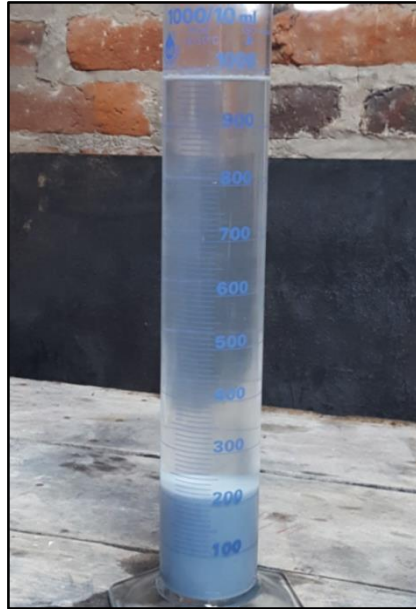
- d) Aparte en un recipiente limpio se añade 5ml de agua limpia y se añade 1 gramo de soda caustica se agita para que la soda se diluya y se añade los 5 ml en el litro de efluente con cromo ya sedimentado, luego de esto se agita y mide el pH para constatar la variación del mismo, se repite esto hasta que el efluente alcance un pH promedio de 10.
- e) Después de añadir 4 gramos de hidróxido de sodio al efluente con cromo se consigue elevar el pH de 4,1 hasta 10, esto causa un efecto en el efluente, del color verde oscuro pasa a tomar un color plomo como se muestra en la Fig.33.



**Fig. 33:** Reacción del efluente al subir su pH a 10.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

- f) Se deja precipitar el efluente por 12 horas y se tiene los resultados mostrados en la Fig.34 con un volumen de lodos de 210 ml el un litro.



**Fig. 34:** Efluente después de 12 horas de precipitación con un punto de partida de pH 10.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

- g) Se realiza el mismo ensayo repitiendo los mismos pasos pero en esta coacción se usan 3 gramos de hidróxido de sodio elevando el pH a 9. Se tienen los resultados mostrados en la Fig.35.



**Fig. 35:** Efluente después de 12 horas de precipitación con un punto de partida de pH 9.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

- h) Se toma los datos, después de 12 horas de precipitación, el nivel de lodos para el efluente sometido a pH 9 es de 190ml en un litro de efluente como muestra la Fig.35.
- i) Se toma una muestra de efluente de cada uno para realizar un análisis físico-químico en un laboratorio, también se toma una muestra del efluente sin tratar.

Después de 10 días los resultados son entregados y se muestran en la tabla 27.

**Tabla 27:** Resultados de análisis fisicoquímico del ensayo de precipitación de cromo.

Cromo trivalente	Resultado	Lim. Max.	Unidad
Muestra inicial (ANEXO 21)	684,49	0,5	mg/l
Muestra a pH 10 (ANEXO 22)	<0,05	0,5	mg/l
Muestra a pH 9 (ANEXO 23)	<0,05	0,5	mg/l

**Fuente:** Realizado por el investigador.

#### **4.14 Estudio del comportamiento del homogenizador.**

Se vierten en el tanque homogenizador las muestras en el orden que dispone la tabla 23, esta vez ya no son refrigeradas, como vimos en el itinerario de descargas para el análisis inicial, siempre vamos a tener efluentes de pelambre desulfurados para ir estos homogenizándolos a la mezcla en el difusor, se hace esto con la intención de aprovechar los efectos coagulantes de la cal, estudiamos el comportamiento del homogenizador, tomando datos como el cambio del pH, olores generados por la descomposición de elementos orgánicos en el efluente y volúmenes de efluentes según el tiempo de retención.

##### **Primera semana**

Los efluentes de todo un ciclo son vertidos en el homogenizador, desde el día domingo hasta el miércoles, adicionando por día una cuarta parte de los efluentes desulfurados de pelambre, luego de esto se evacuan los efluentes del homogenizador al sedimentador final, pasando estos por la malla de 200 micras.

El efluente tiene un pH promedio de 9, aquí los efluentes del domingo tienen un tiempo de estación de hasta 72, los del lunes de 48 horas, los del martes de 24, lo cual genera nivel de mal olor elevado especialmente cuando el agua es agitada.

Las pruebas de coagulación y floculación muestran una baja eficiencia, al dejar el agua visiblemente turbia y no remover los sólidos suspendidos por completo.

### **Segunda semana**

Los efluentes del proceso son vertidos conjuntamente con la dosificación de efluentes de pelambre desulfurados, domingo y lunes posteriormente evacuados, martes y miércoles, posteriormente evacuados, jueves y viernes posteriormente evacuados, reteniendo el efluente hasta 48 horas, sin embargo sigue existiendo malos olores, la eficiencia de la coagulación y floculación muestra mejoras, el pH varía de 8 a 9 dependiendo del día.

### **Tercera semana**

Los efluentes del proceso son vertidos conjuntamente con la dosificación de efluentes de pelambre desulfurados, cuando se alcanza cierto nivel en el homogenizador son evacuados, tratando de que el tiempo de estación de los efluentes no pase de 24 horas, con lo que se consigue disminuir los malos olores, el pH varía día a día entre intervalos de 8,5 y 9,5. La eficiencia de coagulación y floculación es alta.

### **Cuarta semana**

Se realiza un cronograma de descargas para sumar el volumen de agua que se descarga al homogenizador y saber el horario que se harán las descargas de este al sedimentador final.

El efluente que pasa al proceso de oxidación en un ciclo, tiene un volumen promedio de 13.1 metros cúbicos, 8,73 metros cúbicos del efluente de pelambre, a este se le sumaran 4,36 metros cúbicos de un lavado que se implementara para sacar el mayor porcentaje de sulfuro de la piel, es decir el lavado 4, se dividirá en dos descargas, la primera se bombea al proceso de oxidación y la otra se descargara directamente a las alcantarillas de la empresa.



#### 4.14.1 Volumen del efluente desulfurado correspondiente a cada metro cúbico de efluente en el homogenizador

Para esto se divide el volumen calculado de 235,3 metros cúbicos de una semana, menos el volumen del efluente desulfurado de los dos ciclos es decir 26,2 metros cúbicos, luego de esto se divide el volumen del efluente desulfurado para el resultado de la diferencia.

$$26,2 / (235,3 - 26,2) = 0,11$$

Es decir por cada metro cubico de efluente en el homogenizador, le corresponde 0,11 metros cúbicos de efluente desulfurado, con este dato se completan los valores de la tabla 28 en la columna porcentaje de aguas de pelambre.

La columna con el volumen de aguas de pelambre por cada metro cubico se calcula multiplicando el volumen del proceso por 0,11 que es el porcentaje correspondiente a cada metro cubico en el homogenizador.

$$\text{Volumen de aguas de pelambre} = \text{Lavado (1+2) (l)} * 0.11$$

$$\text{Volumen de aguas de pelambre} = 17280 \text{ l} * 0.11$$

$$\text{Volumen de aguas de pelambre} = 1925,8 \text{ l}$$

Para la columna descargas al homogenizador se suman las columnas volumen y volumen de aguas de pelambre.


Para la columna descargas al sedimentador únicamente se resta 20 metros cúbicos de la columna descargas al homogenizador cuando esta supera los 40 metros cúbicos.

**Tabla 28:** Descarga de efluentes al homogenizador y sedimentador final.


Día	Sub-proceso	Hora	Volumen (l)	Volumen de aguas de pelambre (l)	Descargas al homogenizador (l)	Descargas al sedimentador final (l)
d	Lavado 1-2	9:00 AM	17280,0	1925,8	20503,0	
1	Piquelado-Curtido	7:00 AM	3880,0	432,4	24815,5	
	Escurrido-Estirado	7:30 AM	1000,0	111,4	25926,9	
	Lavado 9	7:30 AM	4365,0	486,5	30778,4	

	Remojo	7:40 AM	6300,0	702,1	37780,5	
	Lavado 3	8:30 AM	8730,0	972,9	47483,4	20000
	Neutralizado	9:00 AM	2182,5	243,2	29909,1	
	Lavado 10	9:40 AM	4365,0	486,5	34760,6	
	RTE- Engrase	1:40 PM	3273,8	364,8	38399,2	
	Lavado 11	2:10 PM	3273,8	364,8	42037,8	20000
	Lavado 9	4:00 PM	1455,0	162,2	23655,0	
m	Pelambre	5:30 AM	8730,0	972,9	33357,9	
	Lavado 4-5	6:10 AM	13095,0	1459,4	47912,3	20000
	Descarnado	6:30 - 11:00	1000,0	111,4	29023,7	
	Dividido	6:30 - 11:00	1000,0	111,4	30135,2	
	Recromado	6:40 AM	363,8	40,5	30539,5	
	Neutralizado	9:10 AM	727,5	81,1	31348,1	
	Lavado 10	9:40 AM	1455,0	162,2	32965,2	
	RTE- Engrase	1:40 PM	1158,8	129,1	34253,1	
	Lavado 11	2:10 PM	1091,3	121,6	35466,0	
	Lavado 6	2:20 PM	7760,0	864,8	44090,8	20000
	Pre- desencale	2:50 PM	3880,0	432,4	28403,2	
	Desencale	5:20 PM	3880,0	432,4	32715,6	
mi	Lavado 7-8	7:30 AM	11640,0	1297,2	45652,9	20000
	Lavado 9	8:00 AM	4365,0	486,5	30504,3	
	Lavado 1-2	10:00 AM	17280,0	1925,8	49710,1	20000
	Neutralizado	10:20 AM	2182,5	243,2	32135,9	
	Lavado 10	10:40 AM	4365,0	486,5	36987,3	
	RTE- Engrase	1:40 PM	3476,3	387,4	40851,0	20000
	Lavado 11	2:10 PM	3273,8	364,8	24489,6	
j	Piquelado- Curtido	7:30 AM	3880,0	432,4	28802,0	
	Escurrido- Estirado	8:00 AM	1000,0	111,4	29913,4	

	Escurrido	8:00 AM	1000,0	111,4	31024,9	
	Remojo	8:30 AM	6300,0	702,1	38027,0	
	Lavado 3	9:20 AM	8730,0	972,9	47729,9	20000
	Lavado 9	5:00 PM	1455,0	162,2	29347,1	
v	Pelambre	5:30 AM	8730,0	972,9	39050,0	
	Lavado 4-5	6:10 AM	13095,0	1459,4	53604,4	20000
	Descarnado	6:30 - 11:00	1000,0	111,4	34715,9	
	Dividido	6:30 - 11:00	1000,0	111,4	35827,3	
	Recromado	6:40 AM	363,8	40,5	36231,6	
	Neutralizado	9:10 AM	727,5	81,1	37040,2	
	Lavado 10	9:40 AM	1455,0	162,2	38657,3	
	RTE-Engrase	1:40 PM	1158,8	129,1	39945,2	
	Lavado 11	2:10 PM	1091,3	121,6	41158,1	20000
	Lavado 6	2:20 PM	7760,0	864,8	29782,9	
6	Pre-desencale	2:50 PM	3880,0	432,4	34095,3	
	Desencale	5:20 PM	3880,0	432,4	38407,7	
s	Lavado 7-8	12:00 AM	11640,0	1297,2	51345,0	20000
					31345,0	

 Representan el agua de pelambre del primer ciclo que se mezcla en el homogenizador.

 Representan el agua de pelambre del primer ciclo que se mezcla en el homogenizador.

 Representan el momento en que se descarga efluente al sedimentador.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

En la tabla 28 se observa en la columna de Porcentaje de aguas de pelambre una sección pintada con amarillo, esta representa que en ese lapso se estará descargando dosificadamente aguas de pelambre del primer ciclo, la sección en blanco indica que no existen efluentes de pelambre ya que estos se encuentran en el proceso de oxidación y la sección verde indica la descarga dosificada de efluentes de pelambre del segundo ciclo.


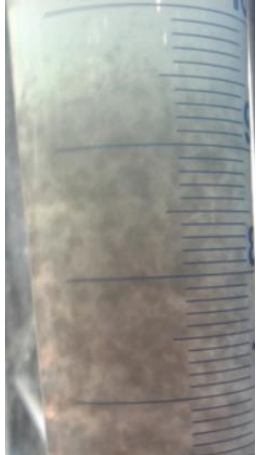

Para que el tiempo de estación de los efluentes no sea mayor a 24 horas y evitar malos olores, se debe descargar los efluentes como se muestra en la columna descargas al

homogenizador, esta muestra la sumatoria de descargas de los diferentes procesos, el cuadro anaranjado indica cuando el volumen de agua supera los 40 metros cúbicos entonces se deben evacuar al sedimentador final 20 metros cúbicos.

#### 4.14.2 Reacción que se produce de la mezcla de efluente desulfurado y el efluente en el homogenizador

En el inciso 4.14.1 se calcula que por cada metro cúbico de efluente en el homogenizador le corresponde 0,11 metro cúbico de efluente desulfurado, es decir que por cada litro de efluente del homogenizador le corresponde 0,11ml de efluente desulfurado, se realiza la mezcla de estos efluentes para demostrar el efecto coagulante de la cal, esto se muestra en la tabla 29.

**Tabla 29:** Reacción producida por la mezcla de efluente desulfurado y homogenizado.

1000 ml de efluente mezclado con 0,11 ml de pelambre desulfurado.	Formación de coágulos por la mezcla	30 minutos después de la mezcla los flóculos formados se precipitan.
		

**Fuente:** Realizado por el investigador.

La reacción al mezclar estos dos efluentes proporcionalmente es inmediata, luego de 5 minutos los coágulos terminan de formarse, son coágulos pequeños. Con esta reacción se retira los sólidos suspendidos en un 50%, el efluente aún tiene turbiedad, este efluente es el que pasara a través del filtro retenedor de solidos como se ve en la Fig. 36 para retener en este filtro la mayoría de sólidos, grasas y coágulos formados por la mezcla.

Como se observa en la Fig.36, la cantidad de sólidos retenidos con solo pasar 300 ml de efluente es representativa, al final de pasar 1 litro de efluente homogenizado por la malla se obtuvo un total de 90 gramos de sólidos retenidos, disminuyendo un total de sólidos en el efluente en un 45%.



**Fig. 36:** Efluente homogenizado filtrado en la malla de 200 micras.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

#### **4.14.3 Pruebas de coagulación y floculación.**

Luego de filtrar los efluentes a estos se añade coagulantes y floculantes para lograr una mayor descontaminación, es por ello que se estudia la cantidad exacta de coagulantes y floculantes a añadir y el pH óptimo en el que se debe encontrar el efluente, hay que tener muy bien definido estos parámetros pues estos productos de tratamiento son costosos, y se busca ser lo más eficiente posible.

Se desarrolla el ensayo tomando en cuenta el procedimiento del inciso **4.10.1**.

- a) Se vierte en un vaso de precipitado de un litro el efluente homogenizado luego de ser filtrado.
- b) Se mide el pH.
- c) Se empieza añadiendo 2g de coagulante (Terra Flock GM) por litro.
- d) Se mezcla lenta durante 20 segundos, y se empieza a notar ya la formación de flóculos, como muestra la Fig.37.



**Fig. 37:** Formación de coágulos en el efluente.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

- e) Después de 30 segundos se añade 1g floculante (Back Flock RR) por litro.
- f) Se da una mezcla lenta durante 20 segundos, tratando que no se destruyan los coágulos ya formados, como se ve en la Fig.38.



**Fig. 38:** Formación de flóculos en el efluente.

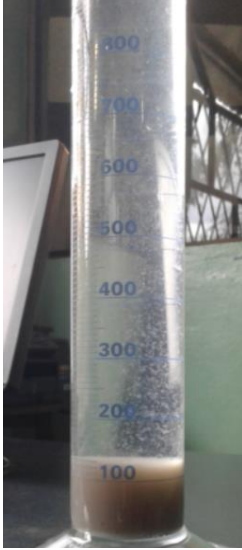
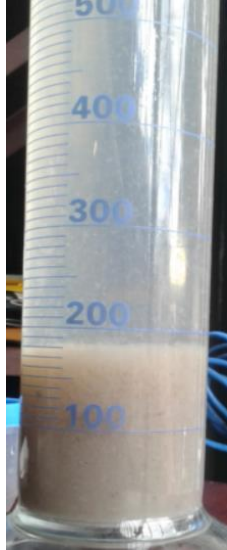
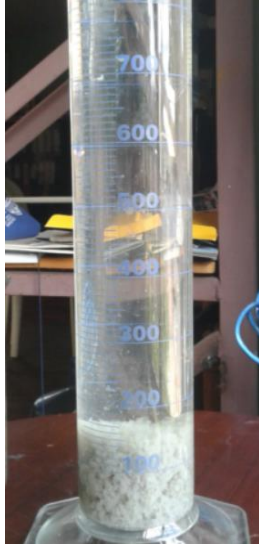

**Fuente:** Realizado por el investigador.

- g) Es mejor si este efluente pasa a la probeta pues si mayor es la columna de agua la presión sobre los flóculos hacen que estos sedimenten rápido y se compacten más en el fondo, se hace la mezcla en el vaso de precipitado por las facilidades que brinda para

una mayor homogenización con los productos químicos, luego de esto se pasa a la probeta de un litro.

- h) Se repite el proceso disminuyendo la cantidad de coagulante y floculante, también variando los tiempos de mezcla. Al final se llega a la conclusión de que el pH óptimo para la coagulación-floculación es de 8, la cantidad ideal de coagulante es de 1,1 g por litro y floculante es 0,5 g por litro, con tiempos de mezcla de 25 segundos con el coagulante y de 20 segundos con el floculante.
- i) Se hace los ensayos de coagulación y floculación a los efluentes el día lunes, martes, miércoles y jueves, los resultados se presentan en la tabla 30.

**Tabla 30:** Ilustraciones de los resultados del ensayo de coagulación, floculación y sedimentación.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
pH 8	pH 9	pH 8.5	pH 8
			
140 ml de lodo	170 ml de lodo	150 ml de lodo	160 ml de lodo

**Fuente:** Realizado por el investigador.

Se observa el cambio en los volúmenes de los lodos, e incluso el cambio de su color, los volúmenes de los lodos dependen de la cantidad de sólidos en suspensión, el día martes es más

elevado debido a que en este día se descargan los procesos más contaminantes y con mayor cantidad de sólidos en suspensión, además influye el pH pues el día martes esta en 9.

En el color del lodo influye los procesos de teñido, como se observa el día miércoles el lodo es un tanto blanquizco, esto es porque este día se descargó aguas de teñido de cuero blanco, el día jueves se descargó teñido negro.

Así vemos la variación del color, más esto no influye mucho en la contaminación pues solo son anilinas.

Del día lunes se toma una muestra del agua ya tratada y se refrigera, igual del día martes, miércoles y jueves luego se une estas aguas y se manda a analizar en un laboratorio privado.

Los resultados (ANEXO 24) se muestran en la tabla 31.

**Tabla 31:** Resultados de análisis fisicoquímico de muestra de efluentes totalmente tratados.

Parámetros	Resultado	Lim. Max.	Unidad
DQO	885	500	mg/l
DBO5	635	250	mg/l
Sólidos Suspendidos Totales	54	220	mg/l
sulfatos	41	400	mg/l
Sulfuros	2,543	1	mg/l
Cromo total.	< 0,05	0,5	mg/l

**Fuente:** Realizado por el investigador.

#### **4.15 Eficiencia del sistema de tratamiento de efluentes.**

Se determina la eficiencia del tratamiento de efluentes partiendo del análisis físico-químico hecho al efluente homogenizado que se muestra en la tabla 24 con el análisis físico-químico hecho al efluente tratado que se muestra en la tabla 32.

Es decir se compara la línea base de contaminación con el tratamiento estudiado para calcular la eficiencia del mismo tratamiento.



**Tabla 32:** Eficiencia del sistema de tratamiento.

Parámetros	Efluentes homogenizados sin tratamiento	Efluentes tratados totalmente	Lim. Max.	Unidad	Porcentaje de eficiencia del tratamiento
DQO	11128	885	500	mg/l	92,05%
DBO5	7933	635	250	mg/l	92,00%
Solidos Suspendedos Totales	1168	54	220	mg/l	95,38%
sulfatos	1000	41	400	mg/l	95,90%
Sulfuros	161,4	2,543	1	mg/l	98,42%
Cromo total.	15,2	< 0,05	-----	mg/l	99,67%
Promedio total de eficiencia del sistema de tratamiento					95,57%

**Fuente:** Realizado por el investigador.

El análisis de la eficiencia se lo hace por parámetros, luego un promedio para determinar la eficiencia total del sistema como se muestra en la tabla 32, los parámetros DQO, DBO5 y Sulfuros no cumplen con la normativa, pero sus valores se acercan al límite máximo y más aún la eficiencia del sistema en disminuir la concentración de estos parámetros es alta, aumentando 40 minutos en el tiempo de oxidación de sulfuros se puede disminuir la concentración del sulfuro hasta cumplir con el límite máximo, con esto también disminuirá el valor de la DQO y DBO5.

#### **4.16 Tratamiento de lodos.**

##### **4.16.1 Tratamiento de lodos del proceso de precipitación de cromo.**

Estos lodos son de características peligrosas por ser el cromo un metal pesado, en mínimas cantidades las plantas usan el cromo como un nutriente, en concentración alta afecta al desarrollo normal en la vegetación, aparece en estos lodos por reacciones propias cromo de valencia 6, el cual es cancerígeno.

Por esto para su tratamiento existen dos opciones, reutilizarlo en el proceso, regenerándolo químicamente con ácido sulfúrico, o tratarlo con un gestor ambiental calificado.

Para reutilizar el cromo es necesario de varios estudios, ensayos de baños de curtido, análisis, ensayos de resistencia en el cuero, etc. Por todo esto es muy complejo la reutilización del cromo más no imposible, es más cuando se alcanza buenos resultados en el curtido y se estandariza este proceso de reutilización de cromo, se ahorra un promedio de 5 dólares por cada lote de 100 pieles [6].

Otro tratamiento ofrece un gestor ambiental, el cual se lleva los lodos a un costo de 0,60 dólares el kilo, debido a esto se debe secar los lodos para disminuir su peso, tomaremos esta opción dejando libre el estudio de reutilización del cromo por parte de los propietarios, para secar lodos se construirá 2 eras de secado una para cada ciclo de producción, este lodo no genera ningún mal olor.

#### **4.16.2 Tratamiento de lodos del proceso de coagulación, floculación y sedimentación.**

El análisis CRETIB (ANEXO 25) realizado a los lodos generados en los procesos de producción, revelan un parámetro el cual no cumple con la normativa, “reacción con ácidos”, debido a que tenemos ácidos orgánicos, compuestos nitrados y sulfuros inorgánicos en el lodo, más la reacción en sí, es una reacción débil, la cual produce gases en pequeñas cantidades, no genera radiación, su peligrosidad es muy baja.

El lodo generado en el proceso de coagulación, floculación y sedimentación que se ilustra en la tabla 30, una vez que los procesos de oxidación de sulfuros y precipitación de cromo eliminan el 90% de la concentración de sulfuros y cromo del efluente total, este lodo puede depositarse directamente en rellenos sanitarios una vez que se les da el proceso de deshidratación, si se desea utilizarlos y sacar utilidad de estos, se los puede utilizar directamente en procesos de compostaje pues carece de cromo hexavalente, cuyos resultados son excelentes pues debido a su gran carga orgánica, nitrógeno, calcio y sodio, brindan a la tierra un alto valor agronómico, aquí es necesario aplicar algunos inóculos con agentes en procesos de compostaje para activar su transformación biológica, pues debido a que el pH de estos varían entre 7,5 y 9 dando condiciones alcalinas lo cual hace que este residuo no se biodegrade por sí mismo. En cualquier de los dos casos se debe deshidratar el lodo, para ello lo más recomendable es utilizar una máquina compactadora de

lodos(Fig.39), esta deshidrata el lodo en un 95%, facilitando su transporte, almacenamiento, ausencia de malos olores, tratamiento y disposición final. Existen otras opciones como son las eras de secado, la desventaja de estas es que ocupan grandes áreas, producen malos olores, el trabajador tiene que retirar manualmente las placas secas de lodo de las eras y el tiempo que toma en secarse varia de 1 a 3 días dependiendo del clima.



**Fig. 39:** Maquina compactadora de lodos.

**Fuente:** EMPOLI ITALY.

#### **4.17 Diseño de unidades actuadoras en el sistema de tratamiento de efluentes.**

Para el diseño de las unidades actuadoras se toma en cuenta los volúmenes de los efluentes actuales de producción, estos se muestran en la tabla 22, la producción actual en un mes tiene un promedio de 4000 pieles, se espera que en 3 años aumente la producción a 5000, es decir un 25% del valor de la producción actual, se toma entonces un valor de sobredimensionamiento del 25%, también por condiciones de seguridad es mejor si los tanques no trabajan al máximo de su capacidad.

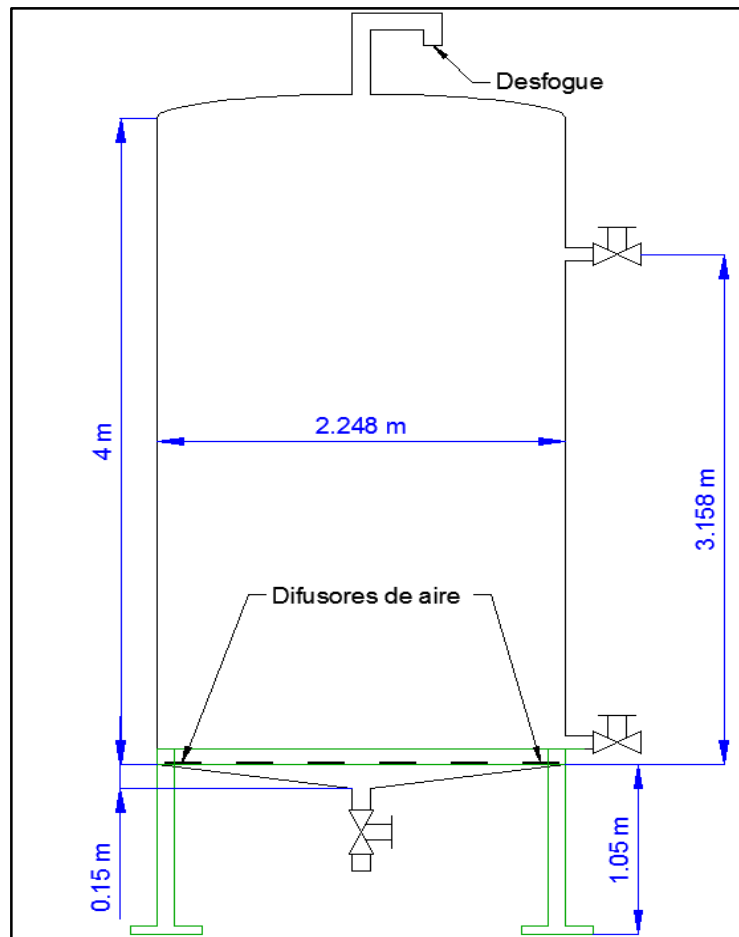
##### **4.17.1 Diseño del tanque de oxidación de sulfuros.**

En la Fig.40 se ilustra el tanque de oxidación de sulfuros, el cual abarca un volumen de  $16,371 m^3$  , en el subproceso de pelambre se descarga un volumen de  $8,730 m^3$  , al lavado 4 se lo dividirá en dos, para sacar la mayor concentración de sulfuros de las pieles, entonces la primera división del lavado 4 es de  $4,365 m^3$  y pasara por el filtro recuperador de pelo y se unirá con el efluente de pelambre en el tanque de oxidación.

Al sumar estos dos volúmenes tenemos  $13,095 \text{ m}^3$  más el 25 % de estos suman un total de  $16,368 \text{ m}^3$ , este es el volumen de diseño del tanque.

Se opta por una altura del tanque mayor a 3 metros, de esta manera la se aprovecha al máximo el recorrido que tienen las burbujas en la columna de agua para una mayor transferencia de oxígeno, se puede realizar un tanque con mayor altura, pero por seguridad no es aconsejable construir un tanque que no tenga una relación de 1 a 2 del diámetro del tanque con la altura respectivamente, cualquier duda ver el PLANO 1 de este tanque.

Se observa una válvula inferior por la cual se evacuaran los efluentes, si alguna vez esta llegara a taponarse, se deja una válvula de desfogue lateral, la última es la válvula de ingreso de los efluentes, ubicada a esa altura pues es el nivel de efluentes en la actualidad.

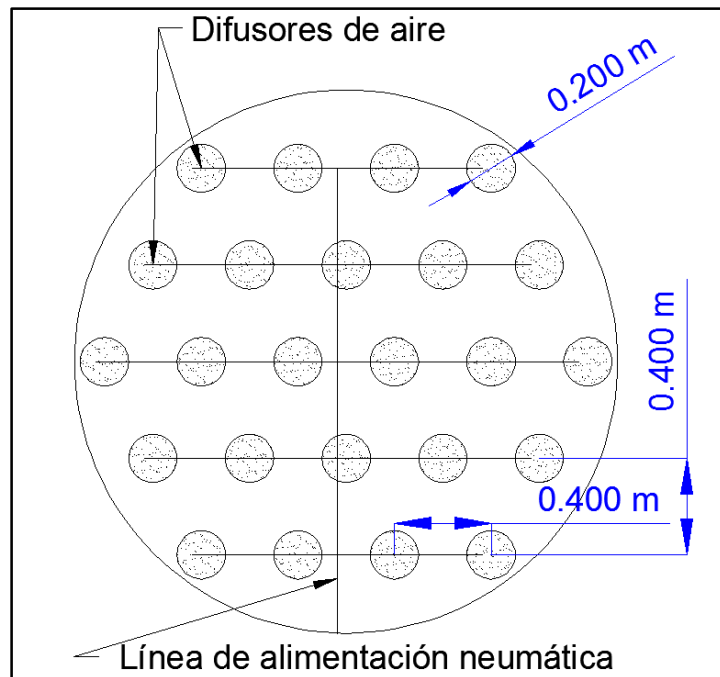


**Fig. 40:** Diseño del taque de oxidación del sulfuro.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

#### 4.17.2 Diseño del sistema de neumático para la oxidación de sulfuro.

La Fig.40 muestra en el fondo del tanque los difusores de aire, el radio de estos difusores es de 10 cm, estos deben ser ubicados con una separación de 20 cm entre los bordes, pues el difusor tiene un radio de acción de 15 cm, para las dimensiones de este tanque se presenta la mejor distribución de los difusores en la Fig.41, cubriendo al máximo el área circular del tanque con 24 difusores, e visualiza de mejor manera en el PLANO 2.



**Fig. 41:** Distribución de los difusores en el tanque de oxidación.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

Un total de 24 difusores, cada uno con caudal de trabajo de  $4 \text{ N m}^3/h$  y un caudal máximo de  $10 \text{ N m}^3/h$  la cual es el caudal de limpieza de los difusores, esto se observa en el ANEXO 16.

Para elegir un blower que alimente al sistema neumático es necesario conocer el caudal y la presión de funcionamiento, para ello se calcula la presión que ejerce el agua sobre los difusores.

$$P = \rho_w \cdot h \cdot g \quad (9)$$

Dónde:

$P$  = presión del agua sobre el difusor

$\rho_w$  = densidad del agua ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$h$  = altura de la columna de agua (m)

$g$  = gravedad ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

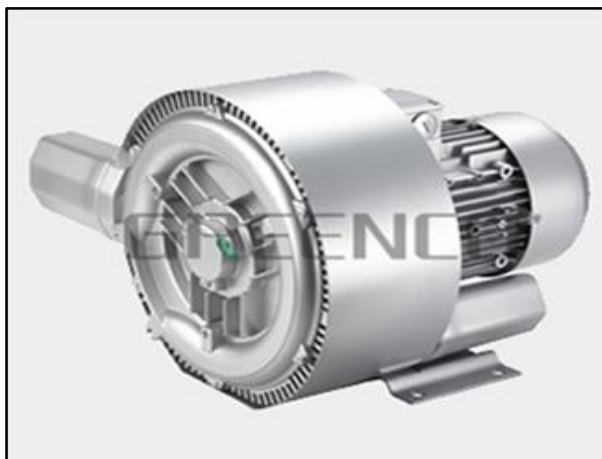
$$P = \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot 4\text{m} \cdot \frac{9,8 \text{ m}}{\text{s}^2}$$

$$P = 39200 \text{ Pa}$$

O

$$P = 392 \text{ mbar} \quad \text{o} \quad P = 5,68 \text{ psi}$$

Para seleccionar el blower (soplador), para obtener la presión final se suma la presión obtenida de la columna de agua, más la presión máxima de funcionamiento del difusor que es de 90 mbar, obteniendo una presión final de 482 mbar. Y el caudal utilizado para la selección del soplador es, 24 difusores por  $10 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , da como resultado un caudal de  $240 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , el blower se elige con estas características en catálogos de empresas fabricantes, el blower se muestra en la Fig.42 y su ficha técnica se muestra en el ANEXO 26.

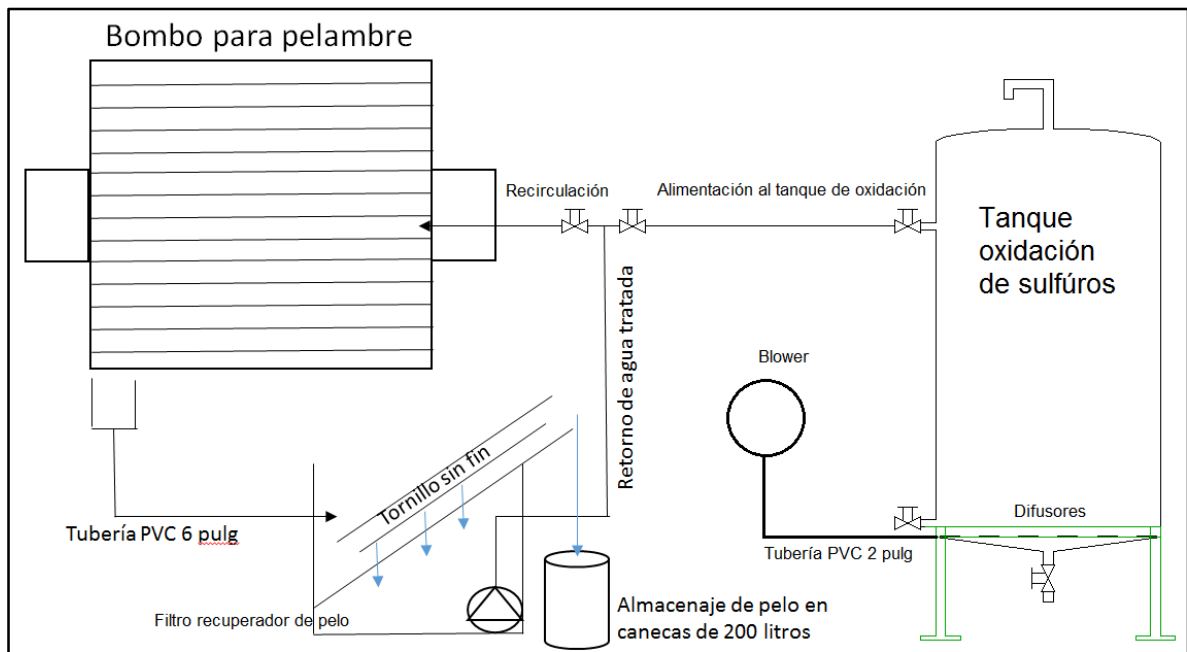


**Fig. 42:** Blower de baja presión.

**Fuente:** Greenco - model 2RB 520-7HH57.

La tubería de conexión es de 2 pulgadas y de 5mm de grosor, se distribuye dentro del tanque como se muestra en la Fig.41.

El tanque de la Fig.40 lo alimenta el filtro retenedor de sólidos, el cual tiene una bomba para recircular efluentes del filtro a los bombos con el objetivo de retirar la mayor cantidad de pelo, para que esta bomba alimente también al tanque de oxidación de sulfuro, es necesario una t con un juego de válvulas de paso, estas se muestran en la Fig.43 la cual muestra el esquema de conexión.



**Fig. 43:** Esquema del sistema de oxidación de sulfuros.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

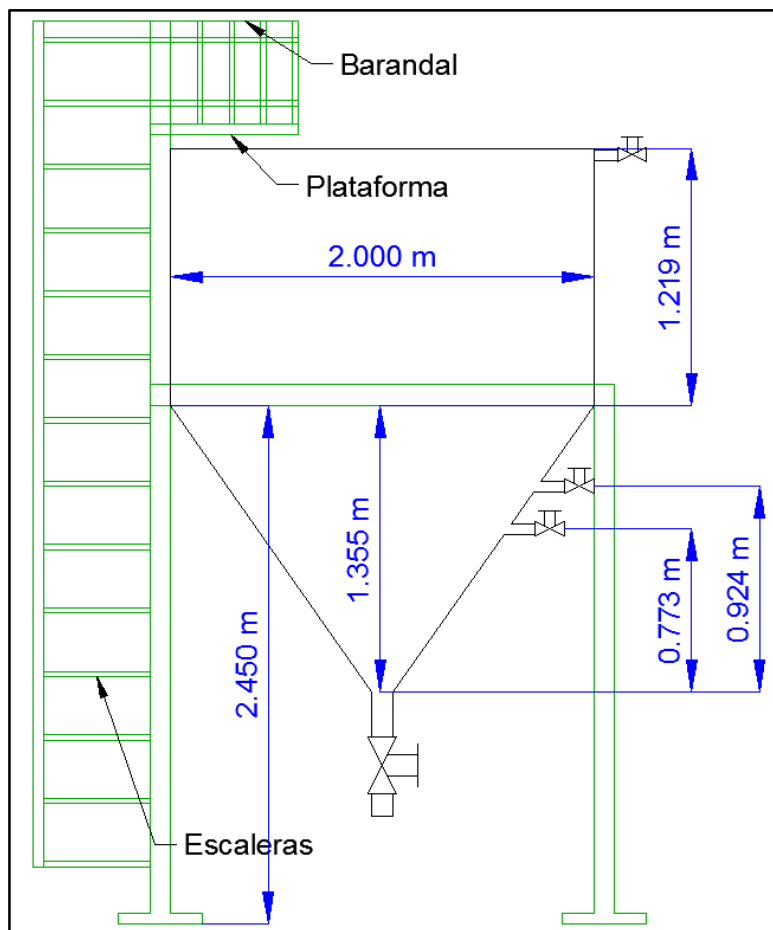
El caudal de trabajo del filtro recuperador de pelo actualmente es de 800 l/min, es decir  $48m^3/h$ , las características del filtro se muestran en el ANEXO 27.

#### 4.17.3 Diseño del tanque de precipitación de cromo.

En la Fig.44 se ilustra el tanque de precipitación de cromo, el cual abarca un volumen de  $4,8 m^3$ , debido a que en el subproceso de curtido se descarga un volumen de  $3380 m^3$  y en el subproceso de recurtido se descarga  $0,363 m^3$ , al sumar estos y aumentar un 25% su volumen por el sobredimensionamiento tenemos  $4,7 m^3$ .

Este tanque no tiene recubrimiento en la parte superior y se debe instalar una escalera y plataforma medianas, para facilitar la adición de hidróxido de sodio y la mezcla.

La altura de las válvulas laterales en el cono, tiene relación directa con el volumen de lodos de cromo precipitado, en la Fig.37 el volumen de lodo es de 190ml/l, para que no se evacue el lodo al abrir la válvula se toma un volumen de 200ml/l, es decir el 20% del volumen total del efluente, la primera válvula se ubica a una altura de 0,77m al ocupar  $0,74 m^3$  el cuál es el 20% del volumen actual, la segunda válvula se ubica a una altura de 0,92m al ocupar  $0,94 m^3$  el cuál es el 20% del volumen sobredimensionado, el ángulo de declive del cono del tanque con respecto a la horizontal es de  $55^\circ$ , esto para que no se queden restos de estos lodos en las paredes y usar la mínima cantidad de agua para removerlos, para mejor visualización de la Fig.44 ver el PLANO 3.



**Fig. 44:** Modelo del tanque de precipitación de cromo.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

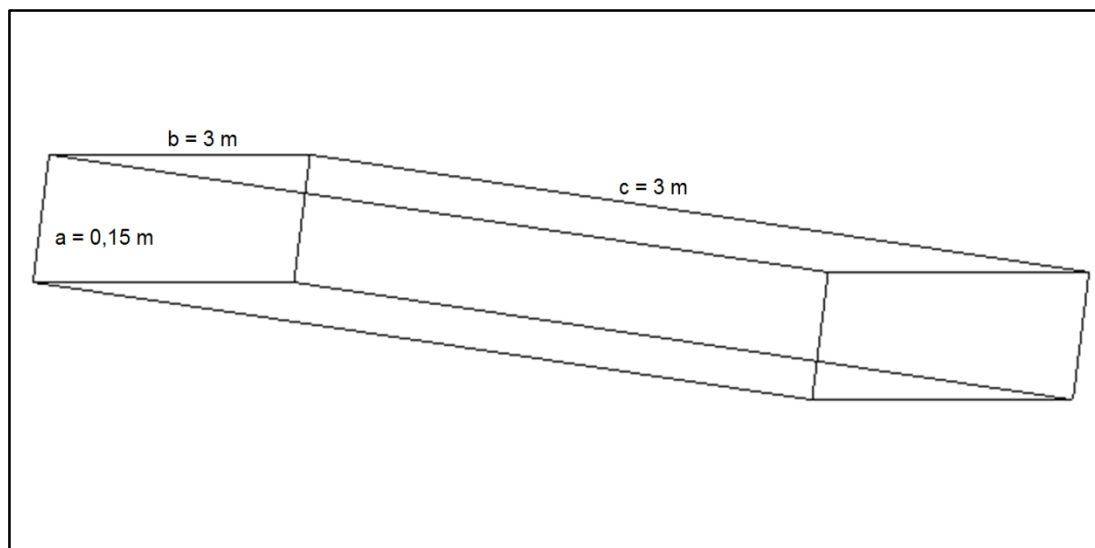


Los dos bombos de curtido se descargan en 15 minutos, por el sobredimensionamiento del tanque de precipitación el cual tiene un volumen de  $4,8 \text{ m}^3$ , es decir que se descarga  $4,8 \text{ m}^3$  en 15 minutos.

Con lo cual se tiene un caudal de diseño para la bomba que alimentara a este tanque de  $20 \text{ m}^3/h$  y una altura de bombeo de  $3,8 \text{ m}$  aproximadamente.

Con estos datos seleccionamos una bomba sumergible para aguas con residuos sólidos, la bomba seleccionada tiene su ficha técnica en el ANEXO 28, el tanque pulmón de la bomba será de  $0,5 \text{ m}^3$ , allí descargaran las bananitas de recolección de efluentes, para este tanque se usara un recipiente de tensoactivos reciclado de  $0,6 \text{ m}^3$ .

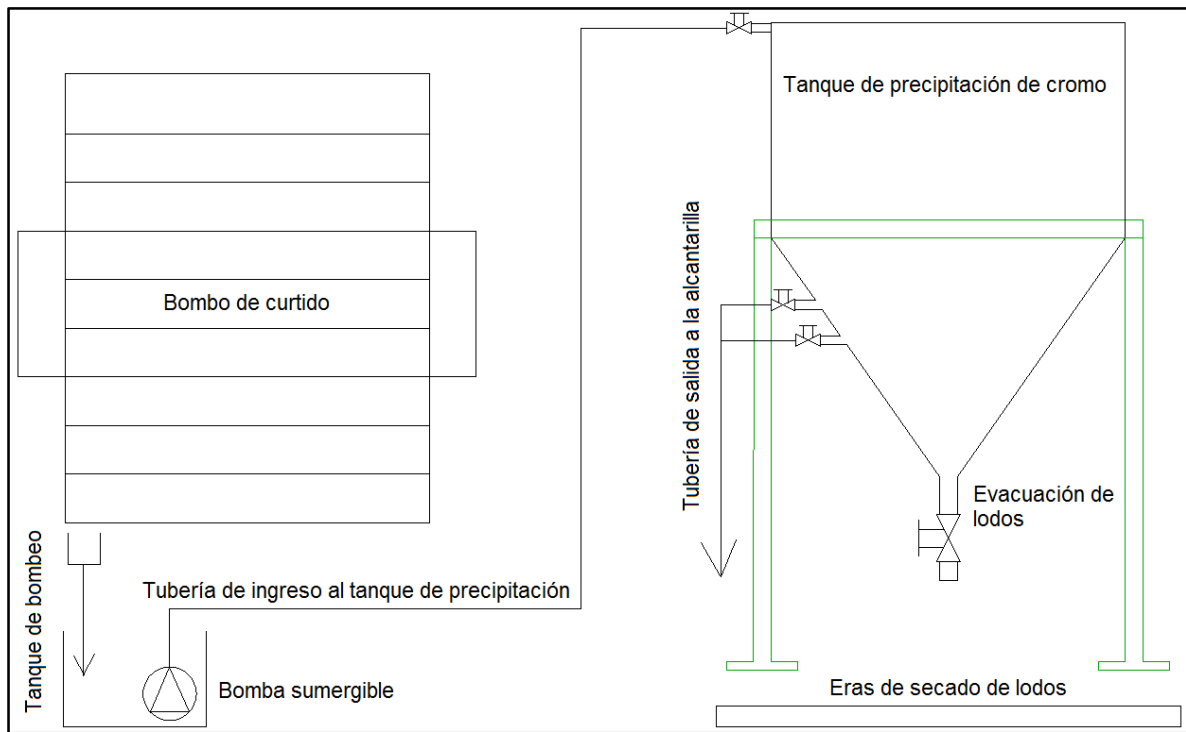
Las eras de secado serán de  $0,94 \text{ m}^3$  aproximándolas a  $1 \text{ m}^3$ , estas se recomiendan que sean de madera recubiertas con geo membrana y apoyadas en un piso plano cubierto de arena, en la Fig.45 se muestra su forma y medidas.



**Fig. 45:** Modelo de era de secado de lodos con cromo.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

El esquema del sistema de precipitación de cromo de ilustra en la Fig.46.



**Fig. 46:** Esquema del sistema de precipitación de cromo.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

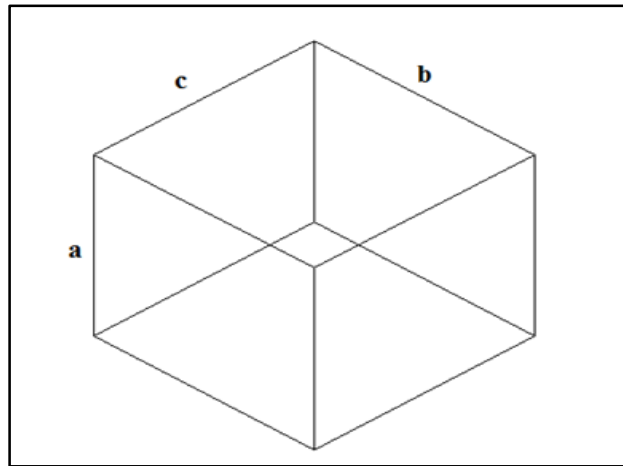
#### 4.17.4 Diseño del tanque de homogenización.

La tabla 28 indica que para obtener un efluente eficientemente homogenizado y evitar malos olores por retención de efluentes, se debe homogenizar los efluentes en un tanque de  $40 m^3$ , al cubrir este volumen se debe evacuar  $20 m^3$ , luego los efluentes descargados en el proceso siguen mezclándose con los efluentes restantes en el tanque hasta completar  $40 m^3$  nuevamente y se repite el ciclo, con esto conocemos que el volumen de diseño es de  $40 m^3$  mas el 25% de sobredimensionamiento suma un total de  $50 m^3$ .

Por la magnitud del tanque es necesario que sea de hormigón, pues en plástico o en metal sería demasiado costoso.

Para que los efluentes arriben a este tanque por gravedad y no utilizar bombas, es necesario construirlo al nivel del último tanque decantador, es decir se lo construirá afuera de la

planta teniendo partiendo del nivel del suelo hacia abajo, el diseño de este se detalla en el ANEXO 29, en la Fig.47 se detallan su forma y medidas.



**Fig. 47:** Tanque homogenizador de efluentes.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

Sus medidas son  $a = 3.2 \text{ m}$ ,  $b = 4 \text{ m}$  y  $c = 4 \text{ m}$ , teniendo un volumen de  $52 \text{ m}^3$ . El efluente de este tanque es bombeado por una bomba sumergible al filtro recuperador de sólidos, la ficha técnica de esta bomba se ilustra en el ANEXO 30.

#### **4.18 Diseño del serpentín de mezcla de efluente con los coagulantes y floculantes.**

El efluente luego de pasar por el filtro de sólidos (ANEXO 31) pasa por este serpentín, para este cálculo, se conoce el caudal de mi máquina es de  $40 \text{ m}^3/h$ , ahora se necesita que el fluido se agite con el coagulante por el tiempo determinado que es de 25 segundos, luego de esto se necesita que 30 segundos pase este líquido pase por el serpentín a menor velocidad y agitación por 30 segundos y finalmente adicionar el floculante y agitar por 20 segundos y descargar a su reposo, para ello se ocupa (14) la ecuación del caudal.

$$Q = V * \pi * r^2 \quad (14)$$

Dónde:

$Q$  = Caudal ( $\text{m}^3/s$ )

$V$  = Velocidad del fluido (m/s)

$r$  = Radio (m)

Se usa tubos comerciales, su largo es de 6 m, entonces se busca una velocidad media, para no destruir los coágulos y flóculos en el serpentín, el primer tramo donde inyecta el coagulante la primera bomba dosificadora (ANEXO 32), aquí hablamos de una velocidad dada por el investigador, 50m en 25 segundos, es una velocidad media, el segundo tramo se opta por una velocidad más baja de 40m en 30 segundos, pues se necesita una menor velocidad y mayor reposo en el agua, en el tercer tramo donde inyecta el floculante la segunda bomba dosificadora (ANEXO 33), tomara la misma dimensión que el primero únicamente el largo del serpentín se reduce a 12m pues el resto es asumido por la agitación del agua cuando ingresa al tanque sedimentador.

Para el cálculo de los radios, despejamos r de la ecuación 10.

$$V1 = 50m/25seg$$

$$V2 = 40m/30seg$$

$$r = \sqrt{Q/(V * \pi)}$$

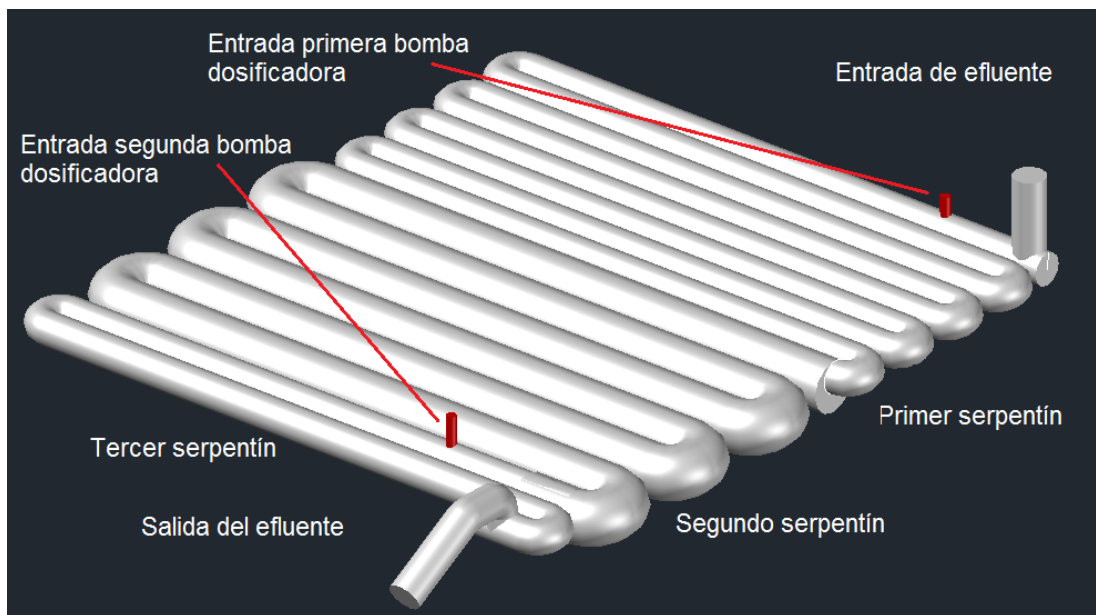
$$r1 = \sqrt{\left(\frac{40 \text{ m}^3}{3600 \text{ seg}}\right) / (50m/25seg * \pi)}$$

$$r1 = 0,160 \text{ m}$$

$$r2 = 0,250 \text{ m}$$

$$r3 = 0,160 \text{ m}$$

Con estos datos se modela el serpentín donde se ilustra en la Fig.48 el primero, segundo y tercer tramo, el ingreso de efluente y la salida, y los ingresos de las bombas dosificadoras, los tubos son de 6 metros, el r1 es de 0,16 m, comercialmente encontrado como tubo de 12 pulgadas y el otro tubo también comercial de 0,5m de diámetro.



**Fig. 48:** Serpentín para la dosificación de químicos y agitación.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

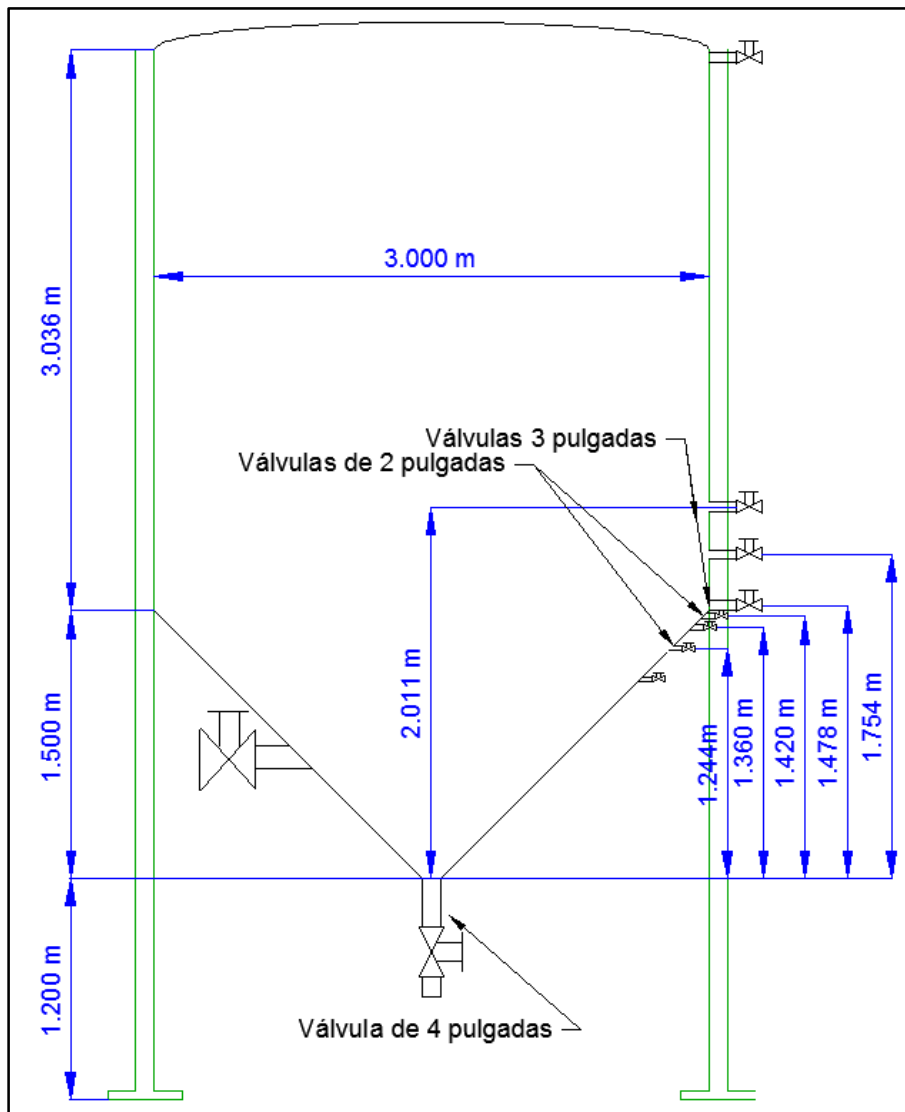
#### 4.18.1 Diseño del tanque de coagulación, floculación y sedimentación.

La descarga del homogenizador pasa por el filtro recuperador de sólidos de 200 micras, luego pasa por un serpentín, aquí se inyecta los floculantes y coagulantes mediante bombas dosificadoras que son programadas para el caudal y dosificación exacta.

Para este tanque se requieren  $20 m^3$ , el cual es el volumen que descarga el homogenizador, más el 25% por el sobredimensionamiento, es decir  $25 m^3$ .

Las válvulas de 3 pulgadas en el lado izquierdo, son válvulas de salida del efluente, las válvulas de dos pulgadas están dispuestas a una altura en el cono de tan forma que varía de la una a la otra  $0,4 m^3$ , la primera válvula ubicada a los  $2,4 m^3$ , la segunda  $2,8 m^3$ , la tercera  $3,2 m^3$  y la cuarta  $3,6 m^3$ , la cual es la variaciones de volumen de lodos que se pronostican mediante la tabla 30, para visualizar de mejor manera la Fig.49 ver el PLANO 4.

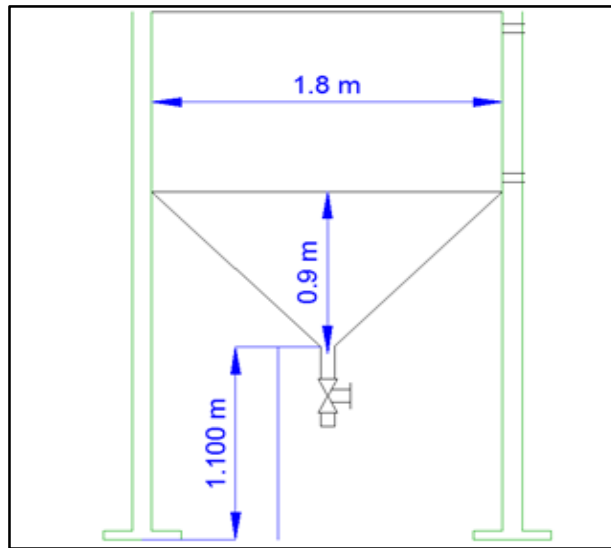
La válvula al lado derecho indica el ingreso del efluente después del serpentín.



**Fig. 49:** Tanque de floculación, coagulación y sedimentación final.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

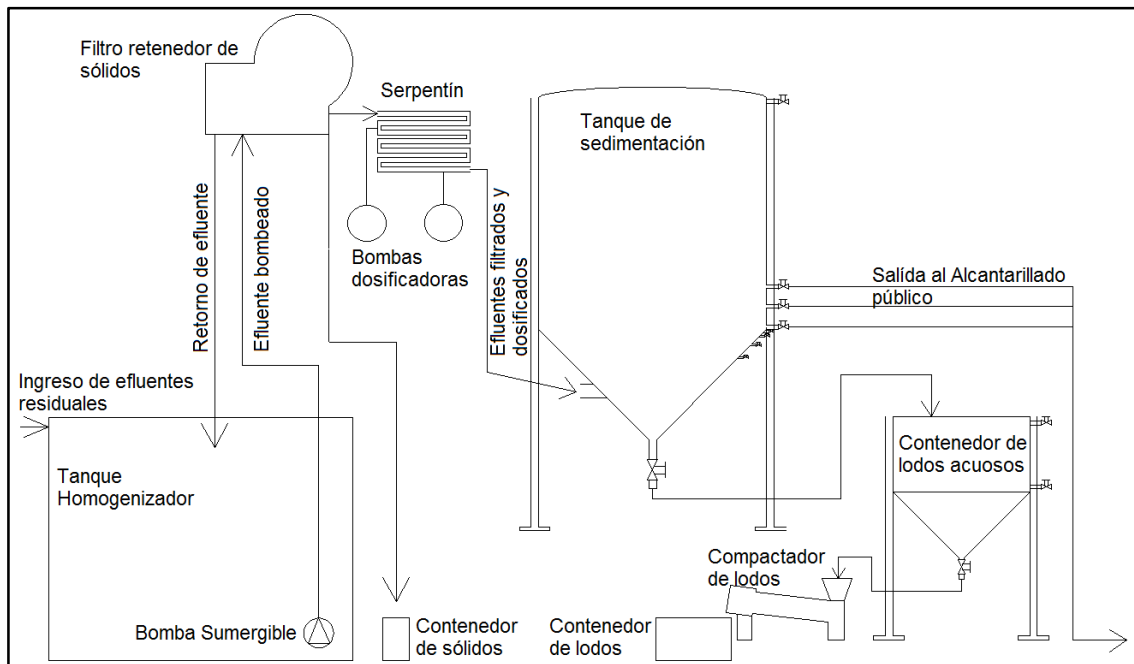
Se calcula que la cantidad máxima de lodo sedimentado es de  $3,4 \text{ m}^3$ , para tratar este lodo se utiliza una máquina compactadora de lodos (ANEXO 34), esta tiene un caudal de trabajo de  $6 \text{ m}^3/h$ , es decir que en 34 minutos terminara de compactar todo el lodo, el cual es un tiempo con el que no se cuenta, ya que es necesario bombear una nueva carga de efluente al tanque sedimentador, entonces es necesario un tanque de  $3 \text{ m}^3$  para almacenar el lodo acuoso y mantenga alimentado al compactador de lodos, este tanque se muestra en la Fig.50, para visualizar de mejor manera la Fig.50 ver el PLANO 5.



**Fig. 50** Tanque de almacenamiento de lodos acuosos.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

El esquema de funcionamiento del último sistema de tratamiento se muestra unificado en la Fig.51.



**Fig. 51** Esquema del sistema homogenización, micro filtración, sedimentación y compactación de lodos

**Fuente:** Realizado por el investigador.

#### **4.19 Diseño de alcantarillas, rejillas y tanques de decantación.**

Si bien el diseño debe iniciar con este punto, se lo deja para el final ya que en la empresa ya se encuentran construidas las alcantarillas, rejillas y tanques de decantación, es por ello que se va a evaluar su funcionamiento, y si de ser necesario, se realizara un rediseño.

Las rejillas y tanques de decantación son importantes, pues al separar los sólidos de gran tamaño se está evitando el deterioro de equipos y que se llegue a tener una buena eficiencia del sistema de tratamiento.

##### **Criterios de evaluación del canal o alcantarilla:**

Su base es de 0,55 m y su altura es de 0,65 m, tienen una pendiente de 0,007 m/m, un caudal máximo de  $0,0145 \text{ m}^3/\text{s}$ , y un caudal medio de  $0,00725 \text{ m}^3/\text{s}$ .

##### **Criterios de evaluación de la rejilla:**

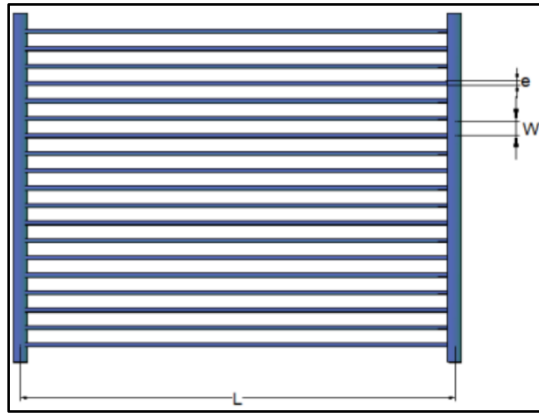
Su base es de 0,55 m y su altura es de 0,65 m, tienen una inclinación de 65 grados con respecto a la horizontal, un número de barras de 14, barras en forma circular con un radio de 0.01 m y una separación entre barras de 0,03 m.

##### **Criterios de evaluación del tanque de decantación:**

Su forma es rectangular, tiene un ancho de 2,1 m, un largo de 2,5 m y una profundidad de 1,7 m teniendo un volumen  $8,25 \text{ m}^3$ .

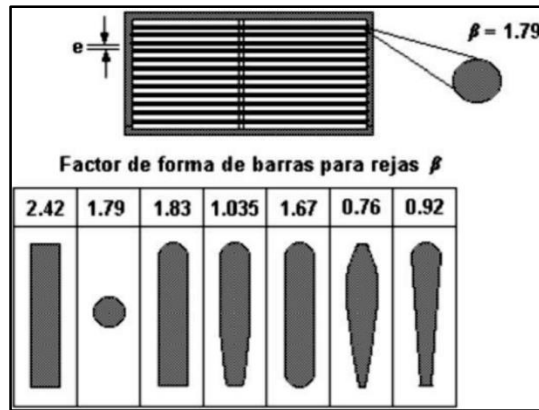
Para realizar la evaluación se utilizarán los siguientes conceptos, recomendación barras de sección de 5 mm a 15 mm de espesor, el espaciamiento entre barras varía entre 25 mm y 50 mm recomendando un espaciamiento no mayor a 25 mm debido a que se arroja una gran cantidad de basura al sistema de alcantarillado, determinadas las dimensiones se procederá a calcular la velocidad del canal antes de las barras, la misma que debe mantenerse entre 0,3 m/s y 0,6 m/s, siendo 0,45 m/s un valor comúnmente utilizado, las variables  $e$  y  $w$  se ilustran en la Fig.52 siendo necesarias para el cálculo, otros parámetros a considerar se ilustran en la Fig.53 [26].





**Fig. 52** Disposición de rejillas de limpieza manual

**Fuente:** Normas de diseño, agua potable, Ecuador.



**Fig. 53** Factores de forma  $\beta$  para secciones de barras

**Fuente:** Normas de diseño, agua potable, Ecuador.

Para el desarrollo de la evaluación, se considerara y las siguientes ecuaciones.

Área del canal

$$A = b * h \quad (15)$$

Dónde:

A = Área del canal ( $m^2$ )

b = Base del canal (m)

h = Altura del canal hasta el nivel de agua (m)

Radio hidráulico

$$R = \frac{b \cdot h}{b + 2h} \quad (16)$$

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

$$v = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{2}} * R^{\frac{2}{3}} \quad (17)$$

Dónde:

v = Velocidad (m/s)

n = Coeficiente de Manning (0,016 para canales de hormigón)

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (0,007 m/m)

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

$$N^{\circ} = \frac{b+W}{W+e} \quad (18)$$

Dónde:

N° = Número de barras

b = Ancho del canal (m)

Pérdida de carga

Las pérdidas de carga a través de una rejilla hay que considerar el valor de  $\beta$  de acuerdo de la forma de la barra que se va a diseñar, como se muestra en la Fig.53. En ningún caso se permite una pérdida de energía mayor a 0,75m.

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

$$h_c = \beta \left( \frac{e}{w} \right)^{4/3} * \frac{v^2}{2g} * \text{sen} \delta \quad (19)$$

Dónde:

hc = Pérdida de carga (m)

$V^2 / 2g$  = Carga de velocidad antes de la reja (m)

$\beta$  = Factor dependiente de la forma de la barra

$\text{sen}\delta$  = inclinación de las barras con respecto a la horizontal ( $65^\circ$ )

### **Tanque de decantación.**

Depósito que va ser destinado al almacenamiento del efluente temporalmente para posteriormente dicha agua siga su curso por desplazamiento al siguiente proceso de tratamiento. Se recomienda que exista una decantación de por lo menos el 30% de sólidos en suspensión, y los más pesados o duros como piedras, que puedan afectar a bombas o taponar conductos en los siguientes tratamientos, para esto el tiempo de retención mínimo debe ser de 15 minutos y un tiempo de retención ideal es 2 horas [26].

Para calcular el tiempo de retención hidráulico se utiliza la siguiente ecuación:

$$Trh = \frac{vt}{Qm} \quad (20)$$

Dónde:

$Vt$  = Volumen del tanque decantador ( $m^3$ )

$Qm$  = caudal medio ( $m^3/s$ )

$Trh$  = Tiempo de retención hidráulico (h)

Para el desarrollo de la evaluación, se considerara y las ecuaciones, resolviéndolas y comparándolas con las recomendaciones expuestas en la cita [26].

Desarrollamos la ecuación 15 para determinar el área del canal

$$A = 0,55m * 0,65m$$

$$A = 0,357 m^2$$

Desarrollamos la ecuación 16 para determinar el Radio hidráulico

$$R = \frac{0,55m * 0,65m}{0,55m + 2 * 0,65m}$$

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

Desarrollamos la ecuación 17 para calcular la velocidad de entrada del flujo al canal mediante la ecuación de Manning:

$$v = \frac{1}{0,016} * 0,007^{\frac{1}{2}} * 0,193^{\frac{2}{3}}$$

$$v = \frac{1}{0,016} * 0,007^{\frac{1}{2}} * 0,193^{\frac{2}{3}}$$

$$v = 1,665 \text{ m/s}$$

Desarrollamos la ecuación 18 para determinar el número de barras en la rejilla.

$$N^{\circ} = \frac{0,55\text{m} + 0,03\text{m}}{0,03\text{m} + 0,01\text{m}}$$

$$N^{\circ} = 14$$

Concuerta con mis 14 barras en las rejillas.

Desarrollamos la ecuación 19 para determinar la perdida de carga.

$$h_c = 2,52 \left( \frac{0,01\text{m}}{0,03\text{m}} \right)^{4/3} * \frac{\left( \frac{1,478\text{m}}{\text{s}} \right)^2}{2 * \frac{9,8\text{w}}{\text{s}^2}} * \text{sen}65^{\circ}$$

$$h_c = 0,339 \text{ m}$$

La pérdida de carga cumple con los requisitos.

Desarrollamos la ecuación 20 para calcular el tiempo de retención hidráulico se utiliza la siguiente ecuación:

$$Trh = \frac{8,25 \text{ m}^3}{0,00725 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Trh = 0.31 \text{ h}$$

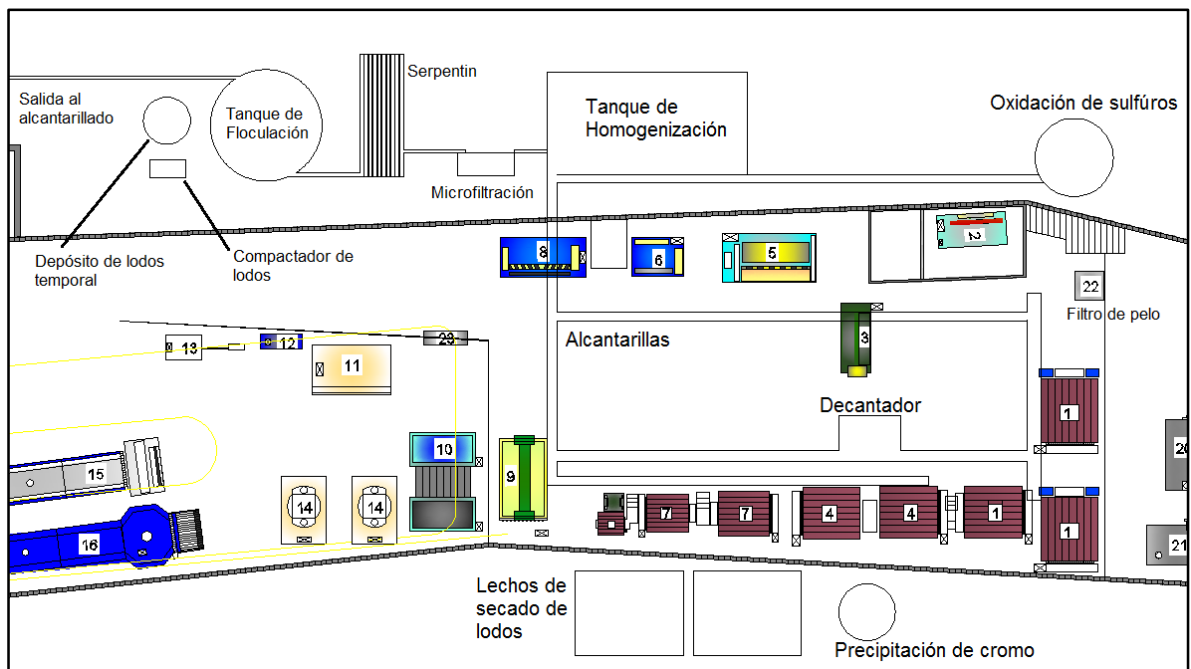
$$Trh = 0.31 \text{ h} * 60 \text{ min}$$

$$Trh = 18,9 \text{ min}$$

Cumple con el mínimo tiempo de retención de 15 minutos para retener solidos gruesos.

#### 4.20 Distribución y ubicación de las unidades de tratamiento en la empresa.

Así estarán ubicadas las unidades de tratamiento dentro de la empresa, la Fig.54 muestra una vista superior de la empresa, especialmente de la parte húmeda, o los procesos que generan aguas residuales, para mayor entendimiento de esta imagen puede verse el ANEXO 2.



**Fig. 54** Ubicación de las unidades de tratamiento en la empresa.

**Fuente:** Realizado por el investigador.

#### 4.21 Costos de implementación y mantenimiento pronosticados.

Las unidades actuadoras es recomendable fabricarlas en plástico, debido a las características de corrosividad del efluente, es por eso que con el diseño se manda a fabricar en la empresa Plastimet, esta empresa cotiza y fabrica los tanque incluida la estructura que la soporta, para el tanque de oxidación, precipitación de cromo, coagulación-floculación y contenedor de lodos acuosos se cotizan en los ANEXOS 35, 36, 37 y 38 respectivamente

**Tabla 33:** Costos de implementación del sistema de tratamiento 2016.

<b>Equipo</b>	<b>Número de unidades</b>	<b>Costo equipos (Dólares)</b>	<b>Costo de instalación (Dólares)</b>	<b>Costo Total (Dólares)</b>
Bananas para recolectar efluentes de pelambre	2	1100	200	1300
Filtro recuperador de pelo	1	5100	500	5600
Unidad de oxidación de sulfuros	1			180
Difusores	24	1080	120	1200
Tubo de conexión de aire a los difusores	6	210	120	330
Blower	1	690	300	990
Bananas de recolección de efluentes de curtido	2	900	200	1100
Bomba alimentadora de la unidad de precipitación de cromo	1	664,13	100	764,13
Unidad de precipitación de cromo	1	3867	400	4267
Eras de secado para lodos con cromo	2	600	100	700
Tanque de homogenización	1	7317		7317
Bomba Alimentadora para el filtro de solidos	1	2000	20	2020
Filtro de solidos	1	5500	300	
Bomba dosificadora	1	280,41	65	345,41

1				
Bomba dosificadora 2	1	249,58	70	319,58
Serpentín para la mezcla de productos coagulantes y floculantes	1	400	200	600
Unidad de sedimentación final	1	11697	400	12097
Tanque alimentador del compactador de lodos	1	2033	200	2233
Máquina compactadora de lodos	1	13400	150	13550
	Costo total			54913,12

Fuente: Realizado por el investigador.

### Costos de mantenimiento

Tabla 34: Costos de mantenimiento pronosticados en productos químicos.

Elemento	Volumen de agua semanal $m^3$	Cantidad kg	Costo unitario dólares	Tiempo de trabajo	Costo al mes
Sulfato de manganeso	26,1	26,1	0,6	15,66	62,64
Soda cáustica	7,48	22,44	0,58	13,015	52,06
Costo por tratamiento de lodos de la unidad de precipitación de cromo	1,48	74	0,45	3,33	133,2
Coagulante	240	290	2.1	609	2436
Floculante	240	120	1.8	216	864
<b>Total de costos al mes</b>					<b>2098,80</b>

Fuente: Realizado por el investigador.

**Tabla 35:** Costos de mantenimiento pronosticados en energía.

<b>Equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>	<b>Horas de funcionamiento semanal/trabajo</b>	<b>Precio kW/h (USD) Salario</b>	<b>Costo mensual (USD)</b>
Filtro recuperador de pelo	9	2	0,12	8,64
Blower	4	10	0,12	19,20
Bomba alimentadora del tanque de precipitación de cromo	0,75	5,5	0,12	1,98
Bomba alimentadora del filtro de sólidos.	1,1	5,5	0,12	2,90
Filtro de sólidos	1,5	5,5	0,12	3,96
Dosificador 1	0,37	5,5	0,12	0,973
Dosificador 2	0,25	5,5	0,12	0,641
Compactador de lodos	1,1	6,2	0,12	3,27
Trabajador		20		182
<b>Total de costos al mes</b>				<b>223,56</b>

**Fuente:** Realizado por el investigador.

#### **4.22 Justificación del costo.**

La multa por descargar agua residual sin cumplir con los límites permisibles, va desde los 20 hasta los 60 salarios básicos unificados en Ecuador, también corre el riesgo de que la autoridad ambiental suspenda su actividad por tres meses hasta que realice las correcciones a los impactos ambientales, esa es la multa por primera vez, en caso de reincidencia la multa puede duplicarse.



Si es el caso la multa puede darse de 21,600.00 Dólares.

Sumándole las pérdidas por suspensión de actividad que serían:

- Perdidas por daño del producto en proceso 20,000. 00 Dólares.
- Perdidas por disminución de utilidades en tres meses 20,000.00 Dólares.

Además de la mala imagen y reputación que se le da a la empresa por estos tipos de multas.

En total sumarian 61,600. 00 Dólares, comparado esto con el costo de inversión de 54,913. 00 Dólares, se justifica su construcción.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones.

- El diseño planteado aprovecha al máximo los recursos de tratamiento de efluentes con los que cuenta la empresa, mismos que son diseñados para tratamiento de efluentes de una curtiembre, máquinas como el filtro recuperador de pelo y el filtro recuperador de sólidos permiten aplicar técnicas de producción más limpia, demostrando con esto que la empresa anterior a aprobar su plan de Manejo Ambiental, estaba comprometida a descontaminar sus efluentes mostrando respeto hacia el medio ambiente donde se desarrolla.
- Para el 2013 la empresa conto ya implementado un sistema de tratamiento primario para sus efluentes que consta de rejillas, decantadores, filtro recuperador de pelo y filtro recuperador de sólidos, el análisis físico-químico de efluentes en el 2013 muestra un DQO de 5600mg/l y el análisis hechos a los efluentes sin tratamiento alguno en el 2016 revela un DQO de 11128mg/l, demostrando que la importancia de un tratamiento primario ya que este a reduce la contaminación en un 50% aproximadamente.
- La homogenización de las aguas residuales con el efluente desulfurado del proceso de pelambre, aprovecha eficientemente el efecto coagulante de la cal, formando coágulos consistentes que son retenidos en el filtro recuperador de sólidos disminuyendo los sólidos presentes en el efluente en un 50% , el tiempo de retención en esta unidad no debe ser mayor a 24 horas, ya que a partir de este

tiempo los componentes orgánicos en el agua empiezan a descomponerse y a generar mal olor que generaría malestar en los trabajadores y en viviendas aledañas.

- El proceso de precipitación en el efluente de curtido reduce el cromo de 684,49mg/l a  $<0,05$  mg/l, mostrando una eficiencia del 99,9%, luego de implementarse eso, se deja libre el camino para iniciar el estudio para recircular aguas de curtido o recuperar cromo precipitado, lo cual traería beneficios ambientales y económicos a la empresa.
- Con el tratamiento a los sulfuros y el retiro de cromo mediante la precipitación, el lodo generado queda libre de metales pesados, en el proceso de sedimentación es un excelente elemento para realizar compostaje, anteriormente estos lodos se los vertía en el relleno sanitario, ahora se puede aprovechar esto para obtener un beneficio agronómico y económico.
- Con este tratamiento se reduce la DQO de 11128mg/l a 885mg/l, la DBO<sub>5</sub> de 7933mg/l a 635, sólidos suspendidos de 1168mg/l a 54mg/l, sulfuros de 161mg/l a 2,5mg/l y el cromo total de 15,2mg/l a 0,05mg/l, con una eficiencia del sistema de tratamiento promedio de 95,57%, la cual muestra un sistema de tratamiento acertado.
- Varias empresas del sector curtidor, cuentan con sistemas de tratamiento contruidos sin un estudio previo, únicamente copian el modelo y las unidades entre sus miembros, es por ello que los resultados de su tratamiento no son eficientes y muestran descontento es sus propietarios.

## **5.2 Recomendaciones**

- En el proceso productivo, se pueden tomar medidas para disminuir la contaminación en el agua, todo el cuero salado que entra al proceso de pelambre, debe pasar por la malla donde se sacude y se saca la mayoría de sal de la piel, así tenemos sal para reutilizarla, y se evita que esta sal se una al cuerpo de agua a ser tratado.
- Se recomienda tener un procedimiento para realizar los ensayos, ya que al caracterizar los parámetros de estas aguas las muestras pueden contaminarse con

agentes externos y mostrar un resultado falso en los informes de los análisis físico-químicos, con lo cual el sistema de tratamiento sería diseñado con parámetros falsos.

- Si bien es cierto con 4 horas de oxidación se logró reducir el sulfuro de 531mg/l a 47mg/l, se recomienda extender el tiempo de oxidación del sulfuro en 40 minutos, para eliminar el restante de sulfuros en el efluente.
- Al adicionar soda caustica al tanque de precipitación de cromo para elevar su pH, se debe derretir esta en agua limpia, y agregarlo al efluente, se recomienda extremo cuidado, pues al derretir la soda en agua su reacción es la liberación de temperatura provocada por la mezcla, por ello es necesario realizar esto en un recipiente de metal y capacitar al trabajador para que no sufra incidentes.
- Cada 6 meses es necesario limpiar los ductos y tuberías en la planta de tratamiento para eliminar restos de grasas y demás contaminantes adheridos a las paredes interiores de las tuberías, con esto evitamos paros de funcionamiento por taponamientos en el sistema de tratamiento.
- El tanque homogenizador debe ser construido fuera de la planta de producción, muchas empresas homogenizan sus efluentes dentro, cuyas reacciones crean gases molestos y peligrosos para el trabajador, si llegara a dañarse el sistema de oxidación de sulfuros este al mezclarse en el homogenizador, empezaría a liberar gas sulfhídrico, el cual es altamente toxico y mortal en concentraciones altas, si pasa esto se deben de tomar medidas de seguridad para que personas no se acerquen al tanque homogenizador.
- La limpieza de los decantadores y alcantarillas no es recomendable utilizar a los trabajadores, ya que el trabajo es desagradable y el tiempo que toma es demasiado largo, es recomendable realizarlo con el servicio de succión que ofrece EMAPA, esta unidad motorizada muestra facilidad para retirar lodos de los decantadores de lugares de difícil acceso, su capacidad es de 6  $m^3$ , una cantidad ideal para el volumen de mis lodos en los decantadores, estos lodos son tratados por la empresa que los retira.

## Bibliografía

- [1] L. Custodio, «El País-Economía y Mercado,» 27 01 2014. [en línea]. available: <http://www.elpais.com.uy/economia-y-mercado/importante-aumento-exportaciones-industria-cuero.html>. [último acceso: 03 08 2013].
- [2] Moreta, M., «Tungurahua eje productivo de la sierra centro,» Diario la Hora, p. 1, 19 01 2013.
- [3] C. Tungurahua, planta de tratamiento de aguas residuales de la curtiduría tungurahua y la normativa legal para el manejo integral de desechos líquidos, Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2014.
- [4] D. A. V. Uribe, Diseño preliminar de un sistema de tratamiento de aguas residuales a escala industrial para los efluentes del procesamiento de pieles, Quito: Universidad San Francisco de Quito, 2012.
- [5] J. A. Arellano González, Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para el teñido en la Curtiduría Tungurahua s.a., Riobamba : ESPOCH, 2014.
- [6] P. O. N. Elena, Recuperación y reutilización de cromo de las aguas residuales del proceso de curtido de curtiembres de San Benito (Bogotá), mediante un proceso sostenible y viable tecnológicamente, Bogotá: Universidad de Manizales, 2013.
- [7] F. A.-F. R. A. R. A. Ebtesam el-Bestawy, «Biological treatment of leather-tanning industrial wastewater using free living bacteria,» *Advances in life science and technology* , vol. xii, n° 1, pp. 46-65, 2013.
- [8] J. Pantoja-Espinoza, J. Proal-Nájera, M. García-Roig, I. Cháirez-Hernández y G. Osorio-Revilla, «Eficiencias comparativas de inactivación de bacterias coliformes en efluentes municipales por fotólisis (uv) y por fotocátalisis caso: depuradora de aguas de Salamanca, España,» *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, vol. xiv, n° 1, pp. 119-135, 2015.
- [9] W. Scholz, « International leather marker,» 19 03 2015. [en línea]. available: [http://internationalleathermaker.com/news/fullstory.php/aid/1483/modern\\_tannery\\_w](http://internationalleathermaker.com/news/fullstory.php/aid/1483/modern_tannery_w)

astewater\_treatment\_concept.html. [último acceso: 13 07 2015].

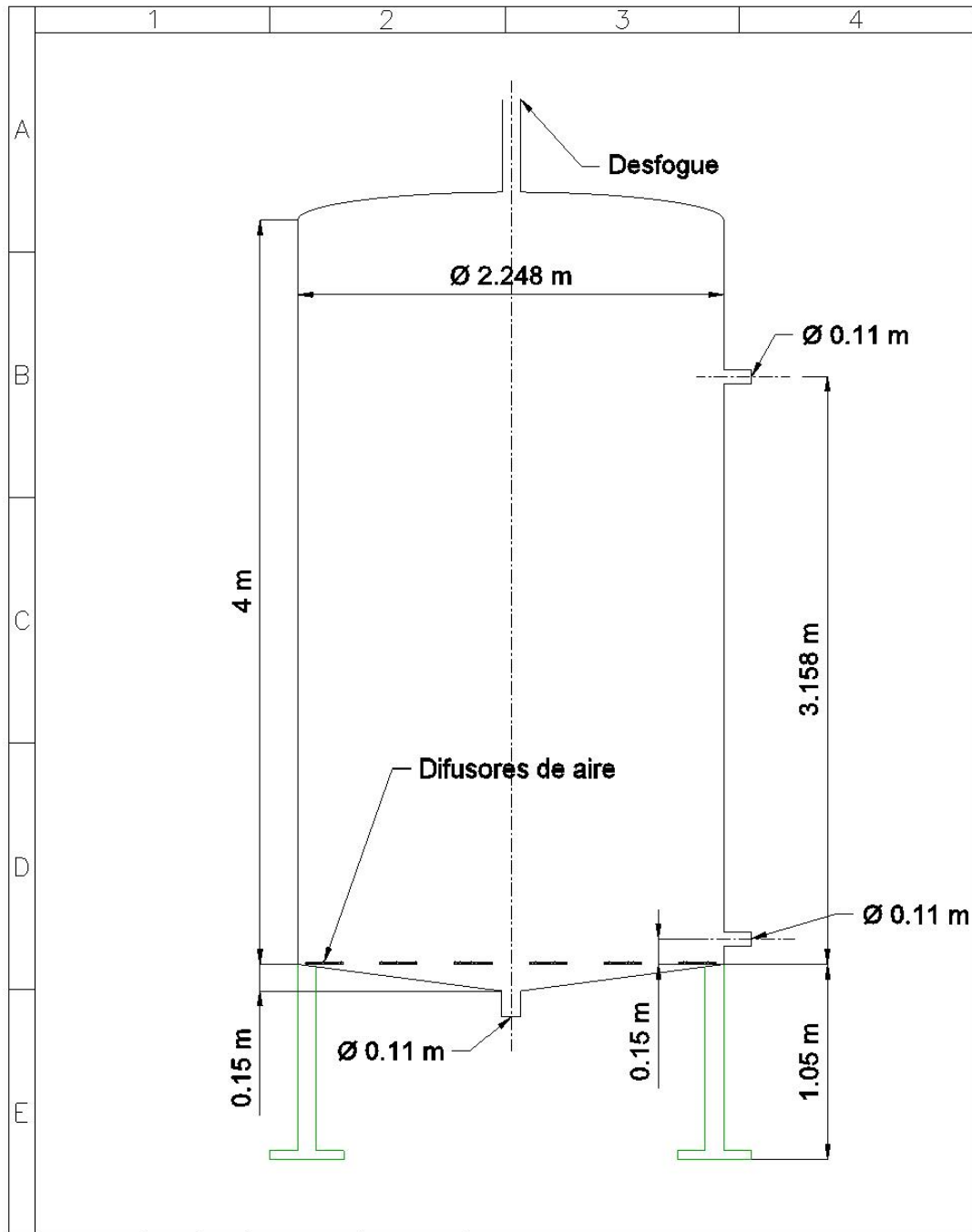
- [10] Asamblea Constituyente de Ecuador de 2007 y 2008, «Constitución de la República del Ecuador 2008,» Manabí, Montecristi , 2008.
- [11] H. Congreso Nacional, la comisión de legislación y codificación, «ley de gestion ambiental,» registro oficial suplemento 418, Quito , 2014.
- [12] El Congreso Nacional , «Ley orgánica de salud,» registro oficial suplemento 423 , Quito, 2006.
- [13] La Comision Juridica , «Codigo penal,» registro oficial suplemento 147, Quito , 1971.
- [14] Ministerio del Ambiente , «Texto unificado de la legislación secundaria del ministerio del ambiente,» registro oficial número 725, Quito, 2013.
- [15] Ministerio del Ambiente, «Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes : recurso agua,» decreto ejecutivo 3516, Quito, 2012.
- [16] J. F. I. Ruiz, Diseño de una planta de tratamiento primario para aguas residuales de una curtiembre con base a flotación por aire inducido en un clarificador de platos inclinados, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2015.
- [17] C. A. A. Rodas, Tratamiento de aguas residuales provenientes de la fase de teñido de la curtiembre mediante un sistema físico-químico basado en la oxidación avanzada con la ayuda del semiconductor tio<sub>2</sub> en presencia de luz uv, Quito : Universidad San Francisco de Quito, 2014.
- [18] D. M. F. Yate, Optimización del uso del agua en la etapa de pelambre en un proceso que permita la mejor calidad del cuero y el menor impacto ambiental., Bogotá: Universidad Nacional de Colombia , 2011.
- [19] H. V. M. Peláez, Minimización de Costos en la Oxidación de Sulfuros en Curtiembres., Montevideo: Instituto de Ingenieria Química, Facultad de Ingeniería , 1998.
- [20] G. S. C., «Eliminación del Sulfuros por Oxidación en el Tratamiento del Agua Residual de una Curtiembre,» *Per. Quím. Ing. Quím.* , vol. 8, nº 1, pp. 49-54, 2005.
- [21] J. J. G. -. A. F. Echeverry, «Análisis Técnico y Económico en la Recirculación de

- Aguas Residuales de Pelambre y Curtido en una Curtiembre,» Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2010.
- [22] H. A. R. Osorno, Evaluación del Proceso de Coagulación - Floculación de una Planta de Tratamiento de Agua Potable, Medellín : Universidad Nacional de Colombia , 2009.
- [23] A. M. M. O. Comisión Estatal del Agua de Jalisco, Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con el Proceso de Lodos Activados, Jalisco: Arturo Nelson Villareal, 2013.
- [24] M. A. Guzmán, «Sistema de Referenciación Ambiental (SIRAC) para el Sector Curtiembre en Colombia,» Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales, Bogotá, 2004.
- [25] M. L. P. Katherine Guzmán Odóñez, «Reducción de emisiones de la etapa de pelambre en el proceso de curtido de pieles,» *Revistas Bolivianas*, vol. 4, n° 4, pp. 15,16,17,18, 2010.
- [26] Secretaria del Agua, “Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes”, Ecuador, R. O. No. 6-1992-08-18

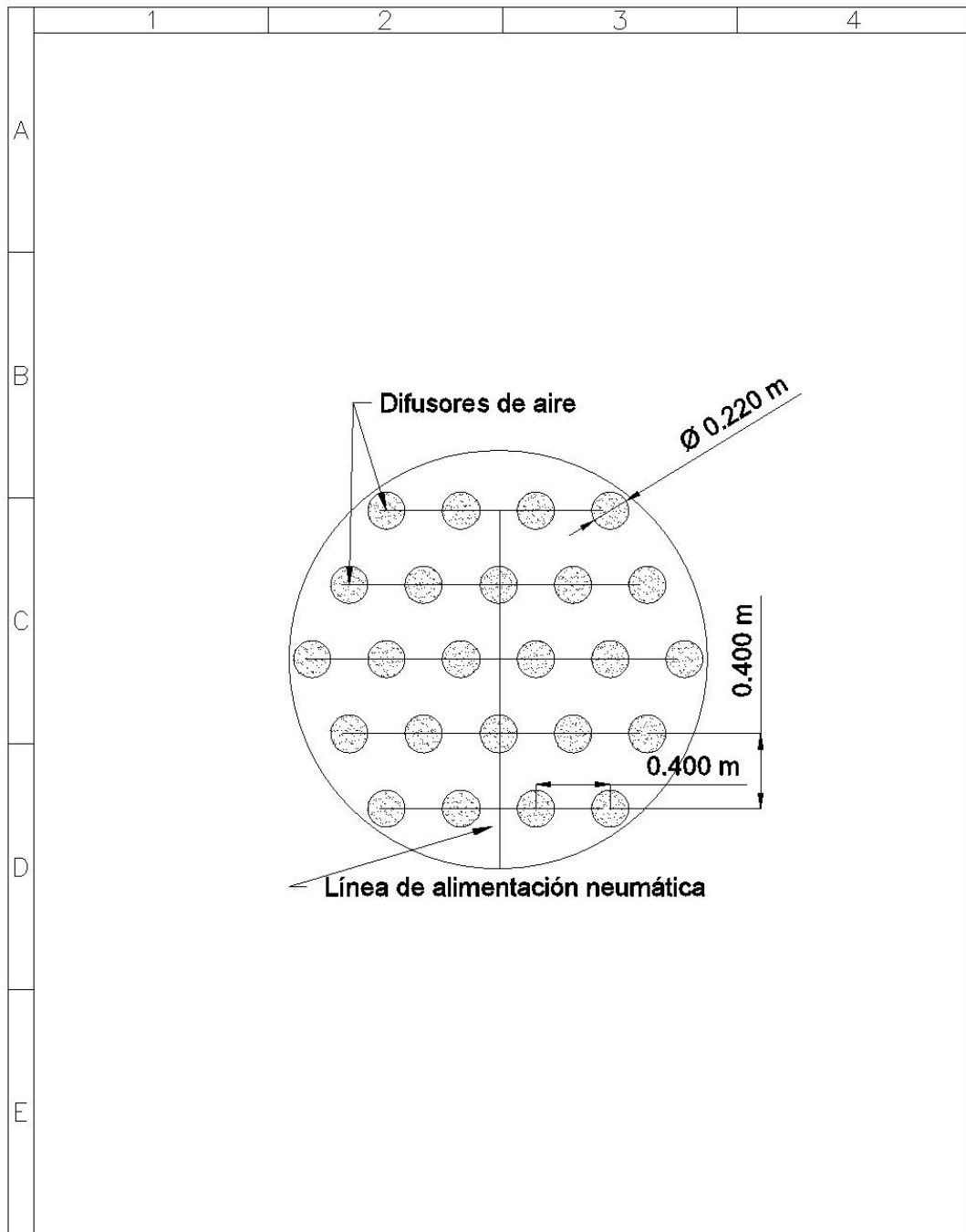
## **PLANOS**



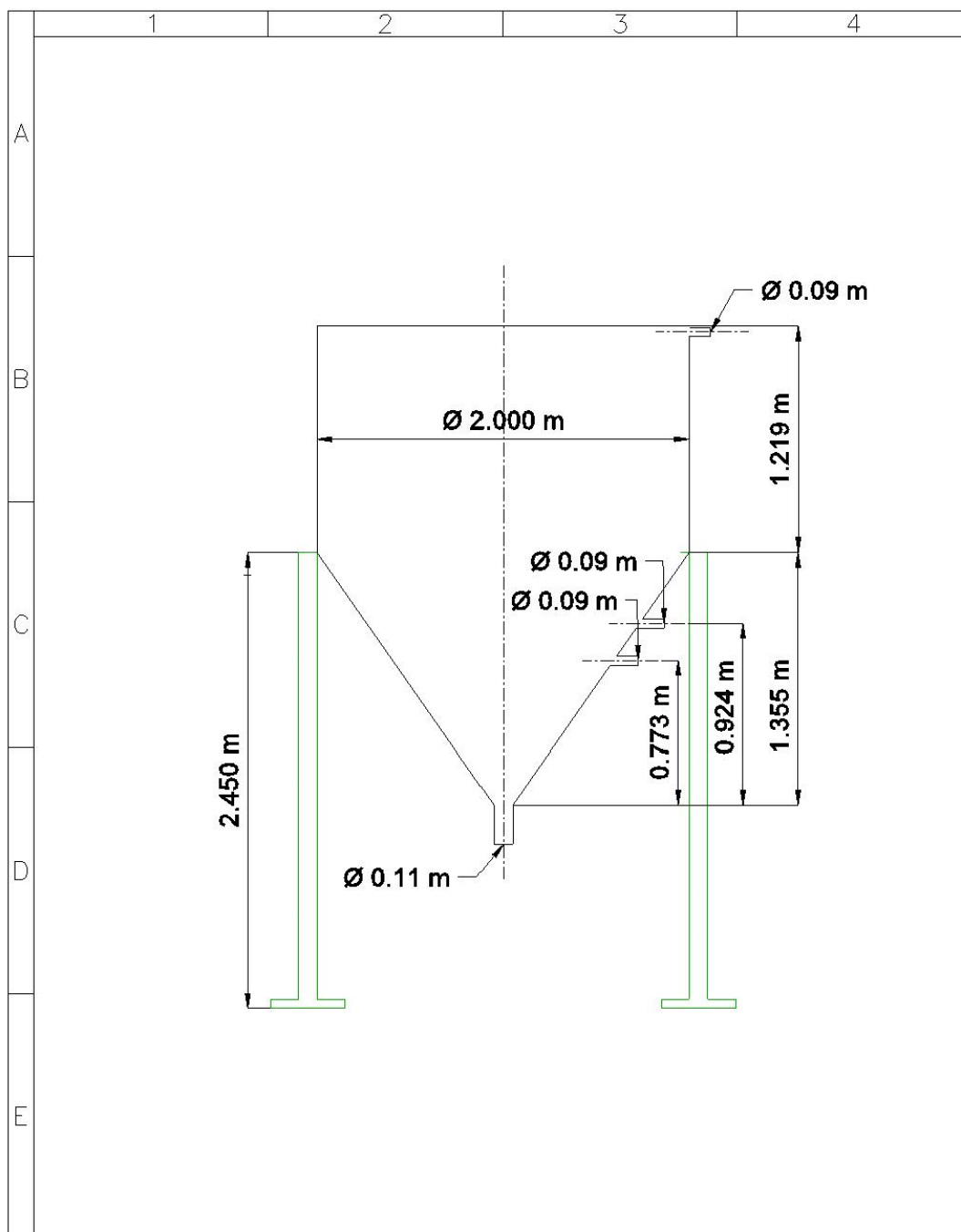




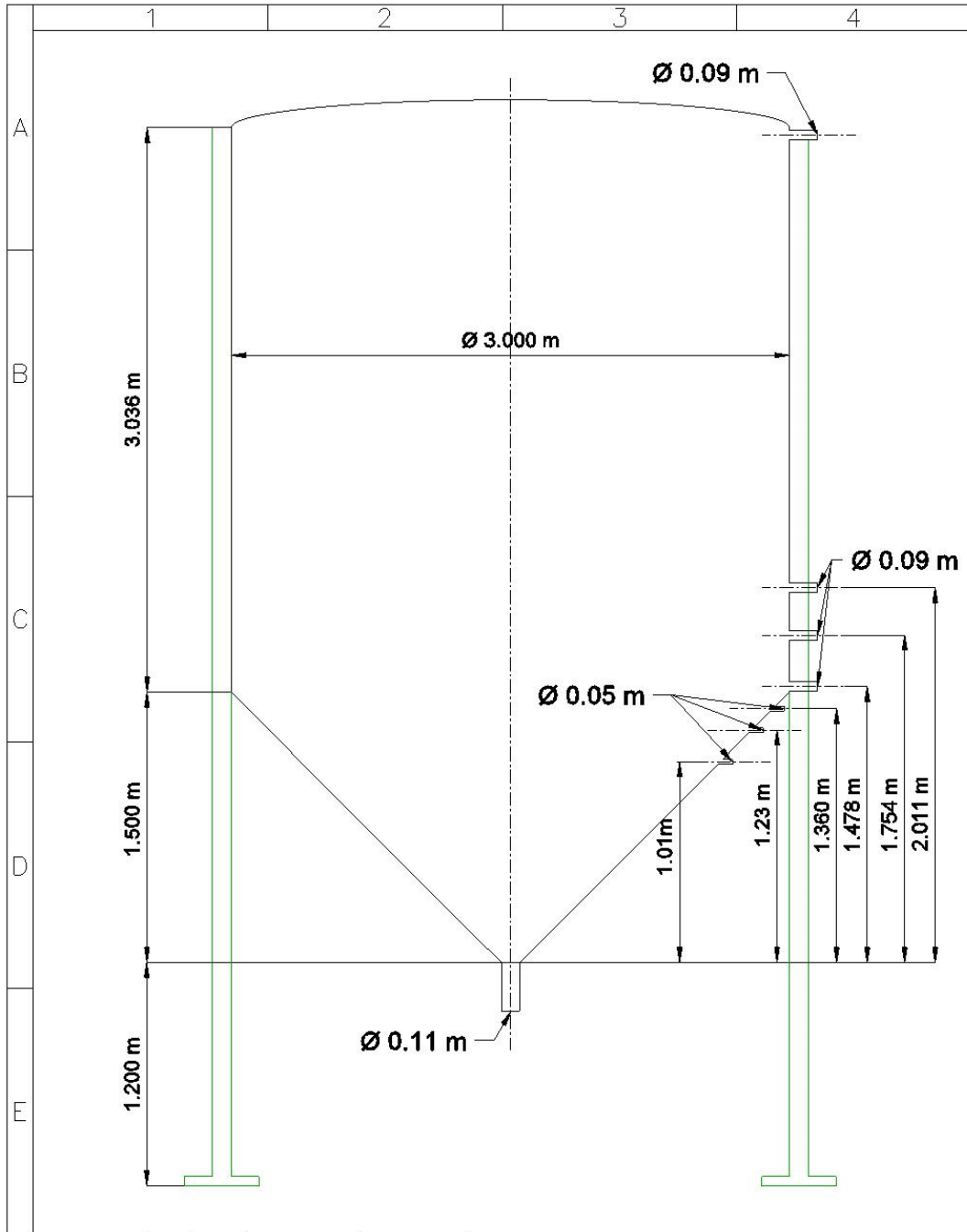
				Tolerancias	(Peso)	Polietileno de baja densidad	
				Fecha	Nombre	Tolva 16.5 m <sup>3</sup> (Oxidación)	Escala: 1:25
				Dib. 05/06/16	Martínez J.		
				Rev. 05/07/16	Ing. Jordán E.		
				Apro. 05/08/16	Tigo. Aldas B.		
				U.T.A. F.I.S.E.I. INDUSTRIAL		001 - 2016	⊕
Modificación	Fecha	Nombre					



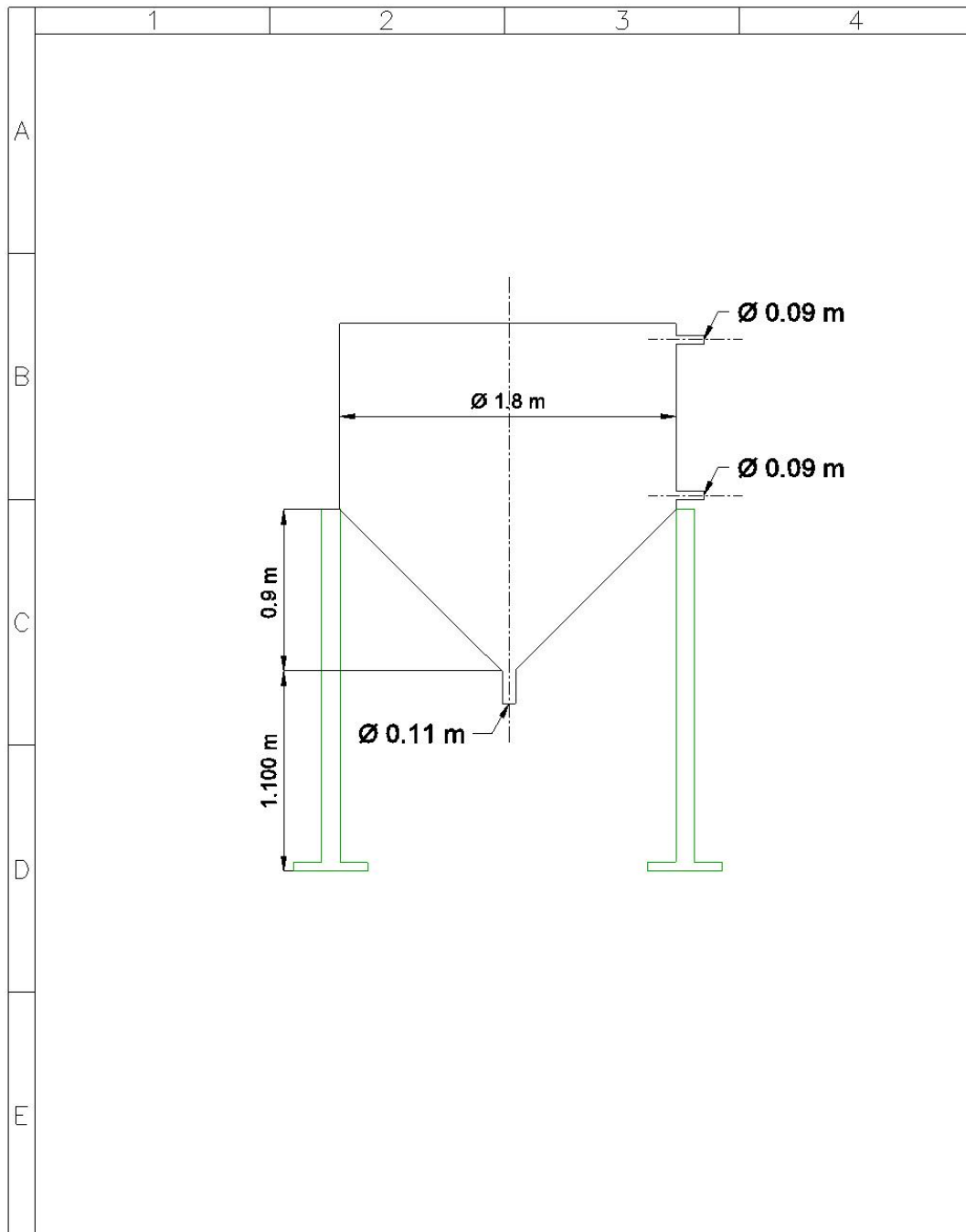
			Tolerancias	(Peso)	Varios	
					Distribución de difusores	Escala: 1:25
			Fecha	Nombre		
			Dib. 05/06/16	Martínez, J.		
			Rev. 05/07/16	Ing. Jordán E.		
			Apro. 05/08/16	Tigo, Aldas B.		
			U.T.A. F.I.S.E.I. INDUSTRIAL		002 - 2016	
Modificación	Fecha	Nombre				



			Tolerancias	(Peso)	<b>Polietileno de baja densidad</b>	
			Fecha	Nombre	<b>Tolva 4.9 m<sup>3</sup> (Precipitación)</b>	Escala: 1:25
			Dib. 05/06/16	Martínez. J.		
			Rev. 05/07/16	Ing. Jordán E.		
			Apro. 05/08/16	Tlgo. Aldas B.		
					<b>003 - 2016</b>	
Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A. F.I.S.E.I. INDUSTRIAL			



			Tolerancias	(Peso)	Polietileno de baja densidad	
			Fecha	Nombre	Tolva 25 m <sup>3</sup> (Precipitación)	Escala: 1:25
			Dib. 05/06/16	Martínez. J.		
			Rev. 05/07/16	Ing. Jordán E.		
			Apro. 05/08/16	Tlgo. Aldas B.		
Modificación	Fecha	Nombre		U.T.A. F.I.S.E.I. INDUSTRIAL	004 - 2016	☉






			Tolerancias	(Peso)	Polietileno de baja densidad	
					Tolva 3 m <sup>3</sup> (Captador)	Escala: 1:25
			Fecha	Nombre		
			Dib. 05/06/16	Martínez. J.		
			Rev. 05/07/16	Ing. Jordán E.		
			Apro. 05/08/16	Tigo. Aldas B.		
			U.T.A. F.I.S.E.I. INDUSTRIAL		005 - 2016	
Modificación	Fecha	Nombre				



## **ANEXOS**



## ANEXO 1: Licencia Ambiental de la empresa Curtiembre Aldas

 GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR  ecuator 

**MINISTERIO DEL AMBIENTE**

**LICENCIA AMBIENTAL NO. 166**

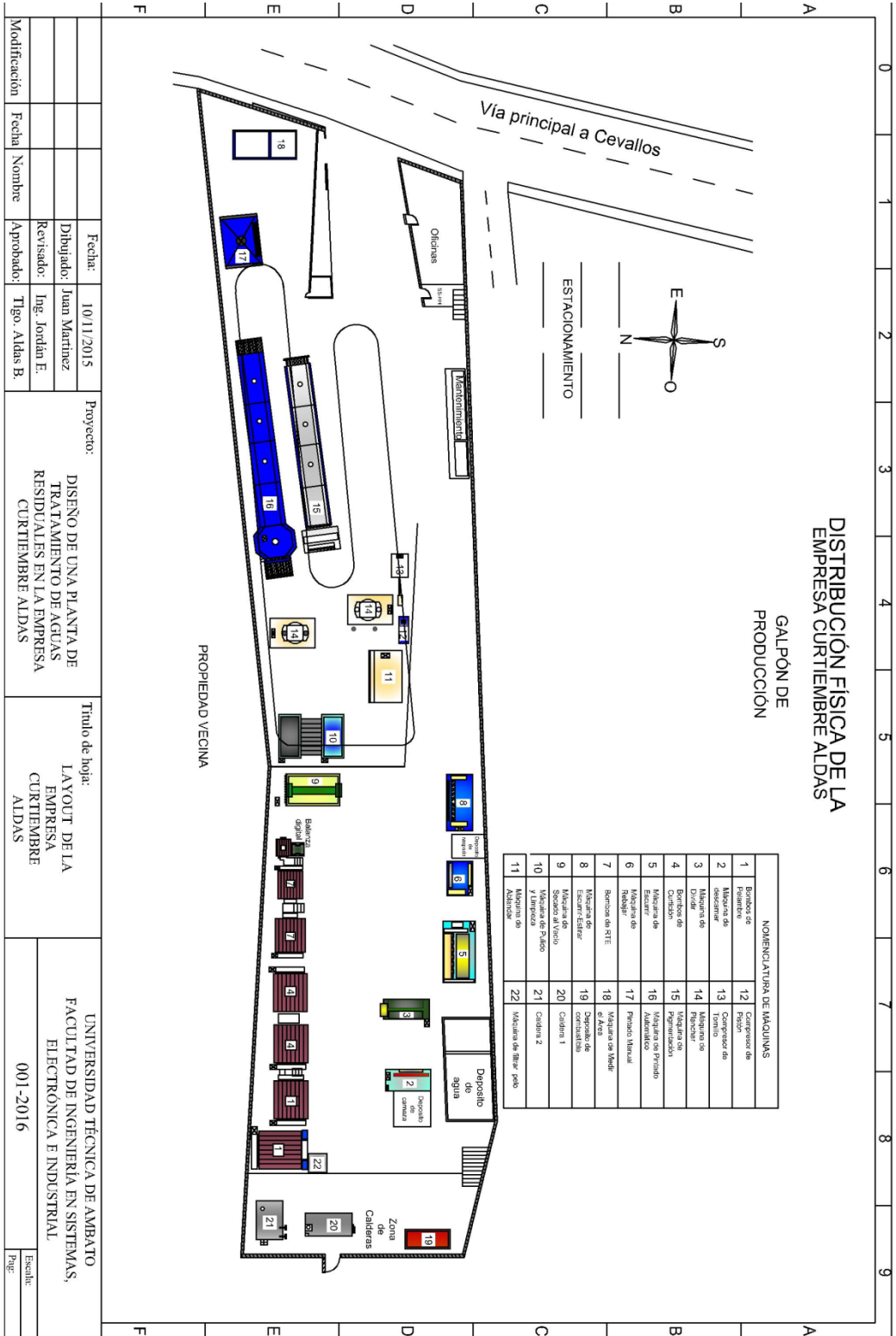
**LICENCIA AMBIENTAL PARA "CURTIEMBRE ALDAS", CANTÓN ÁMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**

El Ministerio del Ambiente en su calidad de Autoridad Ambiental Nacional en estricto cumplimiento de sus responsabilidades establecidas en la Constitución de la República del Ecuador y la Ley de Gestión Ambiental; y, con el objetivo de precautelar el interés público en lo referente a la preservación del Patrimonio Natural del Estado, la prevención de la contaminación ambiental y la garantía del Desarrollo Sustentable, confiere la presente Licencia Ambiental a la "Curtiembre Aldas", en la persona de su representante legal, ubicada en el cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, para que en sujeción al Estudio de Impacto Ambiental expost y estricto cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, proceda a la ejecución del proyecto.

En virtud de lo expuesto, la "Curtiembre Aldas", a través de su representante legal se obliga a:


1. Cumplir estrictamente con lo señalado en el Estudio de Impacto Ambiental Expost y Plan de Manejo Ambiental aprobado.
2. Utilizar en la ejecución del proyecto, procesos, tecnologías y métodos que mitiguen y en la medida de lo posible prevengan los impactos negativos al ambiente.
3. Ser enteramente responsables de las actividades que cumplan sus contratistas o subcontratistas.
4. Comunicar al Ministerio del Ambiente en un plazo no mayor a 24 horas el suceso de eventualidades o contingencias presentadas en la ejecución del proyecto.
5. Comunicar oportunamente al Ministerio del Ambiente sobre la implementación de infraestructura y actividades adicionales, que no estén incluidos en el alcance del estudio, previo a la implementación de los mismos.
6. Remitir el monitoreo semestral de efluentes al Ministerio del Ambiente, conforme los métodos y parámetros establecidos en la normativa ambiental vigente.
7. Presentar al Ministerio del Ambiente una Auditoría Ambiental de Cumplimiento al Plan de Manejo Ambiental un año después de emitida la licencia ambiental y posteriormente, cada dos años según lo determina la Normativa Ambiental Vigente.
8. Proporcionar al Personal Técnico del Ministerio del Ambiente, todas las facilidades para llevar a efecto los procesos de monitoreo, control, seguimiento y cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental aprobado.
9. Cumplir con las ordenanzas locales vigentes y la normativa ambiental específica y nacional.
10. Registrarse como generador de desechos peligrosos, de acuerdo a lo establecido la Normativa Ambiental Vigente.
11. Cancelar sujeto al plazo de duración del proyecto, el pago por servicios administrativos de gestión y calidad ambiental, por seguimiento y control al cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental aprobado, conforme lo establecido en la Normativa Ambiental Vigente.
12. Mantener vigente la Garantía de fiel cumplimiento al Plan de Manejo Ambiental, durante la vida útil del proyecto.
13. Remitir el Informe trimestral de Implementación del Sistema complementario de tratamiento de efluentes, previo a la descarga del cuerpo de agua.

## ANEXO 2: Distribución de Maquinaria




Fecha:	10/11/2015	Proyecto:					
Dibujado:	Juan Martinez	DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA CURTIEMBRE ALDAS					
Revisado:	Inge. Jordan E.	Titulo de hoja:					
Aprobado:	Tigo. Aldas B.	LAYOUT DE LA EMPRESA CURTIEMBRE ALDAS					
Modificación:	Fecha:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRONICA E INDUSTRIAL					
		001-2016					
		Escala:					
		Pag:					


### ANEXO 3: Formula de producción de ribera

<b>CURTIEMBRE ALDÁS</b>									
		José Laureano Aldás Aldás				RUC.: 1801251966001			
Dirección: Parroquia Totoras Barrio Palahua s/n Telf.: (03 2749081)									
<b>CONTROL DE PROCESOS Y REQUISICIÓN DE QUIMICOS</b>								00138	
Tamaño Pielés		Fecha:		Origen:	SERRANO SALADO				
Referencia:		Artículo:		Peso:					
Proveedor:		Código:		Nº de pieles					
OPERACION	°C	PRODUCTO	%	g/Kg.	Tiempo	PH	H. Ini.	H. Final	OBSERVACIONES
Lavado	28	Agua	150						
		Letherpon H	0.1		20				Drenar Rodando
Lavado	28	Agua	150						
		Humectol Rapid	0.1		60'				Drenar Rodando
Remojo	28	Agua	150						
		Humectol Rapid	0.4						
		Verditan CV	0.1						
		Aracit DA	0.1		6 Horas				Ph = 9-9,5 Bme2-3-corte blanco en Drenar rodando
Lavado	28	Agua	150		15'				Drenar rodando muy bien
Pelambre		Agua							
		Riversal LA	0.4						
		Verditan CV	0.2						
		Cal	1		30'		Parar 10'		
		Sulfuro de Sodio	0.5						
		Cal	0.4		30'				
		Sulfuro de Sodio	0.4						
		Cal	0.4		60'				Si desprende el pelo filtrar ok
		Sulfuro de Sodio	0.1						
		Ribersin AZ	0.02						OJO
	Cal	0.5		45'		Parar 30'		Control de depilación	
	Cal	0.7		60'		Parar 30'		Control @ cal en cabezas	
		si no está atravesada la cal rodar 30' más hasta total atravesado							
	28	Agua	50		30'				
		Agua	50		30'				Ver nivel de Agua
		Ajuste nivel agua JUSTO A CUBRIR							
		Auto rueda 15'/2H hasta día siguiente							
		total rodaje 16-18 horas desde pelambre							
		día/siguiente rodar 20'							
Lavados	28	Agua	150		20'				Drenar
	28	Agua	150		20'				Drenar
		sulfato de amonio	0.1						EN EL ULTIMO LAVADO
<b>OPERACIONES MECANICAS</b>									
<b>OPERACIÓN</b>					<b>OBSERVACIONES</b>				
1-.....									
2-.....									
3-.....									
4-.....									
<b>RESPONSABLE</b>					<b>DEP. TECNICO</b>				



### ANEXO 4: Formula de producción de curtido

<b>CURTIEMBRE ALDÁS</b>									
		José Laureano Aldás Aldás			RUC.: 1801251966001				
Dirección: Parroquia Totoras Barrio Palahua s/n Telf.: (03 2749081)									
<b>CONTROL DE PROCESOS Y REQUISICIÓN DE QUIMICOS</b>								0001401	
Artículo:	DESENCALE CURTIDO			Cliente:				Origen:	
Referencia:				Fecha:				Peso:	
Proveedor:				Código:				Nº de pieles	
OPERACION	°C	PRODUCTO	%	g/Kg.	Tiempo	PH	H. Ini.	H. Final	OBSERVACIONES
Lavado	30	Agua	200						
		Sulfato de Amonio	0.1		20'				Drenar
Pre-Desen	30	Agua	100						
		Sulfato de Amonio	0.1		20'				
Desencaleado		Agua del Escurrido							
		Sulfato de Amonio	0.5						
		Bisulfito Sodico	0.4						
		Desencaleante E 93	0.6		15'				
		Decalim Plus	0.2		60'				Control desencaleado Ph = 8,5 - Escurrir
	40	Agua	50						
		Tripson RSTP	0.3		45'				Control rendido y limpieza Drenar rodando
Lavado	fría	Agua	150						Drenar muy bien
Lavado	fría	Agua	150		20'				Drenar muy bien
Piquel	fría	Agua del escurrido							
		Sal	5		15'				Control 7-8° Bé
		Acido Fórmico (1:3)	0.5		30'				
		Acido Sulfúrico (1:10)	0.9		60'				
		Asentante WB	0,05						
		Unix P 48	0.5		60'				
Curtido		Formiato Sódico	0.4		10'				Control de pH 2,5-,2,8 atravesado
		Cromo 33	6		120'				
		Plenatol HBE	0.5		8 Horas				Control pH = 3,7 - 3,9
Si es necesario Ajustar el Baño y el PH.									
CONTROL EBULLICIÓN SI ES O.K									
BOTAR BAÑO y descargar pieles									
OPERACIONES MECANICAS									
OPERACIÓN					OBSERVACIONES				
1-.....									
2-.....									
3-.....									
4-.....									
5-.....									
6-.....									
7-.....									
RESPONSABLE					DER TECNICO				

## ANEXO 5: Formula de producción de RTE

 <b>CURTIEMBRE ALDÁS</b>		José Laureano Aldás Aldás      RUC.: 1801251966001 Dirección: Parroquia Totoras Barrio Palahua s/n Telf.: (03 2749081)								
CONTROL DE PROCESOS Y REQUISICIÓN DE QUIMICOS <b>01119</b>										
ARTICULO:	GEMMA PLENA FLOR	Cliente:								
Referencia:		Fecha:								
Proveedor:		Código:	Nº de pieles							
OPERACION	PRODUCTO	%	g/Kg.	Tiempo	°C	PH	H. Ini.	H. Final	OBSERVACIONES	
Lavado	Agua	200			20°C					
	Acido Fórmico	0,2		20 min.					Escurrir	
Recromado	Agua	50			40°C					
	Anilina	1		10 min.						
	Unix P 48, (1:3)	1		5 min.						
	Trupotan NCR	3		45 min.						
	Sal de Cromo de 33°Sh	3								
	RETANAL CNE	3		45 min.		-----				
	Formiato sódico	1,5		30 min.					Control PH y agotamiento Escurrir	
Neutralizado	Agua	100								
	Formiato sódico	1,5		30 min.	30°C					
	Retanal NS	1,5		60 min.		-----			control PH 4.2 y corte	
	Bicarbonato sódico, (1:10)	0,2		30 min.					control PH = 4.2 - 4.4 Escurrir Baño	
Lavado	Agua	200		20 min.	20°C				Escurrir Baño	
RTE	Agua	50°C		5 min.	30°C					
	Trupotan TBD	1								
	Retanal RCN-40 (1/3)	3		20 min.						
	Retanal A-4	1.5		10 min.						
	Retanal DC	4								
	Retanal BD	3								
	Trupotan TCH	3								
	Anilina	1.5								
	Bio - 08	3								
	Extracto de mimosa	3								
	Retanal A-4	1		90 min.					control atravesado control de PH y agotamiento	
	Engrase	Agua	100			60°C				
		Densotan A	0,2		5 min.					
Retanal PR 165		2		20 min.						
Fosfol SC 10		2								
Solfenal PB 140		0,5								
Fosfol 70		3								
Unix f 528		2								
Sulphiral EG - 60 - SAM		1		40 min.						
Retanal RST		3		30 min.					control de PH y agotamiento	
Acido formico (1:5)		0,7		10 min.						
Acido formico (1:5)	0,5		20 min.					control de agotamiento		
Retanal Ac	0,5		30 min.							
Lavado	Agua	150		10 min.					Reposar en caballete	
Escurrir estirar y secar al vacío 60 °C y 120 seg. de retención, secar al aire										
OPERACIONES MECANICAS										
OPERACIÓN					OBSERVACIONES					
1-.....										
2-.....										
3-.....										
4-.....										
RESPONSABLE					DER. TECNICO					

## ANEXO 6: Análisis físico químico del agua antes de ingresar al proceso

 <b>LABCESTTA</b> Tecnología & Soluciones SGC	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b>  Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR	 <b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b> N° OAE LE 2C 06-008
---	--	---

**INFORME DE ENSAYO No:** 1213  
**ST:** 13 – 622 ANÁLISIS DE AGUAS

**Nombre Peticionario:** Curtiembre Aldas  
**Atn.** Sr. Laureano Aldas  
**Dirección:** Parroquia Totoras , km. 10 Principal s/n , Vía Cevallos  
**FECHA:** 11 de Julio del 2013  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2013 / 07 / 03 – 12:45  
**FECHA DE MUESTREO:** 2013 / 07 / 03 - 09:00  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2013 / 07 / 03 - 2013 / 07 / 11  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua de riego  
**CÓDIGO LABCESTTA:** LAB-A 1898-13  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** NA  
**PUNTO DE MUESTREO:** Grifo de ingreso a la empresa  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Físico-Químico, microbiológico.  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Byron Aldas  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:** T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C



### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 APHA 4500- H <sup>+</sup>	Unidades de pH	7,69	5-9	±0,15
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 APHA 2540 F	ml/L	0,2	20	-
Sólidos Suspendedos	PEE/LABCESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	< 50	220	±20%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	18	250	±40%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	46	500	±20%
Dureza Total	PEE/LABCESTTA/40 APHA 3240 C	mg/L	158	-	±5%
Turbidez	PEE/LABCESTTA/43 EPA 180.1	NTU	0,98	-	±24%
*Color	PEE/LABCESTTA/61 APHA 2120-C	Pt/Co	13,48	-	-
Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/48 APHA, 9222 D y 9221	UFC/100ml	230	-	±20%
Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/47 APHA 9222 B	UFC/100ml	367	-	±20%
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 APHA 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E	mg/L	70	400	±7%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
**MC01-14**

Página 1 de 2  
 Edición 2

## ANEXO 7: Análisis físico químico del efluente de pelambre 2012

 <b>LABCESTTA</b> Tecnología & Soluciones  SGC	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b>  Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 <b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>RIOBAMBA - ECUADOR</b>	 <b>ENSAYOS</b> No OAE LE 2C 06-008
---	---	--

<b>INFORME DE ENSAYO No:</b>	0524
<b>ST:</b>	12 – 0258 ANÁLISIS DE AGUAS
<b>Nombre Peticionario:</b>	CURTIEMBRE ALDAS
<b>Atm:</b>	Sr. Laureano Aldas
<b>Dirección:</b>	Km. 10 Principal sn y vía a Cevallos
<b>FECHA:</b>	18 de Mayo del 2012
<b>NUMERO DE MUESTRAS:</b>	1
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	2012 / 05 / 11 – 15:08
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2012 / 05 / 11 – 14:00
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2012 / 05 / 11 - 2012 / 05 / 18
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Aguas Industriales
<b>CÓDIGO LAB-CESTTA:</b>	LAB-A 0776-12
<b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b>	M1
<b>PUNTO DE MUESTREO:</b>	MUESTRA DE PELAMBRE
<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico- Químico
<b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b>	Ing. Patricio Romero
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b>	T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C



### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LAB-CESTTA/05 APHA 4500 H <sup>-</sup>	----	12.48	5-9	± 0.15
*Sólidos Sedimentables	PEE/LAB-CESTTA/56 APHA 2540 D	ml/L	140	1.0	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/LAB-CESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	>5000	100	± 15%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	49200	250	±3%
Sólidos Suspendidos Totales	PEE/LAB-CESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	15800	100	± 6%
*Sulfuros	PEE/LAB-CESTTA/19 APHA 4500 S <sup>2-</sup>	mg/L	1142	0.5	-
*Aceites y Grasas	PEE/LAB-CESTTA/42 APHA 5520 C	mg/L	2097.6	0.3	-
Sulfatos	PEE/LAB-CESTTA/18 APHA 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E	mg/L	2647	1000	± 14%
*Carbonatos	PEE/LAB-CESTTA/43 Volumétrico	mg/L	3690	-	-
*Color	PEE/LAB-CESTTA/61 APHA 2120 C	Unidades de Color	76000	Inapreciable en dilución 1/20	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
 MC01-14

Página 1 de 2  
Edición 1

## ANEXO 8: Análisis físico químico del efluente de pelambre antes del filtro de pelo

 <b>LABCESTTA</b> Tecnología & Soluciones SGC	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b>  Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR	 <b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b> N° OAE LE 2C 06-008
---	--	---

<b>INFORME DE ENSAYO No:</b>	2063
<b>ST:</b>	13 - 1008 ANÁLISIS DE AGUAS
<b>Nombre Peticionario:</b>	CURTIEMBRE ALDAS
<b>Atn.</b>	Sra. Laureano Aldas
<b>Dirección:</b>	Parroquia Totoras, km 10 Principal s/n vía a Cevallos
<b>FECHA:</b>	31 de Octubre del 2013
<b>NUMERO DE MUESTRAS:</b>	1
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	2013 / 10 / 22 17:00
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2013 / 10 / 22 08:00
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2013 / 10 / 22 - 2013 / 10 / 31
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua Descarga
<b>CÓDIGO LABCESTTA:</b>	LAB-A 3495-13
<b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b>	NA
<b>PUNTO DE MUESTREO:</b>	Punto 1 pelambre 1
<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico - Químico.
<b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b>	Ing. Byron Aldas
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b>	T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	12,17	5-9	±0,15
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 Standard Methods No. 2540 F	ml/L	3,5	20	-
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	4750	220	±10%
*Sulfuros	PEE/LABCESTTA/ 19 Standard Methods No 4500-S <sup>2-</sup>	mg/L	205,5	1,0	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	16760	500	±3%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	>5000	250	±15%
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	97,5	100	±1%
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 Standard Methods No 4500-SO <sup>2</sup> 4 E	mg/L	1300	400	±7%
*Carbonatos	Volumétrico	mg/L	5620	0,1	-
*Color	PEE/LABCESTTA/61 Standard Methods No. 2120 - C	UTC	1954,20	-	-
*Cromo Hexavalente	PEE/LABCESTTA 32 EPA 7196	mg/L	< 0,02	0,5	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados



MC01-14

Página 1 de 2

Edición 2



## ANEXO 9: Análisis físico químico del efluente de pelambre después del filtro de pelo

 <b>LABCESTTA</b> Tecnología & Soluciones SGC	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b>  Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR	 <b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b> N° OAE LE 2C 06-008
---	--	---

<b>INFORME DE ENSAYO No:</b>	1814
<b>ST:</b>	13 – 897 ANÁLISIS DE AGUAS
<b>Nombre Peticionario:</b>	CURTIEMBRE ALDAS
<b>Atn.</b>	Sr. Laureano Aldas
<b>Dirección:</b>	Parroquia Totoras, km. 10 Principal s/n via a Cevallos.
<b>FECHA:</b>	27 de Septiembre de 2013
<b>NUMERO DE MUESTRAS:</b>	1
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	2013 / 09 / 18 – 17:00
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2013 / 09 / 18 12:30
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2013 / 09 / 18 - 2013 / 09 / 27
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua de curtiembre
<b>CÓDIGO LABCESTTA:</b>	LAB-A 3091-13
<b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b>	NA
<b>PUNTO DE MUESTREO:</b>	Muestra pelambre después del filtro
<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico-Químico.
<b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b>	Sr. Laureano Aldas
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b>	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

### RESULTADOS ANALÍTICOS:



PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 APHA 4500- H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	11,97	-	±0,15
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 APHA 2540 F	ml/L	3	-	-
Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	>5000	-	±15%
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 APHA 5520 B	mg/L	86,2	-	±1%
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 APHA 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E	mg/L	575	-	±7%
*Carbonatos	Volumétrico	mg/L	1380	-	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	20320	-	±3%
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	7100	-	±10%
*Sulfuros	PEE/LABCESTTA/19 APHA 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	79,9	-	-
*Color	PEE/LABCESTTA/61 APHA 2120-C	Pt/Co	3971,35	-	-
*Cromo Hexavalente	PEE/LABCESTTA/32 Ed.22-2012	mg/L	0,31	-	-
Cromo Total	PEE/LABCESTTA/28 APHA 3030 B, 3111 B	mg/L	0,54	-	±18%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 2  
Edición 2

## ANEXO 10: Análisis físico químico del efluente curtido

 <p><b>LABCESTTA</b> Tecnología &amp; Soluciones SGC</p>	<p><b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b></p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p><b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b> N° OAE LE 2C 06-008</p>
---	---	--

<b>INFORME DE ENSAYO No:</b>	1685
<b>ST:</b>	13 – 833 ANÁLISIS DE AGUAS
<b>Nombre Peticionario:</b>	CURTIEMBRE ALDAS
<b>Atn.</b>	Sr. Laureano Aldas
<b>Dirección:</b>	Parroquia Totoras, Km 10 principal s/n, Vía a Cevallos
<b>FECHA:</b>	10 de Septiembre del 2013
<b>NUMERO DE MUESTRAS:</b>	1
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	2013 / 08 / 30 17:00
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2013 / 08 / 30 11:00
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2013 / 08 / 30 - 2013 / 09 / 10
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua de curtiembre
<b>CÓDIGO LABCESTTA:</b>	LAB-A 2779-13
<b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b>	NA
<b>PUNTO DE MUESTREO:</b>	Muestra de Curtido
<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico - Químico
<b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b>	Sr. Byron Aldas
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b>	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C



### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 APHA 4500- H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	4,63	-	±0,10
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 APHA 2540 F	ml/L	1	-	-
Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	2200	-	±15%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	5160	-	±3%
Sólidos Suspendedos	PEE/LABCESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	590	-	±10%
*Sulfuros	PEE/LABCESTTA/19 APHA 4500-S <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	0,7	-	-
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 APHA 5520 B	mg/L	28,7	-	±5%
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 APHA 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E	mg/L	16000	-	±7%
*Carbonatos	Volumétrico	mg/L	<10	-	-
*Color	PEE/LABCESTTA/61 APHA 2120-C	Pt/Co	2261,00	-	-
*Cromo Hexavalente	PEE/LABCESTTA/32 Ed.22-2012	mg/L	0,16	-	-
Cromo Total	PEE/LABCESTTA/28 APHA 3030 B, 3111 B	mg/L	776,00	-	±6%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
MC01-14

Página 1 de 2  
Edición 2

## ANEXO 11: Análisis físico químico de efluente a salida al alcantarillado público 2013

 <b>LABCESTTA</b> Tecnología & Soluciones SGC	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b>  Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH <b>FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</b>	 <b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b> N° OAE LE 2C 06-008
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 1213  
ST: 13 – 622 ANÁLISIS DE AGUAS

Nombre Peticionario: Curtiembre Aldas  
 Atn. Sr. Laureano Aldas  
 Dirección: Parroquia Totoras , km. 10 Principal s/n , Vía Cevallos  
 FECHA: 11 de Julio del 2013  
 NUMERO DE MUESTRAS: 1  
 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013 / 07 / 03 – 12:45  
 FECHA DE MUESTREO: 2013 / 07 / 02 - 16:30  
 FECHA DE ANÁLISIS: 2013 / 07 / 03 - 2013 / 07 / 11  
 TIPO DE MUESTRA: Agua ~ compuesto (Toma de muestra de 1 día completo)  
 CÓDIGO LABCESTTA: LAB-A 1897-13  
 CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA  
 PUNTO DE MUESTREO: Salida al alcantarillado  
 ANÁLISIS SOLICITADO: Físico-Químico, microbiológico.  
 PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Byron Aldas  
 CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 APHA 4500- H <sup>+</sup>	Unidades de pH	11,15	5-9	±0,15
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 APHA 2540 F	ml/L	25	20	-
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	2020	220	±10%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	3100	250	±15%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	5600	500	±3%
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 APHA 5520 B	mg/L	50,0	100	±3%
*Cromo Hexavalente	PEE/LABCESTTA/32 Ed.22-2012	mg/L	0,246	0,5	-
Cromo Total	PEE/LABCESTTA/28 APHA 3030 B, 3111 B	mg/L	12,65	-	±6%
Tensoactivos	PEE/LABCESTTA/44 APHA 5540 C	mg/L	2,35	2,0	±15%
*Sulfuros	PEE/LABCESTTA/19 APHA 4500-S <sub>2</sub> <sup>-4</sup>	mg/L	38,95	1,0	-
Nitratos	PEE/LABCESTTA/16 APHA 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> A	mg/L	105,81	-	±22%
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 APHA 4500-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> E	mg/L	950	400	±7%
Fenoles	PEE/LABCESTTA/14 APHA 5530 C	mg/L	0,110	0,2	±7%



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 2  
Edición 2

## ANEXO 12: Análisis físico químico de efluente a salida al alcantarillado público 2014

 <b>LABCESTTA</b> Tecnología & Soluciones SGC	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</b>  Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR	 <b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b> N° OAE LE 2C 06-008
---	--	---

<b>INFORME DE ENSAYO No:</b>	537
<b>ST:</b>	14 – 197 ANÁLISIS DE AGUAS
<b>Nombre Peticionario:</b>	CURTIEMBRE ALDAS
<b>Atn.</b>	José Laureano Aldas
<b>Dirección:</b>	Ambato – Totoras- Barrio Palahua
<b>FECHA:</b>	16 de Abril del 2014
<b>NUMERO DE MUESTRAS:</b>	1
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	2014 / 04 / 02 – 11:00
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2014 / 04 / 01 – 16:00
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2014 / 04 / 02 – 2014 / 04 / 16
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua residual
<b>CÓDIGO LABCESTTA:</b>	LAB-A -447-14
<b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b>	NA
<b>PUNTO DE MUESTREO:</b>	Salida a la alcantarilla
<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico – Químico.
<b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b>	Byron Aldas.
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b>	T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	11,34	-	±0,15
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 Standard Methods No. 2540 F	ml/L	30	-	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	503	-	±3%
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	930	-	±10%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	225	-	±20%
Sulfuros	PEE/LABCESTTA/ 19 Standard Methods No 4500-S <sup>2-</sup> C y D	mg/L	274	-	±5%
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 Standard Methods No 4500-SO <sup>2-</sup> 4 E	mg/L	325	-	±7%
*Carbonatos	Volumetrico	mg/L	700	-	-
Color	PEE/LABCESTTA/61 Standard Methods No. 2120 – C	Pt/Co	1473,02	-	±4%
Cromo Total	PEE/LABCESTTA/ 28 Standard Methods No. 3030 B, 3111 B	mg/L	2,55	-	±6%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
**MC01-14**

Página 1 de 2  
 Edición 2

## ANEXO 13: Análisis físico químico de efluente a salida al alcantarillado público 2015

	<p align="center"><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p align="center"><b>DEPARTAMENTO : LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</b></p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
---	---	--

<b>INFORME DE ENSAYO No:</b>	1543
<b>ST:</b>	544 – 15 ANÁLISIS DE AGUAS
<b>Nombre Peticionario:</b>	CURTIEMBRE ALDAS
<b>Atn.</b>	Laureano Aldas
<b>Dirección:</b>	Totoras, Barrio Palahua Ambato-Tungurahua
<b>FECHA:</b>	26 de Octubre del 2015
<b>NUMERO DE MUESTRAS:</b>	1
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	2015/10/16 – 17:00
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2015/10/16 – 06:00/14:00
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2015/10/16 – 2015/10/26
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua residual muestra compuesta
<b>CÓDIGO LABCESTTA:</b>	LAB-A 1151-15
<b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b>	A-1
<b>PUNTO DE MUESTREO:</b>	Descarga de la PTAR 17M767606/9853642
<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico-Químico
<b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b>	Junior Calderón
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b>	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	9,60	±0,2	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	>1500	±8%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	3600	±15%	-
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	1680	±11%	-
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 Standard Methods No. 2540 F	ml/L	8	-	-
Tensoactivos	PEE/LABCESTTA/44 Standard Methods No. 5540 C	mg/L	2,37	±7%	-
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	10,6	±9%	-
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 Standard Methods No 4500-SO <sup>2</sup> 4 E	mg/L	>200	±8%	-
Sulfuros	PEE/LABCESTTA/ 19 Standard Methods No 4500-S <sup>2-</sup> C y D	mg/L	> 9,9	±5%	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
MC01-14

Página 1 de 2  
Edición 5


 <p><b>CESTTA</b> SGC</p>	<p align="center"><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p align="center"><b>DEPARTAMENTO : LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</b></p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de <b>Acreditación</b> Ecuatoriano</p> <p><b>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</b></p>
--	---	--

Cromo Total	PEE/LABCESTTA/ 28 Standard Methods No. 3030 B, 3111 B	mg/L	>4	±10%	-
Cromo Hexavalente	PEE/LABCESTTA 32 Standard Methods No 3500 -Cr B	mg/L	0,030	±17%	-
Color	PEE/LABCESTTA/61 Standard Methods No. 2120 - C	Pt/Co	310,89	±4%	-
*Caudal	Volumétrico	L/s	3,2	-	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.
- Los análisis marcados con (\*) no están dentro del alcance de acreditación de SAE.
- Agua de los procesos de teñido, pelambre, curtido.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

  
**Dr. Mauricio Álvarez**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

**LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL  
E INSPECCION  
LAB - CESTTA  
ESPOCH**

## ANEXO 14: Análisis físico químico de efluente a salida al alcantarillado público 2016

 <p><b>CESTTA</b> SGC</p>	<p><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p>DEPARTAMENTO : <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</b></p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 <b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b></p>
--	--	---

<b>INFORME DE ENSAYO No:</b>	418
<b>ST:</b>	260- 16 ANÁLISIS DE AGUAS
<b>Nombre Peticionario:</b>	CURTIEMBRE ALDAS
<b>Atn.</b>	Laureano Aldas
<b>Dirección:</b>	Parroquia Totoras vía a Cevallos (a 200m. del Hospital tipo B) Ambato - Tungurahua
<b>FECHA:</b>	12 de Abril del 2016
<b>NUMERO DE MUESTRAS:</b>	1
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	2016/04/01 – 16:30
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2016/04/01 – 07:55
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2016/04/01 – 2016/04/12
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua descarga
<b>CÓDIGO LABCESTTA:</b>	LAB-A 348-16
<b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b>	A-1
<b>PUNTO DE MUESTREO:</b>	Descarga de aguas residuales de Planta de tratamiento 17M 767359/9853723
<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico-Químico
<b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b>	Junior Calderón
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b>	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
*Caudal	Volumétrico	L/s	1,8	-	-
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	9,29	± 0,2	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	3680	±6%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	2200	±15%	-
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	1300	±11%	-
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 Standard Methods No. 2540 F	ml/L	30	-	-
Tensoactivos	PEE/LABCESTTA/44 Standard Methods No. 5540 C	mg/L	8,75	±7%	-
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	19,7	±6%	-
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 Standard Methods No 4500-SO <sup>2</sup> 4 E	mg/L	>200	±8%	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
MC01-14

Página 1 de 2  
Edición 5

	<p align="center"><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p align="center"><b>DEPARTAMENTO : LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</b></p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de <b>Acreditación</b> Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 <b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b></p>
---	---	--

Sulfuros	PEE/LABCESTTA/ 19 Standard Methods No 4500-S <sup>2-</sup> C y D	mg/L	>9,9	±5%	-
Cromo Total	PEE/LABCESTTA/ 28 Standard Methods No. 3030 B, 3111 B	mg/L	>4	±10%	-
Cromo Hexavalente	PEE/LABCESTTA 32 Standard Methods No 3500 –Cr B	mg/L	0,037	±15%	-
Color	PEE/LABCESTTA/61 Standard Methods No. 2120 – C	Pt/Co	>500	±4%	-

**OBSERVACIONES:**


- Muestra transportada en refrigeración.
- Muestra compuesta.
- Los parámetros marcados con (\*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**


  
**Dr. Mauricio Alvarez**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
 E INSPECCION  
 LAB - CESTTA  
 ESPOCH




## ANEXO 15: Análisis físico químico de efluente homogenizado sin tratamiento




**Lacquanálisis S.A.**  
soluciones ambientales




Cumplimos y colaboramos con la legislación vigente




Respetamos la confidencialidad y el respeto




Pensamos en el futuro de nuestros hijos



Contribuimos a la protección del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Análisis de agua confiable

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"  
www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS

<b>LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN</b>  Nº OAE LE C 11-010	<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>Versión:</b> 7
	<b>CLIENTE:</b>	CURTIDURÍA ALDAS	<b>Pág.</b> 1 de 1
	<b>REPRESENTANTE:</b>	Sr. Lauriano Aldas	<b>Código:</b> REG TEC 018
	<b>DIRECCION:</b>	Parroquia Totoras, Palahua	<b>Fecha formato:</b> 26/03/2014
	<b>TELEFONO:</b>	03 2748211	<b>NUMERO DE INFORME:</b>
	<b>CELULAR:</b>	09 94968591	LACQUA 15- 1 3 0 9
<b>e - mail:</b>			

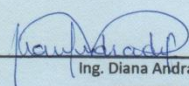
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>HUMEDAD (%):</b> 47	<b>TEM. AMBIENTE(°C):</b> 20
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua residual descarga final proceso Pelambre, Curtido y Teñido	
<b>RESPONSABLE MUESTREO:</b>	Cliente	<b>FECHA TOMA DE MUESTRA:</b> 16 de Octubre del 2015
<b>TIPO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Compuesta	
<b>FECHA DE ANALISIS:</b>	Desde el 19 al 26 de Octubre del 2015	
<b>FECHA EMISION DE INFORME:</b>	26 de Octubre del 2015	

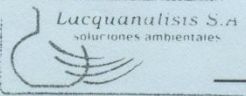
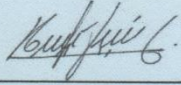
### INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LIM. MAX <sup>#</sup>	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cromo Total*	mg/l	15,20	-----	PRO TEC 040 / APHA 3111 B	± 10,31 %
DQO	mg/l	11128	500	PRO TEC 014/HACH 8000	± 14,1 %
DBO5**	mg/l	7933	250	PRO TEC 030 / APHA 5220 B	-----
Sólidos Suspendidos	mg/l	1168	220	PRO TEC 029 / APHA 2540 D	± 8,38 %
Sulfuros*	mg/l	161,400	1	PRO TEC 042 / APHA 4500 S E	± 4,74 %


<sup>#</sup> Norma de Referencia: TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 9  
 \* Parámetro acreditado  
 \*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:  
 Certificado: N/A

**PERSONAL RESPONSABLE:**

  
 Ing. Diana Andrade  
**ANALISTA**

  
  
 Dr. Harold Jiménez  
**DIRECTOR TECNICO**

**NOTA:**  
 El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio



Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com

## ANEXO 16: Ficha técnica del difusor de aire utilizado en el estudio



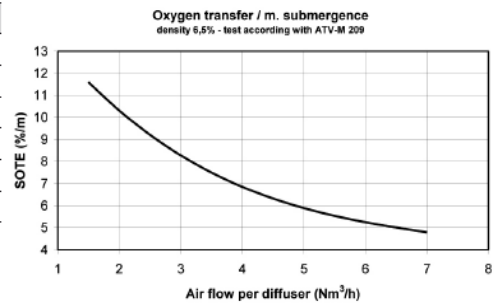
### Disc diffusers "OXYPLATE 9" Membrane: Silicone - Perforation: Fine bubble

Dimensions		
External diffuser diameter	mm	270
Active surface diameter	mm	220
Membrane thickness	mm	2,0±0,15
Active surface	m <sup>2</sup>	0,038
Orifice	mm	6
Threaded connection		¾" NPT
Weight	Kg	0,7

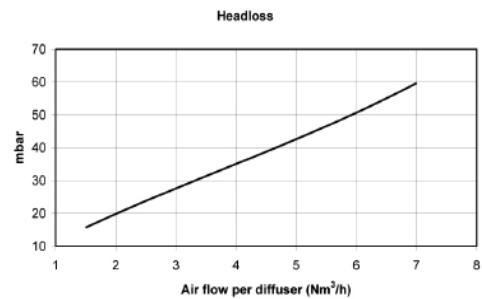


Performances		
Min. operating flow	Nm <sup>3</sup> /h	1,5
Max. operating flow	Nm <sup>3</sup> /h	7
Max. overload flow*	Nm <sup>3</sup> /h	10
Operating temperature	°C	0-100
Operation mode	Intermittent / continuous	
Application	Municipal & industrial	

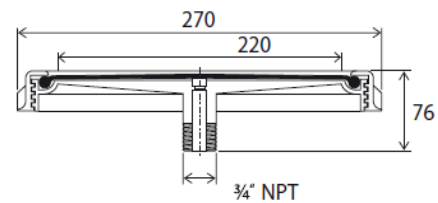
\* max. 10 min. for membrane cleaning, test etc..



Materials	
Membrane	Silicone
Support	PP GF 30
Ring nut	PP GF 30



Membrane Features		
Density (ISO 2781)	g/cm <sup>3</sup>	1,16±0,03
Hardness (ISO 53505)	Shore A	60±5
Tensile strength	MPa	> 9,0
Tear resistance	N/mm	> 35,0
Elongation (ISO 37)	%	> 600
Tension set (ISO 2285) 24h at 100% extension	%	< 5,0



**ANEXO 17: Análisis físico químico de efluente de pelambre sin tratamiento**

 <p><b>CESTTA</b> SGC</p>	<p><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p><b>DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</b></p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>
--	--

<b>INFORME DE ENSAYO No:</b>	757
<b>ST:</b>	461 – 16 ANÁLISIS DE AGUAS
<b>Nombre Peticionario:</b>	CURTIEMBRE ALDAS
<b>Atn.</b>	Laureano Aldas
<b>Dirección:</b>	Parroquia Totoras Ambato - Tungurahua
<b>FECHA:</b>	01 de Julio del 2016
<b>NUMERO DE MUESTRAS:</b>	1
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	2016/06/21 – 12:00
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	2016/06/21 – 10:00
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	2016/06/21 – 2016/07/01
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua residual
<b>CÓDIGO CESTTA:</b>	LAB-A 681-16
<b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b>	Pelambre sin tratamiento
<b>PUNTO DE MUESTREO:</b>	A pie de bombo
<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Sulfuros
<b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b>	Juan Martínez
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b>	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

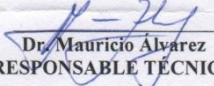
**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Sulfuros	PEE/CESTTA/ 19 Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500-S <sup>2</sup> - CyD	mg/L	531,9	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en el laboratorio.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

  
**Dr. Mauricio Alvarez**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

**ANEXO 18:** Análisis físico químico de efluente de pelambre 80 minutos de oxidación



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :  
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183

**INFORME DE ENSAYO No:** 757  
**ST:** 461 – 16 ANÁLISIS DE AGUAS  
**Nombre Peticionario:** CURTIEMBRE ALDAS  
**Atn.** Laureano Aldas  
**Dirección:** Parroquia Totoras  
 Ambato - Tungurahua

**FECHA:** 01 de Julio del 2016  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2016/06/21 – 12:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2016/06/21 – 10:00  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2016/06/21 – 2016/07/01  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual  
**CÓDIGO CESTTA:** LAB-A 682-16  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** Pelambre 80 min de oxidación  
**PUNTO DE MUESTREO:** A pie de bombo  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Sulfuros  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Juan Martínez  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:** T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Sulfuros	PEE/CESTTA/ 19 Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500-S <sup>2</sup> - CyD	mg/L	212,5	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en el laboratorio.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

*M - 24*  
**Dr. Mauricio Álvarez**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

**ANEXO 19: Análisis físico químico de efluente de pelambre 3 horas de oxidación**



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :  
SERVICIOS DE LABORATORIO**

**Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183**

**INFORME DE ENSAYO No:** 757  
**ST:** 461 – 16 ANÁLISIS DE AGUAS  
**Nombre Peticionario:** CURTIEMBRE ALDAS  
**Atn.** Laureano Aldas  
**Dirección:** Parroquia Totoras  
 Ambato - Tungurahua

**FECHA:** 01 de Julio del 2016  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2016/06/21 – 12:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2016/06/21 – 12:00  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2016/06/21 – 2016/07/01  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual  
**CÓDIGO CESTTA:** LAB-A 683-16  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** Pelambre 3h de oxidación  
**PUNTO DE MUESTREO:** Sistema de tratamiento  
**ANALISIS SOLICITADO:** Sulfuros  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Juan Martínez  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:** T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

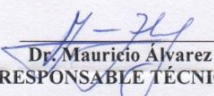
**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Sulfuros	PEE/CESTTA/ 19 Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500-S <sup>2-</sup> CyD	mg/L	88,05	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en el laboratorio.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

  
**Dr. Mauricio Alvarez**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

**ANEXO 20: Análisis físico químico de efluente de pelambre 4 horas de oxidación**



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :  
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183

**INFORME DE ENSAYO No:** 757  
**ST:** 461 – 16 ANÁLISIS DE AGUAS  
**Nombre Peticionario:** CURTIEMBRE ALDAS  
**Atn.** Laureano Aldas  
**Dirección:** Parroquia Totoras  
 Ambato - Tungurahua

**FECHA:** 01 de Julio del 2016  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2016/06/21 – 12:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2016/06/21 – 14:00  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2016/06/21 – 2016/07/01  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual  
**CÓDIGO CESTTA:** LAB-A 684-16  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** Pelambre 4h de oxidación  
**PUNTO DE MUESTREO:** Sistema de tratamiento  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Sulfuros  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Juan Martínez  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:** T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Sulfuros	PEE/CESTTA/ 19 Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500-S <sup>2</sup> - CyD	mg/L	47,10	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en el laboratorio.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

*M-74*  
 Dr. Mauricio Álvarez  
 RESPONSABLE TÉCNICO

## ANEXO 21: Análisis físico químico de efluente de curtido sin tratamiento

**Lacquanálisis S.A.**  
soluciones ambientales

Compartir y colaborar con la industria textil  
Atención confidencial y responsable  
permanente en el futuro de nuestra Niña  
Innovación e la protección del medio ambiente  
Innovación trabajo en equipo  
Innovación análisis de agua dulce

### INFORME DE RESULTADOS

<b>LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN</b> Nº OAE LE C 11-010	<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>Versión:</b> 7
	<b>CLIENTE:</b>	CURTIDURIA ALDÁS	<b>Pág.</b> 1 de 1
	<b>REPRESENTANTE:</b>	Sr. Laureano Aldás	<b>Código:</b> REG TEC 018
	<b>DIRECCIÓN:</b>	Totoras, Barrio Palahua	<b>Fecha formato:</b> 26/03/2014
	<b>TELÉFONO:</b>	032 748 211	<b>NÚMERO DE INFORME:</b>
	<b>CELULAR:</b>	097 906 2499	LACQUA 1 6- 1 5 3 5
<b>e - mail:</b>	curtialdas@hotmail.com		

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>HUMEDAD (%):</b> 50	<b>TEM. AMBIENTE (°C):</b> 18
--------------------------------	------------------------	-------------------------------

**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual Recromado  
**RESPONSABLE MUESTREO:** Cliente  
**TIPO DE TOMA DE MUESTRA:** Puntual  
**FECHA DE ANÁLISIS:** Desde el 27 de junio al 4 de julio de 2016  
**FECHA EMISIÓN DE INFORME:** 04 de julio de 2016

**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 24 de Junio de 2016

### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LÍM. MAX <sup>#</sup>	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Cromo total*	mg/L	684,49	-----	PRO TEC 040 / HACH 8024	± 11,6 %

<sup>#</sup> Norma de Referencia: TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 8  
 Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:  
 Certificado: N/A

**PERSONAL RESPONSABLE:**

  
 Ing. Julia Cunalata  
**ANALISTA**

  
**DIRECTOR TÉCNICO**

  
 Dr. Harold Jiménez  
**DIRECTOR TÉCNICO**

**NOTA:**  
 El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

## ANEXO 22: Análisis físico químico de efluente de curtido sometido a pH 10



**Lacquanálisis S.A.**  
soluciones ambientales

### INFORME DE RESULTADOS



Servicio de  
Acreditación  
Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE D 11-019  
LABORATORIO DE ENSAYOS

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	CURTIDURIA ALDÁS
REPRESENTANTE:	Sr. Laureano Aldás
DIRECCIÓN:	Totoras, Barrio Palahua
TELÉFONO:	032 748 211
CELULAR:	097 906 2499
e - mail:	curtialdas@hotmail.com

Versión:	7
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	26/03/2014
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	16-1534

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 50	TEM. AMBIENTE (°C): 18
-------------------------	-----------------	------------------------

TIPO DE MUESTRA:	Agua residual Curtido pH10	FECHA TOMA DE MUESTRA:	24 de Junio de 2016
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente		
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual		
FECHA DE ANÁLISIS:	Desde el 27 de junio al 4 de julio de 2016		
FECHA EMISIÓN DE INFORME:	04 de julio de 2016		

### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LÍM. MAX <sup>®</sup>	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Cromo total	mg/L	<0,05	---	PRO TEC 040 / HACH 8024	± 11,6 %

<sup>®</sup> Norma de Referencia: TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 8  
Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:  
Certificado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:



Ing. Julia Cunalata  
ANALISTA





Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TÉCNICO

NOTA:  
El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio



## ANEXO 23: Análisis físico químico de efluente de curtido sometido a pH 9



**Lacquanálisis S.A.**  
soluciones ambientales



Calidad y compromiso con la legislación ambiental



Integridad y confiabilidad



Pertenecemos al futuro de nuestros clientes



Compromiso a la preservación del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Laboratorio de análisis de agua

### INFORME DE RESULTADOS



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE C 11-019  
LABORATORIO DE EMAYTOS

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	CURTIDURIA ALDÁS
REPRESENTANTE:	Sr. Laureano Aldás
DIRECCIÓN:	Totoras, Barrio Palahua
TELÉFONO:	032 748 211
CELULAR:	097 906 2499
e - mail:	curtialdas@hotmail.com

Versión:	7
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	26/03/2014
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 6- 1   5   3   3

CONDICIONES AMBIENTALES

HUMEDAD (%): 50

TEM. AMBIENTE (°C): 18

TIPO DE MUESTRA:	Agua residual Curtidio pH 9	FECHA TOMA DE MUESTRA:	24 de Junio de 2016
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente		
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual		
FECHA DE ANÁLISIS:	Desde el 27de junio al 4 de julio de 2016		
FECHA EMISIÓN DE INFORME:	04 de julio de 2016		

### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LÍM. MAX <sup>#</sup>	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
Cromo total	mg/L	<0,05	---	PRO TEC 040 / HACH 8024	± 11,6 %

<sup>#</sup> Norma de Referencia: TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 8  
Parámetro acreditado

<sup>\*\*</sup> Parámetro No acreditado

<sup>\*\*\*</sup> Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:  
Certificado: N/A

<sup>\*</sup> Parámetro acreditado fuera del alcance

**PERSONAL RESPONSABLE:**



Ing. Julia Cunalata  
ANALISTA







Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TÉCNICO

**NOTA:**  
El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio


## ANEXO 24: Análisis físico químico de efluente tratado en el sistema




**Lacquanálisis S.A.**  
soluciones ambientales




Colaboramos con la legislación vigente




Aseguramos confidencialidad y respeto




Pensamos en el futuro de nuestros hijos



Compromiso a la protección del medio ambiente




Desarrollamos trabajo en equipo



Realizamos análisis de agua confiables

### INFORME DE RESULTADOS



Accreditación N° OAE LE C 11-010  
LABORATORIO DE ENSAYOS

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	CURTIDURÍA ALDÁS
REPRESENTANTE:	Sr. Laureano Aldás
DIRECCIÓN:	Totoras, Barrio Palahua
TELÉFONO:	032 748 211
CELULAR:	097 906 2499
e - mail:	curtialdas@hotmail.com

Versión:	7
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	26/03/2014
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	16-1532

CONDICIONES AMBIENTALES

HUMEDAD (%): 50

TEM. AMBIENTE (°C): 18

TIPO DE MUESTRA:	Agua residual Sedimentador			FECHA TOMA DE MUESTRA: 24 de Junio de 2016
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente			
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Compuesta			
FECHA DE ANÁLISIS:	Desde el 27 de junio al 4 de julio de 2016			
FECHA EMISIÓN DE INFORME:	04 de julio de 2016			

### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LÍM. MAX <sup>#</sup>	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
DQO	mg/L	885	500	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 14,1 %
DBO5**	mg/L	635	250	PRO TEC 030 / HACH 8043	-----
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	54	220	PRO TEC 029 / HACH 8006	± 20,26 %
Sulfatos	mg/L	41,00	400,00	PRO TEC 026 / HACH 8051	± 13 %
Sulfuros	mg/L	2,543	1,000	PRO TEC 042 / HACH 8131	± 4,74 %
Cromo total	mg/L	<0,05 mg/L	-----	PRO TEC 040 / HACH 8024	± 11,6 %


<sup>#</sup> Norma de Referencia: TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 8  
Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado

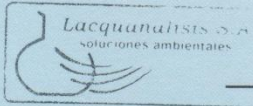
\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:  
Certificado: N/A

**PERSONAL RESPONSABLE:**


---

Ing. Julia Cunalata  
ANALISTA


---

Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TÉCNICO

**NOTA:**  
El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edif. Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
Teléfono: 09-5363630 / 03-2420106    www.lacquanalisis.com    info@lacquanalisis.com

## ANEXO 25: Análisis CRETIB a lodos de la planta



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :  
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN  
(LABCESTTA)**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183

**INFORME DE ENSAYO No:** 435  
**ST:** 007 - 16 ANÁLISIS DE RESIDUOS SOLIDOS  
**Nombre Peticionario:** CURTIEMBRE ALDAS  
**Atn.** Laureano Aldas  
**Dirección:** Parroquia Totoras vía a Cevallos (a 200m. del Hospital tipo B)  
 Ambato – Tungurahua

**FECHA:** 12 de Abril del 2016  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2016/ 04/ 01 – 16:30  
**FECHA DE MUESTREO:** 2016/ 04/ 01 – 14:00  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2016/ 04/ 01 – 2016 / 04/ 12  
**TIPO DE MUESTRA:** Residuos Sólidos  
**CÓDIGO LABCESTTA:** LAB-RS 009-15  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** L-1  
**PUNTO DE MUESTREO:** Acopio de lixiviados y lodos planta de tratamiento 1  
 17M 767377/9853729

**ANÁLISIS SOLICITADO:** Físico – Químico  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Junior Calderón  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:** T máx.:25.0 T min.: 15.0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo hexavalente	EPA 1311 / EPA 7197	mg/L	<0,02	-
Reacción con agua	NOM-052-SEMARNAT/93	----	NO REACCIONA	-
Reacción con ácidos	NOM-052-SEMARNAT/93	----	SI REACCIONA	-
Generación de H <sub>2</sub> S	EPA 9014	mg/Kg	0,15	-
Potencial de Hidrogeno	EPA 9045 D	Unidades de pH	8,15	-
Velocidad de corrosión	EPA 1110 A	mm/año	0,09	-
Salmonella	AOAC 960801	---	AUSENCIA	-
Coliformes fecales	AOAC 991.14	UFC/g	<10	-
Huevos de parásitos	APHA 9810 B	----	AUSENCIA	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL  
E INSPECCION  
LAB - CESTTA  
ESPOCH

*Dr. Mauricio Alvarez*  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
 MC01-16

Página 1 de 1  
Edición 3

## ANEXO 26: Ficha técnica del Blower



### Greenco Sopladores de canal lateral

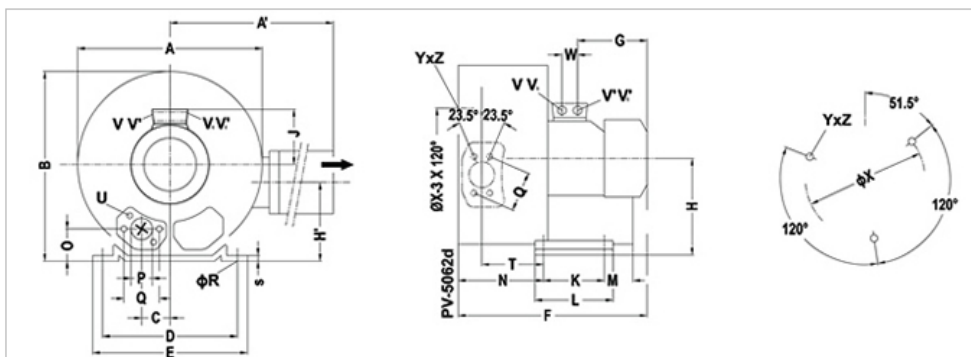
Con su máximo caudal de entrada de 2500 m<sup>3</sup>/h y una presión máxima de 1040mbar, nuestros productos de serie G con ruido bajo realmente tienen reputaciones y atraen miles de clientes en todo el mundo.

## 2RB 520-7HH57 Datos técnicos

<b>Modelo:</b> 2RB 520-7HH57	<b>Stage:</b> Single
<b>Frec.:</b> 50 (Hz)	<b>Power:</b> 4.0 (Kw)
<b>Caudal:</b> 230 (m <sup>3</sup> /h)	<b>TH.CL:</b> IP55
<b>Presión:</b> +440 (mbar)	<b>IN.CL:</b> F or H
<b>Vacío:</b> -390 (mbar)	<b>N.weight:</b> 44 (kg)
<b>Entrada/salida:</b> G 2(inch)	<b>Sound:</b> 72 dB(A)
<b>Dimensión(L*W*H):</b> 499×597×371 (mm)	



### Dimensión de sopladores de canal lateral 2RB 520-7HH57



### Datos de selección y orden

#### Modelo 2RB420

Curva No.	Orden No.	Frec.	Nominal potencia	Voltaje	Corriente		Presión diferencial total admisible		Nivel Sonoro	Peso	
					A	V	Vacío mbar	Presión mbar			dB(A)
<b>3- 50/60 Hz IP55 materia aislador en clase F1</b>											
A 240	2RB520-7HH46	50	3.0	200D ... 240D	345Y...415Y	12.5D	7.2Y	-340	410	72	40
A 241	2RB520-7HH46	60	3.45	220D ... 275D	380Y...480Y	12.6D	7.3Y	-380	360	74	40
A 242	2RB520-7HH57	50	4.0	345D ... 415D	600Y...720Y	10.0D	5.8Y	-390	440	72	44
A 243	2RB520-7HH57	60	4.6	380D ... 480D	600Y...720Y	9.9D	5.71Y	-410	480	74	44

### 2RB520-7HH46 soplador de aire de canal lateral

[Ver nombre original del producto en inglés](#)

Precio: **€ 614,66** / unidad

| Precio al por mayor: ▾

## ANEXO 27: Ficha técnica del filtro de pelo

COSTRUZIONI MECCANICHE

ECOLOGIA • ÉCOLOGIE

# Hairpress



Filtro compactador para recuperación pelo  
*Filtre compacteur pour la récupération du poil*

El filtro HAIRPRESS es una máquina autolimpiante que ha sido proyectada expresamente para la separación del pelo de los baños de pelambre y que se puede emplear también para la filtración de otros tipos de descargas de curtición o efluentes de otros procesos industriales. La característica principal del filtro HAIRPRESS es la de deshidratar y compactar el material retenido gracias a un sistema constituido por un cono de goma con una forma particular (Patente S.C.) que determina una reducción del volumen y, por consiguiente, de los costes de eliminación.

*Le filtre HAIRPRESS est une machine autonettoyante expressément conçue pour la séparation du poil des bains de plain mais pouvant également utilisée pour la filtration d'autres types d'évacuations de tannage ou d'effluents provenant d'autres processus industriels. La principale caractéristique du filtre HAIRPRESS est de déshydrater et compacter le matériel retenu grâce à un système constitué d'un cône en caoutchouc de forme particulière (Brevet S.C.) qui entraîne une réduction du volume et donc des coûts d'évacuation.*





### Características técnicas

El Hairpress está compuesto por una ducha filtrante de sección semicircular realizada con lámina perforada de acero inoxidable de alto espesora por una cóclea que rasca la superficie interna de la ducha. El material retenido por el panel filtrante es removido por la cóclea y empujado a pasar a través del cono de goma en el que, gracias a la presión desarrollada, pierde gran parte del agua arrastrada. Especiales cepillos fijados al borde exterior de la cóclea limpian a fondo los orificios filtrantes e impiden su atascamiento. El caudal de filtración se mantiene siempre elevado y el mantenimiento del sistema filtrante queda reducido al mínimo. En el interior del filtro se encuentra una bomba sumergible que sirve para la recirculación del baño filtrado. Cuadro eléctrico y panel de mando están colocados directamente en la máquina.

### Recuperación del pelo de los baños de pelambre

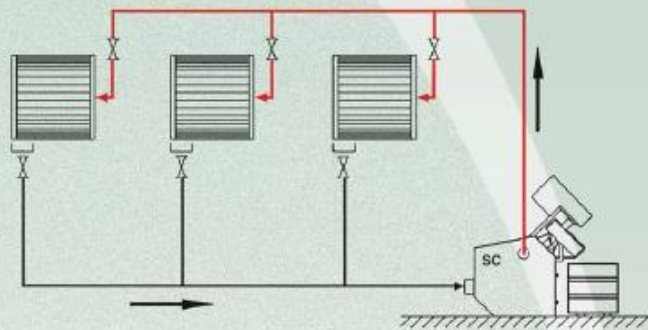
Los sistemas de pelambre no destructivo permiten reducir la carga contaminante de la curtiduría en forma elevada tanto para el COD (30-50 %) como para los sólidos en suspensión (40-60 %), el amoníaco y el sulfuro. El proceso es eficaz y de fácil gestión siempre que el sistema de filtración tenga una capacidad de eliminación adecuada para reducir los tiempos operativos. Los filtros Hairpress se caracterizan por un elevado caudal de tratamiento y por una sencillez de funcionamiento e instalación que los hace adaptables a todas las situaciones. La máquina puede alimentarse por gravedad si los bombos están a una altura de 100-120 cm del suelo o bien mediante bombeo en caso de alturas inferiores.

En ambos casos el baño es descargado del bombo a través de las válvulas de descarga, recogido por los canales semicirculares (suministro S.C.) y encauzado en el filtro directamente o mediante una bomba sumergible. El baño filtrado es bombeado de nuevo al mismo bombo por la bomba interna. El proceso se mantiene hasta la completa remoción del pelo del baño (1 hora aproximadamente). El pelo retenido es compactado y descargado con una humedad residual del 40-50 %.

La máquina puede atender a varios bombos en secuencia y el circuito hidráulico de selección bombo en recirculación puede estar provisto de válvulas de mando manual o automatizado con válvulas servoaccionadas.



Cóclea de extracción  
Hélice de extraction



Esquema de instalación para recuperación pelo  
Schéma de installation pour récupération des poils



Grupo motor  
Groupe moteur

### Caractéristiques techniques

L'Hairpress est composé d'une douche filtrante à section semicirculaire réalisée en tôle perforée d'acier inoxydable à forte épaisseur et d'une vis d'Archimède qui sabre la surface interne de la douche. Le matériel retenu par le panneau filtrant est déplacé par la vis et poussé pour passer à travers le cône en caoutchouc dans lequel, grâce à la pression exercée, il perd une grande partie de l'eau qu'il contenait. Des brosses spéciales fixées sur le bord externe de la vis nettoient à fond les trous filtrants et empêchent l'engorgement. La portée de filtration se maintient toujours à un bon niveau et l'entretien du système filtrant est réduit au minimum. Le filtre est doté d'une pompe submersible contenue à l'intérieur servant au recyclage du bain filtré. Le cadre électrique et le boîtier de commande sont placés directement sur la machine.

### Récupération des poils du bain de plain

Les systèmes de plain non-destructif permettent de réduire la charge polluante des tanneries de façon considérable aussi bien pour le COD (30-50%) que pour les solides suspendus (40-60%), l'ammoniaque et le sulfure. Le processus est efficace et facilement gérable à condition que le système de filtration ait une capacité d'évacuation appropriée de façon à réduire les temps d'exécution.

Les filtres Hairpress sont caractérisés par une portée de traitement élevée et une simplicité de fonctionnement et d'installation qui permet de les adapter à toutes les situations. La machine peut être alimentée par gravité si les foulons sont à une hauteur de 100-120cm du sol ou bien à travers un pompage en cas de hauteurs inférieures. Dans les deux cas le bain est évacué du foulon par les soupapes d'échappement, recueilli par les rigoles semicirculaires (fourniture S.C.) et convoyé directement dans le filtre ou grâce à une pompe submersible. Le bain filtré est repompé au même foulon par la pompe interne. Le processus se poursuit jusqu'à élimination complète du poil du bain (environ 1 heure). Le poil retenu est compacté et évacué avec une humidité résiduelle de 40-50%.

La même machine peut servir pour plusieurs foulons en séquence et le circuit hydraulique de sélection du foulon en recirculation peut être doté de soupapes à commande manuelle ou automatisée avec soupapes servoactionnantes.



Recuperación pelo con Hairpress 500  
Récupération des poils avec Hairpress 500



Bomba para reciclar  
Pompe de recirculation

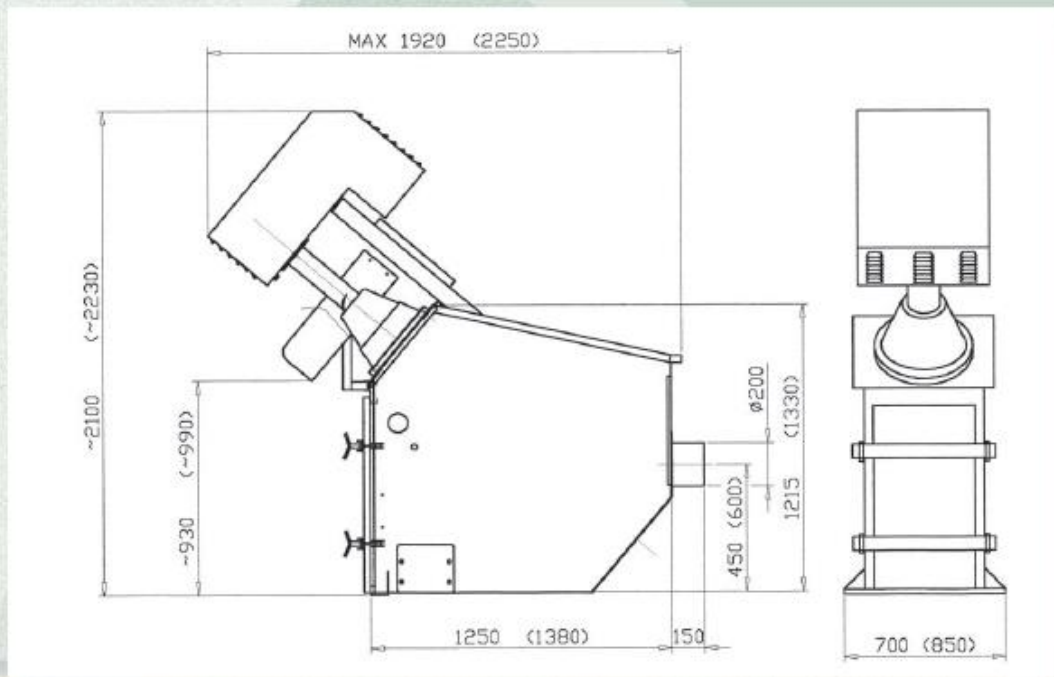


Panel de mando  
Boîtier



## Filtro compactador para recuperación pelo

*Filtre compacteur pour la récupération du poil*



Modelo / modèle		HAIRPRESS 300	HAIRPRESS 500
Caudal / portée (*)	l/min	800 - 1000	1500 - 2000
Diámetro còclea / diamètre vis	mm	300	500
Potencia / puissance	kW	5,2	9
Dimensiones mm. / dimensions mm.	AxBxC	2100x1920x700	2230x2250x850
Materiales / matériaux	AISI	316	316

(\*) El caudal varía en función de los sólidos en suspensión presentes en las aguas de desecho  
(\*) La portée varie en fonction des solides suspendus présents dans ce qui reflue



## ANEXO 28: Ficha técnica de la bomba que alimentara al tanque precipitado de cromo

# VX

### Electrobombas sumergibles

# VORTEX

-  Aguas cargadas
-  Utilizo doméstico
-  Utilizo civil
-  Utilizo industrial



#### CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **650 l/min** (39 m<sup>3</sup>/h)
- Altura manométrica hasta **14 m**

#### LIMITES DE UTILIZO

- Profundidad máxima de utilizo hasta **5 m**  
(con cable de alimentación de longitud adecuada)
- Temperatura máxima del fluido hasta **+40 °C**
- Pasaje máximo de cuerpos sólidos en suspensión:
  - hasta **Ø 40 mm** para VX /35-N
  - hasta **Ø 50 mm** para VX /50-N
- Para servicio continuo nivel mínimo de inmersión:
  - **280 mm** para VX /35-N
  - **300 mm** para VX /50-N

#### EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

- Cable de alimentación de longitud:
  - **5 m** para VX8-10/35-N, VX8-10/50-N
  - **10 m** para VX15/35-N, VX15/50-N
- Interruptor con flotador externo para versiones monofásicas

EN 60335-1  
IEC 60335-1  
CEI 61-150

EN 60034-1  
IEC 60034-1  
CEI 2-3



#### CERTIFICACIONES

Empresa con sistema de gestión certificado DNV  
ISO 9001: CALIDAD  
ISO 14001: AMBIENTE



#### UTILIZOS E INSTALACIONES

Las electrobombas **VX** son aconsejadas para el uso doméstico, civil e industrial, en todos los casos en los cuales en las aguas estén presentes cuerpos sólidos en suspensión hasta Ø 50 mm, por ejemplo **aguas subterráneas, aguas de superficie, aguas inundadas y cargadas**. Las electrobombas VX son aconsejadas para el uso doméstico, civil e industrial, en todos los casos en los cuales en las aguas estén presentes cuerpos sólidos en suspensión hasta Ø 50 mm, por ejemplo aguas subterráneas, aguas de superficie, aguas inundadas y cargadas.

Estas bombas se caracterizan por su fiabilidad en las instalaciones fijas con funcionamiento automático.

#### PATENTES - MARCAS - MODELOS

- Patente Pendiente n° BO2015A000116

#### EJECUCION BAJO PEDIDO

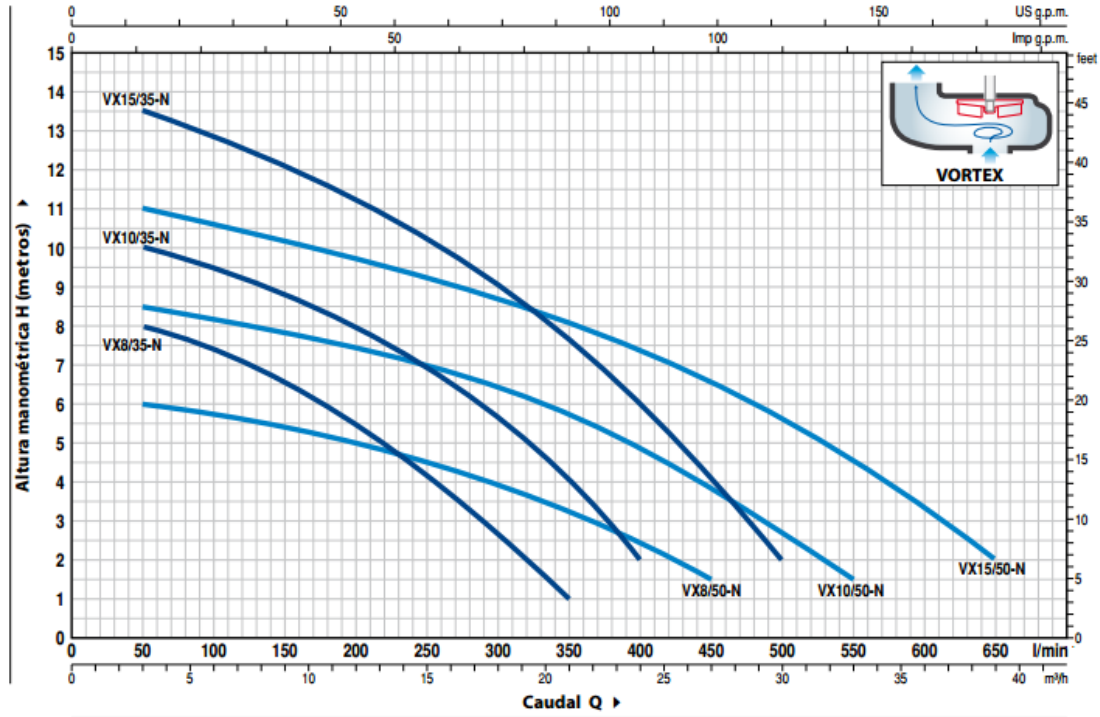
- Electrobombas VX8-10 con cable de alimentación de **10 m**.
  - N.B.: el cable de alimentación de 10 m es obligatorio para el utilizo externo según la normativa EN 60335-2-41
- Electrobombas monofásicas sin interruptor y flotador externo
- Otros voltajes o frecuencia 60 Hz

#### GARANTIA

2 años según nuestras condiciones generales de venta

**CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES**

**50 Hz n= 2900 rpm**



MODELO		POTENCIA (P <sub>2</sub> )		Q	H metros												
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m <sup>3</sup> /h	0	3	6	12	18	21	24	27	30	33	36	39
				l/min	0	50	100	200	300	350	400	450	500	550	600	650	
VXm 8/35 -N	VX 8/35 -N	0.55	0.75	H metros	9	8	7.5	5.5	2.7	1							
VXm 10/35-N	VX 10/35 -N	0.75	1		11	10	9.5	8	5.7	4	2						
VXm 15/35-N	VX 15/35 -N	1.1	1.5		14	13.5	12.8	11.2	9	7.7	6	4	2				
VXm 8/50 -N	VX 8/50 -N	0.55	0.75		6.5	6	5.8	5	4	3.3	2.5	1.5					
VXm 10/50-N	VX 10/50 -N	0.75	1		9	8.5	8.2	7.5	6.5	5.8	5	3.8	2.5	1.5			
VXm 15/50-N	VX 15/50 -N	1.1	1.5		11.5	11	10.5	9.8	8.7	8	7.5	6.5	5.5	4.5	3.5	2	

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

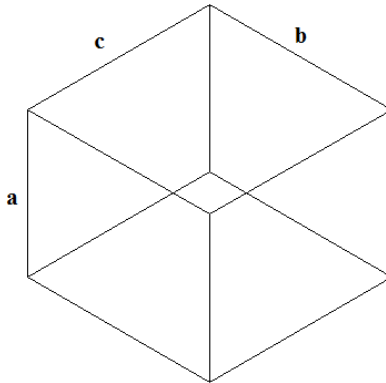
**PRECIO**  
**DOLARES: 664,13**

## ANEXO 29: Tanque homogenizador

### DISEÑO MEDIANTE SECCIONES VERTICALES DE UN TANQUE HOMOGENIZADOR DE EFLUENTES.

“Este trabajo es citado del tema Diseño comparativo de tanques para el almacenamiento de agua de hormigón armado, enterrados hasta el nivel, realizado por los autores PABLO SANTIAGO ARÉVALO PULLA RENÉ ISMAEL BARAHONA BARAHONA, simplemente como una guía del tanque que se debe construir para homogenizar las aguas residuales en la empresa.”

Las dimensiones del tanque rectangular, para obtener una capacidad máxima de  $52 m^3$ , de forma que sus medidas internas son 4m de ancho, 4m de profundidad y 3.2m de altura.



$$a = 3.2m$$

$$b = 4m$$

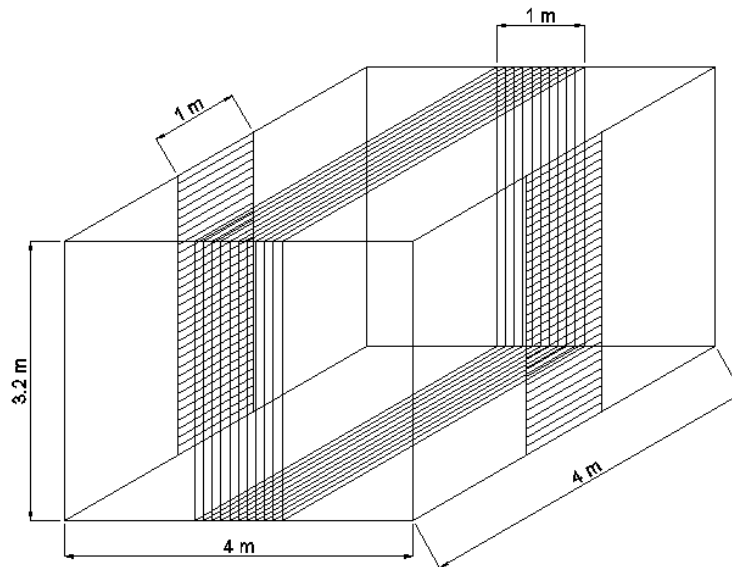
$$c = 4m$$

Las paredes del serán de concreto reforzado con un espesor  $s = 0.20m$  para un recubrimiento  $r = 8 cm$  medido del borde de la pared hasta el centro de la varilla que se utilizara como refuerzo, la resistencia a ruptura del concreto  $f'c = 240 kg/cm^2$ , la fluencia del acero para los refuerzos  $f_y = 4200 kg/cm^2$ .

La densidad del agua es  $Y_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ , la densidad del suelo seco  $Y_s = 1900 \text{ kg/m}^3$ , la densidad del suelo saturado  $Y_{sat} = 2000 \text{ kg/m}^3$ , ángulo de fricción interna del suelo  $\Phi = 30^\circ$ .

### Calculo de esfuerzos

**Esfuerzo en la base y los muros largos:** La franja de diseño se toma en el centro del tanque y a través del lado corto de la base, así el elemento analizado queda conformado por la base y los muros de longitud 4m x 3.2m.



Las fuerzas consideradas en el diseño son la carga viva, carga muerta, presión hidrostática y presión lateral de las tierras.

Las combinaciones de carga que se utilizarán para el diseño son las siguientes (ACI 350-06 9.2.1.):

1.  $U = 1.4 (D + F)$
2.  $U = 1.2 (D + F) + 1.6 (L + H)$
3.  $U = 1.2 (D + F) + 1.6$
4.  $U = 1.2D + 1.6H$

**Donde:**

**D:** Carga muerta.

**L:** Carga viva.

**F:** Carga por fluidos.

**H:** Carga producida por el suelo.

Los análisis se realizarán con presencia y ausencia de la carga viva, de fluido y de suelos, como también se analiza al tanque con todas las cargas aplicadas al mismo tiempo para encontrar los mayores esfuerzos producidos.

## **CALCULO DE CARGAS**

### **CARGA MUERTA**

Densidad del hormigón:  $Y_{Ho} = 2000 \text{ kg/m}^3$

Espesor de los muros:  $S (\text{muros}) = 0.20 \text{ m}$ .

Espesor de la base:  $S (\text{base}) = 0.25 \text{ m}$ .

Para el peso propio de la longitud de la base se toma  $L = 4 \text{ m}$ , mientras que para la altura de los muros se toma  $H = 3.2 \text{ m}$  el ancho de la franja de diseño es de  $b = 1 \text{ m}$ .

**Peso propio de los muros:**

$$Pp (\text{muro}) = Y_{Ho} \times S (\text{muro}) \times b$$

$$Pp (\text{muro}) = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0.20 \text{ m} \times 1 \text{ m}$$

$$**Pp (\text{muro}) = 480 \text{ kg/m}**$$

**Peso propio de la base:**

$$Pp (\text{base}) = Y_{Ho} \times S (\text{base}) \times b$$

$$Pp (\text{base}) = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0.25 \text{ m} \times 1 \text{ m}$$

$$**Pp (\text{base}) = 600 \text{ kg/m}**$$

**Reacción en la base por carga muerta:**

Se considera el peso propio de toda la franja de diseño, con excepción del peso propio de la base.

$$\text{Reacción (carga muerta)} = \frac{P (\text{muros})}{L (\text{base})} - Pp (\text{base})$$

$$\text{Reacción (carga muerta)} = \frac{2 \times 480 \text{ kg/m} \times 3.2 \text{ m}}{4 \text{ m}} - 600 \text{ kg/m}$$

$$**\text{Reacción (carga muerta)} = 168 \text{ kg/m}**$$

### **CARGA VIVA**

Ancho de repartición:  $E = 1.38 \text{ m (MOP)}$

$$Peso (eje) = \frac{2 P (rueda)}{E} = \frac{2 \times 7500 \text{ kg}}{1.38 \text{ m}}$$

$$Peso (eje) = 4687.5 \text{ kg en 1 m de ancho.}$$

$$Reacción (carga viva) = \frac{P (eje)}{L (base)} = \frac{4687.5 \text{ kg}}{4 \text{ m}}$$

$$Reacción (carga viva) = 1171.87 \text{ kg}$$

## PRESIÓN HIDROSTÁTICA

$$P_w = Y_w H$$

$$P_w = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 3.2 \text{ m}$$

$$P_w = 3200 \text{ kg/m}^2$$

## PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

Densidad del suelo:  $Y_s = 1900 \text{ kg/m}^3$

Angulo de fricción interna:  $\Phi = 30^\circ$

Densidad del suelo saturado:  $Y_s = 2000 \text{ kg/m}^3$

El nivel freático del suelo está a 1.5 m por encima de la base del tanque.

Calculo de la presión de la tierra a lo largo del muro:

$$K_a = \frac{1 - \text{Sen } 30}{1 + \text{Cos } 30}$$

$$K_a = 0.33$$

$$P_a = K_a \times Y_s \times H_a$$

Considerando una sobrecarga de 60 cm,  $H_a = 0.60 \text{ m}$

$$P_a = 0.33 \times 1900 \text{ kg/m}^3 \times 0.60 \text{ m}$$

$$P_a = 376.2 \text{ kg/m}^2$$

Calculo de la presión al nivel freático ubicado a 1 m de la base:

$$P_b = K_a \times Y_s \times H_b$$

$$H_b = 1.90 \text{ m}$$

$$P_b = 0.33 \times 1900 \text{ kg/m}^3 \times 1.90 \text{ m}$$

$$P_b = 1203.3 \text{ kg/m}^2$$

Calculo de la presión al nivel freático ubicado en la base:

$$P_c = K_a(Y_{sat} - Y_w) \times H_c + Y_w \times (H_f)$$

$$H_c = 2.80 \text{ m}$$

$$H_f = 1.50 \text{ m}$$

$$P_c = 0.33 (2000 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3) \times 2.80 \text{ m} + 1000 \text{ kg/m}^3 (1.5 \text{ m})$$

$$P_c = 3203.3 \text{ kg/m}^2$$

### COMBINACIÓN DE CARGAS

a.  $U = 1.40 (D + F)$

$$\text{Peso de los muros } (4\text{m} \times 3.2\text{m}) = 2(2400 \text{ Kg/m}^3 \times 0.2\text{m} \times 4\text{m} \times 3.2\text{m})$$

$$\text{Peso de los muros } (4\text{m} \times 3.2\text{m}) = 12288 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total sin la base} = 12288 \text{ Kg}$$

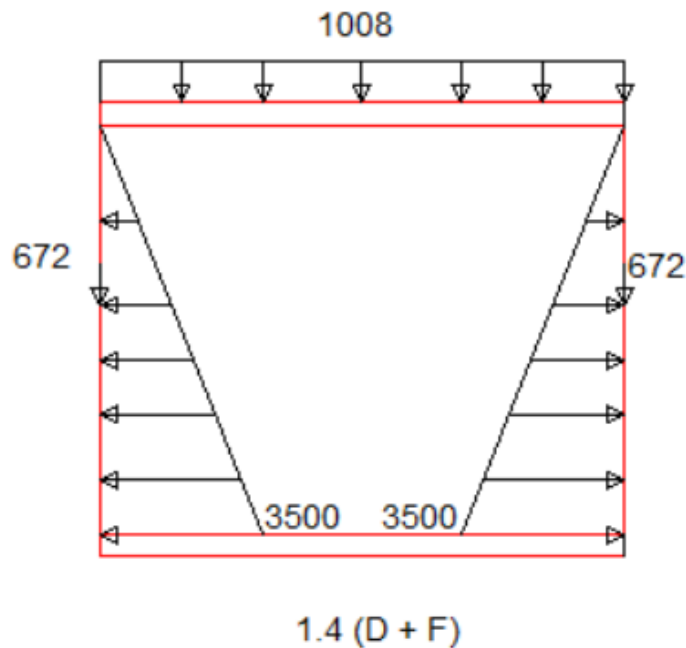
$$\text{Peso de la base } (4\text{m} \times 4\text{m}) = 2400 \text{ Kg/m}^3 \times 0.25\text{m} \times 4\text{m} \times 4\text{m} = 9600 \text{ Kg}$$

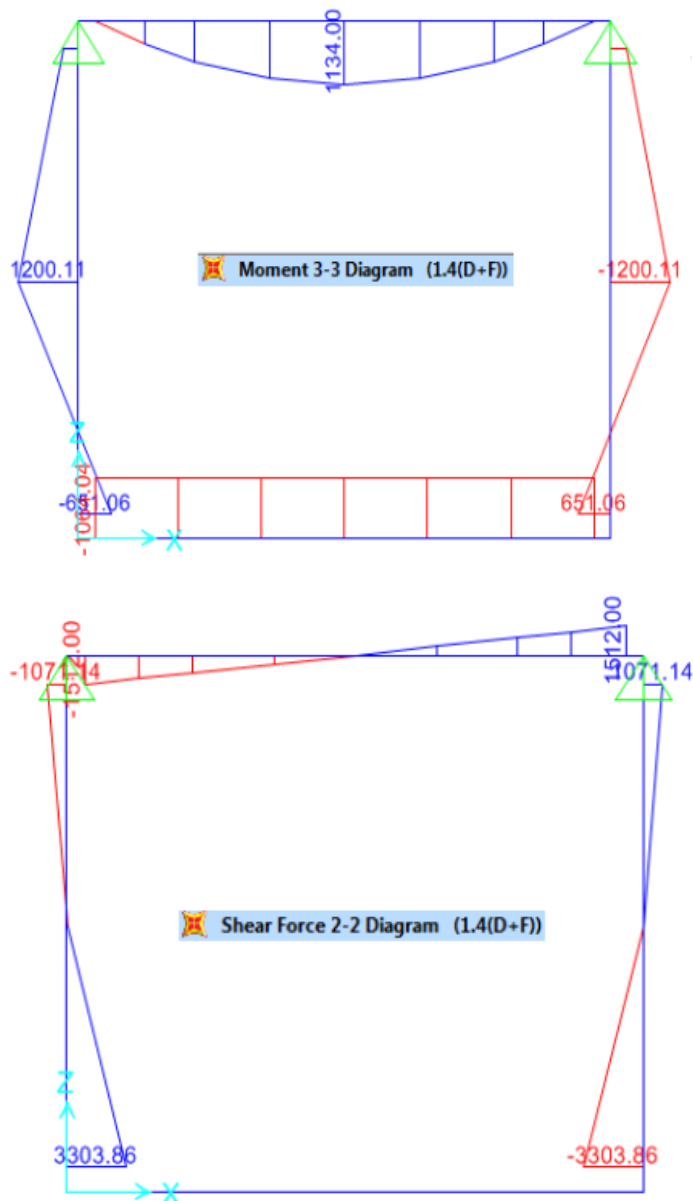
$$\text{Peso del agua} = 52000 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso de la base} + \text{agua} = 61600 \text{ Kg}$$

Como el peso conjunto del agua y la base supera al peso del resto de la estructura, la reacción producida por el suelo toma 0.

Con la ayuda del programa SAP2000 se muestra las ubicaciones de las cargas máximas, los momentos flectores y fuerzas cortantes.





b.  $U = 1.2 (D + F) + 1.6 (L + H)$

*Peso total sin la base = 12288 Kg*

*Carga viva total = 4 x 7500 Kg*

*Carga viva total = 30000 Kg*

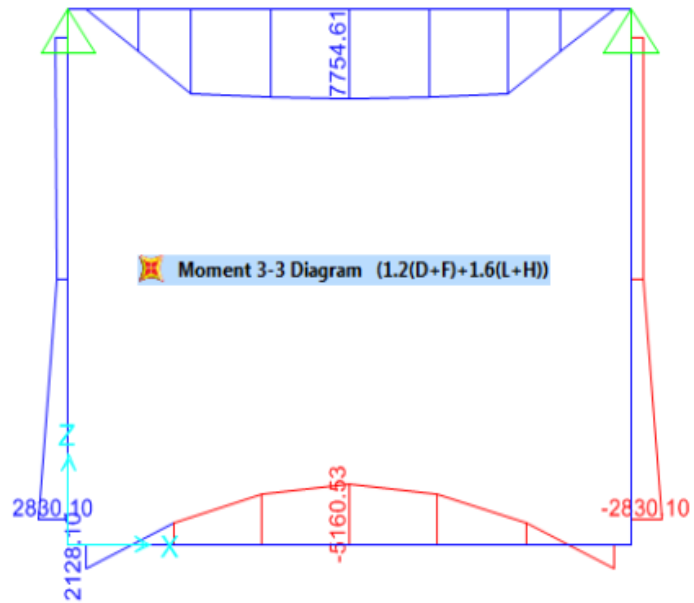
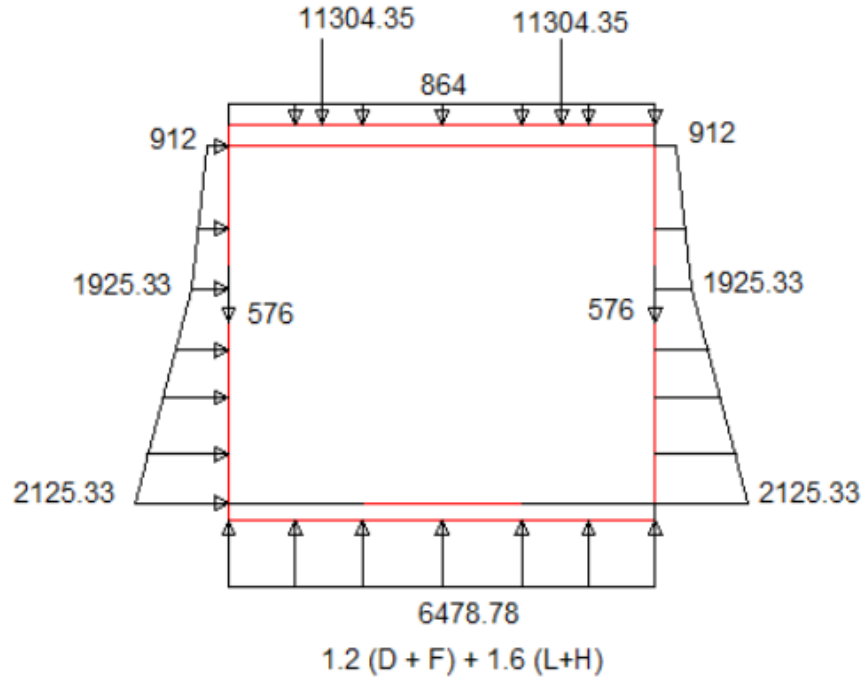
***Peso total sin la base + carga viva total = 42288 Kg***

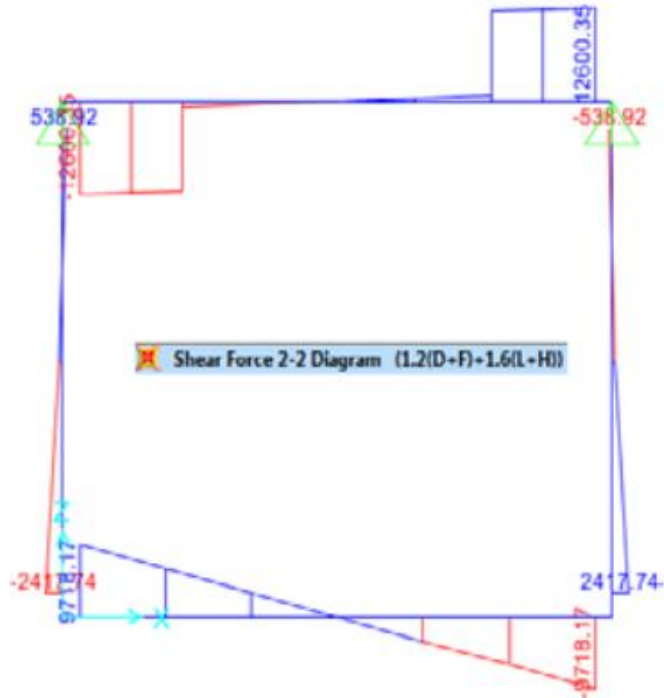
*Peso del agua (52 m<sup>3</sup>) = 52000Kg*

*Peso de la base + agua = 61600 Kg*



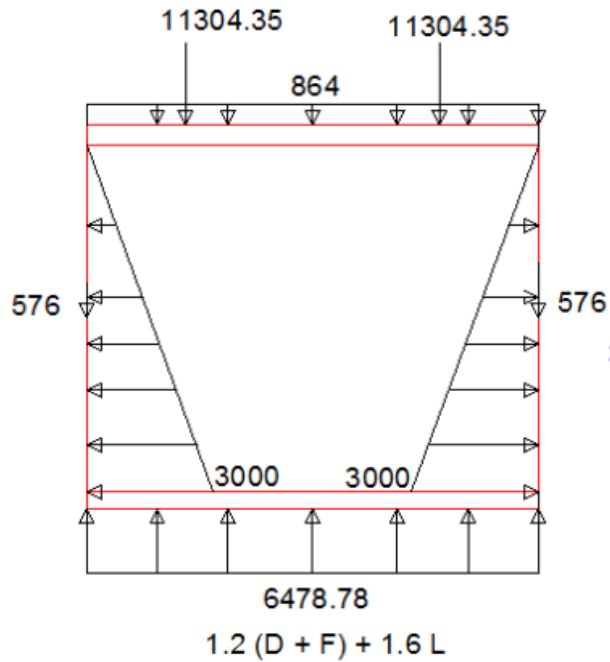
Dado el peso de la base y del agua son menores que al del resto de la estructura y la carga viva, la reacción a utilizarse es la producida por la carga viva y la carga muerta.

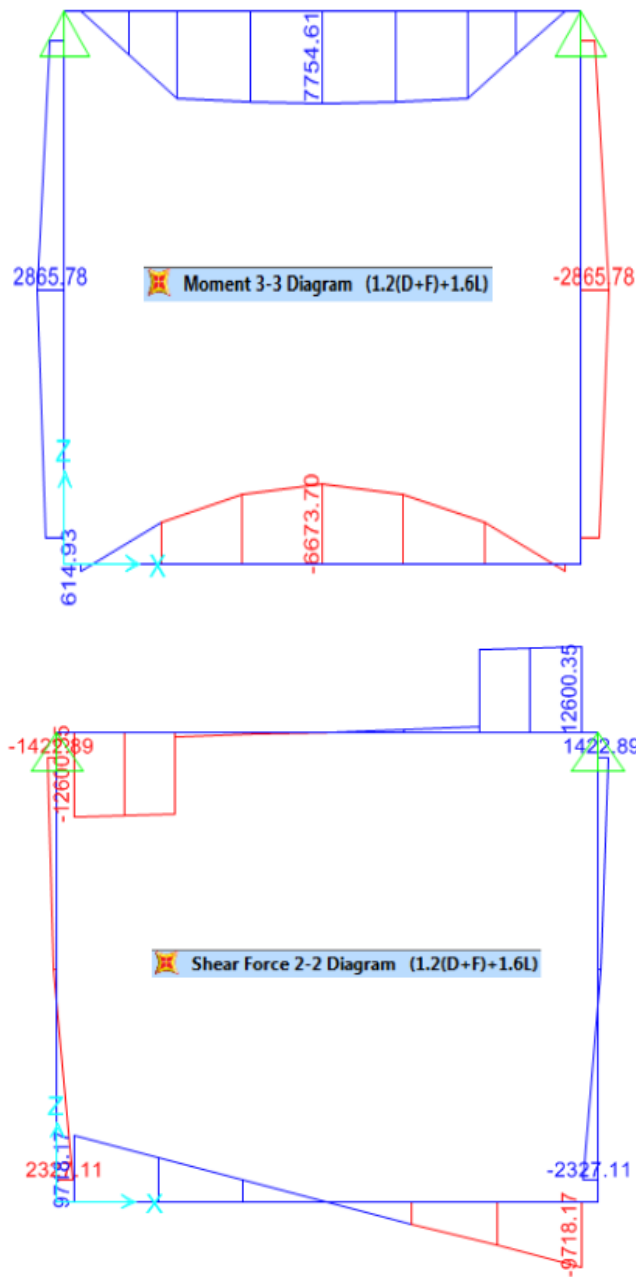




c.  $U = 1.2 (D + F) + 1.6 (L)$

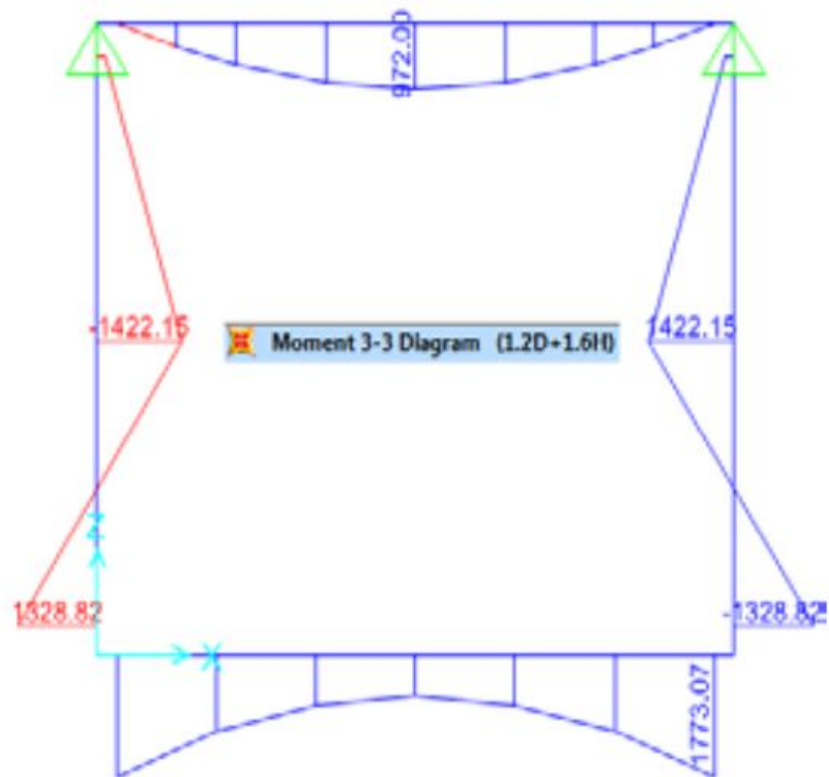
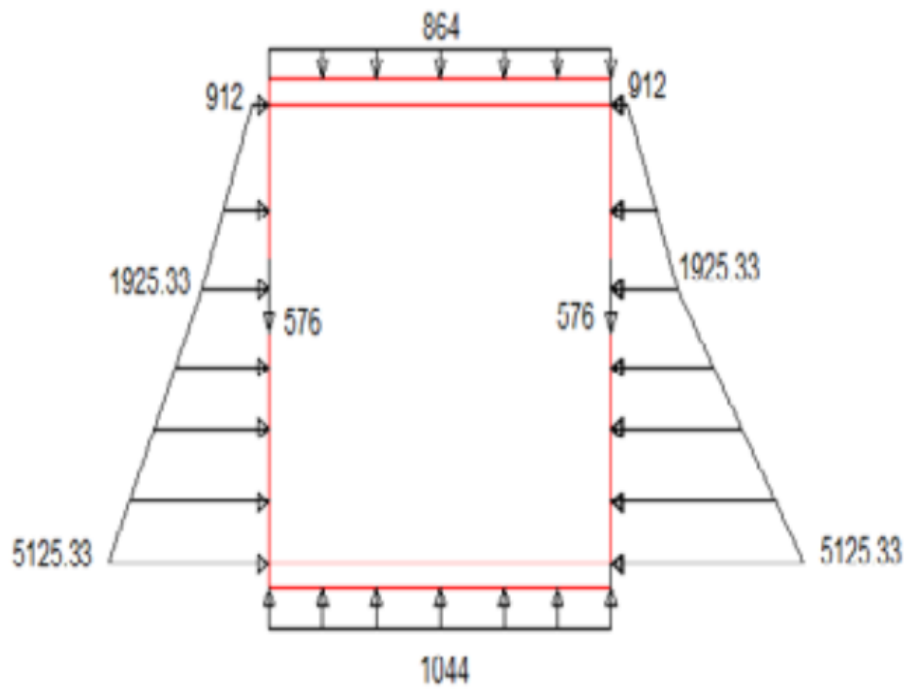
La combinación de cargas corresponde a la situación en que el tanque esta vacío y la carga viva actúa sobre él.

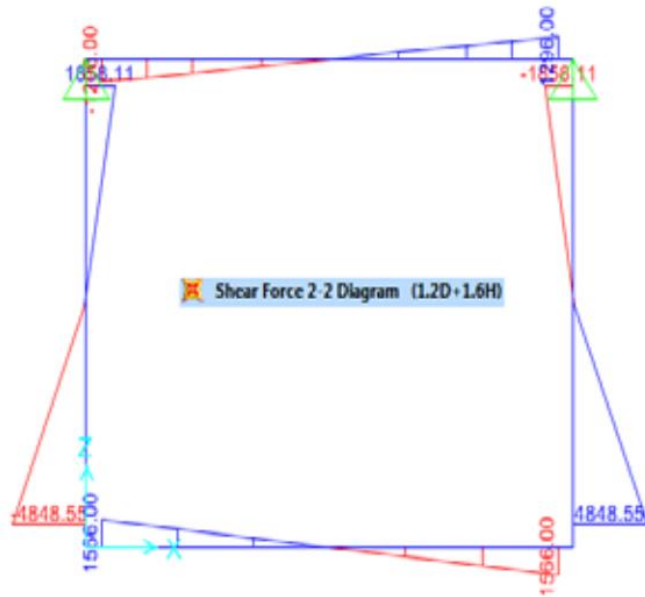




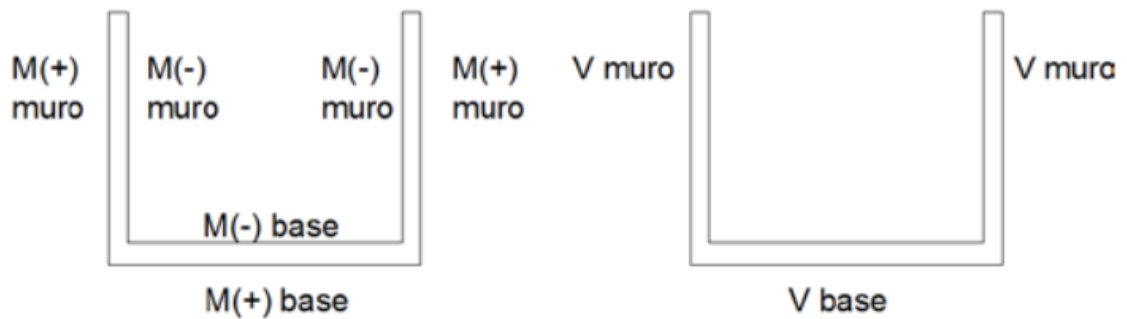
**d.  $U = 1.2 D + 1.6 H$**

Esta combinación de cargas representa la situación en la que aparte de su propio peso, la única fuerza que actúa en el tanque es la presión lateral producida por el suelo.





Combinando las cargas se obtiene los esfuerzos de diseño para los elementos de la sección analizada, en este caso los muros largos y la base.



Los momentos cortantes y máximos son:

$$M(+)\text{ muro} = 2868.75 \text{ Kg m}$$

$$M(-)\text{ muro} = 1422.16 \text{ Kg m}$$

$$V_u\text{ muro} = 3303.86 \text{ Kg}$$

$$M(+)\text{ base} = 2128.1 \text{ Kg}$$

$$M(-)\text{ base} = 6673.70 \text{ Kg m}$$

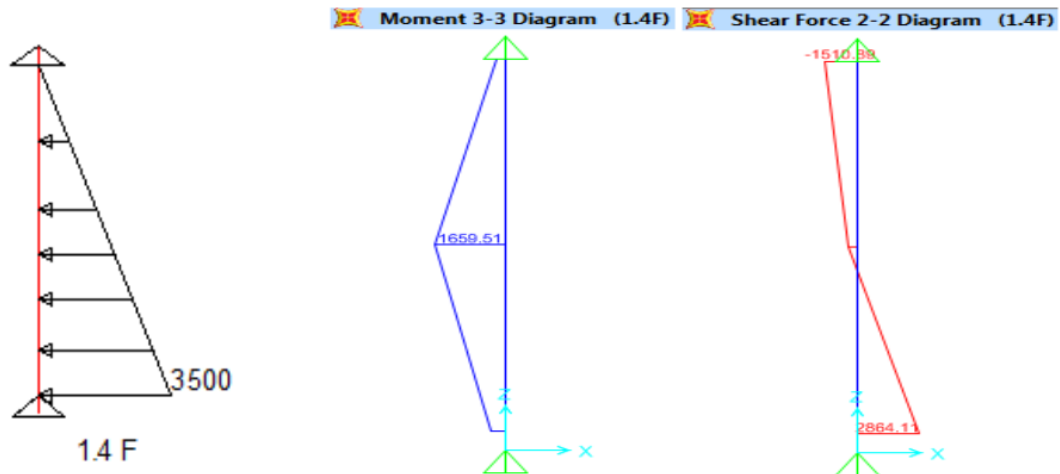
$$V_u\text{ base} = 9718.17 \text{ Kg}$$

## ESFUERZO EN LOS MUROS

Combinación de cargas

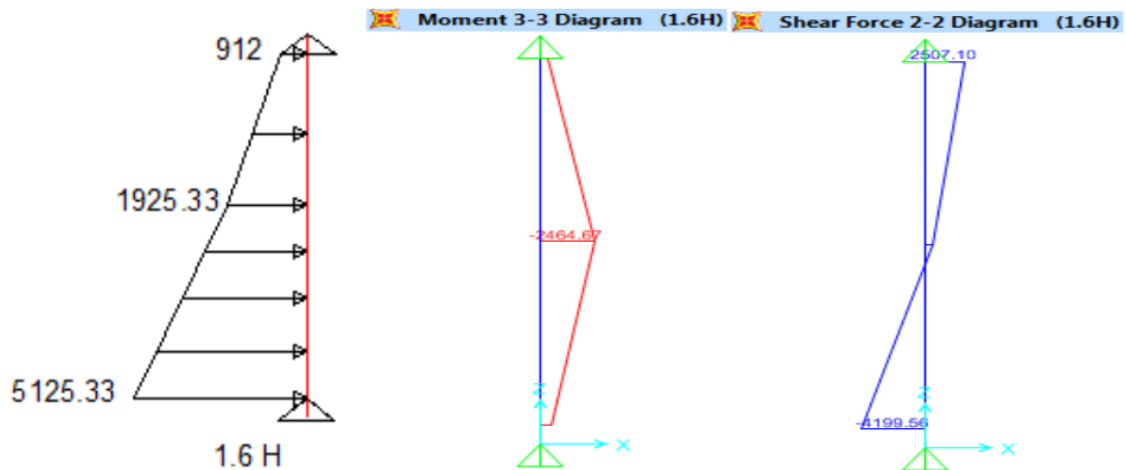
a.  $U = 1.4 F$

Para este caso se supone que el tanque esta lleno y no se tiene presión lateral de tierras.

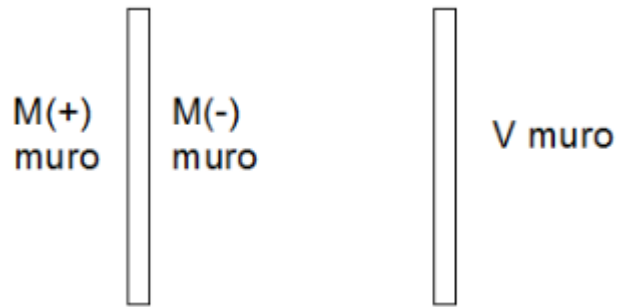


b.  $U = 1.6 H$

En este caso se supone que el tanque esta vacío y solo están presente a presión lateral de tierras.



De las dos combinaciones de carga utilizadas se obtiene los valores de momentos flectores y esfuerzos cortantes utilizados para el diseño de los muros cortos.



En este caso los momentos y los cortantes son:

$$M(+)\text{muro} = 1659.61 \text{ Kg m}$$

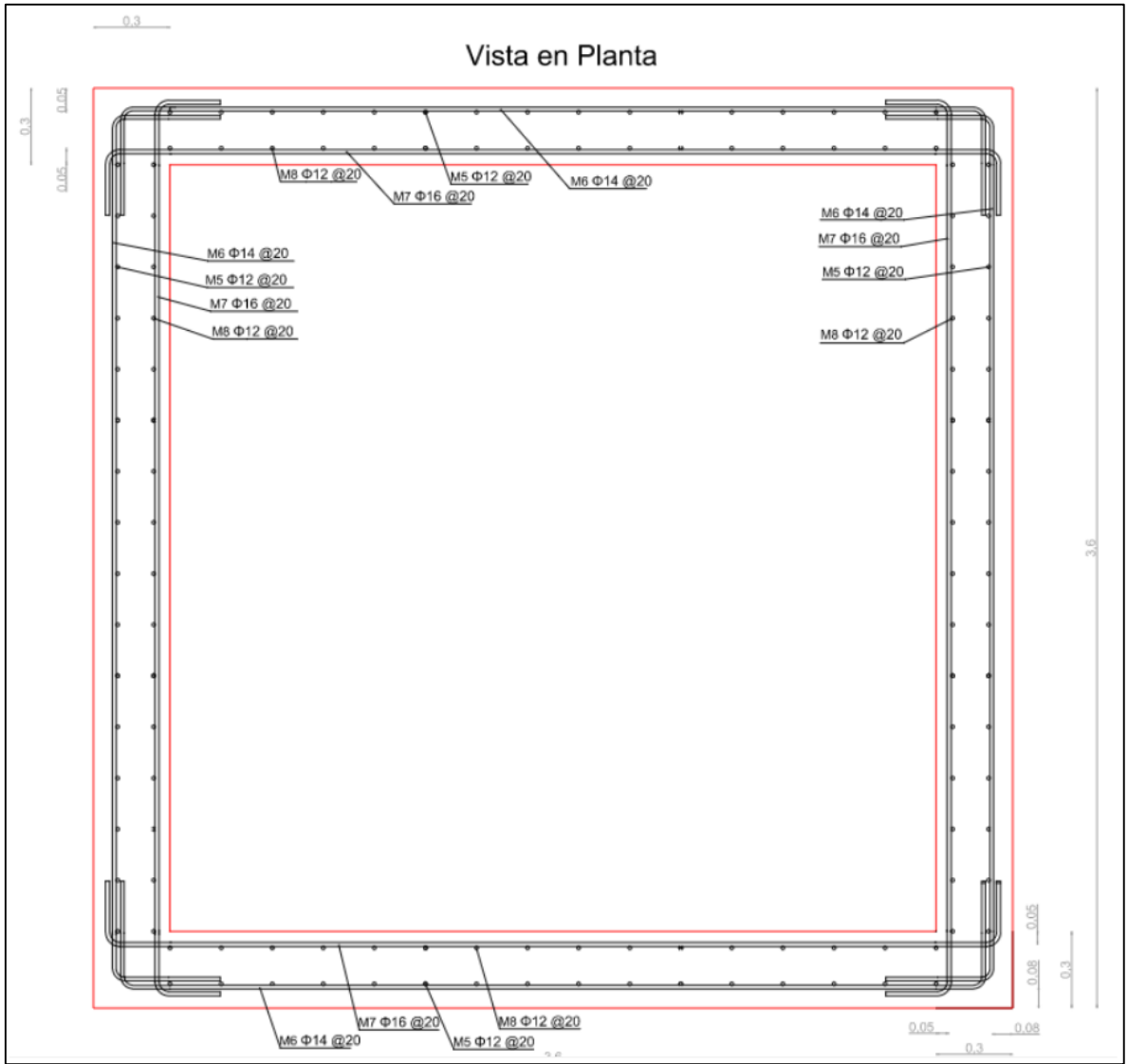
$$M(-)\text{muro} = 2464.67 \text{ Kg m}$$

$$V_u \text{ muro} = 4199.56 \text{ Kg}$$

Con estas características el trabajo revela que las siguientes cantidades de materiales son indispensables para el trabajo.

Tanque diseñado por el método de las secciones							
Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)	Precio USD	Cantidad	V Total (m <sup>3</sup> )	Peso. total (kg)	P. total (USD)
Tapa	0.06436	505.26486	1111.58	1	0.064	505.265	1111.58
Muro c.	0.02176	170.79323	375.75	2	0.044	341.586	751.49
Muro l.	0.04229	331.96848	730.33	2	0.085	663.937	1460.66
Base	0.07042	552.81224	1216.19	1	0.070	552.812	1216.19
<b>Volúmen Ac. (m<sup>3</sup>)</b>							<b>0.263</b>
<b>Peso Ac. Kg</b>							<b>2063.60</b>
<b>P.tanque USD</b>							<b>4539.92</b>

**Costo total = 7317.76 USD**





## ANEXO 30: Ficha técnica de la bomba que alimentara al filtro de solidos

# VXC "VORTEX"

## Electrobomba sumergible de DRENAJE

para aguas cargadas



### CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **1200 l/min** (72 m<sup>3</sup>/h)
- Altura manométrica hasta **16 m**

### LIMITES DE UTILIZO

- Profundidad máxima de utilizo hasta **10 m** (con cable de alimentación de longitud adecuada)
- Temperatura máxima del fluido hasta **+40 °C**
- Pasaje máximo de cuerpos sólidos en suspensión:
  - hasta **Ø 50 mm** para VXC 15-20-30/50
  - hasta **Ø 70 mm** para VXC 15-20-30/70
- Para servicio continuo nivel mínimo de inmersión:
  - hasta **390 mm** para VXC 15-20-30/50
  - hasta **430 mm** para VXC 15-20-30/70

### EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

- Disponibles con cable de alimentación de **10 m** de longitud
- Interruptor con flotador externo para versiones monofásicas

EN 60034-1  
IEC 60034-1  
CEI 2-3



### CERTIFICACIONES

COMPANY WITH MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
ISO 9001: QUALITY  
ISO 14001: ENVIRONMENT AND SAFETY

### EMPLEOS E INSTALACIONES

Las bombas sumergibles **VXC**, construidas en hierro fundido con espesor de material consistente, se caracterizan por una gran robustez, alta resistencia a la abrasión y duración en el tiempo. Equipadas con rodete tipo VORTEX. Son adecuadas para el drenaje de **aguas cargadas, densas, aguas mixtas con fango, fangos agitados y podridos**. Son indicadas para la instalación en cloacas, túneles, excavaciones, canales, aparcamientos subterráneos etc.

### PATENTES - MARCAS - MODELOS

- Modelo comunitario registrado nº 342159-0017

### EJECUCION BAJO PEDIDO

- Cuadro eléctrico **QES** para electrobombas trifásicas
- Electrobombas monofase sin interruptor y flotador externo
- Otros voltajes

### GARANTIA

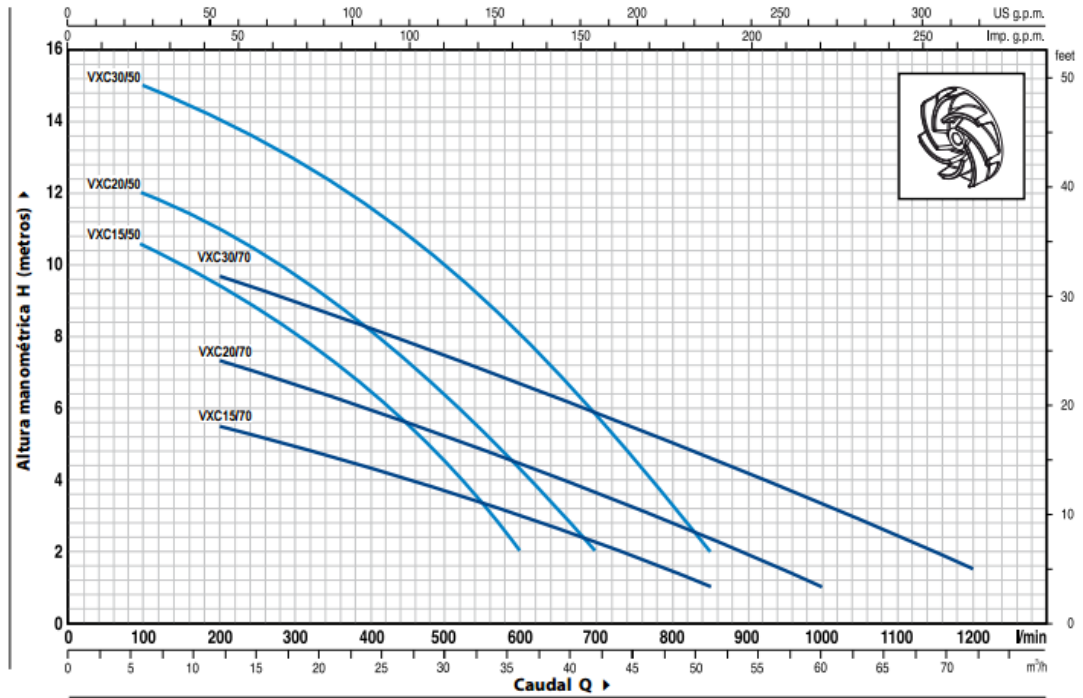
2 años según nuestras condiciones generales de venta

➔ **La garantía es válida sólo si el protector térmico incorporado en el bobinado está conectado al cuadro eléctrico para las versiones:**

monofásica	trifásica
– VXCm 30/50 - HP 3	– VXC 15-20-30/50 - HP 1.5-2-3
– VXCm 30/70 - HP 3	– VXC 15-20-30/70 - HP 1.5-2-3

**CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES**

**60 Hz n= 3450 1/min**



MODELO		POTENCIA		Q	m <sup>3</sup> /h														
Monofásica	Trifásica	kW	HP		0	6	12	18	21	24	30	36	42	48	51	54	60	66	72
VXCm 15/50	VXC 15/50	1.1	1.5	H metros	11.5	10.5	9.5	8.2	7.2	6.5	4.5	2							
VXCm 20/50	VXC 20/50	1.5	2		13	12	11	9.5	9	8	6.5	4.5	2						
VXCm 30/50	VXC 30/50	2.2	3		16	15	14	13	12.3	11.5	10	8	5.9	3.3	2				
VXCm 15/70	VXC 15/70	1.1	1.5		6.5	-	5.5	5	4.7	4.4	3.7	3	2.2	1.5	1				
VXCm 20/70	VXC 20/70	1.5	2		8.5	-	7.4	6.7	6.3	6	5.2	4.5	3.6	2.8	2.4	2	1		
VXCm 30/70	VXC 30/70	2.2	3		11	-	9.7	9	8.6	8.2	7.5	6.7	5.8	5	4.6	4.2	3.3	2.5	1.5

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grade 3.

**PRECIO : 535000 PESOS CHILENOS**

Precio estimativo: Sujeto a confirmación

Esta cotización es *informativa*, son solo precios **REFERENCIALES**



"Todo para el Agua y más..., en un solo lugar"

**DÓLARES: 809,98**

## ANEXO 31: Ficha técnica del filtro de solidos

COSTRUZIONI MECCANICHE

ECOLOGIA • ÉCOLOGIE

# Cleandisc

**Microfiltros para aguas residuales**  
*Microfiltres pour eaux usées*



Los sistemas de microfiltración con orificios de diámetro inferior a un milímetro, representan la evolución del cribado tradicional y permiten mejorar la eficacia de eliminación de los materiales en suspensión antes de las fases sucesivas de tratamiento, tanto si la industria efectúa la descarga en su propia planta como en una planta centralizada. La gama de microfiltros CLEANDISC (Patente) representa la evolución de una máquina ampliamente experimentada, el filtro de discos giratorios, adecuadamente modificada para facilitar y agilizar el mantenimiento de las redes filtrantes.

*Les systèmes de microfiltration avec lumières inférieures au millimètre, représentent l'évolution du grillage traditionnel et permettent d'améliorer l'efficacité d'élimination des matériaux en suspension avant les phases successives de traitement, soit que l'industrie déverse dans ses propres installations, soit que cela advienne dans des installations centralisées. La gamme de micro-filtres CLEANDISC (Brevet) représente l'évolution d'une machine parfaitement contrôlée, le filtre à disques rotatifs, opportunément modifiée pour faciliter et accélérer l'entretien des filets filtrants.*





### Características técnicas

"Principio de funcionamiento".

Los microfiltros "CLEANDISC" consisten en una tina subdividida en tres compartimentos: alimentación, descarga clarificada y rebosadero. Las aguas de desecho son bombeadas al compartimento de alimentación donde fluyen en el espacio entre las parejas de discos giratorios revestidos con redes filtrantes. El agua filtra a través de la red y pasa al compartimento de descarga, mientras que los sólidos son retenidos en el interior de los discos. A medida que la cantidad aumenta, los sólidos forman unas masas compactas, que, rozando sobre la superficie interna de las redes filtrantes, las mantienen limpias. Cuando los sólidos retenidos superan un cierto volumen, la máquina empieza a descargarlos automáticamente. Las redes filtrantes se limpian periódicamente mediante un sistema de boquillas de contralavado al final del ciclo de trabajo.

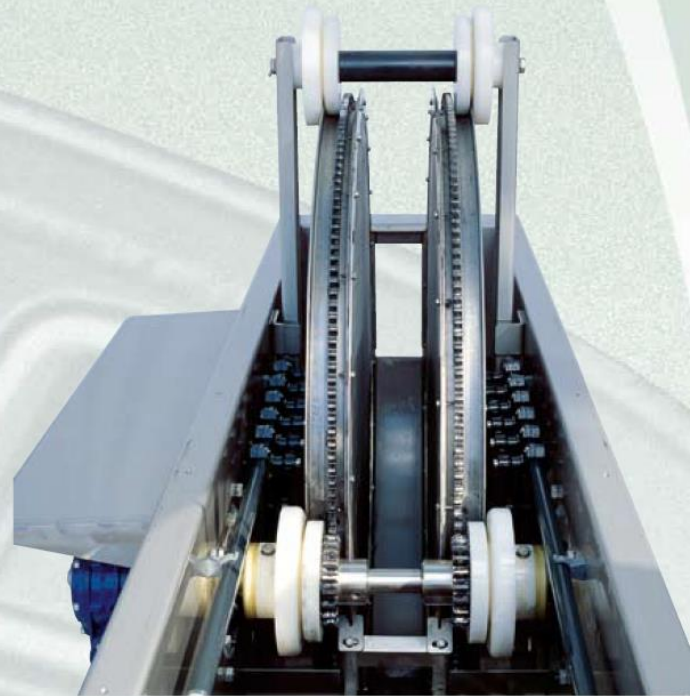
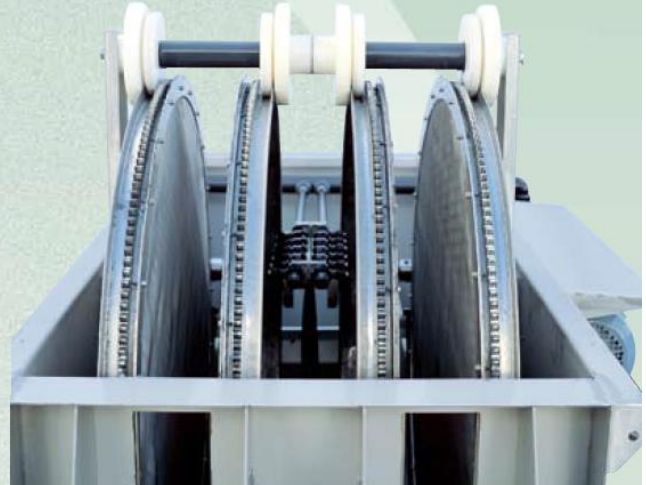
La solución innovadora realizada por S.C. Costruzioni Meccaniche en el Cleandisc, es sencilla y eficaz: el eje central ha sido eliminado y los discos están montados sobre rodillos de guía; el movimiento giratorio se transmite a cada disco mediante un piñón montado sobre el eje del motorreductor que se engrana a la corona dentada situada en el borde exterior del disco. De este modo los discos se pueden sacar de su sede fácilmente sin necesidad de ninguna herramienta y se pueden limpiar a fondo, incluso con agua a alta presión en pocos minutos, o bien, si se dispone de discos de repuesto, sustituir con discos limpios. La eficacia de la filtración se mantiene siempre elevada y se evita el atascamiento irreversible de las redes filtrantes. La rotura de una red comporta solamente la sustitución del disco dañado que se puede enviar al taller para su reparación sin la intervención de un técnico especializado. Teniendo a disposición discos con redes de diferente finura es posible adaptar rápidamente las características de la máquina a las diferentes necesidades.

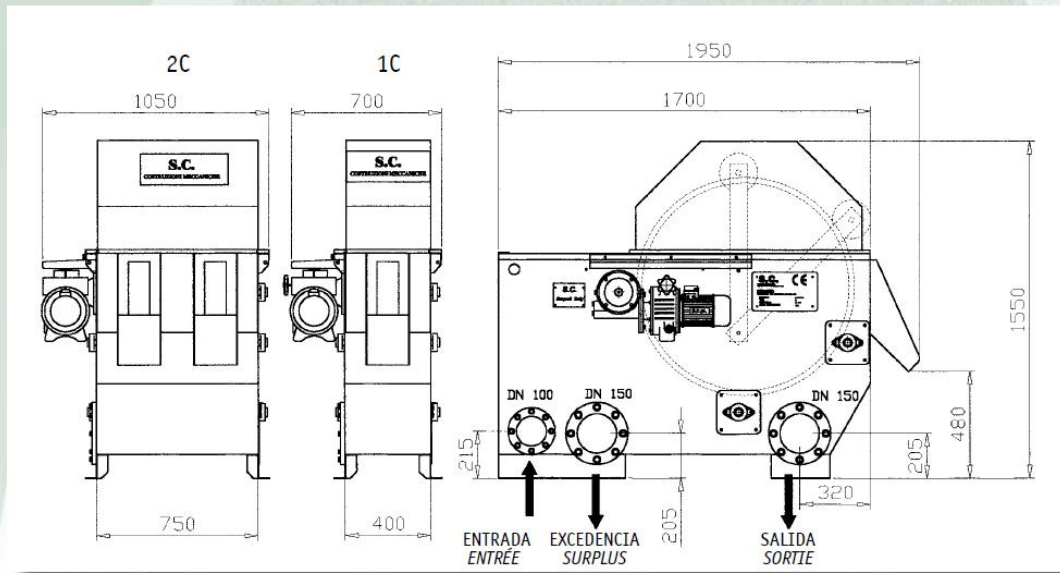
### Caractéristiques techniques

"Principe de fonctionnement".

Les microfiltres "CLEANDISC" consistent en une cuve subdivisée en trois secteurs: alimentation, évacuation clarifiée et trop plein. Ce qui reflue dans un secteur d'alimentation, s'écoule entre l'espace entre les paires de disques rotatifs revêtus de filets filtrants. L'eau filtre à travers le filet et passe au secteur d'évacuation tandis que les solides sont retenus à l'intérieur des disques. Au fur et à mesure que la quantité augmente, ils forment des masses compactes qui, frottant sur la surface interne des filets filtrants, les maintiennent propres. Lorsque les solides retenus dépassent un certain volume, la machine commence à les évacuer automatiquement. Les filets filtrants sont nettoyés périodiquement par un système de tuyères de contralavage à la fin du cycle de travail.

L'innovation de CLEANDISC La solution innovatrice réalisée par S.C. Costruzioni Meccaniche à travers Cleandisc, est simple et efficace: l'arbre central a été éliminé et les disques sont montés sur des rouleaux de guidage; le mouvement rotatoire est transmis à chaque disque à travers un pignon monté sur l'arbre du motoréducteur qui engrène sur la couronne placée sur le bord extérieur du disque. De cette façon les disques sont déplacés facilement de leur position sans recourir à aucun instrument et peuvent être nettoyés à fond, même avec de l'eau à haute pression en quelques minutes, ou bien, si l'on dispose de disques de rechange, remplacés par des disques propres. L'efficacité de la filtration est toujours maintenue à haut niveau en évitant l'engorgement irréversible des filets filtrants. La rupture d'un filet comporte la simple substitution du disque endommagé qui peut être envoyé à l'atelier pour sa réparation sans l'intervention d'un technicien spécialisé. Si l'on dispose de disques ayant des filets de finesse différente, il est possible d'adapter rapidement les caractéristiques de la machine selon les besoins.





Modelo / modèle		Cleandisc 1C/S	Cleandisc 1C	Cleandisc 2C
Caudal / portée (*)	m <sup>3</sup> /h	5 - 25	15 - 50	25 - 100
Discos / disques	no.	2	2	4
Potencia / puissance	kW	0,75	1,5	2,2
Dimensiones mm. / dimensions mm.	AxBxC	1420x680x1406	1950x700x1550	1950x1050x1550
Materiales / materials	AISI	304 or 316	304 or 316	304 or 316

(\*) El caudal varía en función de los sólidos en suspensión presentes en las aguas de desecho

(\*) La portée varie en fonction des solides suspendus présents dans ce qui reflue

ANEXO 32: Ficha técnica de la bomba dosificadora DD60

# BOMBAS DOSIFICADORAS A DIAFRAGMA Manual de Operaciones



**DD 10 / DD 30 / DD 60**

---



## 1. INTRODUCCION

Dosivac S.A. le agradece la compra de su **Bomba Dosificadora Serie DD** de cabezal chico y se dispone a brindar un servicio post-venta adecuado para que nos siga eligiendo.

La lectura cuidadosa de las recomendaciones que siguen le ayudará a evitar inconvenientes de operación y las consiguientes interrupciones del servicio.

## 2. CARACTERISTICAS

**Tipo:** Dosificadora a diafragma.

**Accionamiento:** Mediante motor eléctrico trifásico blindado: IP 55 normalizado. Otras opciones se entregan bajo pedido. (Ejemplo: motor antiexplosivo).

**Reductor:** Tipo sin fin - corona en baño de aceite compartido con el resto del mecanismo de regulación.

**Regulación:** Por sistema de carrera perdida mediante dial con indicación digital, operable con la bomba **preferiblemente en marcha** o detenida.

## 3. ESPECIFICACIONES TECNICAS

		DD 10	DD 30	DD 60
MOTOR	Potencia (HP)	1/3	1/3	1/2
	Velocidad (r.p.m.)	1400	1400	2800
CAUDAL (l/h)	Máximo	30	30	60
	Mínimo	3*	3*	6*
PRESION MAXIMA	(Kg/cm <sup>2</sup> )	10	10	10
FRECUENCIA DE BOMBEO	(1/min)	70	70	140

(\*) Para obtener mínimos menores (hasta 20 veces) recurrir al opcional: "Control Total".

### PRECIO

**DD30: 249,58 USD**

**DD60: 280,41 USD**

ANEXO 33: Ficha técnica de la bomba dosificadora DD30

# BOMBAS DOSIFICADORAS A DIAFRAGMA Manual de Operaciones



DD 10 / DD 30 / DD 60





## 1. INTRODUCCION

Dosivac S.A. le agradece la compra de su **Bomba Dosificadora Serie DD** de cabezal chico y se dispone a brindar un servicio post-venta adecuado para que nos siga eligiendo.

La lectura cuidadosa de las recomendaciones que siguen le ayudará a evitar inconvenientes de operación y las consiguientes interrupciones del servicio.

## 2. CARACTERISTICAS

**Tipo:** Dosificadora a diafragma.

**Accionamiento:** Mediante motor eléctrico trifásico blindado: IP 55 normalizado. Otras opciones se entregan bajo pedido. (Ejemplo: motor antiexplosivo).

**Reductor:** Tipo sin fin - corona en baño de aceite compartido con el resto del mecanismo de regulación.

**Regulación:** Por sistema de carrera perdida mediante dial con indicación digital, operable con la bomba **preferiblemente en marcha** o detenida.

## 3. ESPECIFICACIONES TECNICAS

		DD 10	DD 30	DD 60
MOTOR	Potencia (HP)	1/3	1/3	1/2
	Velocidad (r.p.m.)	1400	1400	2800
CAUDAL (l/h)	Máximo	30	30	60
	Mínimo	3*	3*	6*
PRESION MAXIMA	(Kg/cm <sup>2</sup> )	10	10	10
FRECUENCIA DE BOMBEO	(1/min)	70	70	140

(\*) Para obtener mínimos menores (hasta 20 veces) recurrir al opcional: "Control Total".

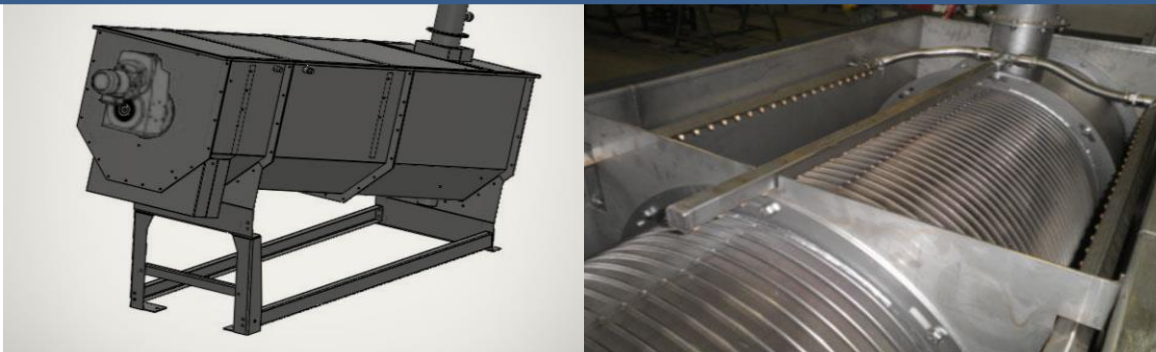
### PRECIO

**DD30: 249,58 USD**

**DD60: 280,41 USD**

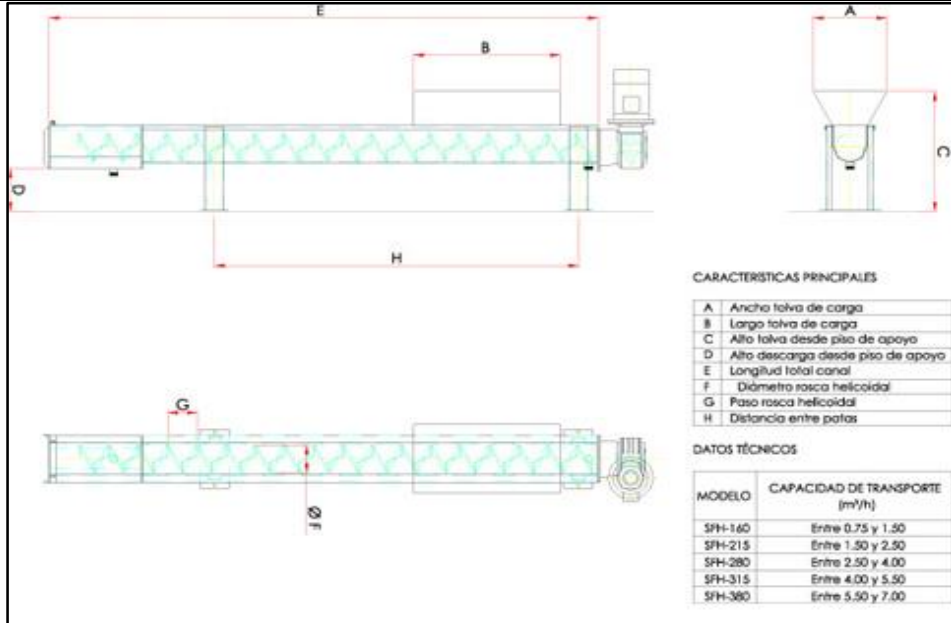
**ANEXO 34:** Ficha técnica de la maquina compactadora de lodos

**COMPACTADOR DE LODOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS**



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

<b>Caudal</b>	<b>6 m3/h</b>
<b>Potencia</b>	<b>1,1 KW</b>
<b>Cuerpo</b>	<b>acero inoxidable AISI 304/316</b>



**PRECIO: 13400,86 USD**

ANEXO 35: Cotización de fabricación de la unidad de oxidación de sulfuros



COTIZACION No. 1037

MARKETS

R.U.C. 0990725918001  
 Lotización Inmaconsa Solar 36 Mz. H-32  
 Km 11.5 via a Daule  
 Teléfonos (04) 3705500 - 3705501 - 3705502 - 3705503 - 3705504  
 Fax. Ext 113  
 Guayaquil - Ecuador

CUENTAS CORRIENTES:  
 BANCO DEL PICHINCHA 3131653204  
 PRODUBANCO 02006014875

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social CURTIEMBRE ALDAS  
 Dirección  
 Teléfono 0994968591  
 Ciudad  
 e-mail curtialdas@hotmail.com  
 Solicitado por ING. BYRON ALDAS

Vendedor FG . FRANKLIN GALARZA  
 Telefono 0986669831  
 e-mail fgalarza@plastimetsa.com  
 Atendido por FRANKLIN GALARZA  
 e-mail fgalarza@plastimetsa.com

Fecha 07/06/2016

Cantidad	Código	Descripción	Color	Precio Unitario	Precio Total
1,00	I10419	TOLVA 16500 CC-120 D-225	NEGRO/BLANCO	\$ 2.720,00	\$ 2.720,00
4,00	AC0457	INSERT DOBLE/ROSCA REFORZ.2"-65DT	NATURAL	\$ 9,60	\$ 38,40
1,00	AC0001	VISOR 1"	NATURAL	\$ 45,00	\$ 45,00
1,00	SE0009	SERVICIO DE DESPACHO	PLATAFORMA	\$ 350,00	\$ 350,00
4,00	I10456	TUBO PARA PATA DE TOLVA DE 14" X 1.60	NEGRO	\$ 300,00	\$ 1.200,00

Especificaciones:  
 INCLUYE ESTRUCTURA PLÁSTICA 4 PATAS DE 14"

LA FECHA DE ENTREGA ESTA SUJETA A DISPONIBILIDAD PRODUCTIVA EN FABRICA

Forma de Pago

50% CON ORDEN DE COMPRA 50% CONTRA ENTREGA

Subtotal	\$ 4.353,40
14 % IVA	\$ 609,48
<b>TOTAL A PAGAR</b>	<b>\$ 4.962,88</b>

ANEXO 36: Cotización de fabricación de la unidad de precipitación de cromo



COTIZACION No. 1040

MARKETSoft

R.U.C. 0990725918001  
 Lotización Inmaconsa Solar 36 Mz. H-32  
 Km 11.5 via a Daule  
 Teléfonos (04) 3705500 - 3705501 - 3705502 - 3705503 - 3705504  
 Fax. Ext 113  
 Guayaquil - Ecuador

CUENTAS CORRIENTES:  
 BANCO DEL PICHINCHA 3131653204  
 PRODUBANCO 02006014875

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social CURTIEMBRE ALDAS  
 Dirección  
 Teléfono 0994968591  
 Ciudad  
 e-mail curtialdas@hotmail.com  
 Solicitado por ING. BYRON ALDAS

Fecha 07/06/2016  
 Vendedor FG. FRANKLIN GALARZA  
 Telefono 0986669831  
 e-mail fgalarza@plastimetsa.com  
 Atendido por FRANKLIN GALARZA  
 e-mail fgalarza@plastimetsa.com

Cantidad	Código	Descripción	Color	Precio Unitario	Precio Total
1,00	I10493	TOLVA 4900 CC-120 D-225	NEGRO/BLANCO	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00
6,00	AC0457	INSERT DOBLE/ROSCA REFORZ.2"-65DT	NATURAL	\$ 9,60	\$ 57,60
1,00	AC0001	VISOR 1"	NATURAL	\$ 45,00	\$ 45,00
210,00	I10255	TUBO PARA PATA DE TOLVA DE 10" X 2.00	negro	\$ 4,00	\$ 840,00
1,00	SE0009	SERVICIO DE DESPACHO	PLATAFORMA	\$ 350,00	\$ 350,00

Especificaciones:  
 INCLUYE ESTRUCTURA PLÁSTICA 4 PATAS DE 10"

LA FECHA DE ENTREGA ESTA SUJETA A DISPONIBILIDAD PRODUCTIVA EN FABRICA

Forma de Pago

50% CON ORDEN DE COMPRA 50% CONTRA ENTREGA

Subtotal \$ 3.392,60

14 % IVA \$ 474,96

TOTAL A PAGAR \$ 3.867,56

Tiempo de Entrega 10 días laborables

ANEXO 37: Cotización de fabricación de la unidad de coagulación y floculación



COTIZACION No. 1039

MARKETSoft

R.U.C. 0990725918001  
 Lotización Inmaconsa Solar 36 Mz. H-32  
 Km 11.5 via a Daule  
 Teléfonos (04) 3705500 - 3705501 - 3705502 - 3705503 - 3705504  
 Fax. Ext 113  
 Guayaquil - Ecuador

CUENTAS CORRIENTES:  
 BANCO DEL PICHINCHA 3131653204  
 PRODUBANCO 02006014875

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social CURTIEMBRE ALDAS  
 Dirección  
 Teléfono 0994968591  
 Ciudad  
 e-mail curtialdas@hotmail.com  
 Solicitado por ING. BYRON ALDAS

Fecha 07/06/2016  
 Vendedor FG . FRANKLIN GALARZA  
 Telefono 0986669831  
 e-mail fgalarza@plastimetsa.com  
 Atendido por FRANKLIN GALARZA  
 e-mail fgalarza@plastimetsa.com

Cantidad	Código	Descripción	Color	Precio Unitario	Precio Total
7.100,00	I10170	TOLVA 25000 CC-120 D-280	NEGRO/BLANCO	\$ 1,00	\$ 7.100,00
4,00	AC0457	INSERT DOBLE/ROSCA REFORZ.2"-65DT	NATURAL	\$ 9,60	\$ 38,40
1,00	AC0001	VISOR 1"	NATURAL	\$ 45,00	\$ 45,00
5,00	I10256	TUBO PARA PATA DE TOLVA DE 16" X 1.50	negro	\$ 360,00	\$ 1.800,00
1,00	SE0009	SERVICIO DE DESPACHO	PLATAFORMA	\$ 400,00	\$ 400,00

Especificaciones:  
 INCLUYE ESTRUCTURA PLASTICA 5 PATAS DE 16"

LA FECHA DE ENTREGA ESTA SUJETA A DISPONIBILIDAD PRODUCTIVA EN FABRICA

Forma de Pago

50% CON ORDEN DE COMPRA 50% CONTRA ENTREGA

Subtotal	\$ 9.383,40
14 % IVA	\$ 1.313,68
<b>TOTAL A PAGAR</b>	<b>\$ 10.697,08</b>

Tiempo de Entrega 10 dias laborables

**ANEXO 38:** Cotización de fabricación de la unidad de contenedora de lodos acuosos



**COTIZACION No. 1041**

MARKETSoft

R.U.C. 0990725918001  
 Lotización Inmaconsa Solar 36 Mz. H-32  
 Km 11.5 vía a Daule  
 Teléfonos (04) 3705500 - 3705501 - 3705502 - 3705503 - 3705504  
 Fax. Ext 113  
 Guayaquil - Ecuador

CUENTAS CORRIENTES:  
 BANCO DEL PICHINCHA 3131653204  
 PRODUBANCO 02006014875

**DATOS DEL CLIENTE**

Razón Social **CURTIEMBRE ALDAS**  
 Dirección  
 Teléfono **0994968591**  
 Ciudad  
 e-mail **curtialdas@hotmail.com**  
 Solicitado por **ING. BYRON ALDAS**

Vendedor **FG . FRANKLIN GALARZA**  
 Telefono **0986669831**  
 e-mail **fgalarza@plastimetsa.com**  
 Atendido por **FRANKLIN GALARZA**  
 e-mail **fgalarza@plastimetsa.com**

Fecha **07/06/2016**

Cantidad	Código	Descripción	Color	Precio Unitario	Precio Total
1,00	I10154	TOLVA 3000 C-40 D-200	NEGRO/BLANCO	\$ 1.100,00	\$ 1.100,00
4,00	AC0457	INSERT DOBLE/ROSCA REFORZ.2"-65DT	NATURAL	\$ 9,60	\$ 38,40
1,00	AC0001	VISOR 1"	NATURAL	\$ 45,00	\$ 45,00
4,00	I10254	TUBO PARA PATA DE TOLVA DE 7" X 1.60 m	NEGRO	\$ 150,00	\$ 600,00

Especificaciones:  
 INCLUYE ESTRUCTURA PLASTICA 4 PATAS 7"

LA FECHA DE ENTREGA ESTA SUJETA A DISPONIBILIDAD PRODUCTIVA EN FABRICA

Forma de Pago

50% CON ORDEN DE COMPRA 50% CONTRA ENTREGA

07/06/16 10:35:59  
 FGALARZA

Subtotal	<b>\$ 1.783,40</b>
14 % IVA	<b>\$ 249,68</b>
<b>TOTAL A PAGAR</b>	<b>\$ 2.033,08</b>

Tiempo de Entrega 10 días laborables