

**DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA AMBIENTAL Y  
ADMINISTRATIVA, PRESENTADA A LA EMPRESA CURTIEMBRES  
ALEXANDRA EN EL BARRIO SAN BENITO- BOGOTÁ**

**PRESENTADO POR**

**LUISA TATIANA CABRERA PÉREZ PARA OPTAR  
POR EL TITULO DE INGENIERA AMBIENTAL**

**LIZETH JOHANNA PINZÓN PÉREZ PARA OPTAR  
POR EL TITULO DE INGENIERA INDUSTRIAL**

**ECCI- ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL – INGENIERÍA AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.  
2013**

**DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA AMBIENTAL Y  
ADMINISTRATIVA, PRESENTADA A LA EMPRESA CURTIEMBRES  
ALEXANDRA EN EL BARRIO SAN BENITO- BOGOTÁ**

**PRESENTADO POR**

**LUISA TATIANA CABRERA PÉREZ PARA OPTAR  
POR EL TITULO DE INGENIERA AMBIENTAL**

**LIZETH JOHANNA PINZÓN PÉREZ PARA OPTAR  
POR EL TITULO DE INGENIERA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE GRADO**

**ECCI- ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL – INGENIERÍA AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.  
2013**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	10
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	10
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	11
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	12
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACION .....	13
3.1. JUSTIFICACIÓN.....	13
3.2. DELIMITACIÓN .....	13
4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
4.1. MARCO TEÓRICO .....	14
4.1.1. Proceso general de las curtiembres .....	14
4.1.2. Producción más limpia .....	17
4.2. MARCO CONCEPTUAL .....	18
4.3. MARCO LEGAL.....	20
4.4. MARCO DE ANTECEDENTES .....	23
4.4.1. Contexto Mundial .....	23
4.4.2. Contexto Nacional .....	25
4.4.3. Contexto Local .....	27
4.4.4. Antecedentes Curtiembres Alexandra.....	29
4.4.5. Otros Antecedentes.....	31
5. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS.....	33
5.1. LOCALIZACIÓN .....	33
5.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	36
5.2.1. Características Ambientales del Área de Influencia .....	36
5.2.2. Área de Influencia Directa .....	41
5.2.3. Área de Influencia Indirecta.....	41

5.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA CURTIEMBRES ALEXANDRA.....	41
5.3.1. Distribución de Planta .....	42
5.3.2. Descripción del proceso productivo.....	46
5.4. IMPACTOS GENERADOS POR EL PROCESO .....	55
5.4.1. Generación Residuos.....	56
5.4.2. Generación de Aguas Residuales.....	63
5.4.3. Generación de Emisiones a la Atmósfera .....	73
5.5. EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL PROCESO DE CURTICIÓN .....	77
6. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE IMPACTOS DEL PROCESO DE CURTICIÓN	85
7. PROPUESTA DE MEJORA .....	86
7.1. PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA .	88
7.2. PROGRAMA DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS .....	93
(PGIRS - RESPEL).....	93
7.3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL .....	99
7.3.1. Funcionamiento del Sistema GEM.....	100
7.3.2. Simulación del Sistema GEM en la empresa Curtiembres Alexandra	102
7.3.3. Razones por las cuales se recomienda el sistema GEM a la empresa Curtiembres Alexandra.....	105
8. CONCLUSIONES.....	107
9. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES .....	109
10. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA) .....	110

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de legislación ambiental. ....	20
Tabla 2. Parámetros de curtiembres en San Benito. ....	29
Tabla 3. Expediente ambiental de la empresa Curtiembres Alexandra. ....	29
Tabla 4. Estructura organizacional de la empresa Curtiembres Alexandra ....	42
Tabla 5. Materias primas e Insumos empleados en el proceso de curtición. ....	50
Tabla 6. Maquinaria y equipo de apoyo utilizado en el proceso productivo de la empresa Curtiembres Alexandra. ....	52
Tabla 7. Identificación de Residuos Ordinarios en la Empresa Curtiembres Alexandra.....	57
Tabla 8. Identificación de Residuos Peligrosos en la Empresa Curtiembres Alexandra.....	57
Tabla 9. Principales residuos líquidos generados en el proceso de curtición. ....	63
Tabla 10. Parámetros caracterizados en aguas residuales del proceso de curtición. ....	66
Tabla 11. Parámetros evaluados el 2 de agosto del 2002. ....	67
Tabla 12. Parámetros evaluados el 1 de Febrero de 2005. ....	68
Tabla 13. Calificación del carácter del impacto. ....	77
Tabla 14. Calificación de la intensidad del impacto. ....	77
Tabla 15. Calificación de la extensión del impacto. ....	78
Tabla 16. Calificación del grado de probabilidad del impacto. ....	78
Tabla 17. Calificación según la duración del impacto. ....	78
Tabla 18. Calificación del comportamiento del impacto. ....	79
Tabla 19. Calificación de la reversibilidad del impacto.....	79
Tabla 20. Clasificación de la importancia de los impactos negativos.....	80
Tabla 21. Clasificación de la importancia de los impactos positivos. ....	80
Tabla 22. Parámetros críticos tomados de resultados obtenidos en las caracterizaciones realizadas en el año 2002 y 2005 en la empresa Curtiembres Alexandra.....	103
Tabla 23. Resultados de la simulación realizada en la empresa Curtiembres Alexandra.....	103
Tabla 24. Comparativo de cumplimiento de parámetros.....	105

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Producción, Importación, Exportación, Valor y Disponibilidad de Cueros y Pieles de Bovino .....	24
Figura 2. Evolución de la Balanza Comercial Pieles, Excepto la Peletería y Cueros .....	26
Figura 3. Cadena de cuero y calzado localidad de Tunjuelito.....	27
Figura 4. Ubicación del Barrio San Benito en la Localidad de Tunjuelito .....	33
Figura 5. Río Tunjuelito.....	34
Figura 6. Ubicación Curtiembres Alexandra y vías de acceso .....	35
Figura 7. Vías de acceso y planta número uno (1). .....	35
Figura 8. Planta número dos (2) .....	36
Figura 9. Distribución de planta sede uno (1) primer piso.....	43
Figura 10. Distribución de planta sede uno (1) segundo piso .....	44
Figura 11. Distribución planta sede dos (2) .....	45
Figura 12. Diagrama de Flujo – Proceso Productivo.....	48
Figura 13. Diamante de Fuego .....	49
Figura 14. Diagrama de Flujo – Insumos .....	51
Figura 15. Porcentaje de reactivos químicos retenidos en el cuero (por 5000 Kg) .....	55
Figura 16. Residuos Sólidos .....	56
Figura 17. Residuos generados en la empresa Curtiembres Alexandra.....	59
Figura 18. Ecomapa de residuos sólidos en la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 1 .....	60
Figura 19. Ecomapa de residuos sólidos en la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 2.....	61
Figura 20. Ecomapa de residuos sólidos en la empresa Curtiembres Alexandra sede dos (2).....	62
Figura 21. Balance Hídrico Curtiembres Alexandra basado en el Diseño del programa de ahorro de agua y minimización de cargas contaminantes en industrias curtidoras- DAMA .....	65
Figura 22. Ecomapa hídrico de la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 1.....	70
Figura 23. Ecomapa hídrico de la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 2.....	71
Figura 24. Ecomapa hídrico de la empresa Curtiembres Alexandra sede dos (2). .....	72
Figura 25. Ecomapa de emisiones en la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 1. ....	74

Figura 26. Ecomapa de emisiones en la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 2. ....75

Figura 27. Ecomapa de emisiones en la empresa Curtiembres Alexandra sede dos (2). ....76

Figura 28. Sistema GEM..... 100

Figura 29. Funcionamiento del Sistema GEM ..... 101

Figura 30. Simulación: Resultados de aguas residuales en la empresa Curtiembres Alexandra..... 104

## INTRODUCCIÓN

En el mundo de hoy las principales afectaciones al medio ambiente, se expresan en el agotamiento de recursos naturales renovables y no renovables; en la distribución ecológica desigual del consumo de energía entre países y en la disminución de la capacidad del sistema ambiental planetario para asimilar los desechos producidos por la sociedad.

Sin embargo, en las ciudades, los principales problemas ambientales, corresponden a la emisión de gases contaminantes (domésticos e industriales), que afectan la calidad del aire, y la generación y disposición de residuos sólidos. En el campo, predominan los conflictos por el uso del suelo (subutilización y sobreexplotación), los procesos de degradación de los suelos (erosión, salinización, desertificación) y el cambio de cobertura vegetal por fragmentación y transformación de los ecosistemas.

Tanto en la ciudad como en el campo, se presenta una disminución en la disponibilidad del agua por la alteración de la calidad del recurso hídrico, así como, por condiciones inadecuadas de saneamiento, higiene y abastecimiento del agua. En las zonas urbanas y rurales, existen áreas con alta susceptibilidad de ocurrencia de fenómenos naturales extremos, y con altos índices de vulnerabilidad social asociados a estos fenómenos. (Santillana, 2012)

Una de las industrias que más influencia tiene en la problemática ambiental que vive la ciudad de Bogotá y específicamente la localidad de Tunjuelito es la industria de las curtiembres, ya que el desarrollo del proceso productivo de las mismas tiene grandes implicaciones en el entorno, entre las que podemos considerar como las más relevantes la contaminación del río Tunjuelito y las constantes inundaciones en barrios como San Benito generadas por el taponamiento del sistema de alcantarillado.

Y aunque desde el punto de vista ambiental, el sector de curtiembres siempre ha sido catalogado como altamente contaminante, debido a que el proceso del curtido genera una importante carga contaminante; si se toman las medidas y precauciones necesarias, ésta puede contrarrestarse adecuadamente. (CORTOLIMA, 2004)

Es por esto que el presente proyecto a través de visitas de campo, entrevistas y demás consultas, tiene el objetivo de diseñar una propuesta que permita a la Empresa Curtiembres Alexandra trabajar bajo el enfoque de un sistema productivo



sostenible, utilizando medidas para prevenir o disminuir la contaminación generada, logrando así una disminución notable en la emisión de residuos que afectan el medio ambiente, reducción en costos y mejoras productivas que alcanzarán de manera notable importantes ahorros y la optimización de los recursos.

Así mismo, la adopción y/o implementación de las medidas señaladas en este documento permitirán a la empresa Curtiembres Alexandra mejorar su imagen, cumplir con la normatividad ambiental, y socialmente responsables y amigables con el medio ambiente.

# 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad el sector de las curtiembres es uno de los sectores cuyos procesos productivos produce mayor contaminación ambiental.

Según la agenda ambiental local elaborada por la Secretaria de Ambiente anteriormente, DAMA, la Universidad de los Andes y el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional, para el año 1994, en el barrio San Benito existían alrededor de 457 curtiembres que generaban más de cinco mil empleos directos y unas 30 mil personas relacionadas, también se evidenció la disposición de desechos sólidos, particularmente carnazas a lo largo de la ronda del río Tunjuelito. Agrega también, que la mayoría de estas industrias curten el cuero al cromo, es decir con elementos químicos que van a parar al río Tunjuelito.

En este sector también se depositan sólidos (cenizas), producto de la elaboración de carbón vegetal, de la quema de los pedazos de recorte de cuero y de baterías de carro, las cuales son altamente contaminantes, ya que la quema de recortes de cuero genera el desprendimiento de gran cantidad de cromo puro, mientras que la mala disposición de baterías de carros produce grandes cantidades de plomo.

También dice el informe presentado por la Secretaria de Ambiente, la Universidad de los Andes y el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional, para el año 1994, que más del 50% de las industrias dedicadas al cuero drenan sus aguas residuales al río o a las alcantarillas sin ningún tipo de pretratamiento. El otro 50% tiene rejillas, pero las trampas de grasas construidas dentro de sus instalaciones no operan satisfactoriamente.

Problemáticas como las enunciadas anteriormente sumadas con el descuido, el desapego y la falta de concientización, formación y control en cuestiones ambientales han ocasionado que empresas como la de nuestro caso de estudio (Curtiembres Alexandra), una empresa dedicada a la curtición de pieles, hoy en día sigan influyendo en la contaminación ambiental generada por problemas en el manejo inadecuado de recursos, residuos e incumplimiento de leyes ambientales, razón por la cual ésta empresa ha sido clausurada por parte del Ministerio de Medio Ambiente.

Curtiembres Alexandra carece de una buena planeación y organización interna, así mismo de una eficaz distribución de los recursos utilizados en sus procesos

productivos, lo cual se manifiesta en la pérdida de materia prima, costos de producción altos, gran generación de residuos y agentes contaminantes, problemas de salud como enfermedades respiratorias, ineficacia en las diferentes etapas de operación del proceso, entre otros

Teniendo en cuenta lo anterior, la más grave problemática que presenta esta empresa, es el manejo de los residuos derivados de su proceso productivo. Durante un día normal Curtiembres Alexandra, procesa alrededor de 22-24 pieles, para un total aproximado de entre 550 a 600 pieles por mes, lo que genera gran cantidad de residuos y vertimientos de aguas residuales con altos valores de DQO y DBO o cargas contaminantes derivadas de varias sustancias utilizadas durante su proceso como son el ácido sulfúrico, ácido fórmico, cromo, entre otras sustancias nocivas, difíciles de tratar y normalizadas en algunas leyes colombianas como el Decreto 1594/84, la Resolución 3956/09, el Acuerdo 08/04 y el Decreto 3930/10, los cuales reglamentan los parámetros admisibles en vertimientos en la industria de curtido de pieles. Debido a esta problemática la empresa Curtiembres Alexandra ha tenido que afrontar procesos sancionatorios y poner en marcha varios Planes de Manejo Ambiental.

A su vez, el río Tunjuelito se ha visto gravemente afectado por el vertimiento de estas aguas residuales que han ido deteriorando en gran parte no solo la vida vegetal o animal, sino también la salud y el bienestar de la población de los alrededores, ya que la afectación no se da solamente en la contaminación del agua, sino también de otros componentes como lo son el aire y el suelo

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo llevar a cabo un diagnóstico, análisis y propuesta de mejora ambiental y administrativa para la empresa Curtiembres Alexandra en el barrio San Benito, Bogotá, con el fin de reducir los impactos ambientales significativos en el recurso hídrico, maximizar la producción y reducir costos?

## **2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar una propuesta para la mejora ambiental y administrativa de la empresa Curtiembres Alexandra basada en un enfoque sostenible en el barrio de San Benito, Bogotá.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico que permita conocer el estado actual de la empresa Curtiembres Alexandra, sus fortalezas, debilidades y puntos a mejorar.
- Realizar un análisis detallado del proceso productivo empleado por la empresa Curtiembres Alexandra con el fin determinar los principales insumos, recursos y materia prima utilizada para el proceso de curtición.
- Determinar los principales residuos generados por la industria de las curtiembres y la afectación que pueden tener estos en el desarrollo y crecimiento de la industria y la comunidad.
- Construir la matriz de aspectos e impactos ambientales basados en la metodología de Conesa Fernández – Vitora, con el fin de determinar las actividades críticas del proceso.
- Elaborar el programa de uso y ahorro eficiente de agua y energía y el programa de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos para la empresa Curtiembres Alexandra, a través de la optimización de los recursos y la minimización de los impactos ambientales, para así generar una cultura de conciencia y responsabilidad ambiental.
- Desarrollar una propuesta que permita a la empresa Curtiembres Alexandra mejorar su productividad, eficiencia y eficacia, basada en el enfoque de un sistema productivo sostenible.

### **3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1. JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto tiene como finalidad enseñarle a la empresa Curtiembres Alexandra que es posible trabajar bajo una producción sostenible, es decir, la aplicación e implementación de lineamientos basados en PML- Producción Más Limpia, logra mejorar la productividad y enseña a las organizaciones a trabajar bajo un enfoque de prevención y no de corrección, lo que consigue la disminución de costos asociados a reproceso y al tratamiento de impactos ambientales generados por la puesta en marcha del proceso productivo.

Este proyecto permitirá a la empresa no solo reducir costos a través del aprovechamiento de los recursos, sino que le dará estatus o posicionamiento en el mercado actual, ya que la PML- Producción Más Limpia trabaja bajo el cumplimiento de lineamientos legales especialmente, aquellos que dan cumplimiento a la normatividad ambiental, quizás uno de los aspectos en los que más debe trabajar no solo la empresa Curtiembres Alexandra, sino todo el sector de las curtiembres; a través de esto la organización se verá beneficiada al contribuir con el mejoramiento del entorno en el que desarrolla sus actividades, el mejoramiento de las relaciones laborales y sociales, y la disminución de enfermedades respiratorias e infecciosas causadas por la no aplicación de buenas prácticas en el desarrollo del proceso.

#### **3.2. DELIMITACIÓN**

El presente proyecto se desarrollará teniendo en cuenta información obtenida en la empresa Curtiembres Alexandra ubicada en el barrio San Benito de la ciudad de Bogotá.

La propuesta que se desarrollará para este proyecto estará basada en los puntos críticos y/o aspectos más significativos identificados durante la etapa del diagnóstico.

La empresa decidirá el tiempo y los recursos destinados para el desarrollo y la implementación del proyecto.

## **4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1. MARCO TEÓRICO**

#### **4.1.1. Proceso general de las curtiembres**

El procesamiento del cuero empieza poco después del sacrificio del animal. Cuando el tiempo entre el sacrificio del animal y el procesamiento de la piel es corto, se puede iniciar sin cualquier pre-tratamiento. En este caso, las pieles se denominan "verdes" y su peso varía dependiendo del animal. Cuando las pieles son almacenadas, deben pasar por un pre-tratamiento para impedir el desarrollo de microorganismos con consecuente putrefacción de las mismas. Esta preservación se realiza inicialmente por inmersión en salmuera; a continuación, las pieles se apilan, intercalándose la sal entre cada capa. En estas condiciones, las pieles pueden guardarse por meses hasta iniciar el proceso de curtido. (Ministerio de industria, turismo, integración y negociaciones comerciales internacionales, 1999).

##### **4.1.1.1. Salado**

El salado debe iniciarse una vez las pieles hayan perdido el calor natural del cuerpo que cubrían. Las pieles deben lavarse con agua corriente y dejar escurrir el tiempo necesario, se debe lavar también adecuadamente el piso, y cubrir este con una camada de sal.

Se coloca primero una piel con el pelo hacia abajo, sobre la camada de sal. La piel debe estar bien extendida para que la distribución sea lo más uniforme y no haya pliegues, ya que en esos lugares la sal no llegará, no habrá deshidratación, y se darán condiciones favorables para la solapa.

Sobre ese cuero se coloca una nueva camada de sal, que lo cubra por entero, y entonces se doblan las patas, la cabeza y el rabo para adentro, y evitar así que la sal de los bordes de la piel caiga. Esto contribuye a una mejor absorción de la salmuera que ve reducida su eliminación.

Se continúa apilando las pieles con el lado pelo para abajo, colocando una camada de sal después de cada uno y doblando las partes como se describió anteriormente.

Se recomienda apilar hasta llegar a una altura de pila no mayor de 1,4 m (metro).

El último cuero de la pila debe ser colocado con el pelo hacia arriba y cubrirlo con una camada de sal, y se dice que la pila está completa.

En las condiciones anteriores, las pieles continúan el proceso de absorción de sal y pérdida de humedad en forma de salmuera, con una intensidad (o velocidad) cada vez menor.

El equilibrio se alcanza luego de un período de aproximadamente 30 días a partir del momento en que la pila se completa, pudiéndose afirmar que las pieles se conservarán bien en esas condiciones, por lo menos durante 6 meses.

Luego de ser beneficiados los animales, los cueros son tratados con sal por el lado carne, con lo que se evita la putrefacción y se logra una razonable conservación, es decir, una conservación adecuada para los procesos y usos posteriores a que será sometido el cuero. (Cueronet, 2000)

#### **4.1.1.2. Ribera**

En esta etapa el cuero es preparado para ser curtido, en ella es limpiado y acondicionado asegurándole un correcto grado de humedad. La sección de ribera se compone de una serie de pasos intermedios, que son:

- Remojo: proceso para rehidratar la piel, eliminar la sal y otros elementos como sangre, excretas y suciedad en general.
- Pelambre: proceso a través del cual se disuelve el pelo utilizando cal y sulfuro de sodio, produciéndose además, al interior del cuero, el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara el cuero para la posterior curtición.
- Desencalado: proceso donde se lava la piel para remover la cal y luego aplicar productos neutralizantes, por ejemplo: ácidos orgánicos tamponados, azúcares y melazas, y ácido sulfoftálico.
- Descarnado: proceso que consiste en la eliminación mecánica de la grasa natural, y del tejido conjuntivo, esencial para las operaciones secuenciales posteriores hasta el curtido.
- Purga enzimática: el efecto principal del rendido tiene lugar sobre la estructura fibrosa de la piel, pero existen una serie de efectos secundarios sobre la elastina, restos de queratina de la epidermis y grasa natural de la

piel. Su acción es un complemento en la eliminación de las proteínas no estructuradas, y una acción sobre la limpieza de la flor, la que se traduce en lisura de la misma, y le confiere mayor elasticidad. (Comisión Regional del Medio Ambiente- Regional Metropolitana, 1999)

#### **4.1.1.3. Piquelado**

El proceso de piquelado comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido, mediante la utilización de ácido fórmico y sulfúrico principalmente, que hacen un aporte de protones, los que se enlazan con el grupo carboxílico, permitiendo la difusión del curtiente hacia el interior de la piel sin que se fije en las capas externas del colágeno. (Comisión Regional del Medio Ambiente- Regional Metropolitana, 1999)

#### **4.1.1.4. Curtido**

El curtido consiste en la estabilización de la estructura de colágeno que compone al cuero, usando productos químicos naturales o sintéticos. Adicionalmente, la curtición imparte un particular "tacto" al cuero resultante. Una variedad de productos químicos son usados, siendo el cromo el más importante. (Comisión Regional del Medio Ambiente- Regional Metropolitana, 1999)

#### **4.1.1.5. Procesos mecánicos de post-curtición**

Después del curtido, se efectúan ciertas operaciones mecánicas que propenden a dar un espesor específico y homogéneo al cuero. Estas operaciones son:

- Desaguado mecánico para eliminar el exceso de humedad, además permite entregarle una adecuada mecanización al cuero para los procesos siguientes.
- Dividido o partido del cuero para separar el lado flor del lado carne de la piel.
- Raspado para dar espesor definido y homogéneo al cuero.
- Recortes, proceso por el cual se elimina las partes del cuero que no van a tener una utilización posterior. (Comisión Regional del Medio Ambiente- Regional Metropolitana, 1999).

#### **4.1.1.6. Procesos húmedos de post-curtición**

Esto consiste en un reprocesamiento del colágeno ya estabilizado, tendiente a modificar sus propiedades para adecuarlas a artículos determinados. Este objetivo se logra agregando otros curtientes en combinación o no con cromo. En este



grupo de procesos se involucra el neutralizado, recurtido, teñido y engrasado del cuero. (Comisión Regional del Medio Ambiente- Regional Metropolitana, 1999).

#### **4.1.1.7. Secado y terminación**

Los cueros, una vez recurtidos, son desaguados y retenidos para eliminar el exceso de humedad, además son estirados y preparados para luego secarlos. El proceso final incluye el tratamiento mecánico del lado flor y el descarne, seguido de la aplicación de las capas de terminación. La terminación consiste en anilinas o pigmentos dispersos en un binder, típicamente caseína o polímeros acrílicos o poliuretánicos, los que son aplicados por felpa, pistola o rodillo. Lacas nitro celulósicas o uretánicas pueden ser aplicadas con solventes orgánicos como capas de superficie. (Comisión Regional del Medio Ambiente- Regional Metropolitana, 1999).

#### **4.1.2. Producción más limpia**

La Producción Más Limpia se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

- En los procesos de producción, la Producción Más Limpia aborda el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones.
- En el desarrollo y diseño del producto, la Producción Más Limpia aborda la reducción de impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto: desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final.
- En los servicios, la Producción Más Limpia aborda la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios.
- Como se mencionó anteriormente, la Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia y metodología preventivas.

Una característica de la producción más limpia es la idea de considerar a la compañía como una entidad. Esto significa que las materias primas, la energía, los productos, los desechos sólidos, así como las emisiones en el agua y el aire se entrelazan estrechamente por medio del proceso de producción, a pesar del hecho que las áreas de agua, aire y suelos son legalmente independientes. (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial).

## 4.2. MARCO CONCEPTUAL

- **Curtición:** Conjunto de operaciones físico-químicas, que mediante el adecuado uso de productos químicos, convierten a la piel (comúnmente llamada cuero) en un material durable e imputrescible. (Definicion.org).
- **Curtiembre:** Una curtiembre o curtiduría es el lugar donde se realiza el curtido, proceso que convierte las pieles de los animales en cuero. Las cuatro etapas del proceso de curtido de las pieles son: limpieza, curtido, re-curtimiento y acabado. Sitio o taller donde se curten y trabajan las pieles. (Real Academia Española, 1997)
- **Desechos y emisiones:** Los desechos y las emisiones son materias primas y materiales del proceso que no se han transformado en productos comerciables o en materias primas para ser usados como insumo en otro proceso de producción. Incluyen todos los materiales sólidos, líquidos y gaseosos que se emiten al aire, agua o tierra, así como el ruido y el calor residual. (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial)
- **Insumos:** Material inicial que se incorpora al proceso para su transformación. (Madre Fertil, 2002).
- **Aspecto Ambiental:** Es cualquier elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que es susceptible de interactuar con el medio ambiente y que se presenta multidimensionalmente abarcando los planos de recurso-producto residuo, presente pasado-futuro, normal-anormal y de emergencia así como todas sus posibles combinaciones. (Ministerio de industria, turismo, integración y negociaciones comerciales internacionales, 1999).
- **Impacto Ambiental:** Cambio total o parcial, producido en el medio ambiente de carácter beneficioso o adverso. (Ministerio de industria, turismo, integración y negociaciones comerciales internacionales, 1999).
- **Productividad:** Se define normalmente como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. También puede ser definida como la

relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado. (Ruiz, 2009).

- **Producto:** Resultado final de un sistema de producción. (Madre Fertil, 2002).
- **Proceso Productivo:** Un proceso es la sucesión de diferentes fases o etapas de una actividad. También se puede definir como el conjunto de acciones sucesivas realizadas con la intención de conseguir un resultado en el transcurso del tiempo. Cualquier proceso tecnológico que se desarrolla en la industria requiere de una manera organizada de realizarlo. Es decir, todo proceso tecnológico consta de una secuencia de pasos que se siguen para lograr el fin buscado. (Madre Fertil, 2002).
- **Sistema de Producción Sostenible:** Los sistemas de producción sostenibles deben, por lo tanto, reunir los siguientes requisitos: conservar los recursos productivos; preservar el medio ambiente; responder a los requerimientos sociales y ser económicamente competitivos y rentables. (Caminotti).
- **Proceso Sostenible:** Dicho de un proceso: Que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace, p. ej., un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes. (Real Academia Española, 1997)
- **Residuo:** Se define como el producto de desecho sólido, líquido y gaseoso generado en actividades de producción y consumo, que ya no poseen valor económico por la falta de tecnología adecuada que permita su aprovechamiento o por la inexistencia de un mercado para los posibles productos a recuperar. (Meteored, Tiempo, 2012).

### 4.3. MARCO LEGAL

En la Tabla 1 se relacionan las principales leyes, decretos y normativas a tener en cuenta para el desarrollo de este proyecto.

Tabla 1. Matriz de legislación ambiental.

NÚMERO	EMISOR	REQUISITO ESPECÍFICO
<b>GESTION AMBIENTAL</b>		
Ley 99 de 1993	Congreso de Colombia	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1299 de 2008	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones.
Decreto 3440 de 2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se modifica algunos artículos del Decreto 3100 de 2003 y se adoptan otras disposiciones.
Decreto 3100 de 2003	Presidencia de la Republica Colombiana	Reglamenta las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de vertimientos puntuales.
Resolución 767 de 2002	Ministerio de Medio Ambiente	Se establecen unas medidas en relación con el manejo de las curtiembres y se adoptan otras determinaciones.
<b>COMPONENTE HIDRICO</b>		
Decreto 3930 de 2010	Presidencia de la Republica Colombiana	Establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.
Decreto 1324 de 2007	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se crea el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico, el cual tendrá por objeto realizar el inventario de las personas naturales y jurídicas que usan y aprovechan el recurso hídrico en las cuencas priorizadas de conformidad con el Decreto 1729 de 2002 o la norma que lo modifique o sustituya.
Decreto 1323 de 2007	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Creación del Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH-"

<b>COMPONENTE HIDRICO</b>		
Decreto 1729 de 2002	Presidencia de la Republica Colombiana	Por el cual se reglamenta y priorizan las cuencas hidrográficas en el país.
Decreto 1594 de 1984	Ministerio de Agricultura	En el <i>artículo 20</i> se consideran las sustancias de interés sanitario y en el <i>artículo 21</i> los usuarios que realizan vertimientos con las sustancias de interés mencionadas en el art 20
Resolución 2145 de 2005	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.
Resolución 1433 de 2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
Acuerdo 08 de 2004	Corporaciones Autónomas Regionales	Por el cual se define la norma de vertimientos de la industria de curtido de pieles, y se adoptan otras determinaciones
Resolución 3956 de 2009	Secretaría Distrital de Ambiente	Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados al recurso hídrico en el perímetro urbano en Bogotá D.C., al tiempo que fija los índices, factores, concentraciones o estándares máximos para su vertido.
Resolución 3957 de 2009	Secretaría Distrital de Ambiente	Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos de aguas residuales realizadas al sistema de alcantarillado público en Bogotá D.C., al tiempo que fija las concentraciones o estándares para su vertido.
<b>COMPONENTE ATMOSFERICO</b>		
Decreto 979 de 2006	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se modifican los artículos 7°, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.
Decreto 1228 de 1997	Ministerio del Medio Ambiente	Por medio del cual se modifica parcialmente el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
Decreto 1697 de 1997	Presidencia de la Republica Colombiana	Por medio del cual se modifica parcialmente los artículos 24, 40 y 73 del Decreto 948 de 1995, que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.

<b>COMPONENTE ATMOSFERICO</b>		
Decreto 2107 de 1995	Ministerio del Medio Ambiente	Por medio del cual se modifica parcialmente los artículos 25, 30, 38, 75, 76, 86, 92, 97, 98, 99, 100 y 118 del Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
Decreto 948 de 1995	Presidencia de la Republica Colombiana	Reglamenta la Protección y Control de la Calidad del Aire, mediante el cual se establecen las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire generada por fuentes contaminantes fijas y móviles.
Resolución 909 de 2008	Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Establece las normas y los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para fuentes fijas, adopta los procedimientos de medición de emisiones para fuentes fijas y reglamenta los convenios de reconversión a tecnologías limpias.
Resolución 601 de 2006	Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Resolución 627 de 2006	Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
<b>COMPONENTE SUELO</b>		
Ley 388 de 1997	Congreso de Colombia	Establece el Plan de Desarrollo Territorial, POT, como instrumento básico para el ordenamiento territorial a nivel local.
<b>RESIDUOS</b>		
Decreto 4741 de 2005	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral"
Decreto 1140 de 2003	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1713 de 2002	Presidencia de la Republica Colombiana	Por el cual se reglamenta en relación con la prestación del servicio público de aseo, y la Gestión Integral de Residuos Sólidos".
Residuos 1362 de 2007	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27º y 28º del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.

#### **PROTOCOLOS NACIONALES E INTERNACIONALES DE PRODUCCIÓN PARA CURTIEMBRES**

- Guía técnica de producción más limpia para curtiembres, Bolivia.
- Guía técnica para la minimización de residuos en curtiembres, Organización panamericana de la salud y medio ambiente Lima, Perú.
- Cartilla de producción más limpia en curtiembres, Guía práctica para la capacitación de empresarios y trabajadores de la industria curtidora. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá y corporación autónoma regional (CAR).
- Guía ambiental para el sector curtiembres, Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA
- Manual de buenas prácticas ambientales para la curtiembre en Centro-América.

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

#### **4.4. MARCO DE ANTECEDENTES**

De acuerdo al código CIUU, el subsector, al que se refiere el presente documento se clasifica bajo la clase “1511: Curtido y Preparado de Cueros”, el cual se denominara de aquí en adelante “Curtiembre(s)”.

Con base a la información recopilada y suministrada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y la Asociación Colombiana de Industriales del Calzado, Cuero y sus Manufacturas (ACICAM); a continuación se presenta un resumen sobre la situación del subsector curtiembres a nivel mundial, nacional y departamental, haciendo énfasis en la ciudad de Bogotá (Localidad de Tunjuelito – Barrio San Benito).

##### **4.4.1. Contexto Mundial**

La producción mundial de pieles vacunas ha presentado una tendencia de crecimiento desde la década de 1960, para el caso particular del período 1990-2000 registró una tasa de crecimiento media anual de 0,9% (Ministerio, 2001). Como se observa en la figura 1 “Producción de Cueros y Pieles de Bovino” la mayor producción, de pieles se encuentra en el lejano oriente, seguida en su orden por Latino América, Norte América, Europa y África en los años 2009, 2010 y 2011.

A continuación se exponen las gráficas de producción, importación, exportación, costo y disponibilidad de pieles de bovino a nivel mundial, desde el año 2009 hasta el año 2011. En el Anexo 1 se encuentra la recopilación y especificación de datos del año 1992 – 2011, en cuanto a producción, importación, exportación,

costo y disponibilidad de pieles de bovino en el contexto mundial (www.fao.org, 2011).



Figura 1. Producción, Importación, Exportación, Valor y Disponibilidad de Cueros y Pieles de Bovino  
Fuente: Food of the United Nations (FAO)

Respecto al curtido de pieles, se evidencia el desplazamiento de esta actividad hacia países en desarrollo que cuenten con ventajas competitivas en términos de producción de pieles y costos de mano de obra, además de ofrecer calidad en su producto; esa situación se ha acentuado por las reglamentaciones ambientales cada vez más estrictas en los países industrializados. En consecuencia, estos pasaron de ser importadores netos de pieles de bovino, cueros curtidos y productos derivados del cuero, para convertirse en exportadores de los mismos



(www.cortolima.gov.co, 2004), tal cual como se observa en las gráficas “Exportaciones de Cueros y Pieles de Bovino” y “Valores de Exportaciones de Pieles de Bovino”; en los cuales se destacan principalmente Norte América y Europa.

#### **4.4.2. Contexto Nacional**

En el año 2000, Colombia ocupa el decimotercer puesto, con una participación del 1,3% de producción mundial, constituyéndose de esta forma en el cuarto productor latinoamericano.

Las principales microempresas, pequeñas y medianas empresas, mipymes se ubican en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Cundinamarca, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Valle del Cauca y Bogotá (Ministerio, 2001).

La actividad económica del sector curtidor nacional registra una desaceleración que tuvo sus orígenes durante 1991, situación constatada por el comportamiento de indicadores como los referentes a la participación en la producción industrial nacional y la generación de empleo permanente. En el primer caso, tras alcanzar su nivel más alto en 1991 (1,16%), experimentó una continua pérdida de participación que la ubicó en 1999 en el 0,47%, mientras que en 2000 tuvo un ligero repunte hasta situarse en 0,5% (DANE, 2000).

En lo referente al comercio exterior, el capítulo de pieles excepto peletería y cueros, se ha caracterizado por presentar una balanza comercial positiva, superior a los US\$ 20 millones (a excepción del período 1992-1993). Esta situación ha sido motivada por la creciente actividad exportadora que como se observa en la figura 2, en 2001 alcanzó su mayor nivel al ascender a US\$ 96,66 millones (DANE, 2000), comportamiento opuesto a la evolución registrada en los demás eslabones de la cadena, donde manufacturas de cuero y calzado experimentan una marcada reducción de sus exportaciones, al tiempo que aumenta la importación de productos (www.cortolima.gov.co, 2004).

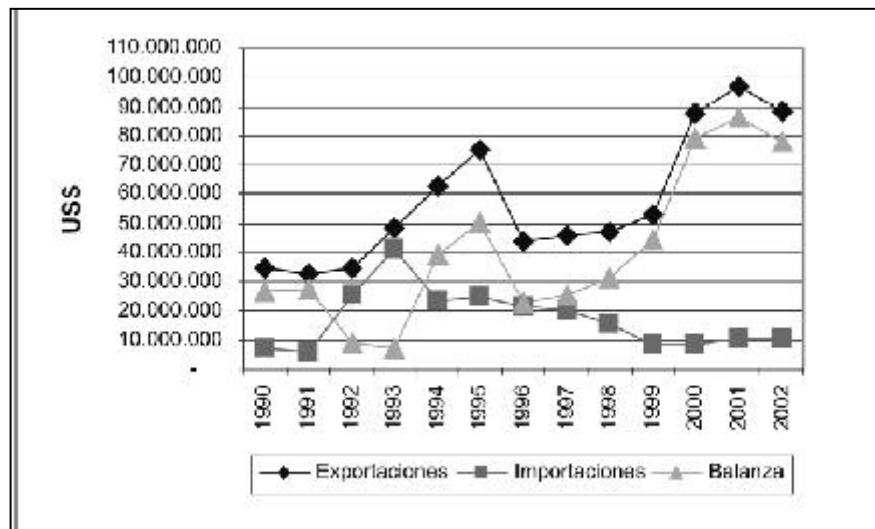


Figura 2. Evolución de la Balanza Comercial Pieles, Excepto la Peletería y Cueros  
Fuente: Fedecurtidores, 2002

En diciembre de 2002), se identifica que los productos con mayor participación son: “Cuero húmedo en azul de bovino” (US\$23,83 millones) y “Los demás cueros en azul de bovino curtidos” (US\$16,18 millones); que conjuntamente representan cerca del 25% del valor de las exportaciones totales de la cadena del cuero (US\$162,38 millones).

Las exportaciones de cuero entre enero y diciembre de 2011 ascienden a 153.2 millones de dólares con un crecimiento de 24% respecto al mismo periodo del año anterior, que se registraron ventas externas por 123.1 millones de dólares. Continúa el crecimiento de las exportaciones de cuero salado en 160% en valores y 128% en pieles.

El principal país de destino es Italia con una participación del 24% y un crecimiento del 18% de enero a diciembre, seguido China y Tailandia que registran aumentos del 65% y 129%, respectivamente, entre otros destinos.

El mayor departamento exportador de Cuero es Antioquia (36%), le sigue en orden de importancia Atlántico (26%) y Bogotá y Cundinamarca (20%).

Las importaciones de cuero en el 2011 ascienden a 13.4 millones de dólares con un crecimiento de 34%, respecto al año anterior, que se registraron compras externas por 10 millones de dólares.

El principal país de origen es Chile (33%), Italia (12%), Argentina (11%) y Uruguay (9%). El mayor departamento importador de Cuero es Bogotá y Cundinamarca (71%), le sigue en orden de importancia Valle del Cauca (10%) y Antioquia (10%).

#### 4.4.3. Contexto Local

##### *Localidad de Tunjuelito – Barrio San Benito*

Según datos de la Cámara de Comercio de Bogotá, en el año 2006 se registraron 4120 empresas en la localidad de Tunjuelito, de las cuales 212 empresas se dedican al curtido y preparado de las pieles, fabricación de estuches, agendas en cuero artificial, fabricación de calzado, producción y comercialización de artículos de cuero para zapatería, distribución y comercialización de toda clase de calzado entre otros (Camara, 2007); en la figura 3 se observa la distribución de las empresas en la cadena de cueros y calzado en la localidad de Tunjuelito.

**Distribución de las empresas en la Cadena de Cuero y Calzado**

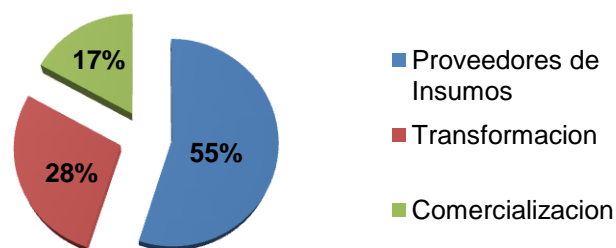


Figura 3. Cadena de cuero y calzado localidad de Tunjuelito  
Fuente: Perfil Económico y Empresarial Localidad Tunjuelito – Cámara de Comercio Bogotá, 2006.

En la clasificación de proveedores de insumos equivale a 212 empresas, el mayor número de estas, se dedica al curtido y preparado de las pieles. En la categoría de transformación, equivale a 107 empresas, el mayor número se dedica a la fabricación y comercialización de calzado para hombre, mujer, niños y bebés entre otros.

En el eslabón de comercialización, representa a 65 empresas, en su mayoría se dedican a la venta de cuero crudo y terminado, distribución y venta de calzado.

Según la clasificación de las empresas de la cadena de cuero y calzado, el 89% son microempresas y el 11% son pequeñas empresas.

La cadena de cuero y calzado de la localidad de Tunjuelito se localizó geográficamente en tres sectores: La primera, en la parte noroccidental, el barrio Isla del Sol; la segunda en la parte norte en el barrio Venecia y la tercera en la parte sur en el barrio San Benito; principalmente cerca de sus avenidas principales y la ronda del río Tunjuelito (Camara, 2007).

#### **4.4.3.1. Valoración del impacto**

Esta actividad industrial se cataloga como de alta significación ambiental (ASA) por la presencia de grandes cargas contaminantes que impactan negativamente al ambiente.

En el proceso de curtición se presentan con mayor preponderancia los efluentes líquidos y los residuos sólidos.

- Efluentes líquidos, aproximadamente el 65% de los efluentes en curtiembres provienen de los procesos de preparación (remojo, encalado, pelambre, descarnado y desencalado). El 35% restante proviene del curtido y lavado final.

Los vertimientos líquidos generalmente presentan altos valores de pH, considerable contenido de cal y sulfatos libres, cromo, sulfuros, elevada demanda de oxígeno debida a la presencia de materia orgánica y grasas animales y gran cantidad de sólidos suspendidos.

La contaminación generada por la industria de acabado del cuero, tiene aspectos especiales, en lo relacionado con vertimientos líquidos, se presentan descargas puntuales, con características variables dependiendo de la etapa del proceso. Sin embargo se pueden tener como referencia los siguientes parámetros de la Tabla 2, obtenidos con base en el procesamiento de una tonelada de pieles, valores cercanos a los reportados para las condiciones propias de San Benito. (Valoración del impacto ambiental de la pequeña y mediana industria, 1996).

Tabla 2. Parámetros de curtiembres en San Benito.

PARAMETRO	GENERACION/ Ton
pH	1- 13 unidades
DBO	89 Kg.
DQO	258 kg.
Aceites y grasas	20 kg.
Cromo	3,5 Kg.
Sulfuros	7 Kg.
Residuos sólidos	93 Kg.

Fuente: Valoración del impacto ambiental de pequeñas y mediana industria, Pág. 105

- Residuos sólidos, provienen principalmente de la preparación de la piel, están compuestos por trozos de cuero, carne, colágeno y pelos. Aunque tiene valor potencial para ser reciclados o reutilizados, algunas veces, esto no se hace debido a los costos involucrados.

#### 4.4.4. Antecedentes Curtiembres Alexandra

La Secretaria Distrital de Medio Ambiente (SDA), cuenta con el expediente ambiental (DM-08-03-2043), de la empresa Curtiembres Alexandra en el cual se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. Expediente ambiental de la empresa Curtiembres Alexandra.

Radicados		Asunto
Número	Fecha	
2110	04-Feb-99	Se presenta y realiza entrega del documento final "Plan de Manejo Ambiental"(PMA) de la empresa
21587	03-Sep-99	Radicación del compromiso de cumplimiento de las normas ambientales y los proyectos, obras, y actividades a realizar en la empresa
N.A.	07-Ene-00	Se realiza visita de seguimiento de la SDA a la empresa
0441	28-Ene-00	Se genera <i>Concepto Técnico</i> a partir de la visita de seguimiento. Se evalúa y verifica el PMA y los avances de las obras.
0466	06-Mar-00	Se exige el cumplimiento del PMA, se establecen algunas prohibiciones de orden ambiental, derivadas del proceso productivo y fija algunos plazos para la construcción de unidades de pretratamiento y cambios de insumos.
8385	20-Jun-01	Verificación y avance de la implementación del PMA. Se emite <i>Concepto Técnico</i> , en el cual se solicita la presentación de la caracterización de los vertimientos

Radicados		Asunto
Número	Fecha	
21360	14-Sep-01	Informa a la empresa los requerimientos solicitados en el CT. 8385/ 01
N.A.	02-Ago-02	Informe de caracterización de aguas residuales realizado por el IDEAM; el cual evidencia el incumplimiento de algunos parámetros de conformidad con la Resolución 1074 / 97
932	18-Feb-03	Las medidas implementadas para el control de vertimientos de la empresa no es satisfactoria; Mediante <i>Concepto Técnico</i> , se exige el cumplimiento con las normas ambientales
3135	19-Nov-03	Auto, inicia proceso sancionatorio ambiental
N.A.	01-Feb-05	Caracterización de vertimientos realizada por la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Se emitió informe con resultados y recomendaciones, como empezar a tramitar la solicitud de permiso de vertimientos
9428	18-Sep-07	<i>Concepto técnico</i> , el infractor persiste incumpliendo las normas ambientales en el tiempo de manera continuada
3460	14-Nov-07	Se emite <i>Resolución</i> , y en consecuencia se impone sanción, la cual consiste en el pago de diez salarios mínimos legales vigentes en el año 2007, equivalentes a \$ 4'337.000
2010IE15208	08-Jun-10	Visita Técnica de verificación, evaluación y seguimiento al establecimiento solicitado por la Universidad Externado de Colombia; por el proceso de Saneamiento Jurídico de expedientes ambientales
3116	30-May-11	La <i>Resolución</i> , declara la caducidad del proceso sancionatorio ambiental adelantado en contra del propietario de la empresa Curtiembres Alexandra

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

Los documentos soportes de esta información se encuentran en el Anexo 2 de este documento, con el nombre de expediente ambiental de la empresa Curtiembres Alexandra proporcionado por la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA).

#### 4.4.5. Otros Antecedentes

A continuación se relacionan algunas de las investigaciones que se han realizado a cerca del proceso productivo del sector de las curtiembres.

*Diseño del manual técnico para la gestión integral de residuos de la industria de curtido y preparado de cueros en el barrio San Benito, localidad de Tunjuelito* (Mahecha, 2006)

Se diseñó un manual técnico que sirve como instrumento orientador para pequeñas, medianas y grandes empresas del sector de las curtiembres, con el objetivo de tomar medidas de prevención, mitigación, tratamiento y aprovechamiento de los residuos propios de esta actividad industrial, así mismo, que permita prevenir los impactos potenciales generados por los residuos y controlar la contaminación mediante fichas de procedimientos formuladas, de acuerdo a lo establecido en la Guía Ambiental para la industria de curtido y preparado de cueros del MAVDT, la Guía Ambiental para el subsector de las curtiembres de ACERACAR, la información disponible del proyecto de gestión ambiental en la industria de curtiembres en Colombia del Centro de Producción Más Limpia, y en el Decreto 4741/05, Decreto 1713/03, La política de Gestión Integral de Residuos(1998) y la Política de Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos (2005).

*Asociatividad Empresarial Sector Curtiembres en San Benito Bogotá D.C.* (Rojas, 2006) Artículo realizado para la Revista Dialéctica de la Universidad Panamericana que habla sobre la oportunidad estratégica que pueden tener las pequeñas, medianas y grandes empresas del sector de las curtiembres, específicamente aquellas empresas ubicadas en el barrio San Benito, al asociarse, ya que así pueden entrar en mercados internacionales y así mismo aumentar la competitividad de sus productos.

*Más de seis mil millones de pesos ahorrarían al año las curtiembres de San Benito por apostarle al ambiente.* (Secretaría Distrital de Ambiente, 2009) Artículo que resume un estudio de factibilidad realizado por la Secretaría Distrital de Ambiente sobre la construcción de la primera etapa del Parque Industrial Ecoeficiente de San Benito, y los beneficios que se obtendrán tanto para aquellos empresarios que se unan al Parque Industrial y los beneficios obtenidos para el medio ambiente.

Cierre definitivo y multa a curtiembre de San Benito. (Radio Santa Fé, 2010)  
Artículo que relaciona algunos de los alcances que puede tener el descuido y la falta de gestión ambiental en las empresas que realizan procesos de curtición de pieles específicamente ubicadas en el sector de San Benito. Relaciona el caso de la Empresa Procesadora de Sebos y Pieles (Inprosepinal) y la causal de cierre de esta empresa.



## 5. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS

### 5.1. LOCALIZACIÓN

La empresa Curtimbres Alexandra se encuentra localizada en la localidad de Tunjuelito al sur de la ciudad de Bogotá en el barrio San Benito, como se observa en la figura 4. Las coordenadas son: 4°33'47,51" N - 74°08'15,46" O

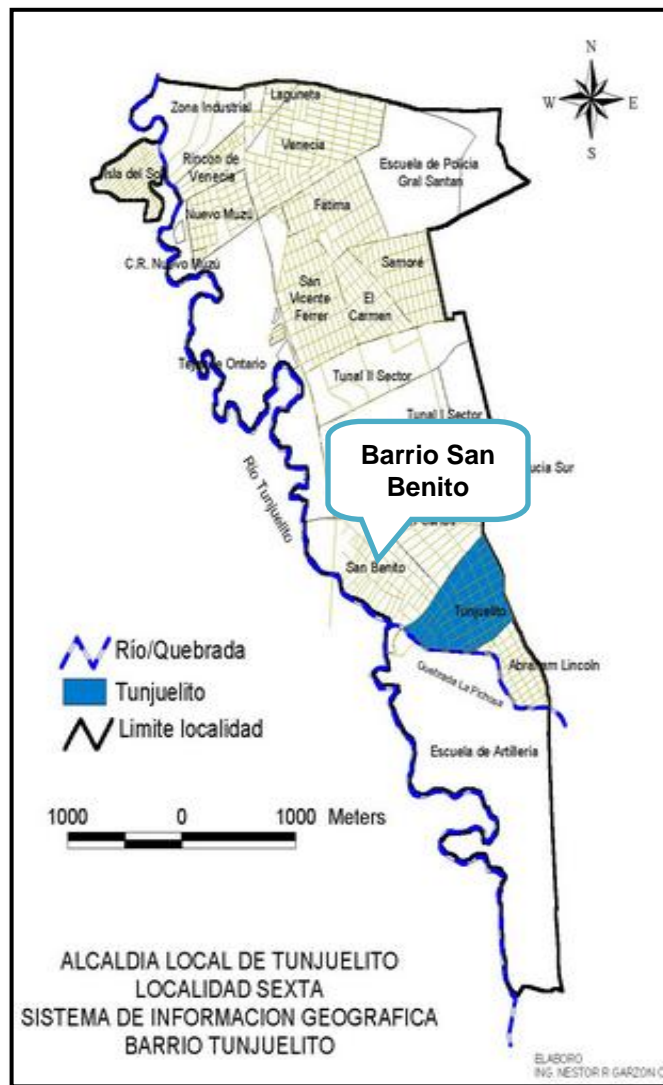


Figura 4. Ubicación del Barrio San Benito en la Localidad de Tunjuelito  
Fuente: Alcaldía Local de Tunjuelito

La Localidad de Tunjuelito está ubicada sobre la margen derecha del río Tunjuelo. Tiene una extensión aproximada de 991.1 hectáreas, distribuidas en 19 barrios, donde el uso del suelo es exclusivamente urbano.

La Localidad de Tunjuelito limita:

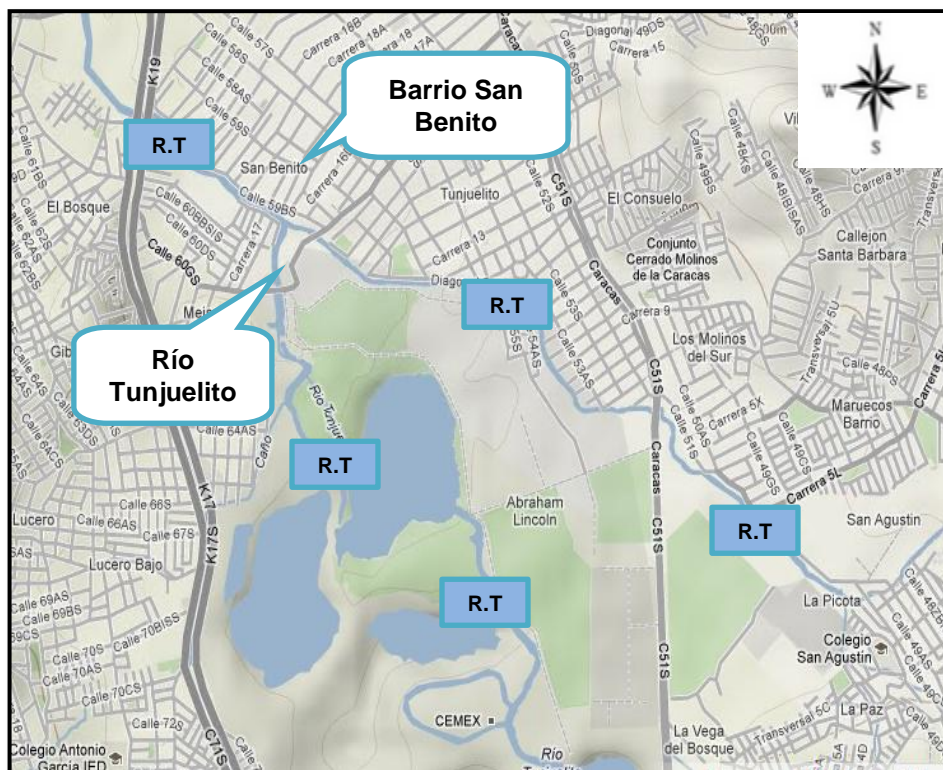
**Norte:** Localidades de Puente Aranda y Kennedy

**Occidente:** Localidad de Ciudad Bolívar

**Sur:** Localidades de Usme y Ciudad Bolívar

**Oriente:** Localidad de Rafael Uribe.

La Localidad de Tunjuelito hace parte de la cuenca media del río Tunjuelo, el cual la bordea sobre el costado occidental, de sur a norte. Así mismo, al sur de la Localidad (Barrios Meissen y Tunjuelito) la Quebrada Chiguaza desemboca en el río Tunjuelo. (www.fopae.gov.co, 2006). En la figura 5 se referencia el paso del río Tunjuelito por el barrio San Benito- Bogotá.



R.T = Río Tunjuelito

Figura 5. Río Tunjuelito  
Fuente: Google Maps

El Río Tunjuelito se encuentra a doscientos (200) metros de la curtiembre, como se observa en la figura 6, las vías principales de acceso a la curtiembre son: Avenida Boyacá y la Av. Cra. Caracas.

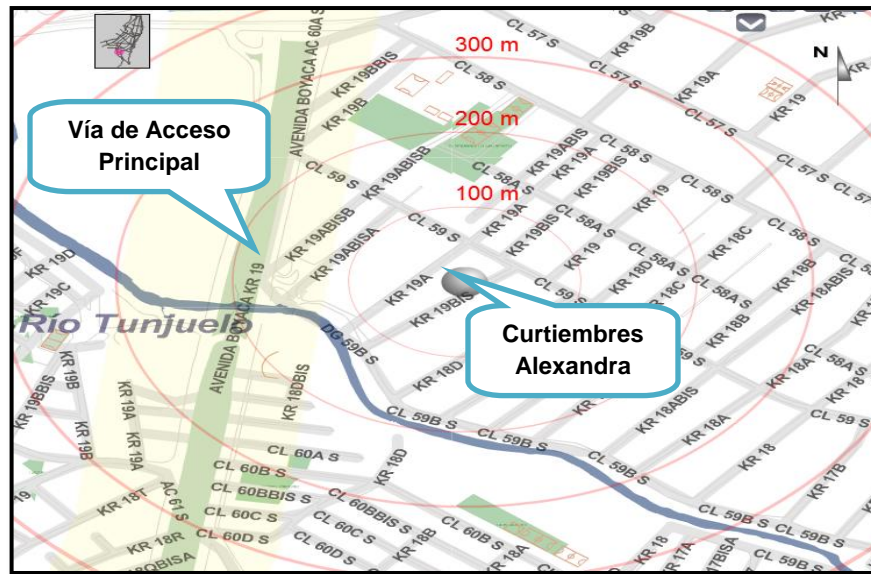


Figura 6. Ubicación Curtiembres Alexandra y vías de acceso  
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá

Curtiembres Alexandra, es propiedad del Señor Ricardo Ramírez. En la figura 7 se muestra la principal vía de acceso y la entrada de la empresa. Esta empresa posee dos (2) plantas o sedes.



Figura 7. Vías de acceso y planta número uno (1).  
Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

En la figura 8, se observa la entrada de la planta número dos; donde se ubican algunas de las actividades del proceso, como el planchado y pintado.



Figura 8. Planta número dos (2)

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

## **5.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

El área de influencia, se basa en el alcance de la afectación o impactos derivados de las acciones y actividades realizadas por el curtido y acabado de pieles.

### **5.2.1. Características Ambientales del Área de Influencia**

A continuación se nombran los principales componentes ambientales, sociales y de infraestructura con que cuenta la localidad de Tunjuelito.

#### **5.2.1.1. Componente Terrestre**

La localidad de Tunjuelito presenta un territorio relativamente plano. Geológicamente, la Localidad de Tunjuelito está constituida por llanuras de inundación (27.1 %), por terrazas bajas (49.8 %), por conos aluviales (22.5 %) y coluviones (0.6 %). Desde el punto de vista geotécnico, la Localidad está constituida principalmente por suelos duros (68.47 %), en menor proporción por los suelos que conforman la ronda de ríos (27.08 %), y por suelos de piedemonte (4.44 %). (www.fopae.gov.co, 2006)

De acuerdo con la Microzonificación Sísmica de Bogotá, la localidad de Tunjuelito presenta una de las cinco zonas en que se encuentra clasificada la ciudad, La zona 5A Terrazas y Conos Potencialmente Licuables, la cual se presenta en la zona sur de la ciudad y está conformada por suelos arcillosos secos y preconsolidados de gran espesor, arenas o limos o combinaciones de ellos, pero con capacidad portante mayor que los depósitos de las zonas lacustres, la cual tiene las características predominantes de las arenas limpias, finas y superficiales, combinadas con la posibilidad de niveles freáticos altos que redundan en una alta susceptibilidad a la licuación ante la ocurrencia de un sismo intenso. Debe evaluarse específicamente el potencial de licuación cuando se deseen adelantar construcciones en esta zona. (www.fopae.gov.co, 2006)

- Uso del Suelo

El uso general de la tierra configura en Tunjuelito cinco grandes áreas: dos habitacionales en la parte plana, uno al norte y otro al sur, separadas por una tercera de notable tamaño, ocupada por el parque Distrital El Tunal; una cuarta parte como zona institucional y una quinta de extracción e industrial. (www.esetunjuelito.gov.co, 2011)

De acuerdo al POT vigente, la localidad de Tunjuelito está conformada por dos unidades de planeación zonal (UPZ), Venecia (UPZ 42) y Tunjuelito (UPZ 62), actualmente, solo se encuentra reglamentada la UPZ 62, la cual, hace énfasis en el adecuado manejo ambiental de los corredores ecológicos de las rondas del río Tunjuelo y de la quebrada Chingaza. (www.esetunjuelito.gov.co, 2011)

En general, en la localidad sexta de Tunjuelito, durante las últimas décadas se han introducido usos dotacionales y comerciales, reduciéndose el porcentaje de uso residencial a menos de la mitad del suelo, distinguiéndose seis áreas residenciales en la localidad, de las cuales tres son de origen no formal, lo que implica un acceso diferente a la tierra, con dificultad en la cobertura de servicios públicos y una alta densidad de construcciones. (www.esetunjuelito.gov.co, 2011).

#### **5.2.1.2. Componente Hídrico**

La principal y más importante es, la cuenca del Río Tunjuelo, que tiene 15 Km aproximadamente de recorrido por la localidad, su extensión es de 390 Km<sup>2</sup> y la longitud de su cauce es de 73 Km. (www.esetunjuelito.gov.co, 2011)

Para el río Bogotá, es la subcuenca de mayor extensión, es la que aporta mayor cantidad de contaminantes al Río Bogotá; 22% del total, con la mayor cantidad de Cadmio, Plomo mercurio, Cobre, Cromo y Níquel, aporta la mayor cantidad de recursos hídricos (2.84 Mt<sup>3</sup>/S) del caudal regulado para aprovechamiento de agua potable, es la que padece los mayores problemas sanitarios y de alcantarillado, con un déficit de 55% en alcantarillados y colectores paralelos, presenta el mayor índice de biodiversidad, es la más poblada de las tres subcuencas urbana: 2.300.000 habitantes. (www.esetunjuelito.gov.co, 2011)

La cuenca del río Tunjuelo ha sido receptora de los usos que generan un mayor impacto ambiental como las curtiembres en la zona de San Benito, que son fuente de alta contaminación para el río.

La localidad de Tunjuelito hace parte de la zona plana de la cuenca del río Tunjuelo que históricamente se ha desbordado por causa de las intensas lluvias y ha inundado grandes zonas aledañas al río. (www.sdp.gov.co, 2009).

#### **5.2.1.3. Componente Atmosférico**

La temperatura anual media local se registra entre los 14 y 15 grados centígrados, en la localidad sexta de Tunjuelito se presentan dos periodos climáticos, uno de alta precipitación entre (151 y 218 mm), alta humedad relativa (entre 86 y 87 %) y baja velocidad de viento (entre 1.3 y 0.0 m/seg.), que corresponde a los meses de abril – mayo y octubre – noviembre; el segundo período durante los meses de diciembre - enero y julio - agosto el comportamiento de los elementos climáticos es opuesto, con la precipitación baja (entre 29 y 54 mm.), baja humedad relativa (entre 79 y 81 %) y alta velocidad del viento (entre 3.1 y 3.9 m/seg.). (Instituto de Estudios Urbano, 2011)

La Localidad presenta un promedio anual de lluvias de 500 a 1000 mm, precipitación media anual de 794 a 985 mm. Los vientos más frecuentes de la Localidad de Tunjuelito son los del sur, lo cuales son dominantes durante los meses de junio a septiembre, con porcentajes entre el 15% y el 24%. Los del sur oeste predominan de Noviembre a Abril, con porcentajes entre el 12 y el 21% siendo Febrero el mes de mayor frecuencia. El régimen de vientos de la Localidad de Tunjuelito presenta una predominancia del 74% para la dirección Sur – Norte. La categoría de estabilidad atmosférica predominante muestra una velocidad promedio de viento entre 0 y 2 metros por segundo, lo que permite establecer que en la mayor parte del tiempo se aprecian condiciones estables en el sector. (INAT, 2011).

#### **5.2.1.4. Ecosistemas**

Como figura en el cuadro anterior, Tunjuelito registra un total de 281 hectáreas de suelo protegido que corresponden al 28,5% sobre el total del suelo de esta localidad, 987 hectáreas.

La UPZ Tunjuelito figura con la mayor área ecológica con 232 ha., en razón a que allí se ubica parte de la quebrada Chiguaza y gran parte del río Tunjuelo y su ronda que presenta grandes zonas inundables declaradas como suelo protegido. (www.sdp.gov.co, 2009).

#### **5.2.1.5. Componente Social**

Según proyecciones del DANE la localidad de Tunjuelito cuenta en el año 2011 con 201.843 habitantes correspondiendo al 2.59% de la población Bogotana ubicándola como la octava localidad con menor población, presentando un densidad poblacional por hectárea de 203,9 habitantes, siendo la sexta localidad con mayor densidad poblacional por hectárea. Hasta los 14 años de edad hay una mayor proporción de hombres (52%), y dentro de la población mayor de 15 años es mayor la proporción de mujeres (53,4%).

La localidad Tunjuelito cuenta con estratos del 1 al 3, correspondiendo en su mayoría a estrato dos (63,99% de las 847 manzanas estratificadas en la localidad en el año 2007 por SDP-Dirección de estratificación).

De acuerdo a los resultados de la encuesta de calidad de vida 2007, la localidad de Tunjuelito registró que el 0,5% de la población se encuentra en miseria por necesidades básicas insatisfechas (NBI) y el 8,1% se encuentra en pobreza por NBI. (www.sdp.gov.co, 2009)

El 42,7% es decir, 147.473 personas registrada en el SISBEN, tiene un nivel 2 y el 32,8% se encuentra en nivel 1, es decir que cerca del 80% de la población registrada en el SISBEN que habita la localidad de Tunjuelito, tiene unas condiciones socioeconómicas precarias, según los criterios de la encuesta. Es importante mencionar que hasta la fecha de corte de los datos (mayo de 2009), únicamente se encontraba registrada en la base de datos el 72,9% de la población residente en la localidad.

Según el Censo DANE 2005, el 93,5% de las personas mayores de 5 años sabe leer y escribir, siendo mayor el porcentaje en hombres que en mujeres. En relación al nivel Educativo alcanzado por la población residente en la localidad, el 29,1% de la población residente en Tunjuelito, ha alcanzado el nivel básico primario y el 40,5% secundaria; el 8,4% ha alcanzado el nivel profesional y el 1,1% ha realizado estudios de especialización, maestría o doctorado, la población residente sin ningún nivel educativo es el 4,9%. (www.esetunjuelito.gov.co, 2011).

#### **5.2.1.6. Equipamientos<sup>1</sup>**

Tunjuelito figura con un indicador de quince equipamientos por cada 10.000 habitantes, el cual es inferior al indicador promedio de la ciudad y ubica a la localidad como la quinta con menor cantidad de equipamientos por cada 10.000 habitantes, con respecto a las demás localidades. (www.sdp.gov.co, 2009)

De acuerdo con la información suministrada por el plan maestro de equipamientos de educación, en Tunjuelito se localizan veinticuatro colegios oficiales. En lo que refiere a las UPZ, Venecia concentra el mayor número de establecimientos educativos oficiales con diecisiete y la Tunjuelito registra siete colegios oficiales. En la localidad se ubican además, setenta colegios no oficiales y tres instituciones universitarias. (www.sdp.gov.co, 2009)

En la localidad de Tunjuelito se localizan con diecinueve equipamientos de salud que corresponden a un Centro de Atención Ambulatoria, -CAA-, dos Centros de Atención Médica Inmediata –CAMI-, ocho Clínicas, un Hospital, una Institución de Salud de Nivel III, tres Unidades Básicas de Atención –UBA- y tres Unidades Primarias de Atención –UPA-. (www.sdp.gov.co, 2009)

En Tunjuelito se localizan 103 equipamientos de bienestar social, dentro de los cuales se destacan los destinados a la asistencia básica que representan el 93,2%. En este grupo se encuentran los jardines sociales e infantiles, casas vecinales, hogares infantiles y comunitarios que atienden a los menores con edades entre los 0 y 5 años, clasificados en los estratos 1 y 2; la UPZ Venecia registra 54 equipamientos de este tipo y Tunjuelito 42. (www.sdp.gov.co, 2009)

El total de áreas de parques de Tunjuelito, clasificados por escala. El parque metropolitano el Tunal representa el 67,0% y los parques vecinales representan el 26,5% del área total de parques de la localidad. (www.sdp.gov.co, 2009)

---

<sup>1</sup> Conjunto de espacios y edificios destinados a proveer a los ciudadanos del distrito capital, los servicios sociales de cultura, seguridad y justicia, comunales, educación, salud, culto, deportivos, recreativos y de bienestar social.



En la localidad de Tunjuelito se localizan dos bienes de interés cultural que fueron declarados en la categoría de conservación integral. Los dos bienes de interés cultural de Tunjuelito se localizan en la UPZ Venecia, y corresponden a la parroquia de Nuestra Señora de Fátima y la Escuela General Santander. (www.sdp.gov.co, 2009).

### **5.2.2. Área de Influencia Directa**

La actividad de curtido y acabado de pieles, que se realiza en la empresa Curtiembres Alexandra, en el barrio San Benito – Bogotá, consiste en la producción de quinientos (500) cueros por mes, por lo cual la gran cantidad de descargas contaminantes, ocasiona impactos ambientales como: vertimientos, con altas dosis de contaminantes; olores ofensivos y residuos sólidos y líquidos que repercuten y afectan los recursos naturales y a la comunidad aledaña.

### **5.2.3. Área de Influencia Indirecta**

Corresponde, aquellos impactos que no son visibles de momento pero que con el tiempo sobresalen; se encuentran en riesgo la hidrografía, el suelo y la atmósfera de los barrios aledaños a la zona industrial de San Benito de igual manera los vertimientos que pueden llegar al Río Tunjuelito. Dentro del área de influencia indirecta tenemos las localidades de Puente Aranda, Ciudad Bolívar, Kennedy, Usme y Rafael Uribe; que limitan con la localidad de Tunjuelito. El Río Bogotá también se indica como área de influencia indirecta ya que el Río Tunjuelo es una subcuenca de este.

## **5.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA CURTIEMBRES ALEXANDRA**

La empresa Curtiembres Alexandra es una empresa dedicada a la curtición y comercialización de cueros. Sus procesos de curtición emplean técnicas artesanales realizadas primordialmente al cromo, aunque en algunas ocasiones se realizan procesos de curtición vegetales, sin embargo, para sus dos (2) tipos de procesos utilizan pieles principalmente vacunas y bovinas de mataderos locales como San Martín, Uval, Guadalupe, entre otros.

Sus productos son hojas o rollos de cuero utilizados especialmente para la confección, marroquinería y calzado, y son comercializados principalmente en la ciudad de Bogotá, siendo sus principales clientes comerciantes locales, intermediarios y fabricantes de calzado de la zona.

La empresa Curtiembres Alexandra cuenta con 18 empleados cuyas funciones o actividades son muy versátiles, por lo cual no es posible describir la función y/o actividad de cada uno. Sin embargo, en la Tabla 4, se presenta la estructura organizacional de acuerdo al tipo de empleado.

Tabla 4. Estructura organizacional de la empresa Curtiembres Alexandra

<b>ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL</b>			
<b>TIPO DE EMPLEADO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>MUJERES</b>	<b>HOMBRES</b>
<b>Gerente</b>	1	0	1
<b>Administrativo</b>	2	2	0
<b>Jefe de Planta</b>	1	0	1
<b>Operarios</b>	14	0	14
<b>TOTALES</b>	18	2	16

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

En la semana se trabaja de lunes a viernes en horario de 7:00 am a 6:00 pm y el sábado solamente medio día.

### **5.3.1. Distribución de Planta**

La empresa Curtiembres Alexandra cuenta con dos (2) sedes en las que se realizan actividades de operativas y administrativas.

La planta uno (1) cuenta con dos (2) niveles; en el primer nivel se desarrolla gran parte del proceso productivo de la empresa, allí se realizan las actividades de recepción de materia prima, procesos de ribera, curtido y teñido; en el segundo nivel (mezzanine) se encuentra la planta de tratamiento de agua.

En las Figuras 9, 10 y 11 se presentan los planos de distribución de cada una de las plantas de la Empresa Curtiembres Alexandra.

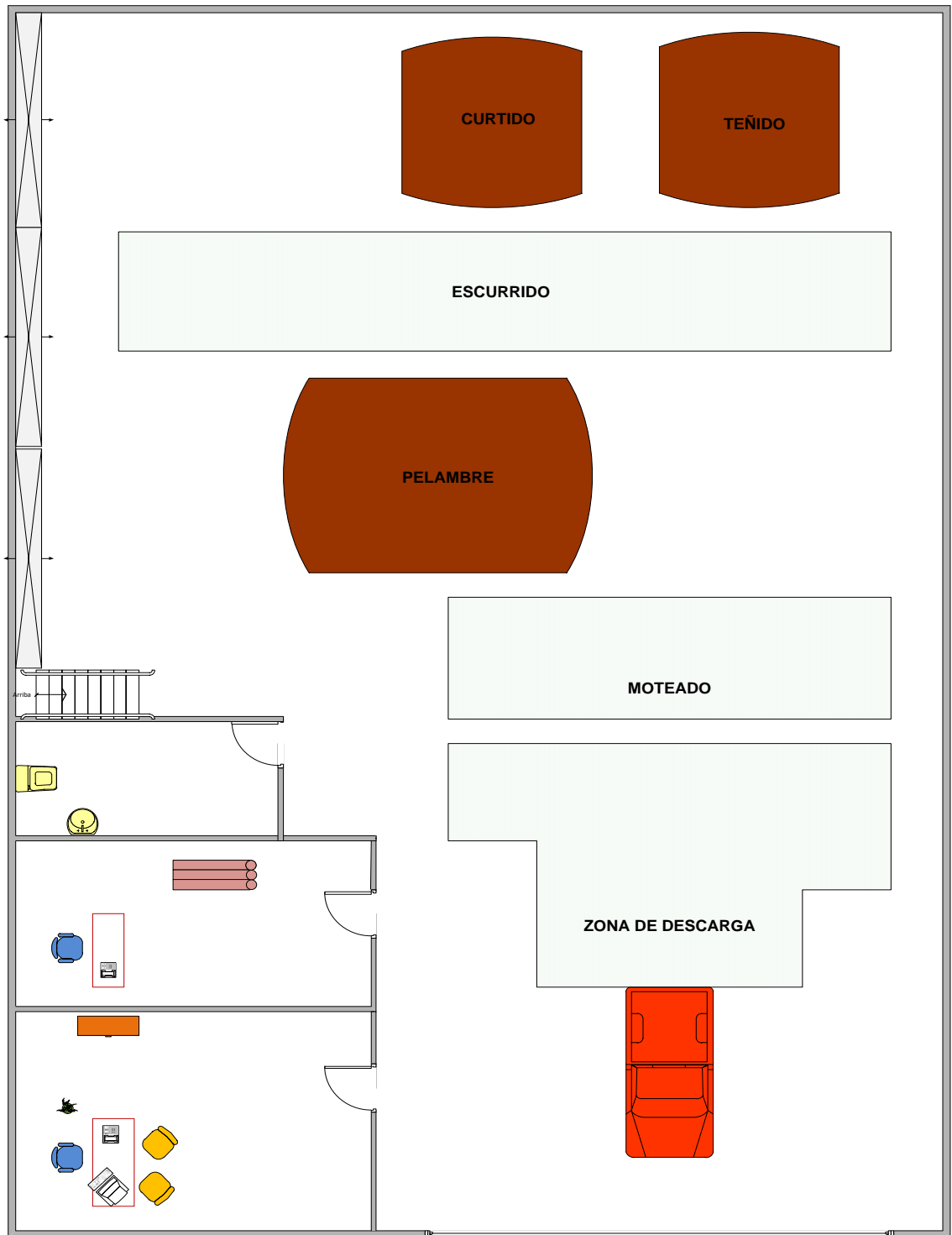


Figura 9. Distribución de planta sede uno (1) primer piso  
 Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

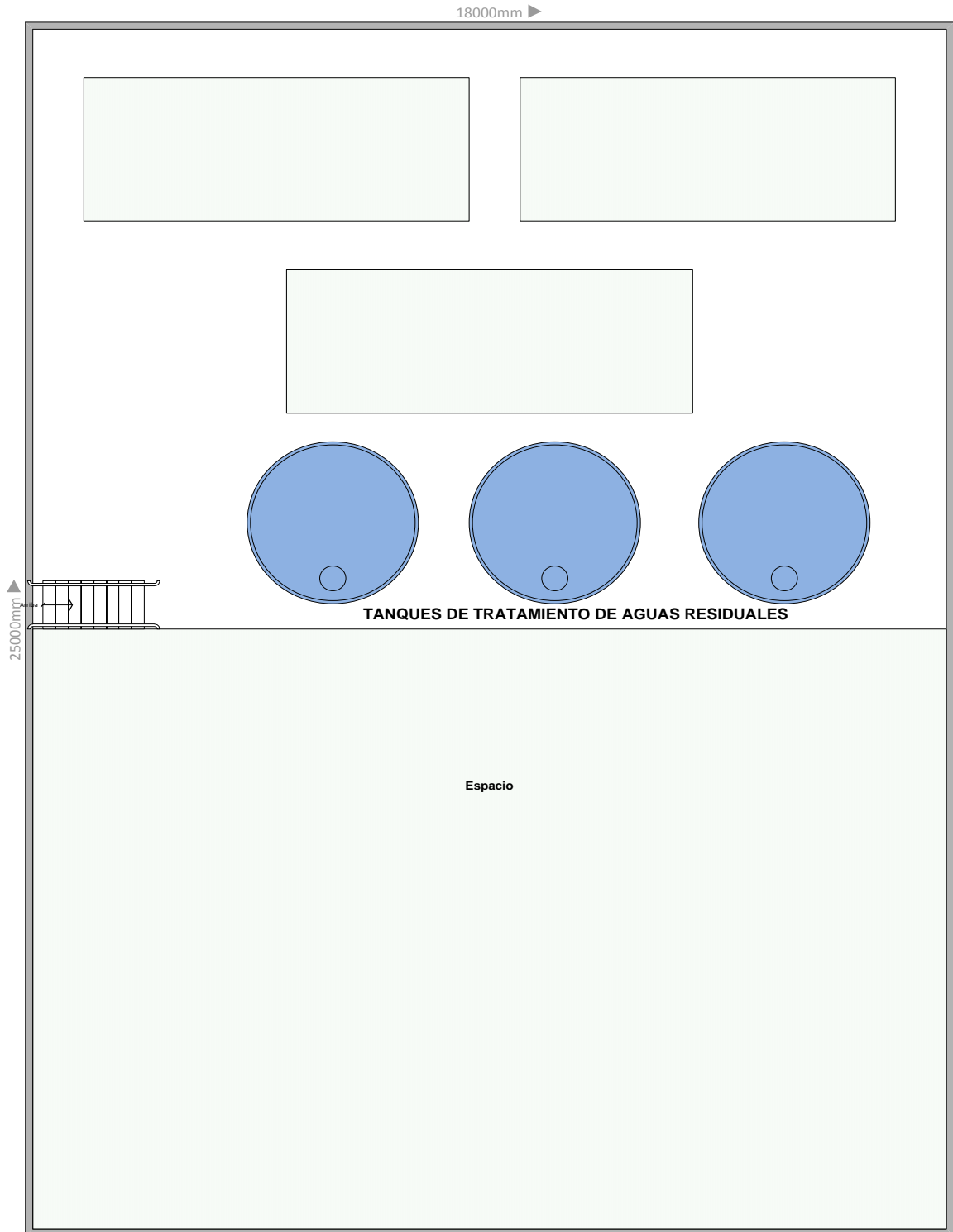


Figura 10. Distribución de planta sede uno (1) segundo piso

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

La planta dos (2), cuenta con tres (3) niveles en donde se realizan actividades administrativas, y actividades operativas como: planchado y grabado del cuero, pintado, lacado, pulido, teñido y almacenamiento de producto terminado.

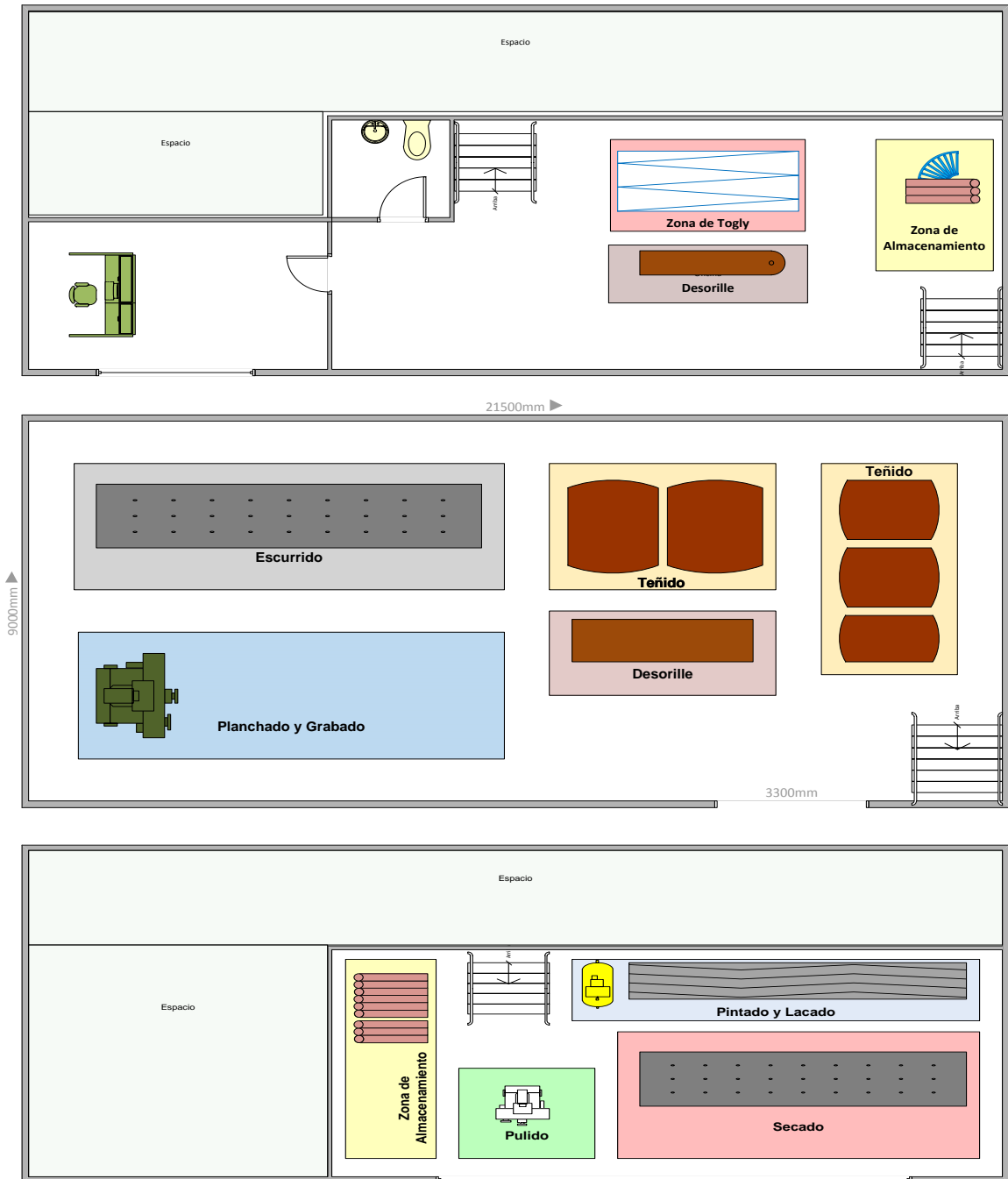


Figura 11. Distribución planta sede dos (2)

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

### **5.3.2. Descripción del proceso productivo**

El proceso productivo de la empresa Curtiembres Alexandra, inicia con la recepción de la materia prima e insumos necesarios para la fabricación de hojas de cuero. Esta empresa trabaja únicamente con pieles frescas (cuero en sangre) compradas en mataderos locales como: San Martín, Uval, Guadalupe, entre otros.

Las pieles frescas llegan a la planta (Sede 1), allí se procede a retirarles los restos de carne y grasa adherida a la misma, esta actividad se conoce con el nombre de "Moteado", es realizada manualmente por medio de cuchillo, y desarrollada por el personal contratado para el cargue, descargue y transporte del cuero. Aproximadamente se limpian diez (10) pieles por hora.

Enseguida se pasa a la etapa de ribera la cual inicia con el proceso de remojo, allí la piel es colocada dentro de un fulón cargado con agua y soda cáustica, con el fin de hidratarla y retirar todos los residuos de sangre y suciedad con los que llega la piel; inmediatamente se inicia con el proceso de pelambre, cuyo objetivo es retirar el pelo de la piel por medio de una solución que contiene en su mayor parte sulfuro de sodio y cal hidratada; luego de esto, la piel se conduce al descarne, proceso que se realiza de forma manual y consta de la eliminación de la grasa adherida a la piel; después pasa al desencalado, donde las pieles son cargadas en otro fulón con agua, ácido sulfúrico, bisulfito de sodio y sulfato de amonio, allí se retiran los restos de químicos especialmente de cal que se utilizan en el proceso del pelambre, este se realiza por aproximadamente una (1) hora; ya como última fase o proceso de la etapa de ribera, se realiza la conocida purga enzimática, efectuada en la mayoría de las ocasiones con enzimas proteolíticas, esta actividad tiene una duración aproximada de una (1) hora y media hasta doce horas, dependiendo del uso o producto final que se espera obtener de la piel.

Posterior a esta etapa, se procede a realizar el proceso de piquelado, el cual consiste en la adición de sales, ácido sulfúrico, ácido fórmico y piquelantes, estos productos se dejan actuar entre una (1) y tres (3) horas (dependiendo de la finalidad o uso de la piel), el objetivo de este proceso es la preparación química de la piel para la realización del proceso de curtación. Enseguida, la piel es llevada a la dividora, allí se realiza la separación de la flor (cuero de alta calidad, listo para curtir) y la carnaza (cuero de baja calidad).

En la etapa de curtición, se adiciona cromo (sulfato básico de cromo) en el fulón cargado con las pieles, y se deja actuar durante tres (3) horas aproximadamente,

al finalizar este proceso las pieles toman un color azul claro. En algunos casos se aplica anti-moho<sup>2</sup> y un basicante para lograr el pH ácido del cuero.

Una vez curtidos los cueros, se pasan por la escurridora, la cual tiene como función principal quitar la humedad entre un 70 y 80% del cuero; luego es llevada a la rebajadora, en donde se le da el calibre necesario de acuerdo al uso que se le vaya a dar;

En la etapa de teñido y engrase, los cueros se cargan al fulon, se humectan con anilina y grasas. Posteriormente se dejan los cueros en reposo para pasarlos al secado, que consiste en colgarlos y dejarlos secar totalmente a temperatura ambiente

Por último, está la etapa de acabado, la cual inicia con el templado y secado final en el toggling o estiradora de marcos metálicos, aquí el cuero se estira a base de calor; enseguida se desorilla;<sup>3</sup> pasa al planchado, algunas veces se realiza un grabado al cuero por requerimiento del cliente, nuevamente se desorilla; después pasa a la pulidora, que se encarga de lijar los defectos (grumos) que tiene la hoja de cuero; y finalmente es pintado y planchado; quedando listo para la venta.

En la figura 12 se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción de la empresa Curtiembres Alexandra.

---

<sup>2</sup>Anti moho: Sustancia que sirve para preservar aproximadamente por un (1) año el cuero, en buenas condiciones.

<sup>3</sup> Desorillar: recortar donde se observe una arruga o cristalización, para obtener una mejor calidad del cuero

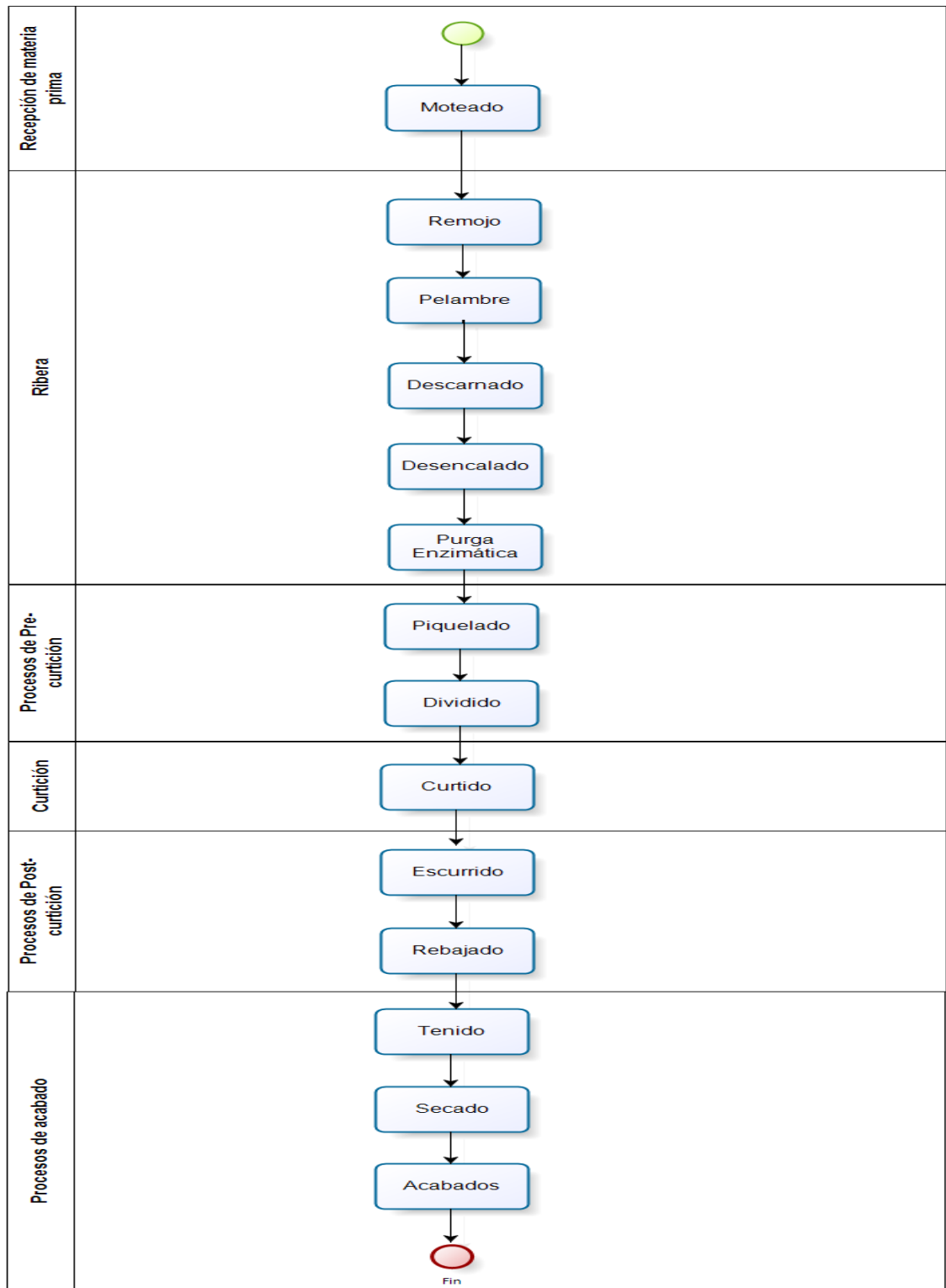


Figura 12. Diagrama de Flujo – Proceso Productivo  
Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez



### 5.3.2.1. Materias Primas e Insumos

En el proceso de curtición la materia prima principal utilizada son las pieles frescas. Para el desarrollo del proceso se emplea una gran variedad de compuestos químicos, los cuales se relacionan en la Tabla 5, al igual que las etapas del proceso, donde estos son empleados y el diamante de fuego, utilizado para comunicar los peligros de los materiales peligrosos.

La norma NFPA 704 pretende a través de un rombo seccionado en cuatro partes de diferentes colores, indicar los grados de peligrosidad de la sustancia a clasificar (www.arspura.com, 2005). El diagrama del rombo se presenta a continuación, en la figura 13.



Figura 13. Diamante de Fuego  
Fuente: <http://commons.wikimedia.org>

En el Anexo 3 se encuentran las hojas de seguridad, de cada uno de los compuestos químicos nombrados a continuación.

Tabla 5. Materias primas e Insumos empleados en el proceso de curtición.

MATERIAL/ INSUMO	ETAPA DEL PROCESO EN QUE SE UTILIZA	DIAMANTE DE FUEGO
Pieles	Todo el proceso.	No Aplica
Sulfuro de Sodio ( $\text{Na}_2\text{S}$ )	Pelambre	
Sulfhidrato de Sodio ( $\text{NaHS}$ )	Pelambre	
Cal hidratada - Hidróxido de Calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )	Pelambre	
Soda cáustica - Hidróxido de Sodio ( $\text{NaOH}$ )	Pelambre	
Ácido fórmico ( $\text{CH}_2\text{O}_2$ )	Piquelado	
Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	Desencalado, Piquelado	
Sulfato básico de cromo	Curtido	
Grasas	Teñido	No Aplica
Bisulfito de Sodio ( $\text{NaHSO}_3$ )	Desencalado	
Sulfato de Amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Desencalado	
Sales Neutras	Piquelado	No Aplica
Basificante	Curtido	No Aplica
Agua	Procesos de ribera, piquelado, curtido, teñido.	No Aplica
Anilina	Teñido	

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

En la figura 14, se observa el flujograma del proceso productivo con sus correspondientes entradas de materia prima e insumos y sus salidas.

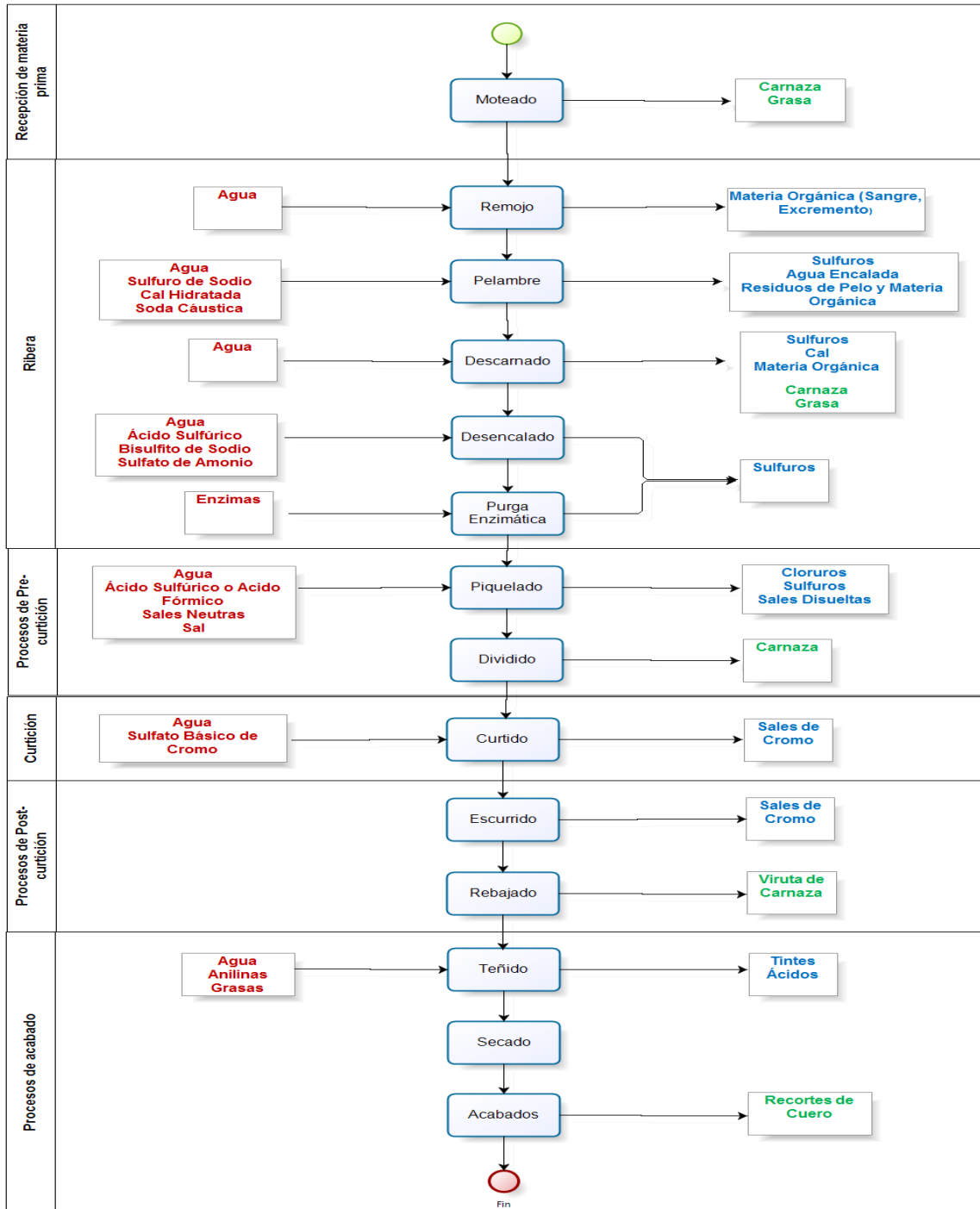


Figura 14. Diagrama de Flujo – Insumos


Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

### 5.3.2.2. Descripción de Equipos y Maquinaria Utilizada

La empresa Curtiembres Alexandra cuenta con algunos equipos y maquinaria utilizada para la curtición de pieles; que se relacionan en la tabla 6, se presenta una breve descripción de cada uno de los equipos, también se menciona la cantidad de maquinaria con que cuenta la empresa.

Es de aclarar, que la empresa Curtiembres Alexandra no cuenta con el total de la maquinaria, por esta razón debe adquirir servicios de la empresa Barmen, como el dividido y el rebajado de los cueros, algunas veces también se subcontrata el servicio de escurrido.

Tabla 6. Maquinaria y equipo de apoyo utilizado en el proceso productivo de la empresa Curtiembres Alexandra.

MÁQUINA/ EQUIPO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFIA
Fulón	8	<p>El fulón es una cuba química que gira para mezclar los cueros con diferentes químicos y líquidos. Tiene una boca cuadrada en la parte superior, por donde se cargan los cueros.</p> <p>En la parte interna del fulón hay tacos que a veces son de madera y otras de bronce. La función de éstos es que, al moverse el fulón el cuero no quede siempre en la base y la solución penetre bien a todo el cuero. Estos lo abren y lo arrastran para ponerlo en contacto con la solución.</p> <p>En la empresa Curtiembres Alexandra los fulones son utilizados en los procesos de ribera, piquelado, curtición y teñido.</p>	

MÁQUINA/ EQUIPO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFIA
Plancha	1	Utilizada para dar un mejor acabado al cuero, además de planchar, graba diseños en las hojas de cuero (según el requerimiento del cliente). La finalidad del planchado es obtener una superficie de flor lisa y compacta que haga disminuir la absorción del cuero.	
Togging	1	El togging consiste en el clavado del cuero en marcos metálicos de chapa, perforada con ganchos especiales y secado controlado. El cuero se estira y se sujeta mediante un numero de abrazaderas (ganchos especiales) que se enganchan en las chapas, también se emplea para la tensión, secado y alisado del cuero.	
Pulidora	1	Es utilizada para lijar y/o eliminar los defectos de la hoja, después de los procesos de pintado y lacado.	
Compresor	1	Es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos. Es empleado en Curtiembres Alexandra en el proceso de pintura, a las piezas de cuero obteniendo un mejor terminado en las mismas.	

MÁQUINA/ EQUIPO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFIA
Dividora	Servicio Subcontratado	Se emplea para separar la flor de la carnaza. La acción de la máquina de dividir se basa en seccionar la piel, apoyada entre dos cilindros, mediante una cuchilla en forma de cinta sin – fin, que se mueve en un plano paralelo el lado y al lado carnaza	
Escurridora	Servicio Subcontratado (en ocasiones)	Maquina eléctrica con dos rodillos que al introducir la pieza de cuero realiza presión a la misma, retirando el exceso de agua superficial y de los espacios interfibrilares, secando la pieza de cuero en un 70% al 50%. También permite que el cuero se alise mediante estirado	
Rebajadora	Servicio Subcontratado	Maquina eléctrica que se emplea para efectuar rebajes en las piezas de cuero. Permite conseguir espesores muy precisos, ajustando el valor deseado.  Se emplea para darle el calibre al cuero.	
Camión	1	Empleado para el transporte de pieles entre plantas y para la distribución del cuero.	

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

#### 5.4. IMPACTOS GENERADOS POR EL PROCESO

Según la Guía Técnica de Producción Más Limpia para Curtiembres, por cada 1000 kg de piel fresca, se utilizan aproximadamente 450 kg de reactivos químicos, de los cuales el 15% es retenido en el cuero y el porcentaje restante (85%) no es retenido en el cuero y se elimina en el efluente. Este gran porcentaje de reactivos no retenidos produce un impacto ambiental y puede estar asociado a pérdidas económicas, como resultado de un posible uso ineficiente de los insumos.

De acuerdo con una de las visitas realizadas a la empresa Curtiembres Alexandra, se evidenció una descarga de 5000 kg de piel fresca; este dato permite realizar los cálculos de porcentaje de reactivos químicos retenidos y no retenidos como se expone en la figura 15.



Figura 15. Porcentaje de reactivos químicos retenidos en el cuero (por 5000 Kg)  
Fuente: Guía Técnica de Producción Más Limpia para Curtiembres.

Según el expediente DM-08-03-2043, suministrado por la Secretaria Distrital de Medio Ambiente (SDA), la empresa Curtiembres Alexandra tiene antecedentes ambientales complejos, ya que ha incurrido en el incumplimiento de la normatividad ambiental colombiana en distintas ocasiones. Es por estas razones que el señor Ricardo Ramírez propietario de la empresa Curtiembres Alexandra se ha negado a suministrar datos e información sobre este tema, en las visitas realizadas por el equipo de trabajo. Así mismo, es de aclarar que en la información y datos que se proporcionan a continuación, algunos son tomados de la fuente primaria, y fueron evidenciados por el equipo de trabajo, mediante las visitas realizadas; otros son de fuentes secundarias (literatura), en los cuales nos apoyamos y fundamentamos para culminar esta propuesta, ya que no

fue posible obtener toda la información de la fuente primaria por las razones expuestas anteriormente.

La capacidad instalada de producción de la empresa Curtiembres Alexandra es de 2000 pieles/mes, pero en la actualidad la empresa está curtiendo al cromo 500 pieles/mes.

#### 5.4.1. Generación Residuos

Los desechos de curtiembre contienen cantidades variables y significativas, de acuerdo a la materia prima e insumos, proceso y producto final. Los residuos provenientes de esta actividad poseen alta carga orgánica y compuestos químicos con efectos tóxicos importantes como el cromo.

Según el Decreto 4741 de 2005 emitido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, los residuos están definidos como cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, resultantes del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula, y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien.

En la industria curtidora de cueros se encuentran dos clases de residuos sólidos, como lo son: los residuos ordinarios y los residuos peligrosos<sup>4</sup> figura 16; en la Tablas 7 y 8, se identifican, más no se logran cuantificar por las razones expuestas anteriormente, los residuos ordinarios y peligrosos de la empresa Curtiembres Alexandra.



Figura 16. Residuos Sólidos

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

<sup>4</sup>Residuos o desechos peligrosos: es todo aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se consideran residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos. (Decreto 4741 de 2005)



Tabla 7. Identificación de Residuos Ordinarios en la Empresa Curtiembres Alexandra.

Residuo	Punto de Generación	Grado de Generación
<b>Cartón</b>	Administrativos	Algunas veces se separan para ser reciclados.
	Recepción de materias primas e insumos	
<b>Papel</b>	Administrativos	Se almacena en bolsas plásticas, no se realiza separación en la fuente y se entrega a la empresa del servicio de aseo.
<b>Plástico</b>	Administrativos	Se almacena en bolsas plásticas, no se hace aprovechamiento, se entrega a la empresa del servicio de aseo y algunas veces a recicladores.
	Recepción de materias primas e insumos	

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

Tabla 8. Identificación de Residuos Peligrosos en la Empresa Curtiembres Alexandra.

Residuo	Estado	Punto de Generación	Características	Grado de Generación
<b>Lodos residuales</b>	Semisólidos	Vertimientos de las etapas de curtido y pelambre (Trampa de Grasa)	Tóxico y corrosivo	Son generados de manera puntual; son secados para luego disponerlos como residuo ordinario.
<b>Empaques de insumos químicos</b>	Sólido	Etapas de: Remojo, encalado, piquelado, pelambre y curtición	Tóxico	Lo disponen como residuos ordinarios.
<b>Materia Orgánica</b>	Sólido	Etapas de: Pelambre, descarte y dividido	Infecioso	Es vendido a la empresa PELCO.
<b>Residuos de cuero en wet blue</b>	Sólido	Etapas de: Rebajado	Tóxico	Lo disponen como residuos ordinarios.
<b>Desorille</b>	Sólido	Etapas de: Acabado	Tóxico	Lo disponen como residuos ordinarios.
<b>Retal de cuero en crust y terminados</b>	Sólido	Etapas de: Acabado	Tóxico	Lo disponen como residuos ordinarios.
<b>Luminarias</b>	Sólido	Plantas I y II administrativo	Tóxico	Las acumulan y las disponen como ordinarios.

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

En la figura 17, se encuentran diferentes imágenes de los residuos ordinarios y peligrosos que se generan en curtiembres Alexandra, como residuos de materia orgánica, figura 17 A; envases, empaques de químicos figura 17C y 17F; rebajaduras de cuero, figura 17B; residuos de cuero curtido, pedazos de carnaza, que no se encuentra clasificados y almacenados adecuadamente, figura 17D y 17F; también se muestra la falta de mantenimiento de las rejillas de la empresa en la figura 17G.





Figura 17. Residuos generados en la empresa Curtiembres Alexandra.  
Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

En las figuras 18, 19 y 20 se muestran los ecomapas de residuos, en cada uno de ellos se observa en que sitios de la empresa Curtiembres Alexandra se generan residuos sólidos; tanto para la planta uno como en la dos.

**ECOMAPA RESIDUOS SÓLIDOS**  
**Planta 1:Piso 1**

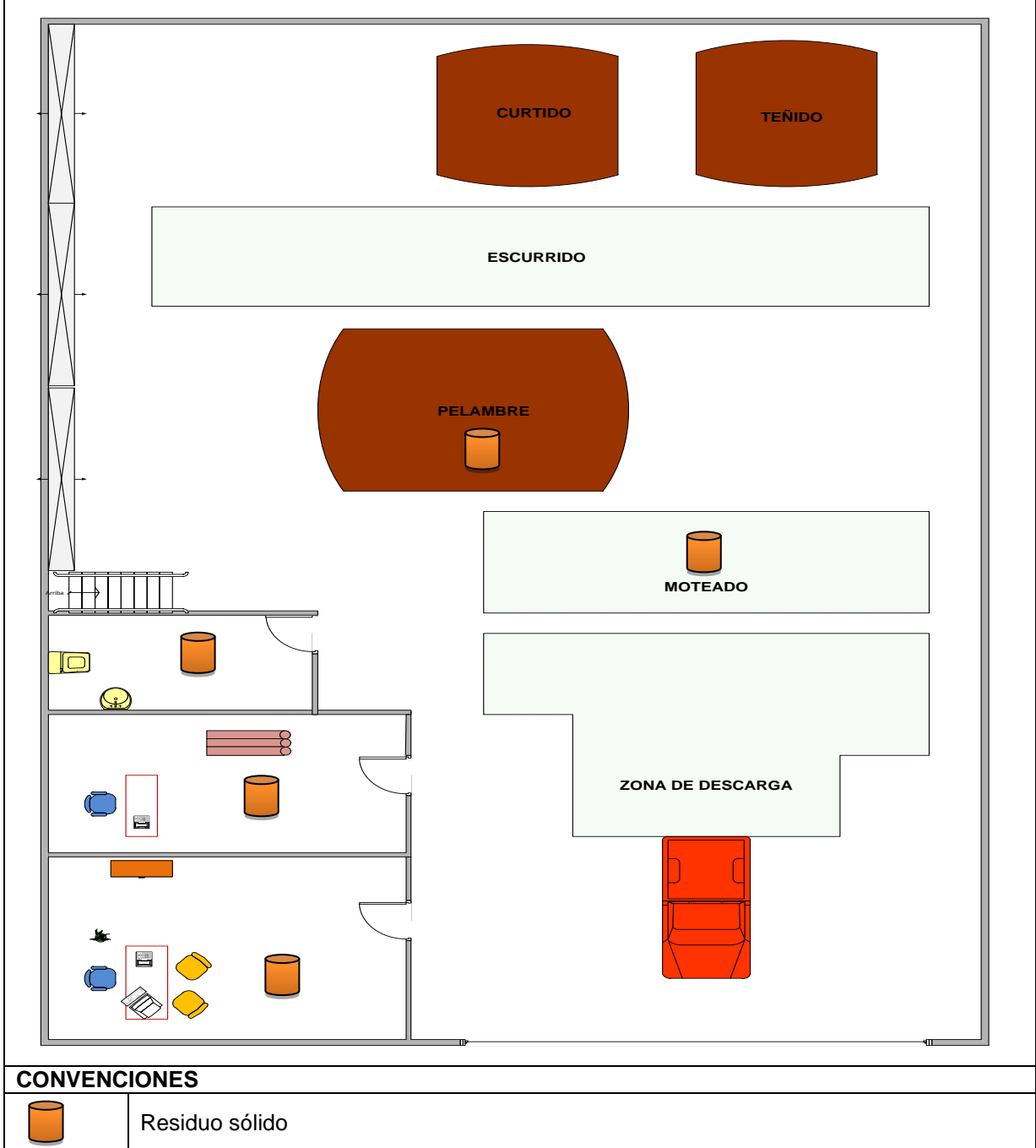


Figura 18. Ecomapa de residuos sólidos en la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 1  
 Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

**ECOMAPA RESIDUOS SÓLIDOS**  
**Planta 1: Piso 2**

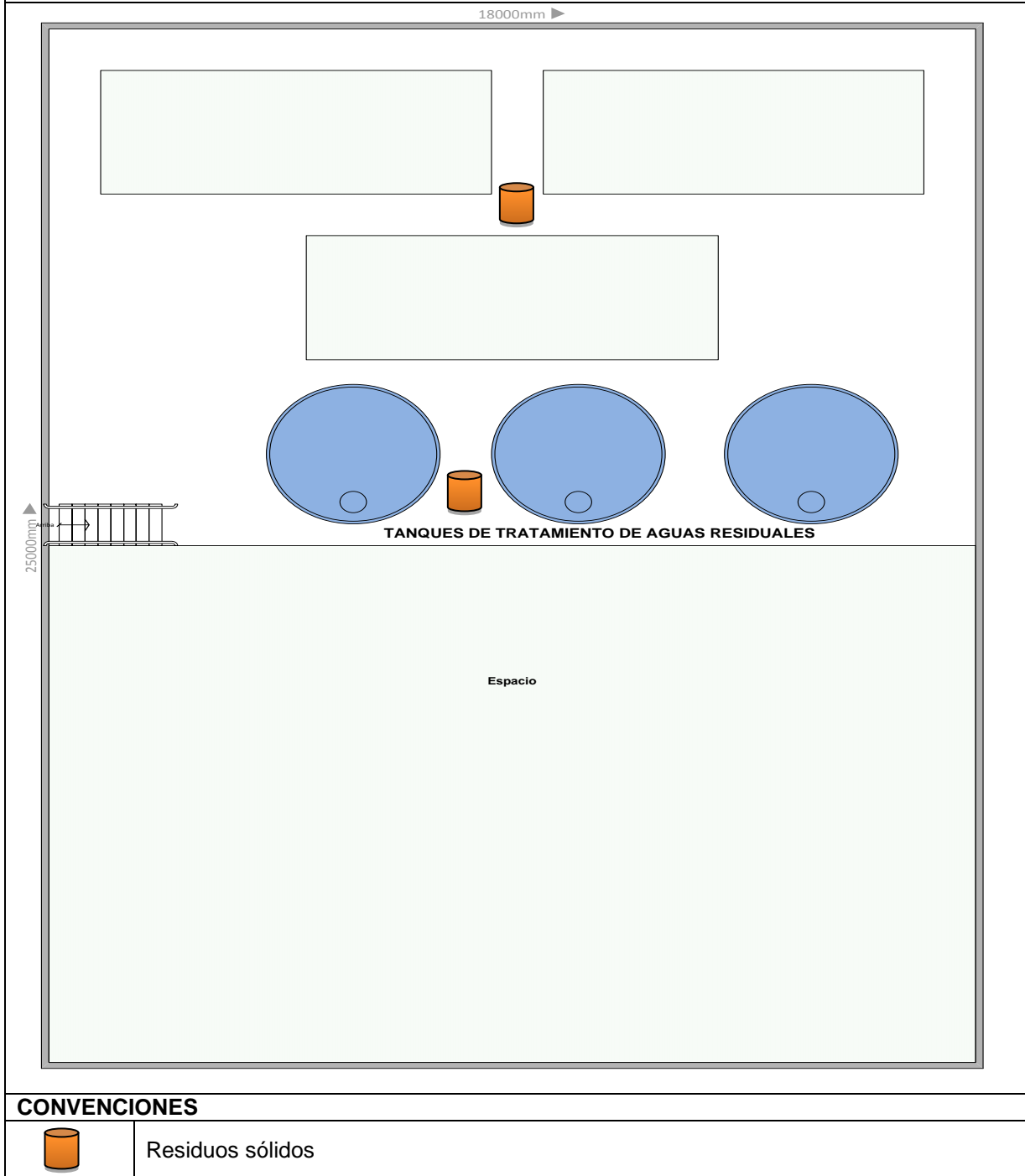
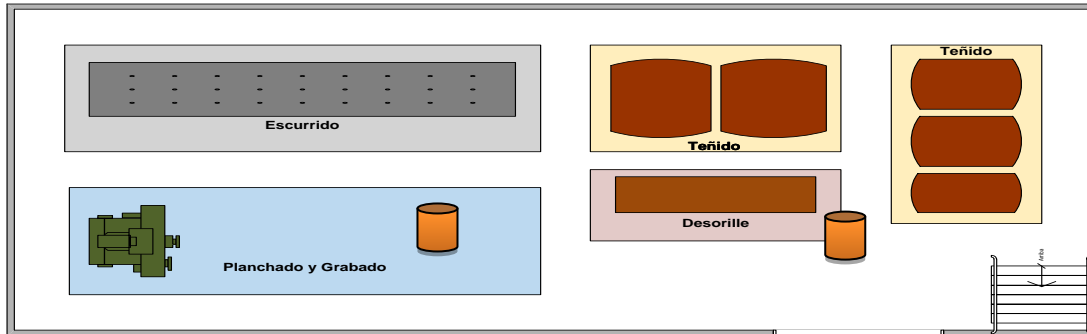


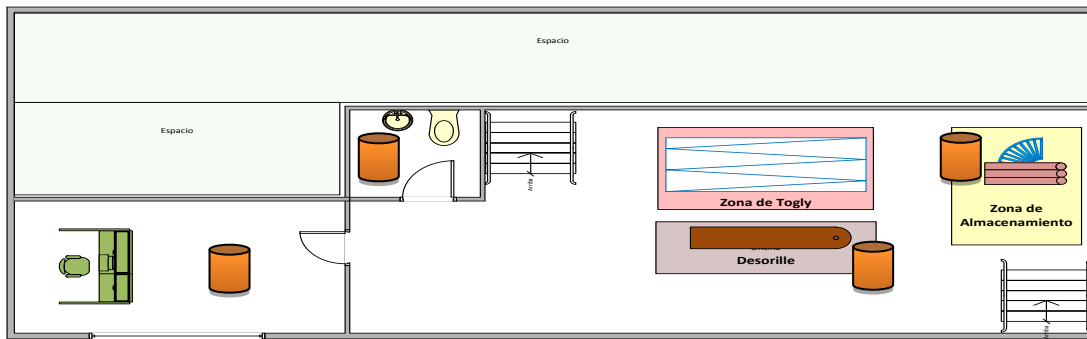
Figura 19. Ecomapa de residuos sólidos en la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 2  
Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

# ECOMAPA RESIDUOS SÓLIDOS

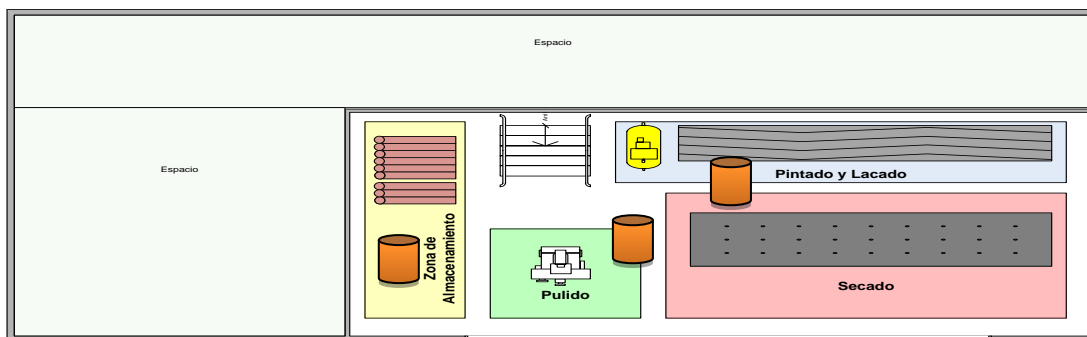
## Planta 2



## Piso 2



## Piso 3



### CONVENCIONES



Residuos sólidos

Figura 20. Ecomapa de residuos sólidos en la empresa Curtiembres Alexandra sede dos (2).



Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

### 5.4.2. Generación de Aguas Residuales

Cuando un residuo es descargado de forma líquida a cualquier cuerpo de agua o alcantarillado, este es denominado como vertimiento. En la industria de las curtiembres, los procesos más importantes para convertir la piel en cuero se efectúan sobre medios acuosos. Cada operación unitaria del proceso va generando residuos líquidos con distintas concentraciones de elementos o sustancias que puedan generar impactos negativos de no ser manejados adecuadamente. Las descargas líquidas de este proceso contienen tierra, sangre, estiércol y otros componentes orgánicos de la piel, los cuales contribuyen a una alta carga de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y de sólidos suspendidos (SS).

En la Tabla 9, se nombran los residuos líquidos generados en cada una de las etapas del proceso de curtido.

Tabla 9. Principales residuos líquidos generados en el proceso de curtición.

Etapa del Proceso	Residuos Líquido Generado	Fotografía
<b>Remojo</b>	Sólidos suspendidos (SS) Demanda bioquímica de oxígeno	
<b>Pelambre</b>	Sólidos suspendidos (SS) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) Sulfuro Hidróxido de calcio - Alcalinidad Aceites y grasas Demanda química de oxígeno (DQO) Nitrógeno amoniacal	
<b>Descarnado y Dividido</b>	Sólidos suspendidos (SS)	
<b>Desencalado y purgado</b>	Amonio	
<b>Curtido al cromo</b>	pH Acido Cromo Hexavalente Cromo total Cloruro de sodio	
<b>Descargas del post-curtido</b>	Sólidos suspendidos	
<b>Descargas del acabado</b>	Provenientes de algunos equipos, por ejemplo condensados de operaciones de planchado, sistemas de lavado, y operaciones generales de limpieza (pisos y equipos)	

Fuente: Guía Técnica de Producción Más Limpia para Curtiembres

#### **5.4.2.1. Sistema de abastecimiento de agua**

Tiene como fuente de abastecimiento de agua la red del Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, según el expediente ambiental DM-08-03-2043 suministrado por la Secretaria Distrital de Medio Ambiente.

El agua se almacena en dos tanques subterráneos, en cada una de las plantas; el agua es transportada a los fulones por medio de mangueras y motobombas.

#### **5.4.2.2. Determinación de consumos de agua**

Para determinar el consumo de agua de cada etapa del proceso, se hizo un seguimiento, indagando los consumos de agua en relación con el número de pieles que se procesan; para así obtener el consumo mensual con base en las 500 pieles curtidas. El uso que se le da al agua en Curtiembres Alexandra es el siguiente:

- Agua utilizada en el proceso (Cargado de fulones).
- Agua en limpieza de zonas de almacenamiento: Se realiza lavado de las zonas de almacenamiento una vez por semana cerca de 20 minutos. También cuenta con un baño en cada una de las plantas.

También se producen vertimientos de aguas domésticas, pero los vertimientos de estas aguas son independientes de las aguas residuales industriales producidas en el proceso de curtición, cuenta con separación de redes.

#### **5.4.2.3. Balance Hídrico**

Para la determinación de los consumos de agua, es necesario realizar mediciones en cada una de las etapas en las que está involucrada el agua como materia prima y en las etapas que tienen descargas líquidas. Por las razones expuestas antes (Numeral 5.4), no nos fue permitido realizar dichas mediciones; es por esto que se toma como referencia, una empresa curtidora con las mismas características de Curtiembres Alexandra (producción de 500 pieles/mes, con la finalidad de comercializar cuero para calzado).

En la figura 21, se presenta el balance hídrico para la curtición de 100 pieles de res; los datos empleados se refieren al estudio realizado por el DAMA y se registran en el libro “Diseño de un Programa de Ahorro de Agua y Minimización de Cargas Contaminantes en Industrias Curtidoras Ubicadas en el Barrio San Benito 1998”.



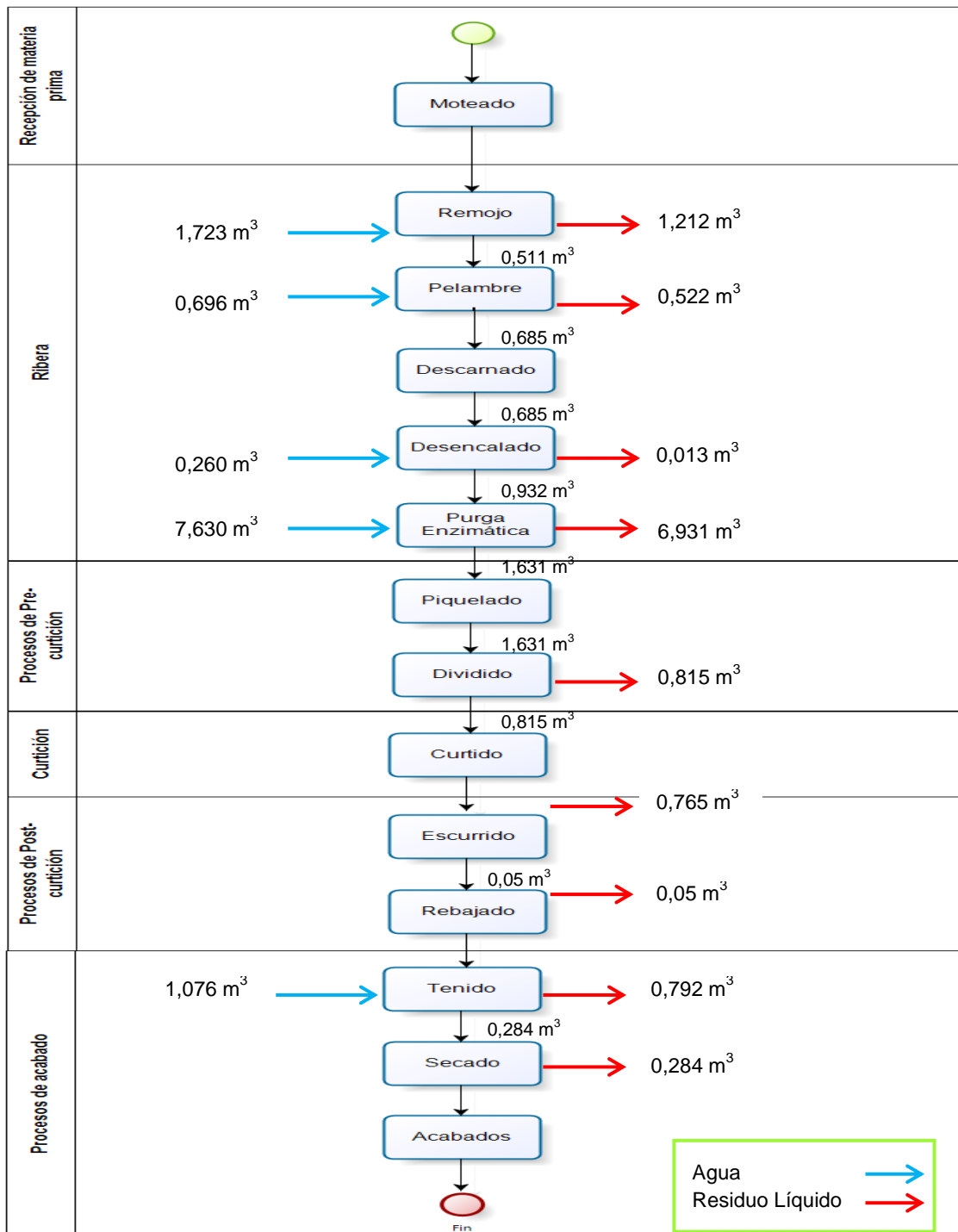


Figura 21. Balance Hídrico Curtiembres Alexandra basado en el Diseño del programa de ahorro de agua y minimización de cargas contaminantes en industrias curtidoras- DAMA

Fuente: Empresa Curtiembres Alexandra y Diseño de un Programa de Ahorro de Agua y Minimización de Cargas Contaminantes en Industrias Curtidoras Ubicadas en el Barrio San Benito.

El consumo total del agua para curtición al cromo es de 11, 3 m<sup>3</sup> para 100 pieles; lo cual indica que el consumo de agua mensual, en la empresa Curtiembres Alexandra es de aproximadamente 57 m<sup>3</sup> para 500 pieles.

#### 5.4.2.4. Sistemas de recolección de residuos líquidos

Para la recolección de los residuos líquidos se utiliza un canal cubierto por una rejilla que retiene los desechos sólidos grandes y esta canal los conduce a la trampa de grasa. Donde se sedimentan los sólidos finos que pueda contener el agua residual.

En cuanto a los tratamientos existentes, la empresa cuenta con los siguientes sistemas de tratamiento: separación de redes, caja de inspección externa, desarenador, trampa de grasas y aceites.

#### 5.4.2.5. Evaluación de residuos líquidos

Teniendo en cuenta que las descargas son intermitentes, es necesario realizar una caracterización compuesta, de las aguas residuales descargadas a la red del alcantarillado; los parámetros críticos a evaluar en cada etapa del proceso para la industria de curtiembres se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Parámetros caracterizados en aguas residuales del proceso de curtición.

Parámetros Críticos	Etapas del Proceso						
	Remojo	Pelambre	Desencalado	Curtición Cromo	Curtición Taninos	Teñido	General
<i>pH</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>D.B.O.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>D.Q.O</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Grasas y aceites</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sólidos totales</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sólidos suspendidos totales</i>	X	X	X	X	X	X	X

Parámetros Críticos	Etapas del Proceso						
	Remojo	Pelambre	Desencalado	Curtición Cromo	Curtición Taninos	Teñido	General
<b>Sólidos disueltos totales</b>	X	X	X	X	X	X	X
<b>Sólidos sedimentables</b>	X	X	X	X	X	X	X
<b>Cloruros</b>	X	X	X	X	X	X	X
<b>Sulfuro</b>	X	X	X	X	X	X	X
<b>Cromo total</b>				X	X	X	X

Fuente: Diseño de un Programa de Ahorro de Agua y Minimización de Cargas Contaminantes en Industrias Curtidoras Ubicadas en el Barrio San Benito

En el Anexo 2 (expediente DM-08-03-2043 suministrado por la SDA), se encuentran dos informes de caracterización de aguas residuales con fecha del 02 de Agosto del 2002 (ejecutado por el IDEAM) y el 01 de Febrero de 2005 (realizado por el Acueducto y Alcantarillado de Bogotá). Los resultados y el cumplimiento con las normas vigentes en ese momento se presentan en la tabla 11 y 12.

Tabla 11. Parámetros evaluados el 2 de agosto del 2002.

Parámetro	Resultado Obtenido	Norma Res. 1074/97	Estado
pH (Unidades) Promedio	11,2	5 - 9	Incumple
Temperatura (C) Promedio	14	< 30	Cumple
D.Q.O (mg/l)	3634	2000	Incumple
D.B.O <sub>5</sub> (mg/l)	1458	1000	Incumple
Sólidos Sedimentables (mg/l)	3	2,0	Incumple
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	765	800	Cumple
Grasas y Aceites (mg/l)	114	100	Incumple
Tensoactivos SAAM (mg/l)	0,41	20	Cumple
Cromo Total (mg/l)	5,41	1,0	Incumple
Cromo Hexavalente (mg/l)	0,005	0,5	Cumple
Sulfuros (mg/l)	2336	1.0*	Incumple

\* Medido como sulfuro de carbono

Fuente: Expediente DM-08-03-2043 SDA

Tabla 12. Parámetros evaluados el 1 de Febrero de 2005

Parámetro	Resultado Obtenido	Norma Res. 1074/97	Estado
pH (Unidades) Promedio	6,5	5 – 9	Cumple
Temperatura (C) Promedio	18,6	< 30	Cumple
D.Q.O (mg/l)	7719	2000	Incumple
D.B.O <sub>5</sub> (mg/l)	2831	1000	Incumple
Sólidos Sedimentables (mg/l)	50	2,0	Incumple
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	4200	800	Incumple
Grasas y Aceites (mg/l)	28	100	Cumple
Tensoactivos SAAM (mg/l)	3,98	20 (*)	Cumple
Cromo Total (mg/l)	319,5	1,0	Incumple
Cromo Hexavalente (mg/l)	0,010	0,5	Cumple
Caudal (l/seg) promedio	0,002	-----	-----

(\*) Establecido por la resolución DAMA # 1596/01

Fuente: Expediente DM-08-03-2043 SDA

De acuerdo a lo expuesto en las tablas anteriores, es posible decir que:

- En el informe de caracterización generado por la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, se aclara que el parámetro, *sulfuros*, no está incluido en la Resolución 1074/97, pero que estos son de interés para estimar el deterioro de la red de alcantarillado.
- Según los resultados obtenidos, el efluente del establecimiento posee exceso de carga respecto a la materia orgánica biodegradable y los sólidos suspendidos totales. La empresa Curtiembres Alexandra no cumple con la mayoría de los parámetros evaluados por la Resolución 1074/97, excediéndose en los parámetros, de DBO, DQO, cromo total, Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Sólidos Sedimentables (SS); según consta en el informe de caracterización de aguas residuales de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (Anexo 2).
- En la actualidad no cuenta con el permiso de vertimientos.

- Según el informe suministrado por la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, presenta un grado de significancia de contaminación hídrica (UCH) *Muy alto*.

La empresa Curtiembres Alexandra ha implementado algunas de las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental (aumento de las dos trampas de grasas, pocetas para tres bombos y los cárcamos con sus rejillas); sin embargo, no se está obteniendo la eficiencia esperada, como lo indican los valores de las caracterizaciones realizadas. Entre las razones para estos resultados se tienen:

- Baja eficiencia de la trampa de grasas existentes.
- No se está trabajando con insumos amigables con el medio ambiente.
- El mantenimiento de las unidades de pretratamiento no se realiza con frecuencia.

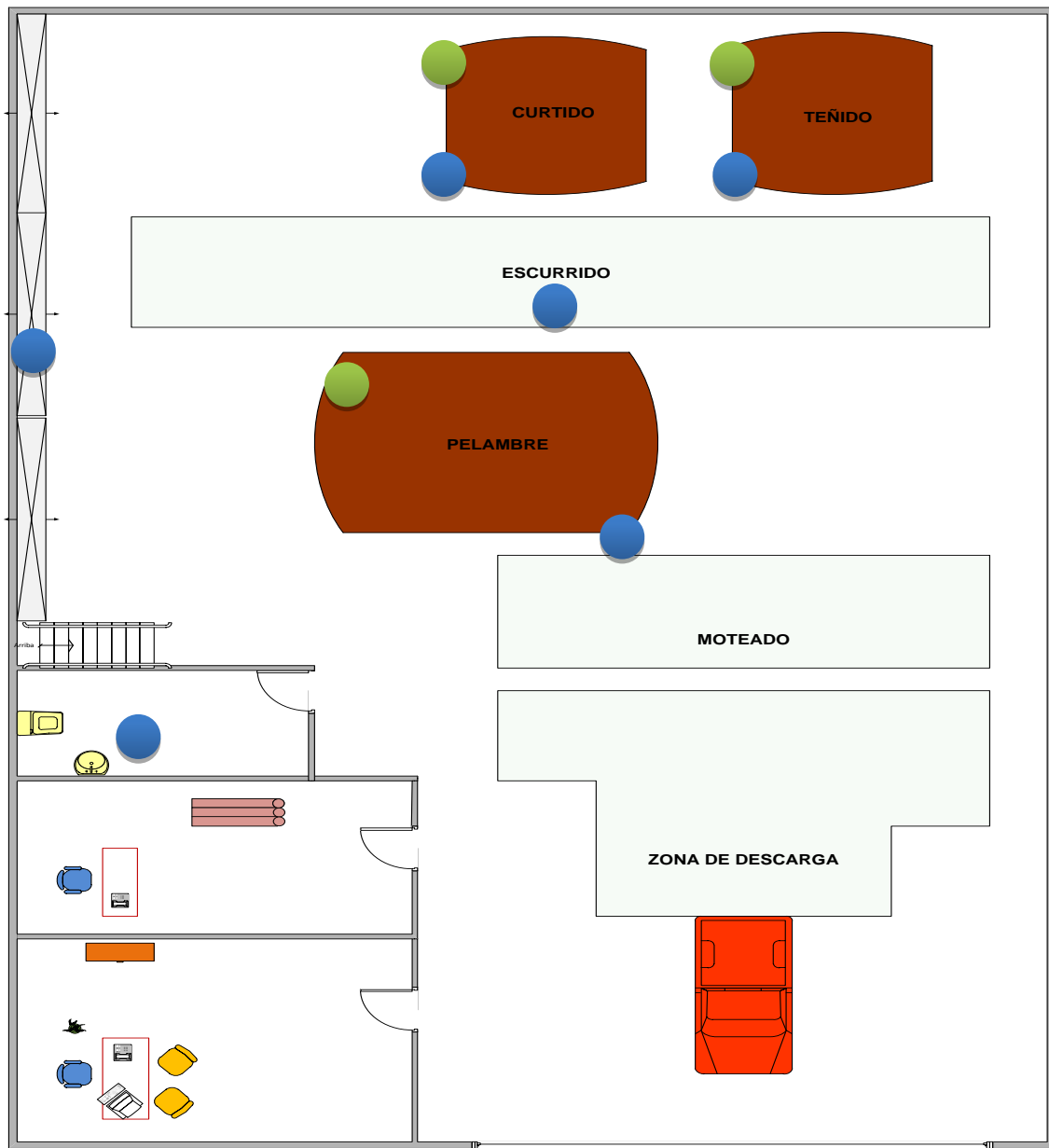
#### **5.4.2.6. Sistemas de disposición final**

Las aguas procedentes del proceso de curtición son conducidas al sistema de alcantarillado público por el colector de la carrera 19 Bis para la planta número uno, para la segunda planta no contamos con esta información; el agua conducida a la red de alcantarillado, es descargada solamente retirados los sólidos grandes y parte de las grasas que contienen las aguas residuales.

A continuación en las figuras 22, 23 y 24 se relacionan los puntos de entradas de agua y las salidas de agua residual generadas. Los ecomapas hídricos se presentan tanto para la sede uno (1) como para la sede dos (2).

# ECOMAPA HÍDRICO

## Planta 1: Piso 1



### CONVENCIONES



Entrada de agua



Entrada de agua

Figura 22. Ecomapa hídrico de la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 1.

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

**ECOMAPA HÍDRICO**  
**Planta 1: Piso 2**

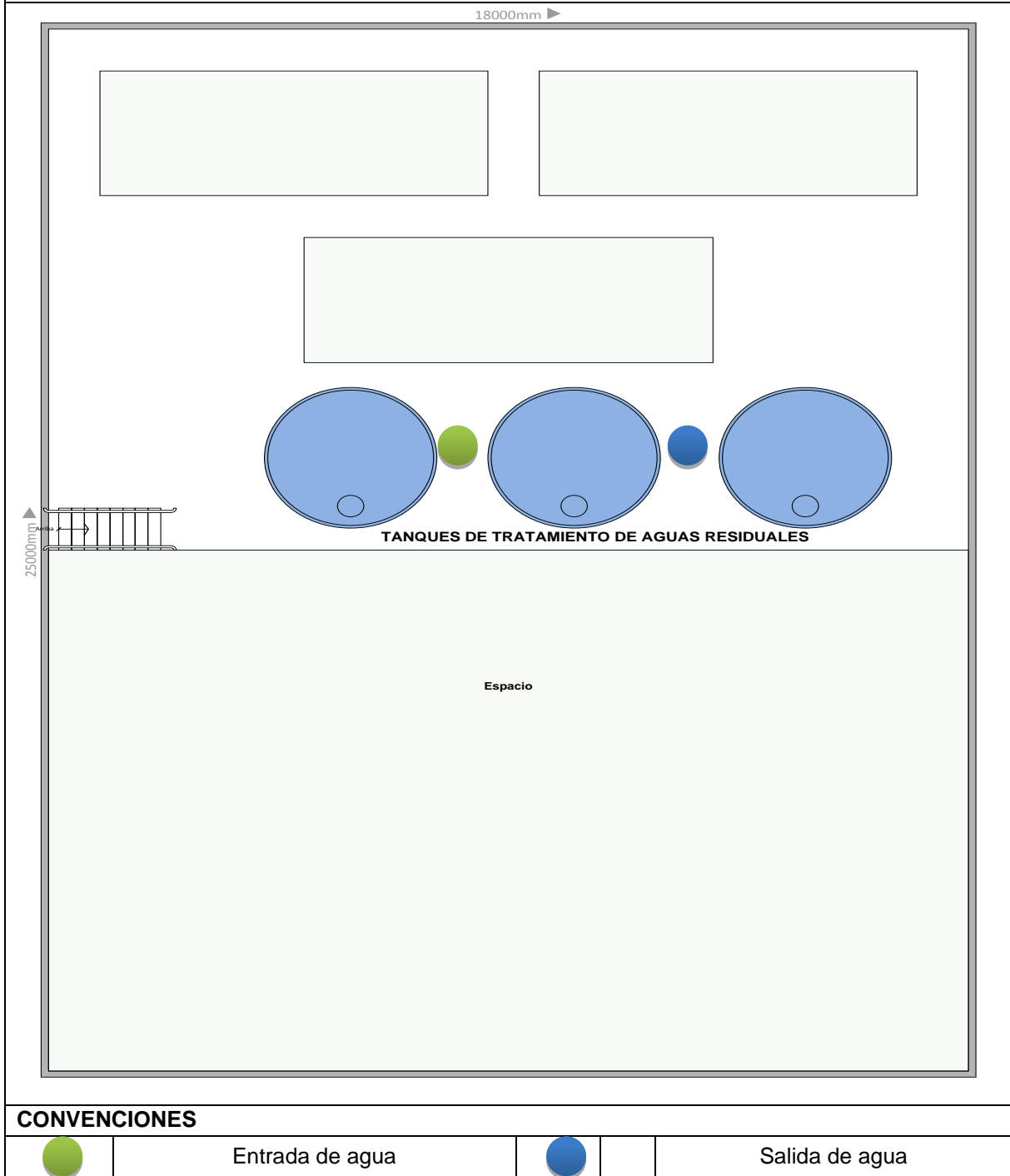
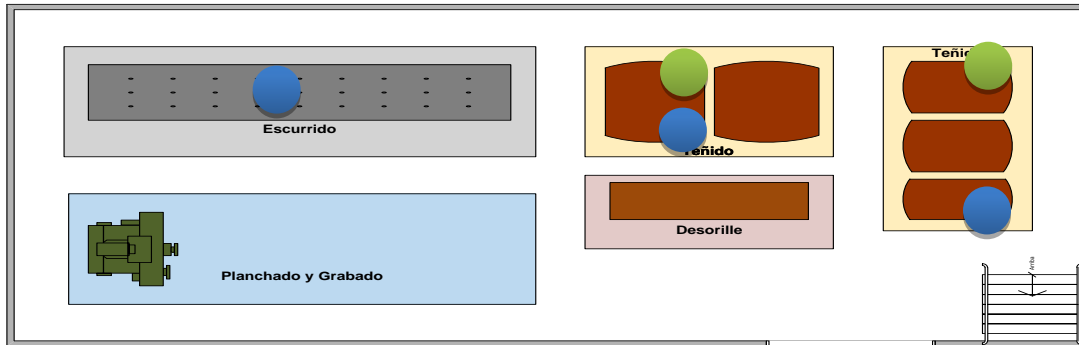
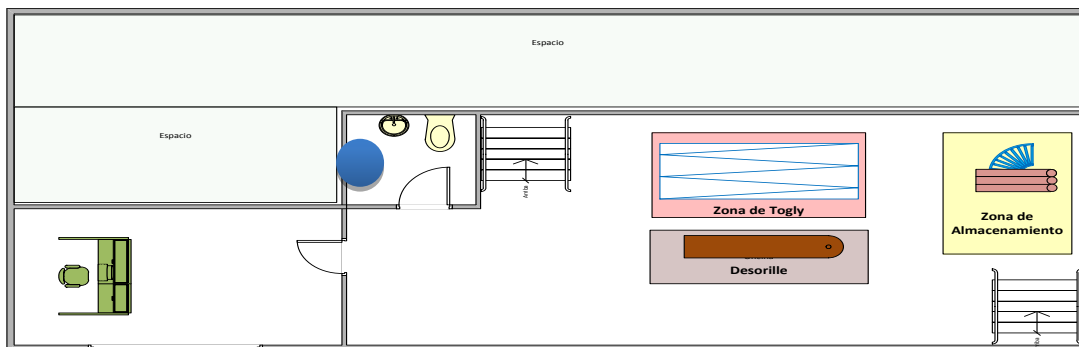


Figura 23. Ecomapa hídrico de la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 2.  
 Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

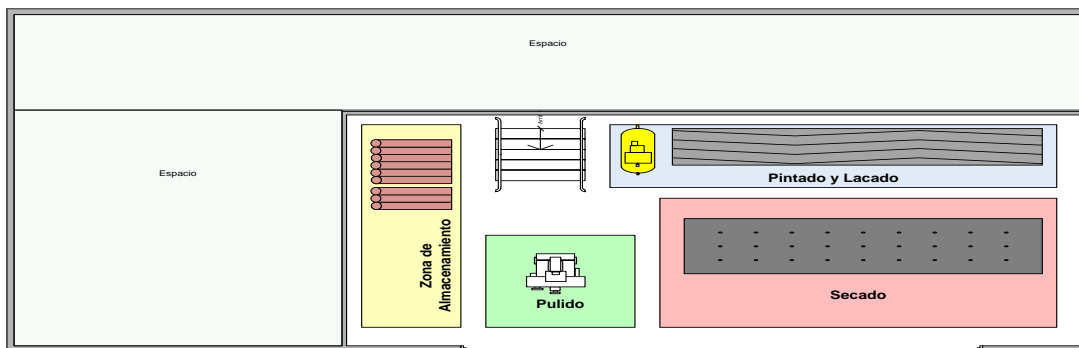
**ECOMAPA HÍDRICO**  
**Planta 2**



**Piso 2**



**Piso 3**



**CONVENCIONES**



Entrada de agua



Salida de agua

Figura 24. Ecomapa hídrico de la empresa Curtiembres Alexandra sede dos (2).  
 Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez



### 5.4.3. Generación de Emisiones a la Atmósfera

Los principales problemas de contaminación atmosférica se presentan por:

- La descomposición de materia orgánica (proveniente de la sangre, carne, piel, pelos) que generan emanaciones de olores desagradables, aún más si se exponen al sol. Este es uno de los problemas más comunes entre las curtiembres y sus vecinos.
- Las descargas o emisiones a la atmósfera, provienen generalmente de las operaciones de: Pelambre: generación de sulfuro de hidrógeno. Desencalado: generación de amoníaco, si se emplea sulfato de amonio.
- Las emisiones de material particulado provenientes de las operaciones de acabado, donde el cuero es pulido para eliminar defectos en la hoja; y emisiones de solventes provenientes del pintado y aplicación de laca.
- Ruido proveniente de la rotación de los fulones y de maquinaria empleada para el proceso.

En las figuras 25, 26 y 27 se muestra los ecomapas de emisiones atmosféricas, las cuales incluyen ruido, material particulado y olores ofensivos, los ecomapas se realizaron tanto para la sede uno como para la sede de dos de la empresa Curtiembres Alexandra.

# ECOMAPA EMISIONES (RUIDO, OLORES, MATERIAL PARTICULADO)

Planta 1:Piso 1

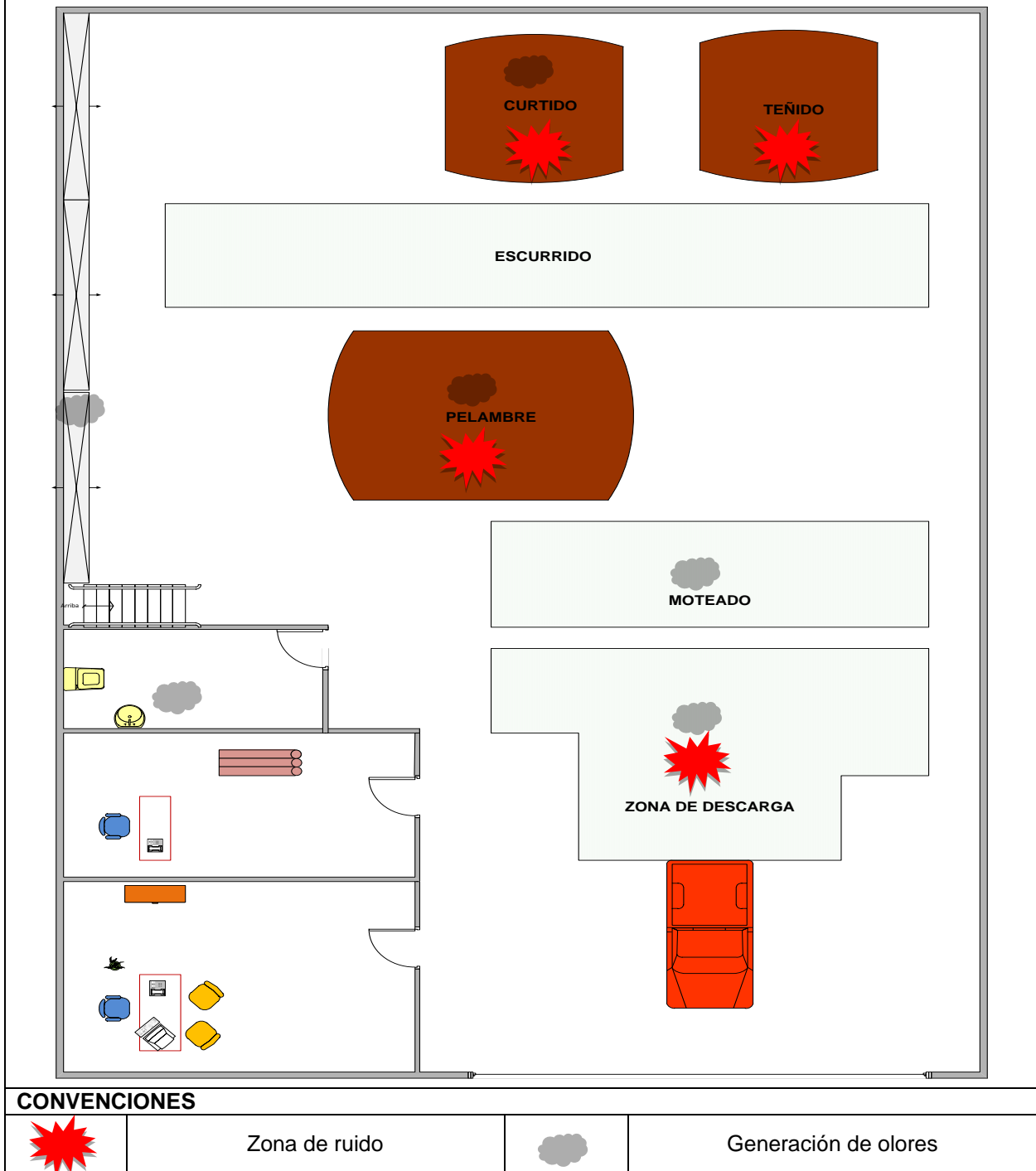
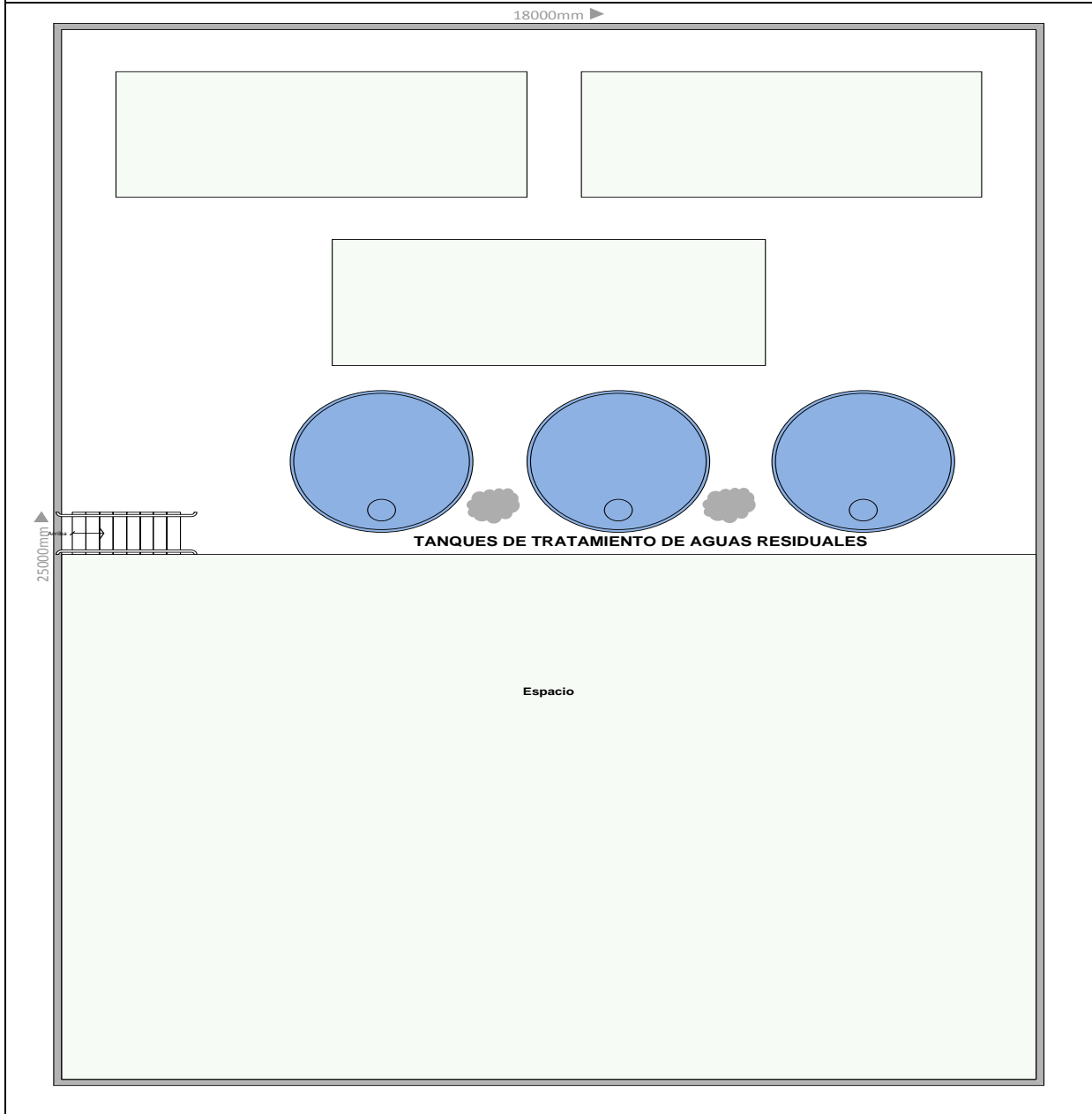


Figura 25. Ecomapa de emisiones en la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 1.

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

**ECOMAPA EMISIONES (RUIDO, OLORES, MATERIAL PARTICULADO)**  
**Planta 1: Piso 2**



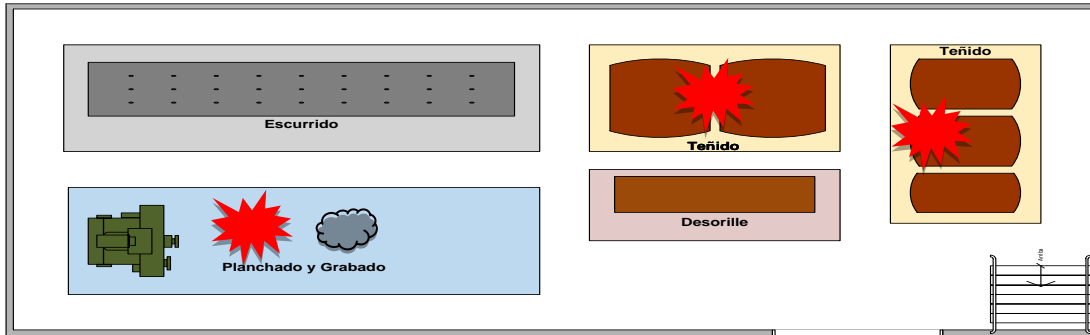
**CONVENCIONES**

	Zona de Ruido		Generación de olores
--	---------------	--	----------------------

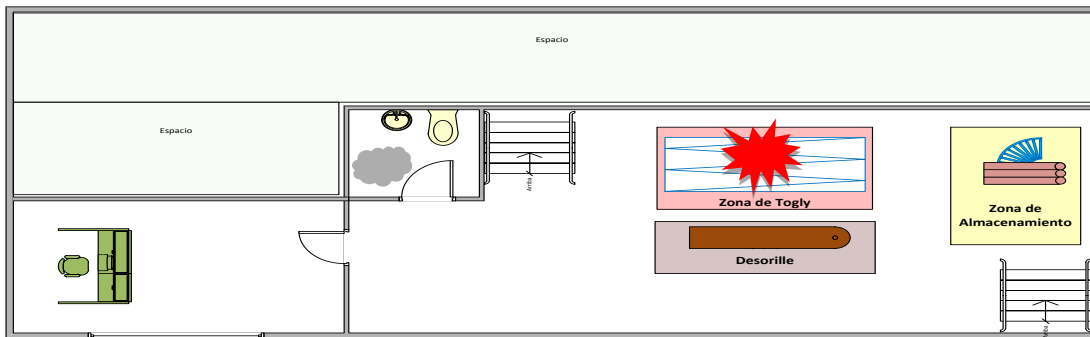
Figura 26. Ecomapa de emisiones en la empresa Curtiembres Alexandra sede uno (1), Piso 2.

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

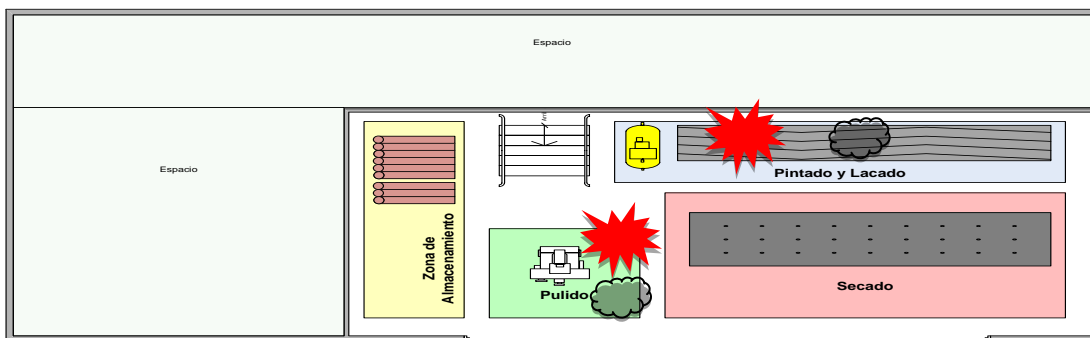
**ECOMAPA EMISIONES (RUIDO, OLORES, MATERIAL PARTICULADO)**  
**Planta 2**



**Piso 2**



**Piso 3**



**CONVENCIONES**




	Zona de Ruido		Generación de olores
	Generación de material particulado		

Figura 27. Ecomapa de emisiones en la empresa Curtiembres Alexandra sede dos (2).  
 Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

## 5.5. EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL PROCESO DE CURTICIÓN

El análisis y evaluación de la importancia de los aspectos e impactos desarrollado por el proceso de curtición, en sus diferentes etapas y actividades, se realizó teniendo como base la metodología Conesa Fernández –Vitora (1993), basada en modelos cuantitativos, y calificaciones atributivas-interpretativas específicas, importantes para la valoración integral y clasificación tipológica (según importancia relativa) de impactos ambientales. Con la valoración cualitativa de los impactos, tanto positivos como negativos, se dimensiona su magnitud o importancia para el ámbito ambiental y social, teniendo en cuenta los siguientes criterios o atributos:

- **Carácter:** El signo hace alusión al carácter benéfico o perjudicial del efecto o impacto, en la tabla 13 se realiza la explicación del carácter.

Tabla 13. Calificación del carácter del impacto.

CARÁCTER	SIGNO
Positivo (benéfico)	+
Negativo (perjudicial)	-

Fuente: Procedimiento Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales VICPAR S.A

- **Intensidad:** El término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el elemento afectado, en la tabla 14 se hace referencia a la calificación, explicación y valor de la intensidad.

Tabla 14. Calificación de la intensidad del impacto.

CALIFICACIÓN	EXPLICACIÓN	VALOR
<b>Baja</b>	Corresponde al grado de destrucción bajo, sobre el elemento	1
<b>Media</b>	Corresponde al grado de destrucción medio, sobre el elemento	2
<b>Alta</b>	Corresponde al grado de destrucción total sobre el elemento	4

Fuente: Procedimiento Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales VICPAR S.A

- **Extensión:** Se refiere al área de influencia del impacto, en relación con el entorno del proyecto, en la tabla 15 se hace referencia a la calificación, explicación y valor de la extensión.

Tabla 15. Calificación de la extensión del impacto.

CALIFICACIÓN	EXPLICACIÓN	VALOR
<b>Puntual</b>	Produce un efecto muy localizado	1
<b>Parcial</b>	Considerando la situación intermedia	2
<b>Total</b>	No admite una ubicación precisa dentro del área de influencia	4

Fuente: Procedimiento Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales VICPAR S.A

- **Probabilidad:** Califica el grado de probabilidad de que se produzca el impacto, en la tabla 16 se hace referencia a la calificación, explicación y valor de la probabilidad.

Tabla 16. Calificación del grado de probabilidad del impacto.

CALIFICACIÓN	EXPLICACIÓN	VALOR
<b>Alta</b>	El impacto se presenta con toda certeza	4
<b>Media</b>	Cuando el impacto es medianamente probable	2
<b>Baja</b>	La probabilidad de que el impacto ocurra es bajo o nula	1

Fuente: Procedimiento Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales VICPAR S.A

- **Duración:** Se califica el tiempo durante el cual se manifiesta y permanecen los efectos o alteraciones que sufre el medio posterior a la ejecución del proyecto, en la tabla 17 se hace referencia a la calificación, explicación y valor de la duración.

Tabla 17. Calificación según la duración del impacto.

CALIFICACIÓN	EXPLICACIÓN	VALOR
<b>Permanente</b>	Cuando el efecto permanece después de terminado el proyecto	4
<b>Temporal</b>	Cuando el efecto dura únicamente en el desarrollo del proyecto	2
<b>Fugaz</b>	Cuando el efecto sobre el medio dura un lapso de tiempo mínimo	1

Fuente: Procedimiento Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales VICPAR S.A

- **Tendencia:** Se refiere al comportamiento del impacto a partir de su aparición, en la tabla 18 se hace referencia a la calificación, explicación y valor de la tendencia.

Tabla 18. Calificación del comportamiento del impacto.

CALIFICACIÓN	EXPLICACIÓN	VALOR
<b>Acumulativa</b>	Es pese a terminando la actividad que lo origina, el efecto se conjuga con procesos anteriores o actuales.	4
<b>Estable</b>	El impacto se prolonga en el tiempo pero no se incrementa pese a terminar la actividad	2
<b>Decreciente</b>	Es cuando el impacto expira una vez termina la actividad que lo origina	1

Fuente: Procedimiento Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales VICPAR S.A

- **Reversibilidad:** Corresponde a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, en la tabla 19 se hace referencia a la calificación, explicación y valor de la reversibilidad.

Tabla 19. Calificación de la reversibilidad del impacto.

CALIFICACIÓN	EXPLICACIÓN	VALOR
<b>Irreversible</b>	No puede retornar a las condiciones iniciales del medio	4
<b>Mediano Plazo</b>	Cuando las posibilidades a retornar son a mediano plazo	2
<b>Corto Plazo</b>	Si se puede retornar a las condiciones iniciales a corto plazo	1

Fuente: Procedimiento Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales VICPAR S.A

Para obtener una **calificación** total de la importancia de la afectación para cada impacto se aplicó la ecuación según la cual la Importancia (Ip) es igual a:

$$I_p = +/- (3I + 2EX + PB + D + T + RV)$$

**Dónde:** **I:** Intensidad  
**D:** Duración

**EX:** Extensión  
**T:** Tendencia

**PB:** Probabilidad  
**RV:** Reversibilidad

La importancia de los impactos negativos toma valores de -9 a -36, por lo que de acuerdo con los impactos, cabe aclarar que la clasificación entre los intervalos -25 y -36 identificados como *Severos* en la metodología Conesa Fernández –Vitora (1993) equivale automáticamente a los impactos negativos y positivos significativos, estos se clasifican según lo dispuesto en la Tabla 20.

Tabla 20. Clasificación de la importancia de los impactos negativos.

<b>IMPORTANCIA DEL IMPACTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
Inferior o Igual a -12	Irrelevante
Entre -13 y -24	Moderado
Entre -25 y -36	Severo (Impactos Significativos)

Fuente: Procedimiento Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales VICPAR S.A

Con relación a los impactos positivos, la importancia puede tener valores entre 9 y 36, por lo que se clasifican de acuerdo a lo consignado en la Tabla 21.

Tabla 21. Clasificación de la importancia de los impactos positivos.

<b>IMPORTANCIA DEL IMPACTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
Inferior o Igual a 12	Leve
Entre 13 y 24	Notable
Entre 25 y 36	Significativo

Fuente: Procedimiento Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales VICPAR S.A

Con los factores ambientales así como las actividades del proyecto agrupadas por etapas, y de acuerdo con los criterios de evaluación, se determinó la importancia del impacto en la matriz de Aspectos e Impactos Ambientales, mediante la cual es posible detectar aquellas etapas del proceso de curtiación que tiene una mayor o menor incidencia sobre el ambiente, así como el medio y los elementos que involucra.

A continuación se evalúa la matriz de aspectos e impactos ambientales de acuerdo a la metodología expuesta anteriormente.



MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES				ETAPAS DEL PROCESO DE CURTICION										
				RECEPCION DE MATERIA PRIMA										
				MOTEAADO										
MEDIO	ELEMENTO	ASPECTO	IMPACTO	C	I	EX	PB	D	T	R	CALIF.	CLASI.		
FÍSICO	Atmosférico	GENERACION DE EMISIONES ATMOSFERICAS	Emisiones de material particulado										Irrelevante	
			Emisiones de concentraciones de gases y olores ofensivos	-	1	1	2	1	1	1	10	Irrelevante		
		GENERACIÓN DE RUIDO	Contaminacion auditiva	-	1	1	2	1	1	1	10	Irrelevante		
	Hidrosferico	GENERACION DE RESIDUOS LIQUIDOS	Consumo de agua											
			Calidad del agua											
			Perdidas de Agua											
	Geosférico	GENERACION DE VERTIMIENTOS	Cambio en las características fisicoquímicas y/o Bacteriológicas											
			Generacion de Lodos		-	1	1	1	4	2	2	14	Moderado	
			Generacion de envases, insumos y empaques de quimicos											
			Generacion de materia organica (unche)		-	2	1	2	2	1	1	14	Moderado	
		Residuos de cuero en wet blue												
		Retal de cuero en terminados												
		Generacion de papel, carton, plasticos y empaques												
	GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS	Cambio en las características fisicoquímicas y/o Bacteriológicas del suelo		-	2	2	2	4	2	4	22	Moderado		
		AFECTACIÓN A LA COMUNIDAD												
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	AFECTACIÓN A LA COMUNIDAD	Generación de empleo		+	2	1	4	1	2	1	16	Notable		
		Generación de conflictos		-	2	1	1	1	1	1	12	Irrelevante		
		Comunidad afectada		-	2	2	2	2	2	2	18	Moderado		
		Dinamica economica		+	2	1	4	2	2	2	18	Notable		
		PIN = Peso de los impactos negativos por etapa										14,3	Moderado	
PIP = Peso de los impactos positivos por etapa										17	Notable			

$I_p = +/- (3I + 2EX + PB + D + T + RV)$   
 Ip: Importancia del impacto  
 +/-: Carácter  
 I: Intensidad  
 EX: Extensión

PB: Probabilidad  
 D: Duración  
 T: Tendencia  
 R: Reversibilidad

Importancia del impacto negativo	Clasificación
Inferior o igual a -12	Irrelevante
Entre -13 y -24	Moderado
Entre -25 y -36	Severo

Importancia del impacto positivo	Clasificación
Inferior o igual a 12	Leve
Entre 13 y 24	Notable
Entre 25 y 36	Significativo

MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES				ETAPAS DEL PROCESO DE CURTICIÓN																																															
				RIBERA																																															
				REMOLAJE							PELAMBRE							DESCARNADO							DESENCALADO							PURGA ENZIMÁTICA																			
MEDO	ELEMENTO	ASPECTO	IMPACTO	C	I	EX	PB	D	T	R	CALIF.	CLASI.	C	I	EX	PB	D	T	R	CALIF.	CLASI.	C	I	EX	PB	D	T	R	CALIF.	CLASI.	C	I	EX	PB	D	T	R	CALIF.	CLASI.												
FÍSICO	Atmosférico	GENERACION DE EMISIONES ATMOSFERICAS	Emisiones de material particulado																																																
			Emisiones de concentraciones de gases y olores ofensivos	-	1	1	2	1	1	1	1	10	Irrelevante	-	2	2	4	4	2	2	2	22	Moderado	-	1	1	2	2	1	1	1	11	Irrelevante	-	1	1	1	2	2	1	1	11	Irrelevante								
	Hidrosférico	GENERACION DE RESIDUOS LIQUIDOS	Contaminación auditiva	-	1	1	2	2	1	1	1	11	Irrelevante	-	2	1	2	2	1	1	1	14	Moderado																												
			Consumo de agua	-	2	1	4	4	2	4	4	22	Moderado	-	4	1	4	4	2	4	4	28	Severo																												
	Geostérico	GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS	Calidad del agua	-	2	4	4	2	2	2	2	24	Moderado	-	4	4	4	4	4	2	34	Severo	-	1	1	1	2	2	1	1	11	Irrelevante	-	4	2	4	4	4	4	32	Severo	-	4	1	4	2	2	4	2	26	Severo
			Perdidas de Agua	-	1	1	1	1	2	4	13	Moderado	-	2	1	2	2	2	1	15	Moderado																														
			Cambio en las características fisicoquímicas y/o Bacteriológicas	-	2	4	4	4	4	4	30	Severo	-	4	4	4	4	4	4	36	Severo																														
			Generación de Lodos	-	2	2	4	2	4	2	22	Moderado	-	4	2	4	4	4	4	32	Severo																														
	Socioeconómico y Cultural	AFECTACIÓN A LA COMUNIDAD	Generación de envases, insumos y empaques de químicos	-	2	1	2	2	2	1	15	Moderado	-	4	2	4	2	4	4	30	Severo																														
			Generación de materia orgánica (unche)	-	4	2	4	4	2	4	30	Severo	-	2	1	4	2	2	2	18	Moderado	-	2	1	4	2	2	2	2	18	Moderado																				
			Residuos de cuero en w et blue																																																
			Retal de cuero en terminados																																																
			Generación de papel, carton, plasticos y empaques	-	2	1	4	4	2	1	19	Moderado																																							
			Cambio en las características fisicoquímicas y/o Bacteriológicas del suelo	-	1	2	2	4	4	2	19	Moderado	-	4	2	2	4	4	4	30	Severo																														
Socioeconómico y Cultural	AFECTACIÓN A LA COMUNIDAD	Generación de empleo	+	1	1	2	2	1	1	11	Leve	+	1	2	2	2	2	2	15	Notable	+	1	2	2	2	2	2	15	Notable	+	1	1	1	2	2	2	12	Leve	+	1	1	1	2	2	2	12	Leve				
		Generación de conflictos	-	1	1	1	2	2	1	11	Irrelevante	-	1	1	2	2	2	1	12	Irrelevante	-	2	1	2	2	2	1	15	Moderado	-	1	1	1	2	1	10	Irrelevante	-	1	1	1	2	2	1	11	Irrelevante					
		Comunidad afectada	-	2	2	2	4	4	2	22	Moderado	-	2	1	4	2	4	2	20	Moderado	-	2	2	4	4	4	2	24	Moderado	-	2	2	2	4	2	20	Moderado	-	2	2	2	2	2	2	18	Moderado					
		Dinámica económica																																																	
PIN= Peso de los impactos negativos por etapa				PIN							19,1	Moderado	PIN							23,5	Moderado	PIN							15,7	Moderado	PIN							19,6	Moderado	PIN							19,8	Moderado			
PIP= Peso de los impactos positivos por etapa				PIP							11	Leve	PIP							15	Notable	PIP							15	Notable	PIP							12	Leve	PIP							12	Leve			

$$I_p = +/- (3I + 2EX + PB + D + T + RV)$$

**I<sub>p</sub>**: Importancia del impacto

**+/-**: Carácter

**I**: Intensidad

**EX**: Extensión

**PB**: Probabilidad

**D**: Duración

**T**: Tendencia

**R**: Reversibilidad

Importancia del impacto negativo	Clasificación
Inferior o igual a -12	Irrelevante
Entre -13 y -24	Moderado
Entre -25 y -36	Severo

Importancia del impacto positivo	Clasificación
Inferior o igual a 12	Leve
Entre 13 y 24	Notable
Entre 25 y 36	Significativo



MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES				ETAPAS DEL PROCESO DE CURTICION																													
				PROCESOS DE ACABADOS																													
				TEÑIDO				SECADO				ACABADOS																					
MEDIO	ELEMENTO	ASPECTO	IMPACTO	C	I	EX	PB	D	T	R	CALIF.	CLASI.	C	I	EX	PB	D	T	R	CALIF.	CLASI.	C	I	EX	PB	D	T	R	CALIF.	CLASI.			
FÍSICO	Atmosférico	GENERACION DE EMISIONES ATMOSFERICAS	Emissiones de material particulado	-	2	1	2	1	2	2	15	Moderado												-	2	1	2	2	2	4	18	Moderado	
			Emissiones de concentraciones de gases y olores ofensivos																														
	Hidrosférico	GENERACION DE RESIDUOS LIQUIDOS	Consumo de agua	-	4	1	4	2	2	4	26	Severo												-	2	1	2	2	2	4	18	Moderado	
			Calidad del agua	-	2	1	4	4	4	4	24	Moderado																					
			Perdidas de Agua	-	1	1	1	1	1	2	10	Irrelevante																					
	Geosférico	GENERACION DE VERTIMIENTOS	Cambio en las características fisicoquímicas y/o Bacteriológicas	-	4	2	4	4	4	4	32	Severo																					
			Generacion de Lodos																														
			Generacion de envases, insumos y empaques de quimicos	-	4	1	4	4	2	2	26	Severo												-	4	1	4	2	2	2	24	Moderado	
			Residuos de cuero en wet blue																						-	4	1	4	2	2	2	24	Moderado
			Retal de cuero en terminados																						-	4	1	4	2	2	2	24	Moderado
	Socioeconómico y Cultural	AFECTACIÓN A LA COMUNIDAD	Generacion de empleo	+	1	1	1	2	2	2	12	Leve	+	1	1	2	2	2	2	13	Notable	+	1	1	2	2	2	2	13	Notable			
			Generación de conflictos	-	1	1	1	2	2	1	11	Irrelevante	-	1	1	1	2	2	1	11	Irrelevante	-	1	1	1	2	2	1	11	Irrelevante			
Comunidad afectada			-	2	2	2	4	4	2	22	Moderado	-	2	2	2	2	4	2	20	Moderado	-	2	2	2	4	4	2	22	Moderado				
		Dinamica economica																				+	2	2	2	2	2	2	18	Notable			
		PIN = Peso de los impactos negativos por etapa								18,9	Moderado								16	Moderado								21	Moderado				
		PIP = Peso de los impactos positivos por etapa								12	Leve								13	Notable								13	Notable				

$I_p = +/- (3I + 2EX + PB + D + T + RV)$   
 Ip: Importancia del impacto  
 +/-: Carácter  
 I: Intensidad  
 EX: Extensión

PB: Probabilidad  
 D: Duración  
 T: Tendencia  
 R: Reversibilidad

Importancia del impacto negativo	Clasificación
Inferior o igual a -12	Irrelevante
Entre -13 y -24	Moderado
Entre -25 y -36	Severo

Importancia del impacto positivo	Clasificación
Inferior o igual a 12	Leve
Entre 13 y 24	Notable
Entre 25 y 36	Significativo

## 6. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE IMPACTOS DEL PROCESO DE CURTICIÓN

De acuerdo a los resultados en la matriz de aspectos e impactos ambientales, se presentan impactos negativos altos en el elemento hidrosférico, en cuanto a generación de residuos líquidos, especialmente en las operaciones de remojo pelambre, desencalado, purga enzimática, curtición y teñido, donde las altas relaciones de baño y los enjuagues, hacen que el sector se identifique como de uso intensivo del agua, en especial en la fase operativa. De la misma manera, se presenta la generación de vertimientos industriales, los cuales se descargan a la red de alcantarillado, ocasionando incrustaciones y algunas veces taponamiento de la tubería por la gran cantidad de sólidos sedimentables que genera el proceso. Por otro lado, la presencia de sulfuros y sulfatos acelera el deterioro de materiales de concreto o cemento.

Las grandes cantidades de proteínas y los productos de degradación forman por sí mismos uno de los grupos constituyentes más importantes de la carga contaminante en los vertimientos, generando efectos negativos sobre el medio ambiente, los cuales pueden ser expresados por dos parámetros específicos: demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos..

Con respecto al elemento geosférico, arrojó como resultado, un impacto crítico negativo en la generación de residuos peligrosos en las operaciones de pelambre, curtido, teñido y mantenimiento. En la operación de moteado y remojo se presenta la generación de residuos orgánicos, que a su vez genera olores ofensivos que molestan y deterioran la salud de la comunidad que reside en el barrio San Benito.

Los sólidos suspendidos, además de ser un factor antiestético, tienen su mayor efecto negativo cuando se sedimentan, ya que pueden taponar las redes de alcantarillado. Los residuos sólidos contienen principalmente materia orgánica contaminada con sulfuros, y cromo de valencia +3, de la curtición propiamente dicha. Adicionalmente se encuentran los lodos de la precipitación de sales insolubles que se forman en las trampas de grasas.

En relación con las emisiones atmosféricas, los impactos más significativos se presentan por los valores de SO<sub>x</sub>, en los procesos de combustión, como también por los compuestos orgánicos volátiles, COV, y material particulado, procedentes de las operaciones de acabado.

En el componente social se tienen impactos positivos en especial por la generación de empleo del sector, no sólo por los empleos directos que genera sino por los indirectos como son la comercialización de materias primas e insumos, las actividades de reparación y mantenimiento de la maquinaria, así como la manufactura y comercialización de calzado y marroquinería. Sin embargo también se presentan impactos negativos, ya que los trabajadores no cuentan con un contrato fijo establecido (contratación informal) y todo lo concerniente a seguridad social como: Afiliación a EPS, AFP y Cajas de compensación familiar.

En la etapa de mantenimiento se recalca, la generación de residuos sólidos ordinarios, y la generación de residuos peligrosos en cuanto a repuestos usados y contaminados con aceites y/o combustibles. Se evidenció durante las visitas realizadas a la empresa Curtiembres Alexandra, que el mantenimiento es ineficiente, ya que las rejillas que son el primer filtro para los residuos sólidos se observaron en mal estado, en lo que se refiere a la limpieza, lo que ayuda a que las aguas residuales generadas en la empresa sean más contaminadas y la trampa grasa no cumpla con su función ya que se encuentra saturada con residuos sólidos suspendidos y sedimentados.

## **7. PROPUESTA DE MEJORA**

De acuerdo al análisis presentado en el capítulo anterior, y teniendo en cuenta los impactos ambientales significativos (negativos) de la empresa Curtiembres Alexandra, la propuesta se centrará en dos (2) de los componentes ambientales de mayor relevancia: Agua y suelo.

Esta propuesta busca prevenir, corregir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales y sociales generados por las actividades desarrolladas por la empresa Curtiembres Alexandra, basándose en la aplicación y desarrollo de prácticas ambientales e industriales que permitirán mejorar el proceso productivo, disminuir costos, dar cumplimiento a la normatividad legal vigente y elevar el nivel de participación de la empresa en el sector.

Las alternativas para mejorar el desempeño ambiental y productivo de la empresa Curtiembres Alexandra se exponen a continuación:

- Diseño del programa de uso y ahorro eficiente de agua y energía, de acuerdo a las necesidades de la empresa.

- Diseño del programa de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos, según los residuos generados.
- De acuerdo a las propuestas anteriormente expuestas y al análisis de los impactos negativos significativos, arrojados por la matriz de aspectos e impactos ambientales, se evidencia la necesidad de proponer un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales más eficiente y eficaz.

En cuanto a los impactos moderados, arrojados por la matriz de aspectos e impactos ambientales, se propone la cartilla de buenas prácticas de manufactura para la empresa Curtiembres Alexandra, Anexo 4, en la cual se mencionan buenas prácticas en temas referentes a: elementos de protección personal para los trabajadores, mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos, emergencias a las cuales puede estar expuesto el personal de la empresa, seguimiento e inventario a materia prima e insumos, riesgos químicos, entre otros.

Así mismo, también se evidenció la necesidad de generar los manuales de funciones y responsabilidades, Anexo 5, para los diferentes cargos en la empresa Curtiembres Alexandra, ya que la mayoría de los trabajadores no cuenta con un nivel educativo alto y su contratación es informal, esto facilitará la identificación las funciones y responsabilidades, los procesos de capacitación y formación, la mejora del proceso productivo y organización administrativa de la empresa.

En el Anexo 6, se presenta el valor contemplado para la implementación y puesta en marcha de la propuesta para el primer año, con el fin de que la empresa Curtiembres Alexandra lo contemple dentro de su presupuesto y cuando así lo desee, implemente los programas de uso y ahorro eficiente de agua y energía y el programa de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos.

Este presupuesto es detallado en cuanto a elementos que se deben adquirir o mejorar para implementar los programas propuestos anteriormente.

## 7.1. PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA

De acuerdo al diagnóstico realizado a la empresa Curtiembres Alexandra, se evidenció que la empresa no hace un uso adecuado del agua, las malas prácticas de uso del agua tienen efectos importantes sobre el medio ambiente y la economía de las empresas.

Según la Guía Técnica de Producción más Limpia para Curtiembres, se ha encontrado que sólo el 40% del agua consumida es usada en los procesos de producción, mientras que el 60% restante es desperdiciado por fugas, derrames, lavados ineficientes, el uso de mangueras como escoba y grifos no cerrados por descuidos.

La reducción en el consumo de agua permite manejar menores volúmenes de agua en las descargas y en su tratamiento, por lo que, además del ahorro en los costos del suministro de agua, origina:

- La reducción de costos de tratamiento y disposición de efluentes.
- El ahorro de insumos por la optimización en el uso de reactivos químicos.
- Beneficios económicos.

En la industria de las curtiembres se cree que la solución a la contaminación de los efluentes es la dilución y piensan que consumiendo grandes cantidades de agua, producirán un efluente diluido y aceptable dentro de los límites de la legislación. Sin embargo los efluentes originales producidos por una curtiembre, tienen una concentración de contaminantes tan alta que sería necesario incrementar el consumo de agua por un factor de 20 veces, para lograr producir un efluente de calidad aceptable. Las ineficiencias en el uso del agua normalmente encontradas en las curtiembres, duplican o triplican el consumo total de agua en la planta, sin que este exceso sea suficiente para obtener efluentes aceptables.



**PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA**

**Objetivo**

Establecer e implementar un Programa de uso eficiente y ahorro de agua y energía en las actividades de la empresa Curtiembres Alexandra, con el fin de obtener una reducción en los costos operacionales y conservar las materias primas.

**Objetivos específicos: Agua**

**Objetivos específicos: Energía**

Planificar el uso adecuado del recurso hídrico como fuente abastecedora y fundamental durante el desarrollo del proceso, para la protección, control y conservación del mismo, permitiendo así mantener su calidad.

Planificar el uso adecuado de la energía como fuente abastecedora y fundamental durante el desarrollo del proceso, para el control y conservación de la misma.

Plantear alternativas y estrategias encaminadas a la sensibilización de la comunidad y de los empleados ante la problemática ambiental del recurso hídrico.

Plantear alternativas y estrategias encaminadas a la sensibilización de los empleados con respecto al uso eficiente de energía.

Racionalizar el uso del agua en las actividades de remojo, ribera, curtido y teñido, para así generar oportunidades de ahorro y uso eficiente dentro de las instalaciones de Curtiembres Alexandra.

Racionalizar la energía utilizada, para así generar oportunidades de ahorro y uso eficiente dentro de las instalaciones de Curtiembres Alexandra.

Identificar las diferentes actividades que se desarrollan en Curtiembres Alexandra y que generan gran demanda del uso de agua y plantear nuevas opciones de ahorro y uso racional de los recursos a través de la selección de soluciones.

Identificar las diferentes actividades que se desarrollan en Curtiembres Alexandra y que generan gran demanda del uso de energía y plantear nuevas opciones de ahorro y uso racional de los recursos a través de la selección de soluciones.

Dar uso adecuado y racional del recurso hídrico.

Dar uso adecuado y racional del recurso energético.

Implementar mecanismos para la implementación, actualización, seguimiento y control del Programa de uso eficiente y ahorro del agua en la empresa Curtiembres Alexandra.

Implementar mecanismos para la implementación, actualización, seguimiento y control del Programa de uso eficiente y ahorro de energía en la empresa Curtiembres Alexandra.

<b>Metas</b>	<b>Indicadores</b>
Realizar seguimiento a la línea base del recurso hídrico y energético del año 1 y proponer reducción.	Línea base cumplida / línea de base proyectada.
Realizar divulgaciones y/o campañas educativas del recurso hídrico y energético por lo menos 1 vez dentro de un periodo de 3 meses, para garantizar el uso eficiente y ahorro de agua y energía.	(Número de capacitaciones realizadas/ Numero de capacitaciones programadas) x 100
Realizar prácticas de ahorro de agua y energía.	Número de prácticas implementadas / Número de prácticas planteadas.
Reducir un 5% mensual el consumo de energía en las diferentes actividades tanto operativas como administrativas.	(Consumo mensual de energía facturado / Consumo mensual de energía proyectado) X 100
Reducir un 10% bimensual el consumo de agua en las diferentes actividades tanto operativas como administrativas.	(Consumo bimensual de agua facturado / Consumo bimensual de agua proyectado) X 100
<b>Responsables</b>	<b>Área de aplicación</b>
Dueño/ Jefe de planta/ Coordinador ambiental	Toda la empresa
<b>Plan de acción a seguir</b>	
<p>Los tipos de medida que necesita Curtiembres Alexandra son de corrección, prevención, minimización y protección de los recursos naturales, por lo tanto la implementación de estas medidas permitirá que los impactos ambientales no sean significativos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar uso adecuado y racional del recurso hídrico y energético.</li> <li>• Identificar las diferentes actividades que se desarrollan en la empresa Curtiembres Alexandra, que generan demanda del uso de energía y agua, determinando nuevas opciones de ahorro y uso racional de los recursos a través de la selección de soluciones.</li> <li>• Cerrar grifos y llaves, verificando siempre que no queden goteando.</li> <li>• Usar equipos ahorradores (agua y energía) que proporcionen mayor eficiencia.</li> <li>• Establecer los problemas reales y puntuales que se presentan en cada una de las etapas del proceso de Curtiembres Alexandra en cuanto al uso del recurso hídrico y energético, que puedan implicar cambios tecnológicos.</li> </ul>	

Actividades proyectadas para el año 1						
Actividad	Recurso	Fecha Proyectada				Responsable
		Trim. 1	Trim. 2	Trim. 3	Trim. 4	
Divulgar el programa de uso eficiente y ahorro de agua y energía.	Humanos, tecnológicos					Coordinador Ambiental
Capacitar al personal en el uso eficiente y ahorro de agua y energía.	Humanos, tecnológicos					Coordinador Ambiental
Realizar inventario de la maquinaria y equipos que necesitan o funcionan con recurso hídrico y energético.	Humanos, tecnológicos					Coordinador Ambiental/ Jefe de planta
Comprar equipos ahorradores de agua y energía.	Económicos, tecnológicos					Dueño/ Coordinador Ambiental
Reparar maquinaria y equipos que se encuentren con daños, fallas o deficiencias.	Económicos, tecnológicos, humanos					Dueño/ Jefe de planta
Registrar los datos de consumo de manera mensual (Energía) y bimensual (Agua).	Humanos, tecnológicos					Coordinador Ambiental/ Jefe de planta
Diseñar plan de mantenimiento.	Humanos, tecnológicos					Coordinador Ambiental/ Jefe de planta
Implementar buenas prácticas de ahorro para el consumo de recursos.	Humanos, tecnológicos					Coordinador Ambiental/ Jefe de planta

<b>Documentación Asociada</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato para el registro de consumo de agua y energía (Construcción de línea base).</li> <li>• Formato plan de mantenimiento.</li> <li>• Formato de seguimiento de indicadores.</li> <li>• Formato para inventario de activos (maquinaria y equipo).</li> </ul>
<b>Factores Críticos de Éxito</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposición del personal</li> <li>• Recursos financieros</li> <li>• Recurso humano</li> </ul>
<b>Recomendaciones y observaciones para su implementación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El programa de uso eficiente y ahorro de agua y energía deberá verse reflejado en el ahorro de costos operacionales para Curtiembres Alexandra, ya que el ahorro no solo se presentará en el consumo de agua y de energía eléctrica sino también en materia prima, productos químicos y en la descarga de aguas residuales.</li> <li>• Es importante resaltar que el programa y las campañas a implementar deberán estar orientadas hacia un cambio de cultura y comportamiento por parte del personal, cambios operacionales y posibles cambios en la distribución de planta e infraestructura de la empresa, así como cambios e instalación de equipos para el suministro, medición y seguimiento.</li> <li>• Cabe destacar que el seguimiento constante al programa de ahorro y uso eficiente de agua y energía, permitirá tener un control sobre las actividades realizadas y aquellas que por motivos externos a la organización tuvieron que posponerse.</li> </ul>

Como complemento para la implementación y puesta en marcha del programa, en el Anexo 7 se relaciona el diseño de los formatos propuestos para la recolección de la información.

## **7.2. PROGRAMA DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS (PGIRS - RESPEL)**

Los desechos generados en las curtiembres contienen un número de constituyentes en cantidades variables y significativas, de acuerdo a la materia prima, proceso, tecnología empleada y producto final. Los residuos y subproductos que se generan en una curtiembre, incluyen entre otros: pelo, pedazos de piel y carne, sangre, estiércol, sales, sales de cromo entre otros de origen líquido y gaseoso.

También son conocidos los efectos sobre la salud, del contacto directo con los insumos químicos utilizados en el proceso productivo y con los residuos peligrosos que se generan.

De acuerdo, con lo expuesto anteriormente se pretende realizar el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos (PGRIS – RESPEL) para la empresa Curtiembres Alexandra; buscando mejorar el manejo de los residuos sólidos y peligrosos, generados en el proceso productivo y con ello dar cumplimiento a la legislación ambiental colombiana vigente.

En este PGIRS – RESPEL, se describen medidas de manejo preventivo que permiten controlar y minimizar los impactos ambientales, con los cuales se pretende obtener resultados de mejoramiento con relación a las deficiencias asociadas al manejo; así mismo se ha optado por propuestas regidas bajo un contexto de viabilidad técnica, económica y ecológica.

El programa comprende una gestión de residuos sólidos y peligrosos, en las que se establecen actividades a realizar en la empresa Curtiembres Alexandra, en cuanto al manejo interno y externo, seguimiento y evaluación y por lo tanto dar cumplimiento a los objetivos propuestos en este programa.

Este programa pretende realizar benéficos tanto al medio ambiente como al desarrollo de la empresa Curtiembres Alexandra generando una mayor efectividad y eficiencia en su proceso productivo.

**PROGRAMA DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS (PGIRS – RESPEL)**

**Objetivo**

Formular el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos (PGIRS - RESPEL), para la empresa Curtiembres Alexandra; estableciendo medidas de manejo, control, seguimiento y evaluación.

**Objetivos Específicos**

Formular la recolección, almacenamiento, presentación, disposición final y la frecuencia de recolección de los residuos sólidos y peligrosos, generado por las actividades realizadas en Curtiembres Alexandra.

Determinar las características de peligrosidad de los residuos generados en Curtiembres Alexandra.

Diseñar indicadores que permitan identificar y determinar los cambios que se pueden presentar en el buen desempeño del PGIRS - RESPEL.

Formular alternativas de prevención y minimización de los residuos peligrosos generados en las diferentes actividades del proceso de curtición.

**Metas**

**Indicadores**

Realizar capacitaciones al personal de la empresa Curtiembres Alexandra por lo menos 1 vez durante 6 meses para garantizar un buen manejo de los Residuos Sólidos partir del mes de octubre.

Numero de capacitaciones realizadas / Numero capacitaciones programadas x 100

Reducir en un 10% el volumen de los Residuos Sólidos generados mensualmente en la empresa.

% de residuos aprovechados / total de los residuos generados X100

Cumplir con las actividades de Implementación del programa de residuos sólidos en un 80% al término de un año.

Número de actividades cumplidas / Numero de actividades programadas

Realizar una línea base, durante seis (6) meses, para así cuantificar y proponer una reducción en los residuos que se originan en la empresa Curtiembres Alexandra.

Línea base cumplida / línea de base proyectada.

<b>Responsable</b>	<b>Área Aplicar</b>
Dueño/ Jefe de planta/ Coordinador ambiental	Toda la empresa

**Plan de Acción a Seguir**

Para obtener un buen manejo de los Residuos Sólidos es necesario disponer, reducir, almacenar y realizar una adecuada disposición final para así garantizar un compromiso ambiental por parte del personal de la empresa Curtiembres Alexandra.

**Reducción**

De debe realizar la separación en la fuente, de los residuos orgánicos, peligrosos, plásticos, reciclables y no reciclables, para hacer efectiva esta separación se realizó un código de colores, para la empresa Curtiembres Alexandra.

<b>Clasificación de Residuos</b>	<b>Contenedor</b>
Residuos Orgánicos	Amarilla
Residuos Peligrosos	Roja
Residuos Reciclables	Gris
Residuos Plásticos	Azul
Residuos no Reciclables	Verde

**Almacenamiento**

- El almacenamiento se debe realizar, de tal manera que no se deteriore la calidad ni se pierda el valor del residuo.
- Cada una de las canecas debe llevar una bolsa de acuerdo al tamaño de la misma. Las bolsas se deben cambiar cuando estén en un 75% del volumen total, si superan el peso, o cuando lleven más de 8 días. Siempre deben estar los contenedores con las bolsas y debidamente identificados (rotulados con el código de colores).
- El jefe de planta será la persona encargada de verificar que el aseo y los residuos sean clasificados y almacenados adecuadamente por el personal de la empresa Curtiembres Alexandra. La persona encargada de realizar el aseo debe manipular los residuos con los elementos de protección personal adecuado (guantes).
- La persona encargada del aseo deberá lavar estos utensilios, con una frecuencia tal que sean presentados en condiciones sanitarias e higiénicas.
- Se prohíbe arrojar o depositar residuos fuera de los recipientes de almacenamiento.
- Para el correcto manejo de los residuos, el personal debe ser capacitado.

### **Almacenamiento Temporal**

- Se recomienda que en área de oficinas se destine una caja (gris), donde se depositara el papel que este impreso y/o usado solo por una cara, y que sirva para reutilizar, esta caja no debe interferir con la movilidad del personal.
- Los residuos orgánicos o biodegradables se pondrán en una caneca (amarilla), estas se encuentran ubicadas en los lugares donde se genere esta clase de residuos.
- En cada uno de los baños de la empresa Curtiembres Alexandra, se ubicó una caneca verde para depositar los residuos sanitarios generados.
- En el almacén se recomienda colocar una caneca (azul), donde se depositara todo el material plástico que se genere y una caneca (gris) donde se depositara cartón, papel etc.
- En diferentes puntos de la empresa se recomienda colocar canecas rojas, ya que los residuos peligrosos generados en esta industria son bastantes.

### **Frecuencia de Recolección y Disposición Final**

- Los residuos no reciclables, serán presentados a la empresa de recolección de residuos sólidos del sector la cual se encarga de su disposición final en el botadero a cielo abierto. Con una frecuencia de recolección de tres veces por semana.
- Los residuos orgánicos (hunche y cebo) serán entregados y/o vendidos a una empresa que se dedique hacer comida para perros o empresas que hagan jabones a base de grasa. Los Residuos se presentaran en bolsas resistentes y tendrá una frecuencia de recolección por lo menos 1 vez por semana.
- Cuando los contenedores de los residuos reciclables y de plástico se encuentren al 75% de su capacidad. Se presentaran como Reciclaje programa de reciclaje o serán vendidos. Tendrán una frecuencia de recolección de un máximo de tres meses).
- Los residuos peligrosos se entregaran a la empresa gestora cada seis meses o según sea la frecuencia de recolección, estos serán presentados de acuerdo como lo exige la empresa certificada por la autoridad ambiental, para realizar la adecuada disposición final. La empresa Curtiembres Alexandra contara con sus respectivos certificados de disposición final los cuales servirán de soporte para el registro de generadores de residuos peligrosos ante el IDEAM.



Actividades Proyectadas						
Actividad	Recurso	Fecha proyectada				Responsable
		Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4	
Instalación de contenedores (canecas) para realizar la clasificación y separación in situ	Económicos, Tecnológicos					Propietario / Coordinador Ambiental / Jefe de Planta
Venta de hunche y residuos orgánicos, a empresas que se dediquen hacer comida y juguetes para perro	Humano, Económico					Jefe de Planta / Coordinador Ambiental
Coordinación de entrega de residuos peligros a empresa gestora externa	Humano Económicos					Coordinador Ambiental
Segregación y almacenamiento temporal de aceites usados	Tecnológicos, Humanos, Económicos					Jefe de Planta / Coordinador Ambiental
Realizar capacitación manejo y generación de residuos sólidos y peligrosos	Humanos, Tecnológicos					Coordinador Ambiental
Cuantificar los residuos almacenados	Humanos, Tecnológicos					Jefe de Planta
Hacer registro ante el IDEAM como generador de residuos peligrosos.	Humanos, Tecnológicos					Coordinador Ambiental

<b>Documentación Asociada</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato Identificación de Residuos y Residuos Peligrosos en la empresa</li> <li>• Formato para el registro de generación de residuos líquidos, sólidos y peligrosos (Construcción de línea base).</li> <li>• Formato cuantificación de residuos</li> <li>• Formato Alternativas de manejo interno</li> <li>• Formato Seguimiento y control de disposición final de residuos.</li> </ul>
<b>Factores Críticos de Éxito</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposición del personal</li> <li>• Recursos financieros</li> <li>• Recurso humano</li> </ul>
<b>Recomendaciones y Observaciones para su Implementación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demarcar puntos ecológicos en la empresa Curtiembres Alexandra</li> <li>• Mantener el orden y la limpieza en la empresa, específicamente en las zonas donde se generen la mayor parte de residuos. Designar una persona, para que realice esta labor diaria.</li> <li>• Realizar aseo diario a los contenedores donde se depositan los residuos.</li> </ul>

Como complemento para la implementación y puesta en marcha del programa, en el Anexo 7 se relaciona el diseño de los formatos propuestos para la recolección de la información.

### 7.3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

Generalmente las aguas residuales de las operaciones de procesamiento de alimentos, pieles de animales y frigoríficos, presentan niveles muy altos tanto en forma disuelta como suspendida de materiales orgánicos. A su vez, de éstas también resulta una alta demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), y grasas y aceites presentes en grandes cantidades. A menudo, los sólidos en suspensión y nutrientes tales como nitrógeno y fosfato pueden ser muy altos, al igual que el olor desagradable y la alta temperatura. Es de resaltar que en el caso de las industrias de curtiembres, estas también pueden poseer altos niveles concentración de cloruro de sodio debido a los procesos de salado de pieles para su preservación.

Aunque la empresa Curtiembres Alexandra posee tanques para el tratamiento de aguas residuales, estos no están siendo utilizados de la forma apropiada, por lo cual, buscando una mayor eficiencia y el inicio de la automatización y tecnificación de la empresa, se sugiere el uso de nuevas tecnologías y la adaptación de la infraestructura existente (tanques, trampa de grasas, etc.), de tal forma que se tenga un sistema de tratamiento preliminar y primario así:

- **Tratamiento preliminar:** Trampa de grasas, sistema de cribado y tanque de homogenización.

Con este sistema preliminar se busca la remoción de grasas y sólidos de gran tamaño (Mayor a 5 mm) así como regular la carga de contaminación mediante el tanque de igualación (homogenización).

- **Tratamiento primario:** Se propone un sistema fisicoquímico avanzado del tipo de flotación por aire disuelto (DAF por sus siglas en inglés). Para este sistema se toma como referencia comercial el propuesto por la firma Clean Water Technology (CWT), como se aprecia en el Anexo 8.

Entre las principales características de este sistema se encuentran:

- Mayores tasas de remoción de contaminantes.
- Efluente de alta calidad garantizado.
- Lodo más seco, menor costo en manejo de lodos.
- Uso de químicos más eficiente.
- Diseño teniendo en cuenta flujos y cargas expandibles
- Fácil instalación-Unidades modulares

- Fácil operación
- Menor consumo de energía (El sistema se activa de acuerdo al nivel del EQ (ecualizador))
- Fácil instalación en todas las etapas del tratamiento del agua residual mayor calidad.
- Mayor Eficiencia
- Mayor Sostenibilidad
- Menores Gastos Operativos



Figura 28. Sistema GEM

Fuente:

### 7.3.1. Funcionamiento del Sistema GEM

El sistema GEM o como su nombre traduce “sistema de Energía del Gas de Mezcla (GEM)” puede tratar 500 GPM (**GPM significa**, Global Precipitación Measurement), de aguas residuales y permite remover coliformes fecales un 99,995%, es decir, permite eliminar casi 20 mg/l de sólidos suspendidos. Este sistema puede adaptarse a los cambios de flujo de sólidos y producir muchos más residuos secos, con un tamaño mucho más pequeño y con menos productos químicos que los típicos sistemas de DAF (flotación por aire disuelto). Los lodos producidos después del drenaje contienen más del 15% de los sólidos.

El sistema GEM cuenta con un nivel de 6 cartuchos, tubulares en serie, cada cartucho tiene una serie de agujeros, con insertos extraíbles y puede ser configurado mediante la eliminación o adición de insertos. La eliminación o adición de insertos en el cartucho da la capacidad de configurar la energía de mezcla de acuerdo a los productos químicos para tratamiento en aire o agua.

Su funcionamiento se fundamenta en los siguientes pasos:

1. Adición de insertos: Dentro de la cabeza y las columnas de hidrociclones son activados los flocculantes, allí el objetivo es romper las largas cadenas poliméricas o en pocas palabras realizar la ruptura del floculo a través de una alta mezcla de energía.
2. Cargue de agua residual: El 100% de la corriente de residuos se envía al sistema de GEM, en donde es expuesta a alta presión (100-120 psi); el aire se disuelve en la corriente de residuos.
3. Inyección de productos químicos: Los productos químicos de floculación se inyectan en la corriente de residuos utilizando tecnología LSGM. Allí el floculo se forma en el aire enriquecido de las aguas residuales.
4. Reducción de presión: Una vez el aire disuelto está atrapado dentro de la estructura de floculación, la presión del agua se reduce a la temperatura ambiente, el aire disuelto en la estructura de floculo sale de la solución y el aire dentro de floc se expande, empujando el agua.
5. Flotación: Posterior a esto los floculos flotan por sí mismos y, el agua limpia y los floculos flotantes son liberados al tanque de flotación.

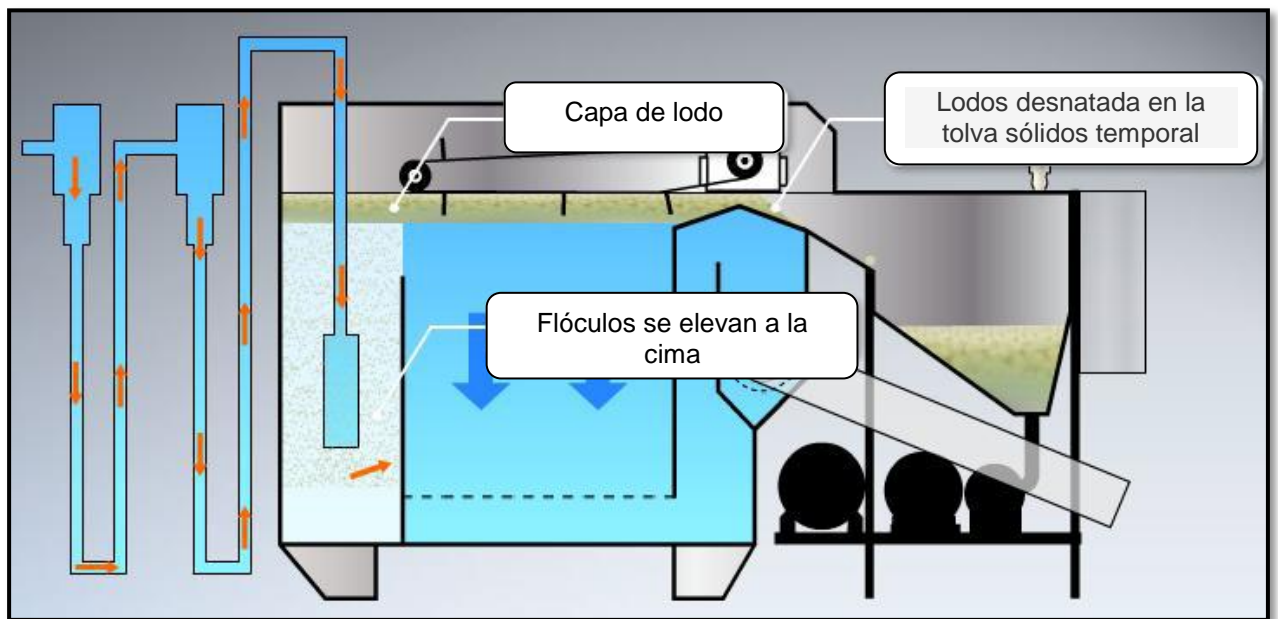


Figura 29. Funcionamiento del Sistema GEM

Fuente: XXX

La capacidad de ajustar la energía de mezclado a través de cada cabeza del Sistema GEM tiene las siguientes ventajas:

- La capacidad de utilizar el grado más alto y efectivo de tratamiento de agua con polímeros en el mercado.
- Mezcla de energía ajustable a través de cada cabeza, permitiendo que el sistema introduzca la energía de mezcla adecuada para cada producto químico en el régimen de tratamiento de agua.
- Tasas de eliminación de contaminantes mucho más altas debido a la utilización de química superior y la eficiencia química.
- Otra gran ventaja que poseen las unidades DAF es que pueden eliminar hasta 50% de sólidos en suspensión y 80% de las grasas y aceites. La adición de coagulantes y floculantes aumenta el rendimiento de separación a entre 80 y 95%. Sin embargo, la eliminación de DQO / DBO depende de la cantidad de materiales disueltos y de eficiencias de separación que pueden variar entre 15 y 65%. Las unidades DAF usadas en el tratamiento de aguas residuales de este tipo de industria por lo general son operadas con un pH alrededor de 5, para reducir al mínimo la solubilidad de la proteína. El sulfato férrico se utiliza como coagulante para ayudar con la aclaración de sangre. Pocas ppm de floculantes aniónicos se añaden para aumentar el tamaño de flóculos. Los tubos mezcladores se utilizan para impulsar el Floc a través de la mezcla coagulante y floculante.

*Nota: Los pasos para la implementación de este sistema se encuentran en el Anexo 9 de este documento.*

### **7.3.2. Simulación del Sistema GEM en la empresa Curtiembres Alexandra**

A continuación se realiza una simulación teniendo en cuenta los datos y/o resultados más críticos obtenidos por la empresa Curtiembres Alexandra, según los parámetros evaluados en los años 2002 y 2005 (Ver tablas 11 y 12), generadas a partir del expediente DM-08-03-2043 suministrado por la SDA.

Los datos empleados para la simulación se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Parámetros críticos tomados de resultados obtenidos en las caracterizaciones realizadas en el año 2002 y 2005 en la empresa Curtiembres Alexandra.

Parámetro	Unidad	Resultado Obtenido
pH Promedio	Unidades	11,2
D.Q.O	mg/l	7719
D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	2831
Sólidos Sedimentables	mg/l	50
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	4200
Grasas y Aceites	mg/l	114

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

Así mismo, los porcentajes de remoción empleados para esta simulación fueron tomados de los resultados de las pruebas realizadas en mataderos avícolas por el estudiante Carlos Cano, estudiante de Ingeniería Ambiental de la Universidad Libre, quien realizó estudios y pruebas con el equipo GEM y con quien se sostuvo una entrevista personal mientras se encontraba realizando su tesis. También se tomaron como referencia tres (3) estudios de caso realizados por Clean Water Technology (CWT).

En la Tabla 23 y en la figura 30 se presentan los resultados arrojados, teniendo en cuenta los porcentajes de remoción promedio.

Tabla 23. Resultados de la simulación realizada en la empresa Curtiembres Alexandra.

Parámetro	Unidad	Entrada GEM	Salida GEM	% de Remoción
pH Promedio	Unidades	11,2	6,275	-
D.Q.O	mg/l	7719	3087,6	60
D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	2831	1132,4	60
Sólidos Sedimentables	mg/l	50	41,695	16,61
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	4200	199,08	95,26
Grasas y Aceites	mg/l	114	5,4036	95,26

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

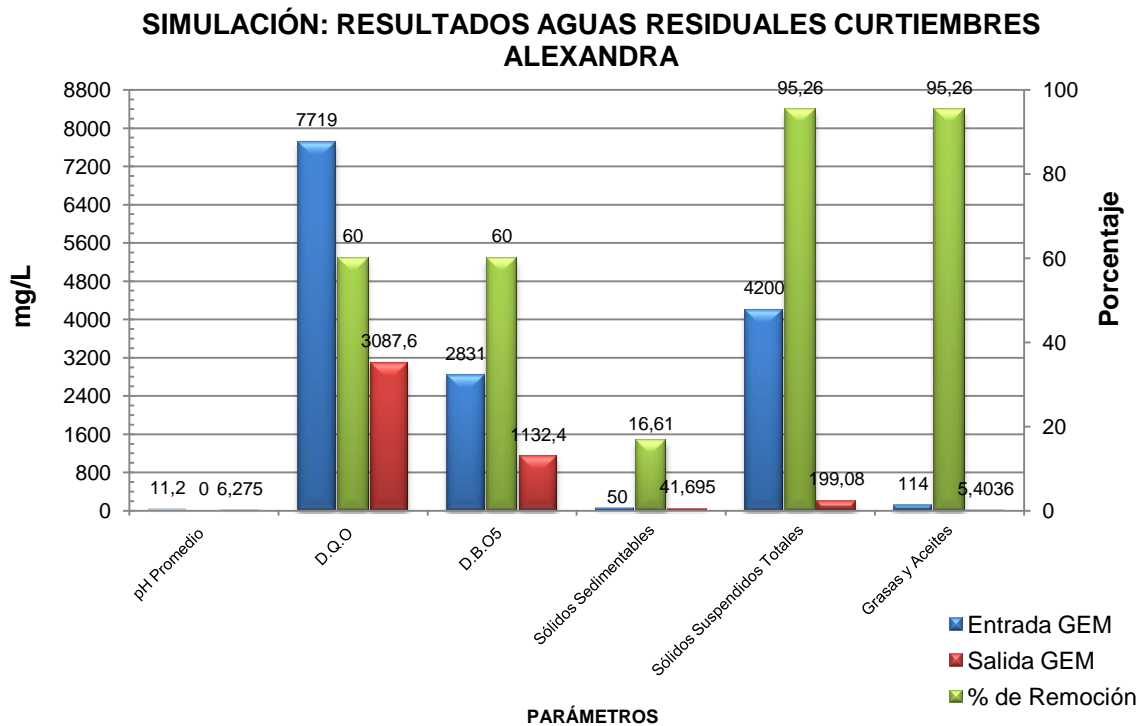


Figura 30. Simulación: Resultados de aguas residuales en la empresa Curtiembres Alexandra.  
Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

Al comparar los resultados arrojados con los parámetros establecidos en el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura, la Resolución 3957 de 2012 y la versión 5 del proyecto de norma del año 2013 de la Secretaria Distrital de Ambiente, se logra concluir que:

- Los parámetros pH, Sólidos Suspendidos Totales (SST) y grasas y aceites, posterior al tratamiento primario a través del sistema GEM logran cumplir con los índices establecidos en las tres (3) normas, incluso los contemplados en el proyecto de norma del 2013, el cual contempla parámetros específicos de cumplimiento para el sector de las curtiembres.
- Los parámetros D.Q.O, D.B.O<sub>5</sub> así como los sólidos sedimentables no logran dar cumplimiento a los parámetros establecidos en ninguna de las (3) normas, por lo tanto para dar cumplimiento a los mismos, es necesario un tratamiento secundario y en el caso que aplique un tratamiento terciario. Para este caso se sugiere un tratamiento secundario biológico Anaerobio – Aerobio.



En la Tabla 24 se presenta el comparativo de los resultados arrojados vs. el cumplimiento de la legislación ambiental, allí se observan resaltados en color *verde* aquellos parámetros que dan cumplimiento a la legislación ambiental, y en color *rojo* aquellos que a pesar del tratamiento empleado (Sistema GEM) no alcanzan a cumplir con los parámetros establecidos.

Tabla 24. Comparativo de cumplimiento de parámetros.

Parámetro	Unidad	Entrada GEM	Salida GEM	% de Remoción	Resolución 1594	Resolución 3957	Proyecto norma 2013
pH Promedio	Unidades	11,2	6,275	-	5 – 9	5 – 9	5 – 9
D.Q.O	mg/l	7719	3087,6	60	-	1500	400
D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	2831	1132,4	60	>20% *	800	200
Sólidos Sedimentables	mg/l	50	41.695	16.61	<10	2	5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	4200	199.08	95.26	>50% *	600	200
Grasas y Aceites	mg/l	114	5,4036	95,26	>80% *	100	20

\*Porcentaje de remoción > al "x"% en carga.

Fuente: Autores: Luisa Tatiana Cabrera Pérez, Lizeth Johanna Pinzón Pérez

### 7.3.3. Razones por las cuales se recomienda el sistema GEM a la empresa Curtiembres Alexandra

Según las condiciones analizadas en la empresa Curtiembres Alexandra como cantidad de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) consumidos al mes, distribución de planta y espacio disponible, cargas contaminantes contenidas en aguas residuales de la industria, entre otros aspectos, se sugiere el sistema GEM porque:

- Los porcentajes de remoción en cuanto a sólidos suspendidos totales, grasas y aceites son significativos, así mismo, el sistema permite dar cumplimiento a las unidades de pH permitidas.
- Los altos niveles de remoción permitirán un ahorro considerable en los costos del tratamiento secundario que se decida implementar.
- El espacio disponible para el tratamiento de aguas residuales en la empresa Curtiembres Alexandra es reducido, por lo cual el sistema GEM se convierte en

una buena opción, ya que este sistema se ajusta fácilmente en pequeños espacios.

- El sistema GEM permite procesar hasta seis (6) m<sup>3</sup> al día, lo que mejoraría notablemente el proceso de tratamiento primario.
- De acuerdo a la propuesta de funcionamiento del sistema GEM, se logra una reducción notable de los gastos en productos químicos como coagulantes y floculantes.
- Se podría lograr una reducción significativa en el consumo de energía.
- La empresa Clean Water Technology (CWT) ofrece servicios de alquiler o compra del sistema GEM, así mismo ofrece 1 o 2 semanas para realizar pruebas o pilotos.
- Con la excelente implementación del sistema GEM y un buen proceso secundario la empresa Curtiembres Alexandra logrará cumplir con los estándares del Ministerio de Medio Ambiente, lo cual disminuirá el riesgo de que la empresa recaiga en procesos sancionatorios.

## 8. CONCLUSIONES

- Durante las visitas realizadas a la empresa Curtiembres Alexandra y de acuerdo a la evaluación de aspectos e impactos ambientales, se evidencia que la problemática ambiental presentada por la empresa Curtiembres Alexandra y el sector de las curtiembres tiene un impacto altamente significativo en el Barrio San Benito, así mismo se evidencia que los componentes ambientales con mayor impacto y afectación son el elemento agua y suelo, por lo cual se puede concluir que las demás empresas vecinas también aportan a la contaminación de estos dos elementos contribuyendo al deterioro ambiental de los mismos.
- El éxito de implementación de la propuesta radica en gran parte en un cambio de cultura organizacional de todos los trabajadores de la empresa, por lo tanto, la propuesta debe ser acompañada de capacitación constante a toda la planta laboral de la empresa, incluido el personal administrativo, ya que esto garantiza un crecimiento tanto personal como organizacional. Así mismo es importante que los trabajadores de la empresa conozcan las funciones y responsabilidades que tienen al encontrarse laborando en la empresa Curtiembres Alexandra, ya que contribuyen para que el proceso productivo sea más próspero y se genere una cultura de conciencia sobre el medio ambiente.
- La implementación de la propuesta permitirá a la empresa Curtiembres Alexandra obtener una reducción en los costos asociados al pago de los servicios públicos (Agua y Energía), la optimización de los recursos y así mismo logrará la organización administrativa de la empresa, sin embargo, es de aclarar que la empresa deberá incurrir en algunos gastos durante el primer año relacionados con la compra de elementos y equipos que apoyen la puesta en marcha de la propuesta, sin embargo, la aplicación e implementación de un programa de uso y ahorro eficiente de agua y energía, minimización y manejo de residuos, conduce a la empresa a una serie de beneficios económicos como lo son la protección ambiental, la protección de la salud ocupacional y la capacitación de técnicos y trabajadores de la planta.
- Es importante que se implementen herramientas de medición que permitan realizar seguimiento constante a las actividades propuestas y establecer controles oportunamente teniendo en cuenta los riesgos que se puedan

presentar, esto garantizará la reducción de los impactos ambientales generados por la puesta en marcha del proceso productivo.

- Muchos de los residuos generados por la empresa Curtiembres Alexandra pueden disminuirse en la fuente, tratarlos para valorización y posteriormente depositarlos en sitios adecuados, con el ánimo de minimizar su vertimiento, por lo tanto, el desarrollo de iniciativas y buenas prácticas tanto en gestión como operación permitirán que la empresa Curtiembres Alexandra pasar de un enfoque correctivo a un enfoque preventivo.

## 9. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

- Se sugiere al propietario de la empresa Curtiembres revisar la propuesta económica que se adjunta en el Anexo 6, con el fin de brindar una guía en cuanto a costos de inversión en los que puede incurrir la propuesta formulada en este proyecto.
- En el Anexo 4, se relaciona la Cartilla de Buenas Prácticas de Manufactura para la Empresa Curtiembres Alexandra, en la cual se encuentran los pasos y tips a tener en cuenta en temas de mantenimiento, elementos de protección personal, orden y limpieza, riesgos químicos, control de inventario, emergencias, manejo de residuos, ahorros y buen uso del agua y la energía, por lo tanto se recomienda la lectura y distribución de este elemento a todos los empleados de la empresa.
- Para la implementación y seguimiento de este proyecto se sugiere contratar un profesional en el tema ambiental y otro en el tema industrial, o como mínimo un tecnólogo que garantice el cumplimiento de las actividades planteadas.
- Se recomienda realizar una inducción al personal nuevo de la empresa, para que conozca sus funciones y responsabilidades, además de los programas existentes en la empresa.
- Se recomienda al personal depositar los residuos orgánicos en los contenedores amarillos, para no crear olores ofensivos a la comunidad, una mala imagen de la empresa, desorden y un mal ambiente laboral.
- Se sugiere la asociación de la empresa Curtiembres Alexandra con empresas vecinas del sector para la compra de un sistema de tratamiento primario, para el caso, un sistema fisicoquímico avanzado del tipo de flotación por aire disuelto y para la contratación de una empresa gestora de residuos peligrosos.

## 10. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)

Camara, d. C. (Julio de 2007). *Perfil Economico y Empresarial Localidad Tunjuelito*. Recuperado el 26 de Junio de 2012, de [http://camara.ccb.org.co/documentos/2240\\_perfil\\_economico\\_tunjuelito.pdf](http://camara.ccb.org.co/documentos/2240_perfil_economico_tunjuelito.pdf)

Caminotti, S. (s.f.). *La Sustentabilidad en el Marco del Sistema Productivo*. Recuperado el 15 de 06 de 2012, de <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/fericerdo1998/santiago.htm>

*Centro Regional de Produccion Mas Limpia*. (s.f.). Recuperado el 15 de 06 de 2012, de <http://www.crpml.org/publicaciones.php?id=34730>

Comisión Regional del Medio Ambiente- Regional Metropolitana. (Junio de 1999). *Sofofa*. Recuperado el 18 de Abril de 2012, de <http://www.sofofa.cl/ambiente/documentos/curtiembre.pdf>: <http://www.sofofa.cl>

CORTOLIMA. (Marzo de 2004). *Corporación Autonoma Regional del Tolima*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2012, de <http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/Series/curtiembres.pdf>: <http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/Series/curtiembres.pdf>

CPTS, C. d. (Febrero de 2003). *Guia Tecnica de produccion mas limpia para curtiembres Bolivia*. Recuperado el 22 de Abril de 2013, de <http://documentos.cpts.org/GuiaTecPMLCurtiembres.pdf>

Cueronet. (Enero de 2000). *Fluegograma:Cueronet*. Recuperado el 12 de Abril de 2012, de [http://www.cueronet.com/flujoograma/pielcruda\\_transporte\\_frescas.htm](http://www.cueronet.com/flujoograma/pielcruda_transporte_frescas.htm): <http://www.cueronet.com>

DANE. (2000). Obtenido de Encuesta Anual Manufacturera. Bogota, Colombia.

*Definicion de*. (2008). Recuperado el 15 de 06 de 2012, de <http://definicion.de/pyme/>

*Definicion.org*. (s.f.). Recuperado el 15 de 06 de 2012, de <http://www.definicion.org/curticion>

INAT, I. N. (2011). *www.esetunjuelito.gov.co*. Recuperado el Enero de 2013, de <http://www.esetunjuelito.gov.co/files/DIAGNOSTICO%20LOCAL%20EN%20SALUD%20%202011.pdf>

Instituto de Estudios Urbano, U. N. (2011). *www.esetunjuelito.gov.co*. Recuperado el Enero de 2013, de RedBogota.com: <http://www.esetunjuelito.gov.co/files/DIAGNOSTICO%20LOCAL%20EN%20SALUD%20%202011.pdf>

*Madre Fertil*. (2002). Recuperado el 15 de Junio de 2012, de [http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santiago\\_del\\_estero/madre-fertil/procpro.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santiago_del_estero/madre-fertil/procpro.htm)

Mahecha, A. Z. (Noviembre de 2006). Recuperado el 18 de Abril de 2012

Meteored, Tiempo. (Octubre de 2012). *Tiempo*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2012, de <http://www.tiempo.com/naturaleza/definicion-residuos.php>: <http://www.tiempo.com>

Ministerio de industria, turismo, integración y negociaciones comerciales internacionales. (Junio de 1999). *Ingeniero Ambiental*. Recuperado el 27 de Octubre de 2012, de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/curtiem.pdf>: <http://www.ingenieroambiental.com>

Ministerio, d. D. (2001). *Los retos de la cadena del cuero, sus manufacturas y el calzado en el siglo XXI*. Bogota.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (s.f.). *Cuestiones de desarrollo*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2012, de [http://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Services/Environmental\\_Management/CP\\_ToolKit\\_spanish/PR-Volume\\_01/1-Textbook.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/CP_ToolKit_spanish/PR-Volume_01/1-Textbook.pdf): <http://www.unido.org>

Pardo, C. I. (2007). Evaluacion del desempeño integral del sector de los transporte. *Revista de Invetigacon de la Universidad de la Salle* .

Radio Santa Fé. (19 de Mayo de 2010). *Yo Periodista: Radio Santa Fé*. Recuperado el 18 de Abril de 2012, de Sitio web de Radio Santa Fé: <http://www.radiosantafe.com/2010/05/19/cierre-definitivo-y-multa-a-curtiembre-de-san-benito/>

*Real Academia Española*. (1997). Recuperado el 15 de 06 de 2012, de <http://www.rinconcastellano.com/drae.html>

Rojas, R. (2006). *Dialectica: Universidad Panamericana*. Recuperado el 18 de Abril de 2012, de Universidad Panamericana: <http://www.unipanamericana.edu.co/dialectica/dialec19/Art%201.pdf>

Ruiz, G. (15 de 09 de 2009). *Canguro Rico*. Recuperado el 15 de 06 de 2012, de <http://cangurorico.com/definicion-de-productividad>

Santillana. (Julio de 2012). *Geografía, Kalipedia*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2012, de Kalipedia: [http://co.kalipedia.com/geografia-colombia/tema/geografia-fisica/problema-ambiental-global.html?x=20080731klpgeogco\\_17.Kes&ap=0](http://co.kalipedia.com/geografia-colombia/tema/geografia-fisica/problema-ambiental-global.html?x=20080731klpgeogco_17.Kes&ap=0)

Secretaria Distrital de Ambiente. (26 de Febrero de 2009). *Noticias: Secretaria Distrital de Ambiente*. Recuperado el 18 de Abril de 2012, de Sitio Web de Secretaria Distrital de Ambiente:

<http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/php/noticias08.php?id=1040>

Tovar, J. (06 de 06 de 2008). *Gestión Tecnológica*. Recuperado el 11 de 2012, de Juantovar: <http://juantovar.blogspot.es/>

*Valoración del impacto ambiental de la pequeña y mediana industria*. (1996). Bogota.

[www.arpsura.com](http://www.arpsura.com). (24 de 05 de 2005). Recuperado el 21 de 02 de 2013, de <http://www.arpsura.com/cistema/articulos/142/>

[www.cortolima.gov.co](http://www.cortolima.gov.co). (Marzo de 2004). Recuperado el 26 de Junio de 2012, de Guia Ambiental Para el Sector Curtiembre: <http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/Series/curtiembres.pdf>

[www.esetunjuelito.gov.co](http://www.esetunjuelito.gov.co). (2011). Recuperado el Enero de 2013, de <http://www.esetunjuelito.gov.co/files/DIAGNOSTICO%20LOCAL%20EN%20SALUD%20%202011.pdf>

[www.fao.org](http://www.fao.org). (2011). Recuperado el 29 de agosto de 2012, de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Hides\\_Skins/Documents/AA\\_COMPENDIUM\\_2011.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Hides_Skins/Documents/AA_COMPENDIUM_2011.pdf)

[www.fopae.gov.co](http://www.fopae.gov.co). (2006). Recuperado el Enero de 2013, de Informacion General de la Localidad de Tunjuelito: [http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/fopae/localidades/tunjuelito/tunjuelito\\_info](http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/fopae/localidades/tunjuelito/tunjuelito_info)

[www.sdp.gov.co](http://www.sdp.gov.co). (2009). Recuperado el Enero de 2013, de Diagnostico de los Aspectos Fisicos, Demograficos y Socioeconomicos : <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/ciudadania/Publicaciones%20SDP/PublicacionesSDP/06tunjuelito.pdf>



