

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**



TRABAJO DE GRADUACION

TEMA:

**“APLICACION DE LA ESTRATEGIA DE PRODUCCION MAS LIMPIA EN LA
EMPRESA CURTIDORA DE PIELES DISTRIBUIDORA POLANCO S.A. DE
C.V.”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERIO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR:
MARTINEZ CORNEJO, KARINA YAMILETH
SARMIENTO SALAZAR, WILLIAM ARMANDO**

**DOCENTE DIRECTOR:
INGA. ANA SILVIA GUARDADO DE LATIN**

**OCTUBRE, 2011
SANTA ANA EL SALVADOR CENTRO AMERICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**TRABAJO DE GRADUACION PREVIO A LA OPCION DE:
INGENIERIO INDUSTRIAL**

**TEMA:
“APLICACION DE LA ESTRATEGIA DE PRODUCCION MAS LIMPIA EN LA
EMPRESA CURTIDORA DE PIELES DISTRIBUIDORA POLANCO S.A. DE
C.V.”**

**PRESENTADO POR:
MARTINEZ CORNEJO, KARINA YAMILETH
SARMIENTO SALAZAR, WILLIAM ARMANDO**

**TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:
DOCENTE DIRECTOR:
INGA. ANA SILVIA GUARDADO DE LATIN**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. RUFINO ANTONIO QUEZADA

VICERRECTOR ACADEMICO:

MSC. MIGUEL ANGEL PEREZ RAMOS

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:

MSC. OSCAR NOE NAVARRETE

SECRETARIO GENERAL:

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FISCAL GENERAL:

DR. RENE MADECADEL PERLA JIMENEZ

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

DECANO:

LIC. JORGE MAURICIO RIVERA

VICE DECANO:

MSC. ELADIO EFRAIN ZACARIAS ORTEZ

SECRETARIO:

LIC. VICTOR HUGO MERINO QUEZADA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA:

ING. RAUL ERNESTO MARTINEZ BERMUDEZ

AGRADECIMIENTOS GENERALES

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR: Un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

A NUESTROS PROFESORES: A quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias por su paciencia y enseñanzas.

A NUESTRA DOCENTE DIRECTORA: Inga. Silvia Guardado de Latín porque sus consejos, paciencia y opiniones sirvieron para poder culminar esta investigación.

A NUESTRA DOCENTE ADJUNTA: Inga. Marta Raquel Quevedo por sus comentarios en todo el proceso de elaboración de la Tesis y sus atinadas correcciones, gracias además por su gran apoyo final.

A LOS PROPIETARIOS DE LA EMPRESA CURTIDORA DIPOL: Por abrir las puertas de su empresa para llevar a cabo esta investigación, por toda su paciencia y cooperación.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO: Por estar presente en toda mi vida, porque cuando me olvido de él como padre amoroso y respetuoso de mi libertad solamente se hace el enconradizo para recordarme que me ama y me sigue bendiciendo.

A MARIA AUXILIADORA: Porque en los momentos más difíciles solamente me ha dicho “porque temes, acaso no estoy yo aquí que soy tu madre”.

A MIS PADRES MARTA Y OSCAR: Los cuales por amor se sacrificaron para brindarme la mejor herencia que ha estado en sus posibilidades darme, que es el estudio, ahora coronado con mi carrera profesional. Los amo con mi vida.

A TODA MI FAMILIA: Mi hermana Claudia, mi abuela Leti, a mis tíos y primos, sí, gracias por creer en mí y alentarme siempre.

A TODAS MIS AMISTADES: Que siempre tuvieron una palabra oportuna, una actitud de apoyo que me animaron a seguir adelante aún cuando los ánimos tendían a decaer. Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

A todos ustedes les debo gratitud perenne.

Karina Yamileth Martínez Cornejo

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES ZOILA FLOR SALAZAR MENDOZA Y PEDRO CRISTOBAL SARMIENTO, por haberme obsequiado parte de su vida y apoyarme siempre en mi educación, y por brindarme ese amor incondicional sobre cualquier cosa. Les estaré eternamente agradecido.

A MIS HERMANOS EVELYN MARISOL, PEDRO CRISTOBAL, CARLOS ERNESTO, EDWIN OMAR, ANA MARÍA, quienes han sido mi apoyo en todo el esplendor de la palabra y quienes me han enseñado muchas cosas que engrandecen al ser humano como tal.

A MI ESPOSA IRASEMA LILIAN SUAREZ SANDOVAL, por haberme dado el más precioso regalo del mundo, mi hijo **Diego Armando Sarmiento Suarez**, y por permitirme compartir mi vida con la suya sin barreras, alentándome siempre en una visión de superación. Los amo con mi vida.

William Armando Sarmiento Salazar.

INDICE

INTRODUCCION.....	xii
OBJETIVOS.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
JUSTIFICACION.....	26
ALCANCES.....	29
LIMITANTES.....	30
CAPITULO I. “GENERALIDADES”	
1.1 Generalidades de la empresa DIPOL S.A. de C.V.....	32
1.1.1 Historia de la empresa DIPOL S.A. de C.V.....	32
1.1.2 Antecedentes de PML en la empresa DIPOL S.A. de C.V.....	33
1.2 Producción Más Limpia.....	37
1.2.1 Antecedentes históricos de la PML.....	37
1.2.2 Definiciones y conceptos claves en PML.....	38
1.2.3 Guía Técnica de PML para curtiembres.....	42
1.3 Marco Legal aplicable a la actividad del curtido de pieles.....	63
CAPITULO II. “DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA EMPRESA DIPOL S.A. DE C.V.	
2.1 Metodología de la investigación.....	71
2.2 Descripción del proceso de curtición de pieles que actualmente realiza la empresa DIPOL S.A. de C.V.....	72

2.3 Especificaciones de los insumos de la empresa DIPOL por operación.....	82
2.4 Determinación de las unidades críticas de todo el proceso de curtición.....	88
2.5 Resultados del diagnóstico.....	94

CAPITULO III. “PROPUESTA DE LA ESTRATEGIA DE PML PARA LAS ETAPAS DE CURTICION REQUERIDAS

3.1 Propuestas de la estrategia de PML a cada operación por grado de criticidad.....	98
3.2 Evaluación económica de las medidas de PML.....	111
3.3 Tecnologías para el tratamiento de residuos sólidos.....	113
3.4 Normas de seguridad industrial e higiene para disminuir los riesgos a los trabajadores en todo el proceso.....	118

CONCLUSIONES.....	124
RECOMENDACIONES.....	128
BIBLIOGRAFIA.....	129
ANEXOS.....	132

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Desperdicios por cuero en operaciones específicas.....	22
Tabla 2 Extracto de las principales leyes, normas e instituciones de El Salvador aplicados al rubro de curtición de pieles.....	63
Tabla 3 Descripción del proceso de curtición de pieles.....	76
Tabla 4 Insumos para los procedimientos de remojo y pelambre.....	83
Tabla 5 Insumos para los procedimientos de desencalado, Piquelado y Curtido.....	84
Tabla 6 Insumos para los procedimientos de Recurtido y Engrase.....	85
Tabla 7 Insumos para el procedimiento de Teñido.....	86
Tabla 8 Insumos de agua para todos los procedimientos.....	87
Tabla 9 Determinación de las unidades críticas del proceso de curtición de pieles.....	89
Tabla 10 Diferencia de agua en litros y químicos en libras.....	92
Tabla 11 Desechos totales.....	92
Tabla 12 Determinación del grado de prioridad.....	93
Tabla 13 Símbolos de peligro presentes en curtiembres.....	120
Tabla 14 Ahorros, inversiones y costos implicados a las medidas de PML.....	111
Tabla 15 Resumen de consumo, costo y desechos actuales vrs. PML y los ahorros obtenidos mediante las medidas de PML.....	124

INDICE DE IMAGENES Y FIGURAS

Imagen 1 Desechos generados en la operación de descarte.....	22
Imagen 2 Desechos generados en el procedimiento de desorillado.....	22
Imagen 3 Desechos generados en el procedimiento de rebajado y otros.....	23
Imagen 4 Rio Sapoapa.....	24
Imagen 5 Vista panorámica de las instalaciones de tenería DIPOL.....	32
Imagen 6 Pieles saladas.....	33
Imagen 7 Colector de aguas residuales.....	35
Imagen 8 Colector de agua lluvia.....	36
Imagen 9 Mesa desaladora	109
Figura 1 Diagrama de flujo del proceso de curtición de pieles.....	22
Figura 2 Diagrama que muestra el funcionamiento del colector de aguas residuales.....	35
Figura 3 Construcción de un tamiz inclinado (Side Hill).....	99
Figura 4 Sistema propuesto para el reciclaje de los baños de remojo y pelambre.....	102
Figura 5 Fulón con sistema de evacuación continua de líquido.....	103
Figura 6 Barrera para el salado.....	110

INTRODUCCION

El trabajo de grado denominado “Implementación de la Estrategia de Producción Más Limpia en la Empresa Curtidora de Pieles Distribuidora Polanco S.A. de C.V.” se divide en tres grandes capítulos los cuales se desarrollan de la manera más práctica y concreta posible, es así como en la primera parte de la investigación se muestran los objetivos a lograr, una visión concreta sobre los problemas a solucionar, para lo cual se habla específicamente del proceso de curtición de la empresa, las entradas y salidas del mismo; dando las armas necesarias que demuestran el porqué es necesario que se realicen este tipo de estudio lo que se demuestra en una justificación, teniendo siempre en cuenta las diversas limitantes que no permiten que la investigación se desarrolle hasta cierto grado pero recordando siempre que los objetivos se han de alcanzar.

Luego se da paso al capítulo uno, éste muestra información básica sobre la empresa en estudio y la manera de como ésta evoluciona e integra en sus procedimientos la estrategia de Producción Más Limpia (adelante será llamada PML); incluyendo además antecedentes y conceptos básicos y una guía técnica de 5 etapas que servirá de orientación a la hora de implementar la PML.

En el capítulo dos se desarrolla el diagnóstico de las condiciones actuales de la empresa DIPOL dentro del área de producción, en el cual se explica la metodología de la investigación y luego, para dar una visión general del panorama físico de la empresa, se muestran dos vistas de planta para después explicar con detalle cada una de las operaciones que conforman el proceso de curtición; mostrando cuáles son los insumos, respecto a químicos y agua, necesarios para cada etapa, en el que se puede apreciar cantidades requeridas, costo, función del químico y los posibles impactos sobre el medio ambiente y sobre los trabajadores. Dando paso luego a la determinación de las operaciones críticas del proceso y el grado de prioridad para su respectivo cambio o modificación.

Basado en el análisis anterior, el capítulo tres demuestra las propuestas que pueden realizarse, cuyos beneficios pueden observarse a nivel medioambiental y a nivel económico.

Finalizando dicho trabajo con las debidas conclusiones y recomendaciones siendo estas el fruto de toda la información recabada y analizada para que la empresa aproveche al máximo todo lo propuesto.

OBJETIVOS

General:

- Realizar una propuesta de la estrategia de Producción Más Limpia para los procedimientos que conforman el proceso de curtición de pieles en la empresa DIPOL S.A de C.V.

Específicos:

- Identificar las operaciones críticas en cuanto al grado de contaminación que genera durante el proceso de producción, dado por un mayor consumo en químicos y agua, al igual que aquellas que dañen de una manera u otra al trabajador.
- Proponer opciones, contempladas dentro de la estrategia de PML, que estén acorde a las posibilidades económicas y físicas de la empresa.
- Especificar, cuantitativamente, los beneficios que la empresa DIPOL puede obtener si aplica la estrategia de PML.
- Establecer opciones de aprovechamiento de los residuos generados en el proceso de curtición de pieles.
- Proponer normas básicas de seguridad e higiene industrial, que aminoren o eliminen los riesgos a los que están expuesto los trabajadores.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El avance en la tecnología ha sido, para cualquier país en desarrollo, un arma con la que se enfrenta al constante cambio del mercado al que atiende, dichos cambios se previeron en bien de la comodidad del ser humano y estaban enfocados en su satisfacción plena. El objetivo era producir el perfecto producto final sin importar cuanta cantidad de material se utilizara para construirlo, los desechos y/o residuos generados y los métodos necesarios para lograr ese objetivo. Dicho enfoque no se daba cuenta de la depredación que éste le hacía al medio ambiente y a su entorno, hasta tal extremo que todos los recursos naturales se han escaseado y aumentado sus costos lo que ha traído un incremento en los costos de producción, contribuyendo también al deterioro indiscriminado del hábitat mundial, por todo esto las empresas responsables han tomado a bien adoptar una iniciativa respecto al uso óptimo y racional de las materias primas que intervienen en sus procesos productivos, implementando nuevas estrategias de producción, siendo una de las más aceptadas y acogidas por empresas de éxito, la Producción Más Limpia, considerándola en su forma más simple como la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para incrementar la eficiencia y reducir los riesgos pertinentes a los seres humanos y al ambiente¹.

Esta estrategia de producir limpio, es uno de los objetivos de la empresa Distribuidora Polanco S.A de C.V, ubicada en el departamento de Santa Ana sobre carretera by pass que conduce a Metapán contiguo a beneficio la China. Su principal rubro es la tenería, ofreciendo a los consumidores una variedad de cueros en tonos, texturas, y acabados que le confieren las características necesarias para ser empleadas en la fabricación de diversos productos finales, ya que dependiendo de éstas particularidades el cuero puede

¹ Concepto de producción más limpia según PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para la el Medio Ambiente)

ser usado para la confección de calzado, vestuario, accesorios hechos de cuero (marroquinería) o para productos usados en talabartería (productos para caballería).

Entre la variedad de cueros que produce la tenería se encuentran:

Forro Badana de res, que se produce en diversos colores entre los que se pueden mencionar están el talpa, negro, azul, verde, rojizo, gris, morado y beige. Los forros son curtidos y finalmente son teñidos con anilinas.

Cuero gamuzón, estos cueros son excepcionalmente suaves, flexibles, resistentes al desgaste, absorbentes y pueden lavarse; estos vienen en las variaciones de colores de negro, café, beige natural y anaranjado.

Cuero nobuck, estos cueros reciben el tratamiento final de pulido, teñido con anilina, rasqueteado o cepillado con el objeto de sacar el vellur (levantar el pelo) y obtener la sensación afelpada en el producto final; los colores que se producen son azul, naranja, negro, amarillo, rosado, verde, rojizo, café, chocolate, arena y beige.

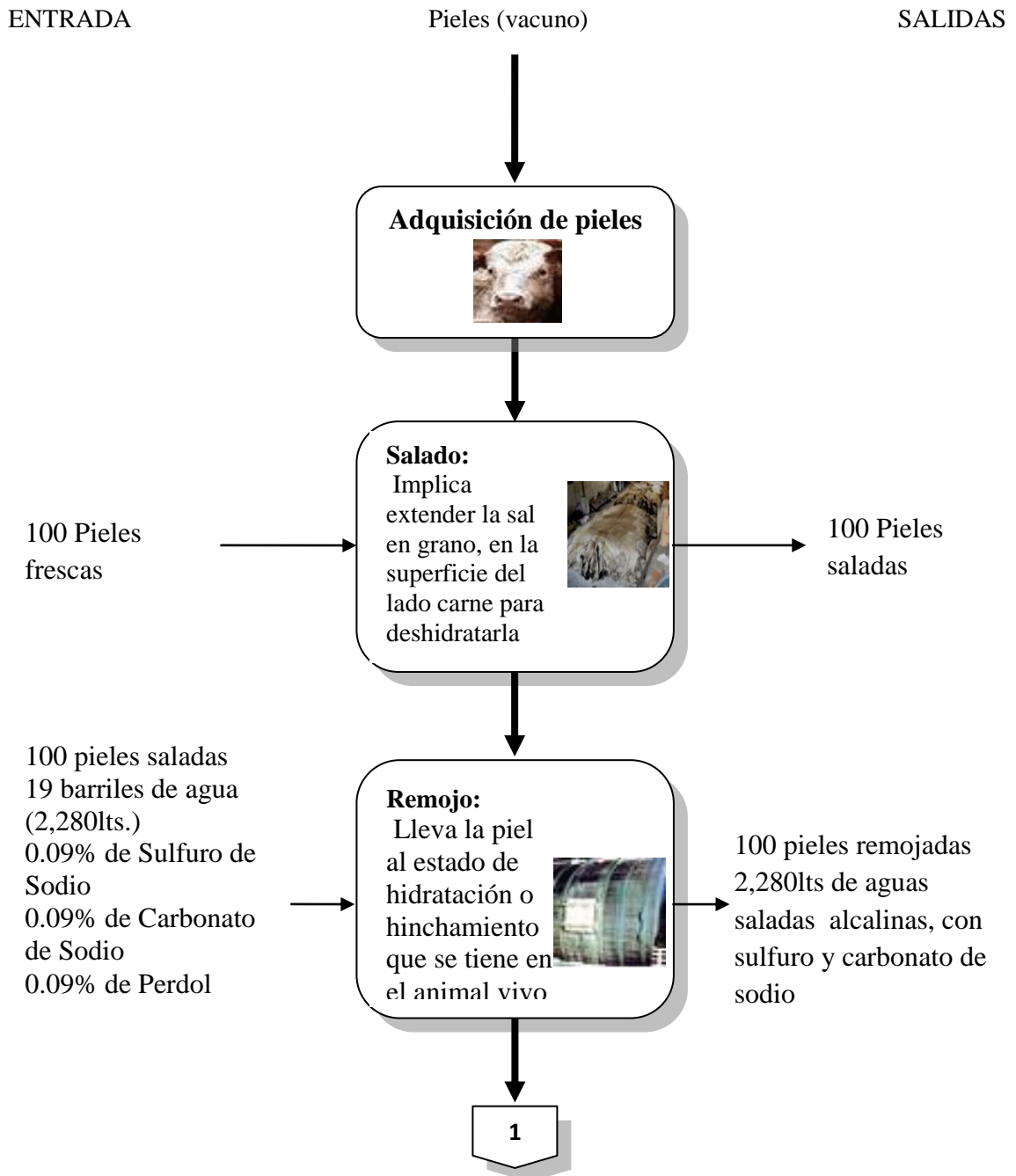
Carnazas, la cual es la capa inferior de la piel, separada mediante la máquina de dividir, ésta es obtenida luego del dividido en donde se obtiene la flor² y la costra³ siendo ésta última la llamada carnaza, se caracteriza por su dureza y espesor mayor que los otros cueros, generalmente ésta no recibe un proceso luego de la curtición y por ello el color común de ésta es el celeste.

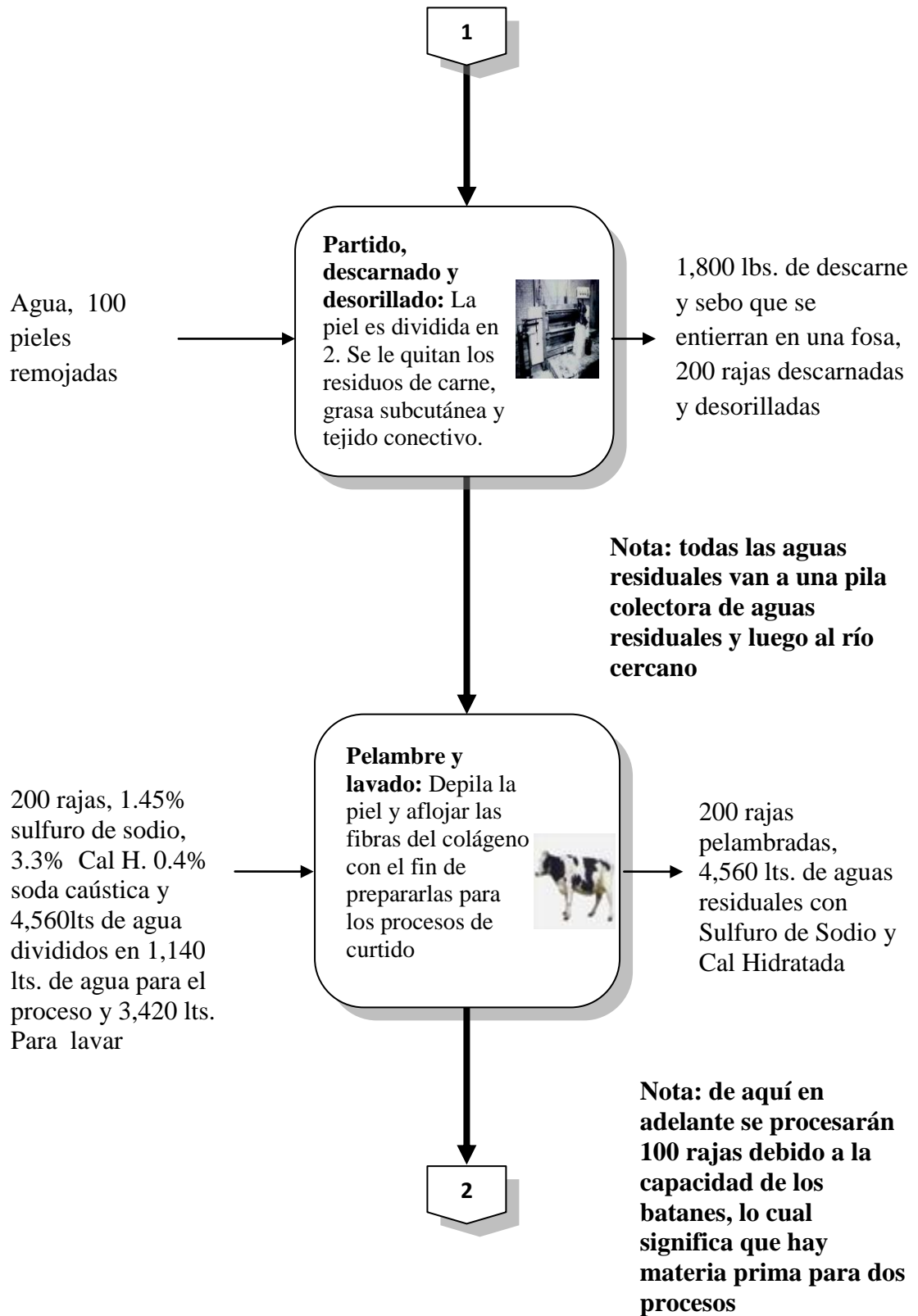
Napa, también es producida en diversidad de texturas y tonos, ya que pueden ser lisas o tener diferentes formas de grabados y sus colores pueden ser negro, café, gena, naranja, roja y cocoa; este es un tipo de cuero pigmentado, pero su producción requiere además que las pieles sean de mejor calidad y que a la hora del rebajado se rebaje hasta que alcance un espesor menor en comparación a los otros tipos de cueros, éste producto difiere a la hora de dársele el acabado ya que necesita ser planchada, lijada, desempolvada y teñida mediante el uso de pinturas y lacas.

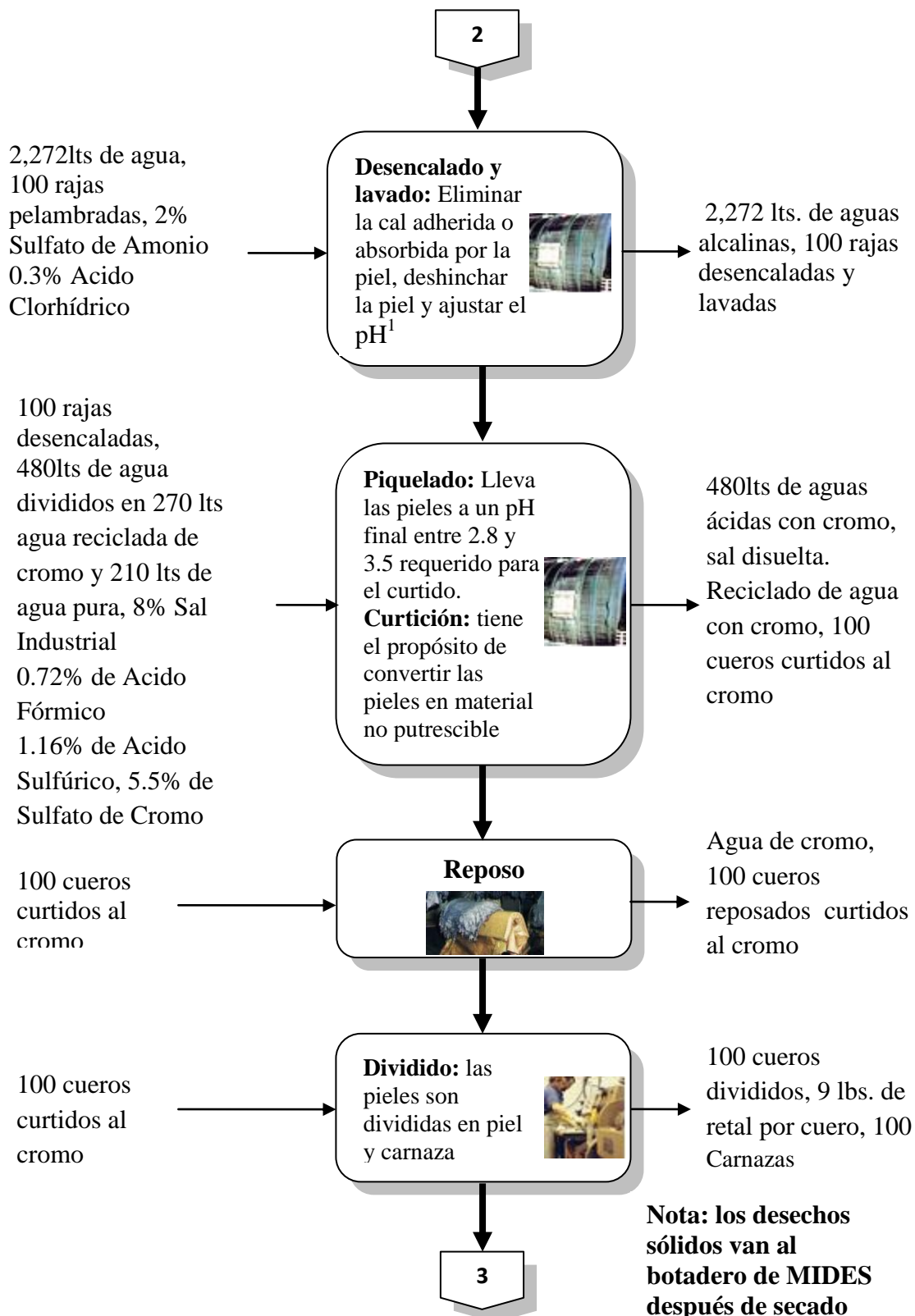
² Parte de la piel comprendida entre la superficie que queda al descubierto al eliminar el pelo y la epidermis hasta el nivel de las raíces de los mismo

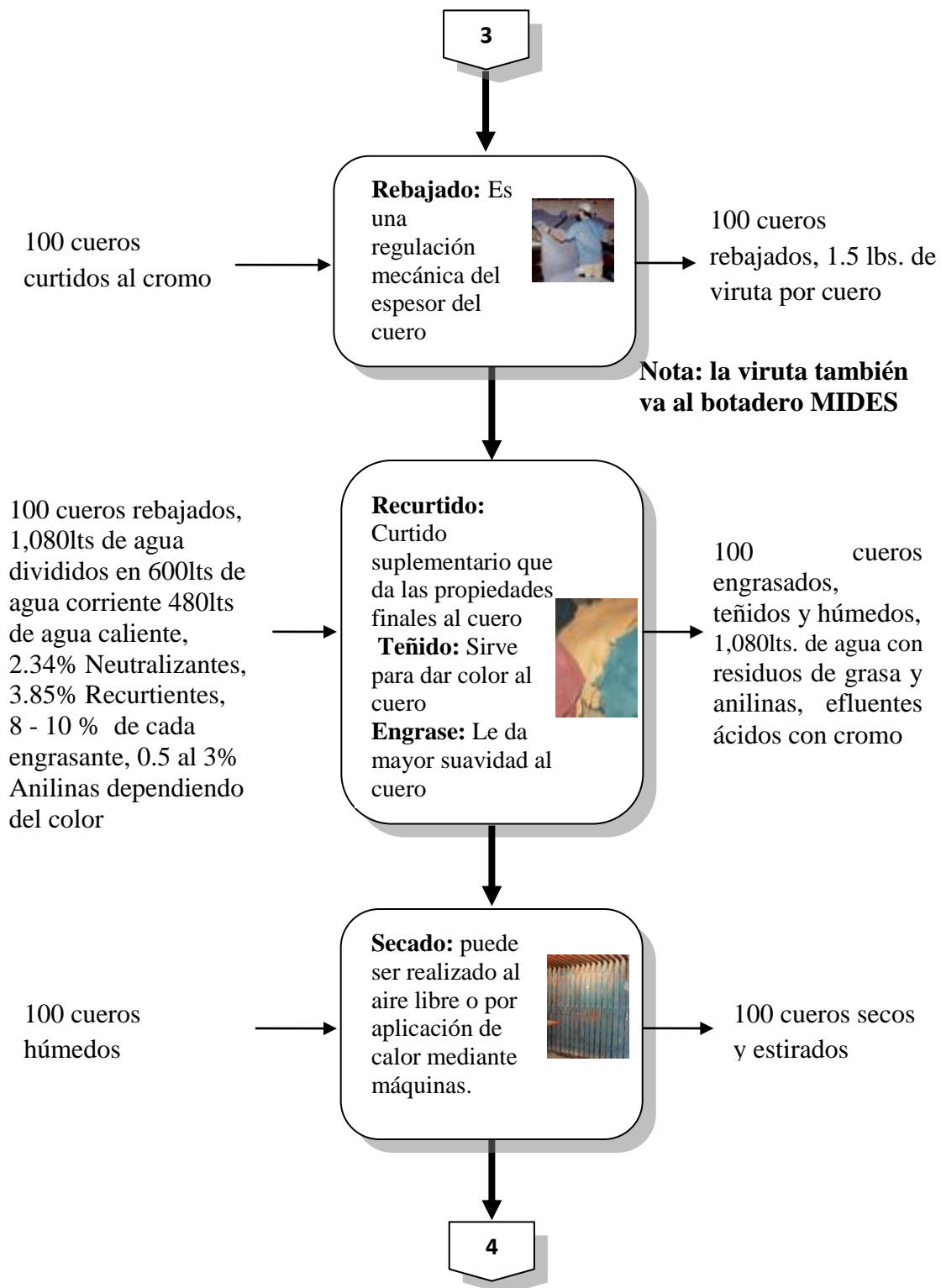
³ Capa interna de la piel resultante del dividido

Todos los productos son el resultado del proceso de curtición, las etapas se muestran en el siguiente diagrama de flujo de proceso, con las respectivas entradas y salidas de cada operación.









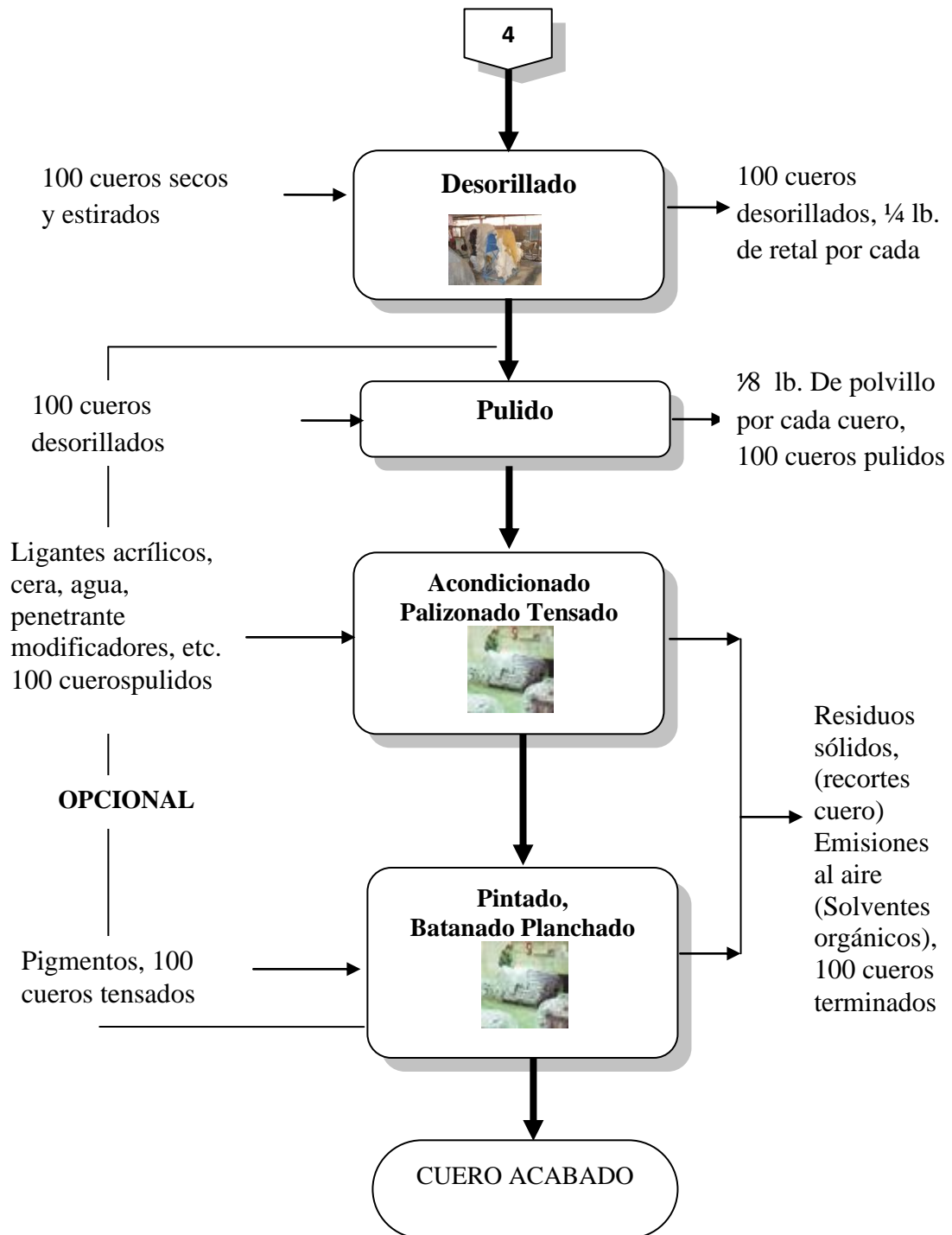


Figura 1 Diagrama de flujo del Proceso de Curtición de Pielés

Una vez observado el proceso, se han identificado los problemas relacionados con la transformación de materia prima, donde no se ha realizado consecuentemente la estrategia de PML, generando residuos y desechos sólidos (ver imagen 1, 2 y 3), que son generados en las cantidades y en las operaciones específicas mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 1 Desperdicios por cuero en operaciones específicas

Operación	Promedio de desperdicios
Descarnado y desorillado ⁴	17.4 lb/cuero
Retal de carnaza	1.65 lb/cuero
Rebajado ⁵	0.11 lb/cuero
Desorillado de rajás en crost	0.09 lb/cuero



Imagen 1 Desechos generados en la operación de descarnado



Imagen 2 Desechos generados en la operación de desorillado

⁴ En forma de descarnado y sebo

⁵ En forma de viruta



Imagen 3 Desechos generados en la operación de rebajado y otras

Lo anterior trae como consecuencia un nivel de contaminación y por lo tanto degradación del medio ambiente, lo que está contribuyendo a la destrucción del ecosistema perimetral de la curtiembre, ya que los desechos generados en el descarne son enterrados en un terreno aledaño a la curtiembre y los otros desechos sólidos son enviados al botadero de MIDES (Manejo Integral de Desechos Sólidos) lo que hace que la empresa incurra en costos extras ya que en promedio se paga \$20.99⁶ por tonelada de desechos excluyendo los costos por transporte.

Además presenta debilidades en el área de manejo y almacenamiento de las materias primas; todo lo anterior perjudica el objetivo de incrementar la eficiencia productiva de la empresa DIPOL S.A de C.V.

El problema de dicha empresa se ve aumentado debido a que el proceso, por su misma naturaleza, requiere grandes suministros de agua los cuales en el transcurso del proceso es mezclada con sustancias químicas que la tenería utiliza a las cuales en determinados procesos se les suman sólidos suspendidos, generando aguas con de residuos de diversas especies las cuales al final del proceso son vertidos finalmente al rio Sapoapa, mostrado

⁶Hector Mena (2011, 30 de marzo). Reciclaje un Camino por Recorrer. Consultado el 28 de mayo de 2011 de http://www.comunica.edu.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=832:reciclaje-un-camino-por-recorrer&catid=55:ambiente&Itemid=152

en la imagen 4, el cual atraviesa la zona y es utilizado corriente abajo por personas ya sea para consumo, riego agrícola y abrevaderos para ganados, con lo cual se demuestra que se está generando una cadena de contaminación, la cual es urgente reducir o eliminar, se debe mencionar que extra se obtienen lodos resultado del proceso de pelambre que se realiza mediante la destrucción del pelo.



Imagen 4 Imagen del Río Sapoapa

Además es de recordar que por la utilización de sulfuro en el pelambre, de las aguas residuales, las emisiones de amoníaco y vapores de solventes que provienen del desencalado y de la etapa de acabado, así como las carnazas y grasas del descarte, se generan olores propios de una curtiembre los cuales son molestos para la comunidad circundante.

Es de tener en cuenta también que éste tipo de empresa, por la actividad que realiza, está bajo la supervisión del Ministerio de Medio Ambiente por lo que tiene la obligación

de adecuarse a las disposiciones impuestas por este organismo las cuales se encuentran plasmadas en las diversas leyes y reglamentos, de lo contrario se podría ver penada.

Ante dichas observaciones surge la pregunta ¿Cómo deben de cambiar o adaptarse los procedimientos y prácticas según propuestas de Producción Más Limpia y que además se adecuen a las posibilidades físicas y económicas de la tenería Distribuidora Polanco S.A de C.V? Con el objeto de hacer uso óptimo de las materias primas y los recursos que consume la empresa, para permitirle producir la misma cantidad de productos minimizando el consumo de materias primas y energía invertida, al mismo tiempo disminuir la cantidad de residuos generados en el proceso productivo y crear alternativas para aquellos desechos que pueden ser utilizados como materia prima de otra etapa productiva ya sea para la empresa misma o inclusive para empresas de otro rubro.

JUSTIFICACION

Mediante la aplicación de la estrategia de Producción Más Limpia se pueden conseguir significativos beneficios ecológicos y financieros, según publicaciones con las buenas prácticas las empresas pueden ahorrar entre 10% y 40% de su factura de energía y el ahorro de agua puede oscilar entre 20% y 30%.⁷. Es por ello que en El Salvador en el año 2009 había alrededor de 300 empresas que aplicaban PML⁸, una de las cuales fue galardonada, en ese mismo año, con el IV Premio Regional a la Producción Más Limpia⁹.

Casos exitosos han sido reconocidos, a nivel nacional, por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales entre estas empresas se pueden mencionar:

Industria la Constancia y cooperativa Yutathui de R.L. dentro de la categoría de gran empresa. Granja El Progreso, Granjita San José y Granja Jovels, Comebien y Encurtidos Lupita en la clasificación de mediana empresa y en la categoría de pequeña empresa se encuentra Industria Láctea San José.⁹

Seguir este mismo rumbo es el deseo de la empresa DIPOL S.A de C.V, en donde la PML contribuirá a la disminución de contaminantes vertidos, a través de promover el uso eficiente de recursos, mejorando el desempeño económico y medioambiental de la empresa, mediante el involucramiento de aspectos como:

- Recursos humanos
- Producción
- Instrumentos financieros y de inversión (adquisiciones)
- Regulación medioambiental

⁷ Keny López (2011, 17 de marzo). Inicia Encuentro sobre Producción Más Limpia. Recuperado el 25 de mayo de 2011 de <http://www.laprensagrafica.com/economia/nacional/178723-inicia-encuentro-sobre-produccion-mas-limpia.html>

⁸ German Rivas (2009, 27 de noviembre). Preparan Estrategia de Producción Limpia. La Prensa Gráfica, pag. 35

⁹ Eugenia Velásquez (2009, 10 de febrero). Premian a las empresas por Producción Más Limpia. El Diario de Hoy pag. 20

Por lo tanto, la Producción Más Limpia en la empresa DIPOL S.A de C.V se implementará una estrategia empresarial que, al minimizar los daños ambientales y maximizar los rendimientos económicos, sea ambiental y económicamente sostenible.

Se busca reducir al mínimo posible los niveles de contaminación proponiendo un modelo de producción eco-eficiente en la empresa, garantizándole una reducción de los costos, una mejora de su situación competitiva y un equilibrio en el nivel de dependencia respecto de los recursos naturales además de obtener una elevación de sus márgenes de beneficio, manteniéndose a la vanguardia en la producción amigable con la naturaleza.

Se propone la Producción Más Limpia como una estrategia gerencial en la empresa DIPOL S.A. de C.V, promoviendo el uso eficiente de materias primas, agua, energía y otros insumos, a fin de eliminar o reducir, en las fuentes de origen, la cantidad de residuos que se generan durante los proceso de producción. De esta manera, además de reducir los costos unitarios de producción, se reducen los requerimientos para el tratamiento final de desechos.

La aplicación de Producción Más Limpia ayudará a la empresa DIPOLSA no solamente en reducción de costos y eficiencia sino que además le da ventajas legales que le permitan anticiparse a gestiones futuras a corto o mediano plazo, y así adecuarse a la reglamentación ambiental. Ante esta realidad, siendo parte de la gestión del cambio antes de que ésta venga impuesto tanto por reglamentación como por las exigencias del mercado, mejorando el desempeño ambiental haciendo un mejor uso de los recursos y reduciendo la generación de desechos, los cuales pueden, en algunos casos, reciclarse, reutilizarse o recuperarse por lo que se reducen los costos y se simplifican las técnicas requeridas para el tratamiento al final del proceso y para la disposición final de los desechos.

Otro punto a favor es el mejoramiento de la imagen de la empresa por el hecho de ser amigables con el medio ambiente, incluyendo las mejoras en el entorno laboral ya que contribuye a la seguridad industrial, higiene, relaciones laborales, entre otros.

Con la implementación de la estrategia en la empresa DIPOL S.A de C.V además de los beneficios antes mencionados para la empresa como tal, se beneficiará a toda la comunidad que hace uso de las aguas del rio Sapoapa corriente abajo, además de proporcionarles un ambiente más salubre a las comunidades aledañas a la empresa y a los trabajadores mismos, asegurándoles un ambiente laboral que no atenta contra su salud.

ALCANCES

- Presentar una propuesta de la implementación de Producción Más Limpia en el proceso de curtición de pieles, que se adecue a las posibilidades físicas, económicas y financieras de la empresa DIPOL S.A de C.V.
- Elaborar un documento que sirva de guía para la implementación de la estrategia de Producción Más Limpia en la empresa Distribuidora Polanco S.A. de C.V.

LIMITANTES

- Según las experiencias de otras empresas que han implantado la PML dentro de sus operaciones, demuestran que los beneficios de la estrategia son apreciables luego de 3 años, por lo que el tiempo es un factor determinante que limita la obtención de resultados completos de la implantación.
- La empresa generó poca información económica por lo que ciertos datos han tenido que ser calculados mediante técnicas matemáticas y basados en información teórica.
- La empresa posee pocos, en algunos casos nulos, datos históricos en cuanto a entradas y salidas de los procedimientos lo que dificulta el levantamiento de datos para una adecuada realización de la investigación.

CAPITULO I
GENERALIDADES

1.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA DIPOL S.A. DE C.V.

1.1.1 Historia de la empresa DIPOL S.A. de C.V.



Imagen 5 Vista panorámica de las instalaciones de tenería DIPOL S.A. de C.V.

Distribuidora Polanco S.A. de C.V. no es el nombre con que se inicio la empresa, si no con el nombre de Peletería Peter el 16 de mayo de 1,973; la cual estaba a nombre de don Pedro Polanco Ascencio, él fue el fundador de dicha empresa. Don Pedro Polanco puso en marcha su idea y comenzó a vender carnaza azul, la cual compraba a un valor simbólico en la Tenería El Búfalo, siendo ayudado por uno de sus hijos, la venta de éste producto los llevó a vender en otros países como lo es Honduras y Nicaragua; cuando la

empresa fue creciendo se unieron cuatro hijos y la empresa entró en la categoría de microempresa.

Es así que la empresa dejó de ser propiedad de una persona natural y el 15 de agosto de 1,992 se convirtió en una Sociedad Anónima, cambiando su razón social a DISTRIBUIDORA POLANCO S.A. de C.V. o nombre comercial DIPOLSA como es comúnmente conocida.

La iniciativa de la creación de la tenería DIPOLSA (cuya vista panorámica puede apreciarse en la imagen 5) surgió hace aproximadamente 18 años, siendo uno de sus hijos, Pedro Polanco Flores, el que asumió el cargo de Gerente de Producción en la curtiembre ubicada por el Beneficio La China al costado nor-oriental de Santa Ana. En esos entonces solamente se procesaban las pieles de res para la obtención de suela, para la realización de la misma sólo se contaba con un batán¹⁰ en la curtiembre y en ella

¹⁰ Recipiente cilíndrico de madera, que rota por la acción de un motor sobre su eje y en el que se desarrollan varias operaciones unitarias del proceso en curtiembres

solamente trabajaban 3 personas; la ubicación de las instalaciones de la curtiembre actualmente es la misma de aquel entonces, pero el avance ha sido significativo, ya que actualmente esta empresa cuenta con 15 operarios de los cuales 6 trabajadores son los encargados de todo el proceso directo de curtición y de operar la diferente maquinaria con la que cuentan, las cuales son: cuatro batanes y otras maquinarias, como lo son dos divisoras, dos rebajadoras, una plancha, una lijadora, y una desempolvadora todas ellas utilizadas para el procesamiento de cueros de res para la obtención de pieles.

1.1.2 Antecedentes de PML en la empresa DIPOL S.A. de C.V.

Desde el año 2005 la empresa DIPOL ha llevado a cabo varias medidas que van en concordancia a lo expuesto por la estrategia de Producción Más Limpia, a continuación se presentan las más relevantes:

1. A la hora del salado de pieles, lo cual se puede observar en la imagen 6, la curtidora pone en práctica que la sal es aplicada entre las pieles solamente del lado de la carne, por lo cual disponen las pieles de manera que estén en contacto pelo con pelo y carne con carne, evitando así un consumo mayor de sal, lo que disminuye la concentración de sal en el efluente dado en el proceso de lavado.



Imagen 6 Pieles saladas

2. Realización de un predescarnado, esto al contribuir a la disminución del peso de las pieles antes de ingresar a los procesos permite una disminución de los insumos químicos y cantidad de agua utilizados en el proceso de pelambre en comparación al realizar el descarnado luego del pelambre.

3. Reciclo, reúso y recuperación de materias primas en las maneras siguientes:
Recuperación del cromo por precipitación y la Recirculación de baño de curtido agotado, esto se hace mediante la obtención de los licores de cromo que quedan luego de la curtición al cromo, esta solución es extraída del batan por medio de una bomba y dispuesta en barriles, además se recolecta el agua con cromo que gotea durante el periodo de reposo luego de la curtición, las aguas recolectadas son usadas luego para futuras curticiones con el beneficio de que posteriormente se utiliza menor porcentaje del químico mencionado además de obtener el beneficio ambiental de que las descargas de cromo al afluente se disminuyen.

4. Tienen instalada un conjunto de pilas que forman el colector de aguas residuales (imagen 7), el cual tiene la función de recibir las aguas usadas en todo el proceso y sedimentar los lodos que contienen y así evitar que el efluente se contamine con dicha sustancia. Estas pilas están interconectadas entre sí mediante angostos tubos los cuales están ubicados a una altura de 25cm con respecto a la superficie del colector, esto con el propósito de dejar pasar solamente el agua y que los lodos queden depositados en el fondo, que se conoce como trampa de sólidos, dicho sistema se explica con más detalle mediante el diagrama 2.



Imagen 7 Colector de aguas residuales

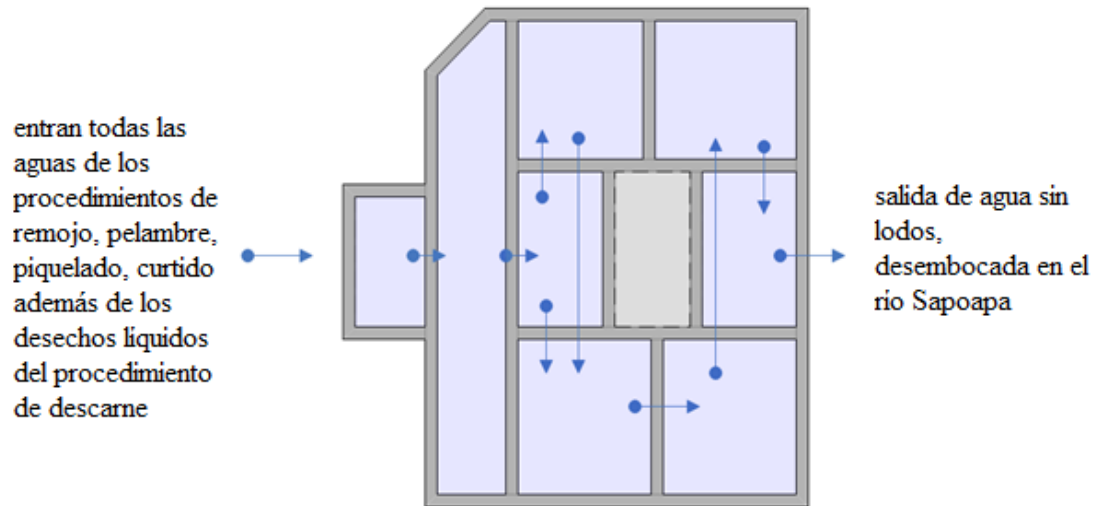


Figura 2 Diagrama que muestra el funcionamiento del colector de aguas residuales

5. Captación de aguas lluvias en 2 pilas, para ser utilizada en los procesos que requieren grandes cantidades de agua, uno de estos depósitos puede ser apreciado en la imagen 8.



Imagen 8 Colector de agua lluvia

6. Realización de los lavados a puerta cerrada, para esta se realiza el procedimiento de llenar el batán hasta lograr el recubrimiento total de las pieles, se corta el flujo del agua y se hace girar el batán con “puerta cerrada” durante 5-10 minutos, se drena el agua de lavado y se repite esta operación una o más veces hasta satisfacer los requerimientos del lavado.

Si bien todas las anteriores prácticas son buenas y van en beneficio del medio ambiente, de la producción y de la reducción de costos, se ha podido observar que dichas medidas pueden ser mejoradas y optimizadas para que los beneficios de la PML se vean incrementados.

1.2 PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

1.2.1 Antecedentes Históricos de la PML

Las actividades industriales, a lo largo de su evolución, han generado diversos problemas ambientales, por lo cual son seguidas muy de cerca por la sociedad y las autoridades en su desempeño frente al medio ambiente, ya que toda actividad genera residuos (sólidos, líquidos, gaseosos o una combinación de éstos) que deben ser tratados y dispuestos de manera que su impacto negativo a la salud humana y al medio ambiente sea el menor posible. Desde tiempos remotos, se ha buscado soluciones a los problemas de contaminación causados por las actividades del ser humano; sin embargo, es a partir del inicio de la revolución industrial, que el problema se tornó más complejo y fue abordado desde diversas ópticas.

Hacia la mitad de la década de los 60, aparecieron legislaciones que proponían tener en cuenta los impactos ambientales. Durante este periodo, varios países tenían legislaciones que estipulaban que *“a mayor contaminación, mayor pago”* o aplicaban el principio de *“quien contamina paga”*.

En la década de los 70, la comunidad científica mostró ante la sociedad descubrimientos alarmantes, como la destrucción de la capa de ozono, el cambio climático (por incremento del efecto invernadero), la acidificación, la eutrofización (Incremento de sustancias nutritivas en aguas dulces de lagos y embalses, que provoca un exceso de fitoplancton), y otros problemas que impactaron al mundo, entonces los países comenzaron a manifestarse a través de foros internacionales de medio ambiente, planteando nuevas obligaciones y condicionamientos a las prácticas de producción y a los hábitos de consumo del ser humano. Se dio un gran impulso a la normativa, pero el gran problema era que se creía que *“la solución a la contaminación era el tratamiento al final del proceso (end of pipe)”*.

Sólo en los años 90, se comenzó a formular normas que intentaban adelantarse a los problemas, actuando de manera preventiva. Esto significó un cambio de enfoque en el manejo de los temas ambientales, sobre todo para los industriales, debido a que producir sosteniblemente no significa reducir las ganancias, y hacer buenos negocios no está reñido con el cuidado del medio ambiente:

“Producir eficientemente implica ahorros y retornos económicos a las inversiones como resultado de un mejor uso de los recursos (naturales, humanos, financieros)”.

Esta cronología de la evolución de la temática del medio ambiente hasta el día de hoy, muestra el avance positivo respecto al manejo de los efluentes, desde la simple disposición de los residuos hasta la Producción Más Limpia.

1.2.2 Definiciones y Conceptos Clave en PML

A continuación se presenta las definiciones y conceptos más importantes relacionados con la PML¹¹:

- *Producción Más Limpia (PML)*¹²: “La Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, a los procesos productivos, a los productos y a los servicios para incrementar la eficiencia y reducir riesgos para los seres humanos y el ambiente. La Producción Más Limpia puede ser aplicada a los procesos empleados en cualquier industria, a los productos mismos y a los diferentes servicios prestados a la sociedad.

En los procesos productivos: la Producción Más Limpia conduce al ahorro de materias primas, agua y/o energía; a la eliminación de materias primas tóxicas y peligrosas; y a la reducción, en la fuente, de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y los desechos, durante el proceso de producción.

¹¹ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (2003, febrero). Guía Técnica de Producción Más Limpia para Curtiembres. Recuperado el 15 de marzo de 2010 de <http://www.cpts.org/prodlimp/guias/Cueros/Capitulo1-4.pdf>

¹² Adaptado de la definición del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA.

En los productos: la Producción Más Limpia busca reducir los impactos negativos de los productos sobre el ambiente, la salud y la seguridad, durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la transformación y uso, hasta la disposición final del producto.

En los servicios: la Producción Más Limpia implica incorporar el quehacer ambiental en el diseño y la prestación de servicios”.

- *Contaminación:* Es un cambio desfavorable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, del agua o de la tierra, que es o podría ser perjudicial para la vida humana, para la de aquellas especies deseables, para los procesos industriales, para las condiciones de vivienda o para los recursos culturales; o que desperdicie o deteriore recursos que son utilizados como materias primas.
- *Prevención de la contaminación:* Es el uso de procesos, prácticas y/o productos que permiten reducir o eliminar la generación de contaminantes en sus fuentes de origen; es decir, que reducen o eliminan las sustancias contaminantes que podrían penetrar en cualquier corriente de residuos o emitirse al ambiente (incluyendo fugas), antes de ser tratadas o eliminadas, protegiendo los recursos naturales a través de la conservación o del incremento en la eficiencia.
- *Eficiencia:* Es la habilidad de lograr objetivos optimizando la utilización de los recursos (tiempo, horas/hombre, insumos y otros).
- *Eficiencia energética:* Se define como la habilidad de lograr objetivos productivos empleando la menor cantidad de energía posible.
- *Reciclaje, Reuso y Recuperación (las 3 R's):* Existen ciertos flujos de residuos cuya cantidad es imposible o difícil de reducir en su fuente de origen. Por esta razón, para estos flujos de residuos no siempre es posible aplicar medidas de prevención de la contaminación por lo cual es necesario recurrir a prácticas basadas en el reciclaje, reuso y recuperación, cuyas definiciones genéricas son:

Reciclaje: convertir un residuo en insumo o en un nuevo producto.

Reuso: utilizar un residuo, en un proceso, en el estado en el que se encuentre.

Recuperación: aprovechar o extraer componentes útiles de un residuo.

El reciclaje de residuos puede ser interno o externo. El reciclaje es interno cuando se lo practica en el ámbito de las operaciones que generan los residuos objeto de reciclaje. Cuando éste se practica como un reuso cíclico de residuos en la misma operación que los genera, se denomina “*reciclaje en circuito cerrado*”. El reciclaje externo se refiere a la utilización del residuo en otro proceso u operación diferente del que lo generó. Por otra parte, tanto el reciclaje como el reuso pueden efectuarse, entre otros, por recuperación.

- *Mejores técnicas disponibles (Best Available Techniques - BAT)*: La fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente.

También se entenderá por:

“*técnicas*”: la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida y paralizada.

“*disponibles*”: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios.

“*mejores*”: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto.”

- *Desarrollo Sostenible*¹³: Es el mejoramiento de la calidad de vida de las presentes generaciones, con desarrollo económico, democracia política, equidad y equilibrio ecológico, sin menoscabo de la calidad de vida de las generaciones venideras.

¹³ Según los conceptos y definiciones básicas de la Ley del Medio Ambiente de El Salvador.

Desde el punto de vista del Centro Nacional de Producción Más Limpia, la producción más limpia debe enfocarse teniendo en consideración los siguientes conceptos:

- *El concepto de “insumo”*: De manera general, incluye toda materia y energía utilizadas en la producción. Los insumos que forman parte del producto final se denominan “*materias primas*”, mientras que aquéllos que no forman parte del producto final se denominan “*insumos auxiliares*”. Por ejemplo, en una curtiembre, tanto el cuero fresco como las sales de cromo constituyen “*materias primas*” para la elaboración de cuero curtido al cromo, mientras que la cal constituye un “*insumo auxiliar*” dentro de este mismo proceso.
- *Distinción entre residuo y desecho*: De manera general, el término “*residuo*” se conceptúa como “*materia prima de menor valor*”, mientras que el término “*desecho*” se conceptúa como “*materia a la que ya no se le puede dar valor alguno*”.
- *Buenas prácticas operativas*: Son medidas sencillas que no implican cambios significativos en los procesos o en los equipos; más bien se trata de cambios en los procedimientos operacionales, en las actitudes de los empleados y, sobretodo, de un mejor manejo a nivel administrativo.
- *Sustitución de insumos*: Consiste en reemplazar un material y/o energético utilizado en un proceso por otro material y/o energético que genere menor cantidad de residuos, y/o que su uso sea no peligroso o menos peligroso.
- *Optimización de procesos*: Significa, entre otros, rediseñar los procesos; mejorar los controles de las operaciones; sustitución de procesos ineficientes; efectuar modificaciones en los equipos o cambios tecnológicos que permitan reducir la generación de residuos.
- *Reformulación del producto*: Consiste en sustituir un producto final por otro de características similares, que requiera de insumos no peligrosos o menos peligrosos en los procesos de producción; o cuyo uso y/o disposición final sea menos dañino para el medio ambiente y/o para la salud.

1.2.3 Guía Técnica de PML para Curtiembres¹⁴

La guía de producción más limpia (PML) es un documento que orienta a la empresa en la declaración sus objetivos relacionados con la PML, y que además ayuda a especificar metas, actividades, tiempos y recursos a ser empleados en la consecución de dichos objetivos. El método para desarrollar este programa de PML en una empresa, se basa en un conjunto ordenado de actividades que se ejecutan en una secuencia de 19 pasos, los que a su vez se agrupan en las siguientes 5 etapas:

Etapa 1. Creación de la base del programa de PML.

Etapa 2. Preparación del diagnóstico de PML.

Etapa 3. Diagnóstico – Estudio detallado de procesos seleccionados.

Etapa 4. Diagnóstico – Evaluación técnica y económica.

Etapa 5. Implementación, seguimiento y evaluación final.

Las 5 etapas antes mencionadas, así como cualquiera de los 19 pasos que se describen a continuación, pueden ser modificados y/o adaptados en función a las características de la empresa y a las iniciativas que tengan la Gerencia y/o el personal, a fin de crear y desarrollar su propio programa de PML.

Etapa 1: Creación de la base del programa de Producción Más Limpia

El objetivo de esta etapa es crear instrumentos y condiciones necesarias para desarrollar el programa de PML. Esta etapa se divide en 3 pasos que se explican a continuación:

Paso 1. Asegurar el compromiso de la gerencia y, mediante ésta, la colaboración de los empleados

¹⁴Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (2003, febrero). Guía Técnica de Producción Más Limpia para Curtiembres. Recuperado el 15 de marzo de 2010 de <http://www.cpts.org/prodlimp/guias/Cueros/Capitulo5.pdf>

Para iniciar el desarrollo del programa de PML y asegurar su ejecución, calidad y continuidad, se requiere que exista un compromiso de la gerencia. Si la iniciativa de desarrollar este programa proviene de la propia gerencia, entonces su compromiso, en principio, ya estaría asegurado. Se considera que el compromiso de la gerencia ha sido asegurado, cuando se alcanzan las siguientes metas:

- Se cuenta con la aprobación de la gerencia para conformar un Comité de PML, con personal ejecutivo de la empresa, responsable de coordinar las actividades de desarrollo del programa.
- Se ha nombrado al ejecutivo responsable del Comité.
- Se ha definido objetivos y metas del programa, y se ha comprometido recursos humanos, financieros y otros requeridos.
- Se ha comunicado y difundido los objetivos y metas del programa y se ha estimulado la participación de los empleados.

La gerencia debe estar plenamente convencida de la necesidad y de los beneficios que el programa de PML representa para su propia empresa. Éstos incluyen:

- Beneficios económicos: por el uso más eficiente de materias primas, agua, energía y otros insumos en los procesos.
- Beneficios ambientales: por la eliminación de materias peligrosas, reducción de la carga de contaminantes en los efluentes de la planta, y la disminución de los requerimientos para el tratamiento final y disposición de los desechos.
- Beneficios externos: Por ejemplo, mejoramiento de la imagen pública de la empresa y el cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

Paso 2. Organizar el Comité de producción más limpia (PML)

a. Creación del Comité de PML: Se debe encarar, desde el inicio, la creación de un Comité de PML al interior de la empresa, a fin de que ésta cuente con una instancia a

nivel de toma de decisiones, que le permita gestionar las actividades de PML. Las funciones principales del Comité son:

- Desarrollar, coordinar y supervisar todas las actividades referentes al programa de PML.
- Identificar los obstáculos que podrían impedir el éxito del programa en la empresa.
- Difundir regularmente los resultados y éxitos del programa de PML, a fin de conservar, a largo plazo, el apoyo y el entusiasmo de la gerencia y del personal de la empresa.

El Comité debe tener carácter multidisciplinario y estar conformado por personal de la empresa, bajo la conducción de un responsable, con la suficiente autoridad para poder implementar cambios en la empresa, que coordine, actúe como enlace y que asegure el logro de los objetivos y metas del programa e implemente las recomendaciones de PML.

b. Creación de un equipo temporal de diagnóstico (ETD) para realizar el diagnóstico de PML: El Comité debe conformar un equipo temporal de diagnóstico (ETD), con personal de la empresa, de carácter multidisciplinario, para alcanzar las siguientes metas relacionadas con la ejecución del diagnóstico de PML (estas metas deben ser incorporadas por el Comité como parte de su programa de PML):

- Contar con un sistema de información confiable, que proporcione datos elaborados sobre los procesos y operaciones unitarias de la planta, incluyendo, entre otros, consumos diarios de materias primas, agua, energía y otros insumos, datos de producción y de generación de desechos.
- Contar con una evaluación de las causas que originan ineficiencias en las operaciones unitarias y que resultan en el desperdicio de materias primas, agua, energía y/u otros insumos, y en la generación de desechos.
- Contar con opciones de PML identificadas, que puedan ser implementadas para aumentar el rendimiento ambiental y la eficiencia energética de la planta.

- Contar con una evaluación técnica, económica y ambiental de las opciones de PML identificadas.
- Contar con recomendaciones de PML planteadas en base a las opciones viables seleccionadas.

El Comité debe nombrar un responsable del ETD, con la jerarquía necesaria para que coordine las actividades del diagnóstico, sea portavoz del EDT, sirva de apoyo al comité de PML y que prepare resúmenes sobre sus actividades, con observaciones pertinentes, incluyendo sugerencias técnicas y administrativas, previamente discutidas y acordadas con los miembros del ETD.

Para alcanzar las metas del diagnóstico de PML, el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes actividades:

- Actividades preparatorias del diagnóstico de PML (ver Etapa 2).
- Análisis de operaciones unitarias críticas (ver Etapa 3).
- Estudios técnicos y económicos (ver Etapa 4).

Paso 3. Identificar obstáculos al programa de PML y proponer soluciones

Una de las primeras actividades tanto del Comité como del equipo de diagnóstico, es identificar los obstáculos que podrían impedir el éxito del programa en la empresa. Los obstáculos que no puedan ser superados en esta etapa del programa, deben ser considerados nuevamente en las etapas de evaluación de las opciones de PML identificadas durante el diagnóstico.

Etapa 2: Preparación del diagnóstico de Producción Más Limpia

El objetivo de esta etapa es contar con un diagnóstico preliminar, que identifique las actividades hacia las que se van a enfocar las Etapas 3 y 4 del diagnóstico.

Los pasos a seguir en esta etapa son 3 los cuales se exponen a continuación:

Paso 4. Recopilar información sobre los procesos de producción

Este paso tiene como objetivos familiarizar al equipo de diagnóstico con los procesos productivos de la empresa, recopilar la información necesaria para facilitar al equipo el trabajo de identificar y plantear opciones de PML, y almacenar dicha información en una base de datos. Para el efecto, se debe realizar las siguientes actividades:

- a) Recopilar bibliografía e información general, relacionadas con el tipo de industria en cuestión, sobre:
 - Procesos que se utilizan en ese tipo de industria.
 - Equipos involucrados en dichos procesos.
 - Evaluaciones ambientales en una industria de ese tipo.
- b) Recopilar información técnica de la empresa sobre sus procesos de producción:
 - Producción (datos de por lo menos los últimos doce meses).
 - Uso y costo de materias primas, agua, energía y otros insumos.
 - Tipo, cantidad y origen de residuos, desechos y pérdidas.
 - Operaciones y costo anual del tratamiento y disposición de desechos.
 - Estudios de prevención de la contaminación y eficiencia energética realizados en la empresa.
- c) Inspección general de la planta para comprender las operaciones asociadas a los procesos y sus interrelaciones. La inspección debe también incluir las facilidades asociadas a las actividades auxiliares de la empresa, tales como la administración, talleres, infraestructura y equipos utilizados para el ingreso, almacenamiento y distribución de insumos, productos intermedios y finales.

Paso 5. Evaluar los procesos de producción e identificar las operaciones unitarias (OU) críticas

Para evaluar los procesos de producción de la planta, el equipo de diagnóstico debe llevar a cabo las siguientes actividades.

a) Dividir el proceso de producción en operaciones unitarias. Una operación unitaria (OU) es un componente de un proceso de producción, que cumple una función específica, y sin la cual el proceso no podría cumplir su función global.

En cada Operación Unitaria (OU), se debe identificar:

- Las entradas de cada OU (materias primas y otros insumos, incluyendo la energía disponible y utilizable).
- Las salidas de cada OU (productos, subproductos y residuos, incluyendo pérdidas; las salidas finales no necesariamente corresponden a las de la última OU).
- Las relaciones entradas/salidas entre operaciones unitarias.

b) Elaborar diagramas de flujo del proceso enlazando operaciones unitarias.

c) Evaluar, en forma preliminar, las entradas y salidas de las operaciones unitarias y estimar los costos derivados tanto de las ineficiencias productivas, como de la generación y tratamiento de residuos y/o la disposición final de desechos.

Esta actividad requiere información sobre:

- Cantidad y costo de insumos, incluyendo el diseño y composición del producto (entre otros datos, como el número de lotes y calendario de producción, inventarios, mantenimiento, facturas de agua, electricidad y gas, datos de descarga al alcantarillado, disposición de residuos, entre otros).
- Balances de masa y energía, incluyendo registros sobre rendimientos y pérdidas.
- Obligaciones o compromisos de la empresa derivados del cumplimiento de requisitos ambientales, informes de inspección e inventarios ambientales, incluyendo informes sobre análisis de residuos.

d) Identificar las operaciones unitarias críticas. Una operación unitaria crítica, en el presente contexto, es aquella que tiene o puede tener impactos negativos importantes, sean éstos ambientales, productivos o económicos.

La información desarrollada en las actividades precedentes, es fundamental para evaluar las operaciones unitarias e identificar las que sean consideradas críticas para el diagnóstico de PML. La selección de las operaciones unitarias críticas puede basarse en la importancia relativa de los siguientes criterios:

- Cantidad y costo equivalente en insumos de los desechos sólidos, líquidos o gaseosos generada por las operaciones unitarias, incluyendo el calor contenido en los flujos de desechos.
- Tipos de desechos generados por las operaciones (por ejemplo, desechos tóxicos o peligrosos).
- Costo del tratamiento o disposición de los desechos;
- Cantidad y costo de la energía consumida (electricidad, combustible, vapor, aire u otros).
- Requerimientos legales relacionados con los desechos.

e) Plantear, si existen, medidas obvias de PML.

Paso 6. Definir el enfoque del diagnóstico en base a las operaciones unitarias críticas identificadas

El enfoque del diagnóstico se refiere a la forma en la que el equipo de diagnóstico encarará el estudio detallado de las operaciones unitarias críticas, teniendo como meta la necesidad de identificar las causas que originan las deficiencias, pérdidas o generación de residuos, y por las que precisamente el equipo de diagnóstico las identificó como operaciones unitarias críticas.

Para definir el enfoque del diagnóstico, se debe tomar en cuenta:

- El origen, tipo, naturaleza, cantidad y costo de las pérdidas o de las ineficiencias en el uso o transformación de materias primas, agua, energía y otros insumos.
- El origen, tipo, naturaleza, cantidad y costo de las pérdidas o de las ineficiencias en el manejo, envasado, almacenamiento y transporte, entre otros, de los productos.
- El origen, tipo, naturaleza, cantidad y valor de los residuos, incluyendo el calor contenido en los flujos de desechos.
- Costo del tratamiento de los residuos y disposición de los desechos.
- Posibilidad de aplicar medidas efectivas de PML.

En base al enfoque definido, el equipo de diagnóstico debe preparar un plan de trabajo para ejecutar el diagnóstico a ser propuesto al Comité de PML.

Etapa 3: Diagnóstico – Estudio detallado de las operaciones unitarias críticas

Los objetivos de esta etapa son:

- Analizar detalladamente las operaciones unitarias críticas.
- Desarrollar las opciones de PML.

Los pasos en esta etapa son 4 y se explican a continuación:

Paso 7. Elaborar balances de materia y energía para las operaciones unitarias críticas

Para elaborar el balance de materia y energía de las operaciones unitarias críticas, el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes actividades:

- Establecer la función, el mecanismo y los parámetros (tiempos, temperatura, presión, pH, y otros) de funcionamiento de cada operación unitaria.
- Observar, con el detenimiento necesario, el funcionamiento de la operación unitaria bajo parámetros normales de operación, para entender el mecanismo operativo de la o las máquinas asociadas a dicha operación unitaria y las responsabilidades de los

trabajadores. Entrevistarse con éstos para aclarar dudas y obtener información sobre formas de operar y otros aspectos específicos.

- Medir las entradas de cada operación unitaria.
- Medir las salidas de cada operación unitaria, incluyendo residuos y pérdidas cuantificables, de cada operación unitaria.
- Combinar los datos sobre las entradas y las salidas de cada operación unitaria para obtener un balance preliminar de materiales y energía. Se debe identificar, verificar y corregir las diferencias o anomalías encontradas en cada balance, y detallar con más cuidado los balances que involucren desechos peligrosos o de alto costo.
- Determinar, por diferencia entre entradas y salidas, las pérdidas no identificadas y, por ende, no cuantificadas como parte de las salidas.

Paso 8. Identificar causas de ineficiencias en el uso de materia y energía; y/o las causas de flujos contaminantes

Además de detallar cada operación unitaria y de cuantificar sus entradas y salidas, es necesario identificar las causas que originan ineficiencias y flujos contaminantes en las operaciones unitarias. Un flujo contaminante puede tener su origen en el desperdicio de materias primas u otros insumos, o en la pérdida de un producto intermedio o del producto final, por otra parte, la diferencia de masas entre las entradas y salidas, representa una pérdida de materia no cuantificada y, por ende, no detectada. La identificación de las causas que originan dichas pérdidas, es una tarea que exige profundizar el estudio de los flujos de materia y de energía utilizados para obtener el correspondiente balance de materia y energía. Los principales factores donde normalmente radican las causas que originan ineficiencia y flujos contaminantes, son:

- 1) La calidad o las características de las materias primas e insumos.
- 2) La naturaleza del proceso (y/o la de sus operaciones unitarias).

- 3) Las características de los equipos de producción.
- 4) Los parámetros y las condiciones de operación de los equipos.
- 5) Las especificaciones del producto.
- 6) Los controles y la supervisión de las operaciones.
- 7) La habilidad y la motivación de los trabajadores.

Para facilitar la identificación de las causas que originan ineficiencias y flujos contaminantes, se puede proceder de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Primero, para cada operación unitaria, relacionar los flujos de salida de residuos y pérdidas de energía con los flujos de los insumos de entrada, incluyendo el consumo de energía, utilizando para ello los balances de masa y energía y la cuantificación detallada de entradas y salidas.
- Segundo, salvo que ya sea obvio, determinar dentro de qué factor, de los 7 mencionados, radicaría la causa que origina una determinada ineficiencia o flujo contaminante.
- Tercero, obtener indicadores o parámetros de operación estándar relacionados con el factor determinado.
- Cuarto, identificar causas específicas, comparando dichos indicadores con indicadores obtenidos a partir de los balances de masa y energía (por ejemplo, calculando consumos específicos en función de los volúmenes producidos o insumos consumidos); o comparando los parámetros estándar con parámetros medidos en planta.
- Quinto, comunicar al personal de planta las causas identificadas, a fin de obtener su opinión y/o aceptación.

Paso 9. Plantear opciones de producción más limpia (PML)

Las causas identificadas, que originan ineficiencias y flujos contaminantes, constituyen la base sobre la cual pueden plantearse las opciones de PML. Para el efecto, se recomienda seguir la siguiente secuencia, que utiliza criterios priorizados en el orden de prelación en el que se listan:

- Como primera prioridad, se busca mejorar la eficiencia de cada operación unitaria, mediante la optimización del uso de materias primas, agua y energía, entre otros insumos. Como parte de este mismo criterio, también se busca sustituir materias primas u otros insumos, cuyo uso sea peligroso ya sea para la salud de los operarios o para el medio ambiente, incluyendo, si fuere necesario, la posibilidad de reformular el producto o algunas de sus características. La aplicación de este criterio permite reducir costos unitarios de producción y, al mismo tiempo, minimizar la peligrosidad y cantidad de flujos contaminantes y/o pérdidas de energía en sus fuentes de origen. Estos últimos aspectos, a su vez, permiten reducir los costos de operación asociados al tratamiento final de residuos.
- Como segunda prioridad, se busca reciclar, reutilizar y/o recuperar flujos de residuos, a fin de reducir pérdidas de insumos y/o productos, lo que a su vez incide en la reducción de costos unitarios de producción y costos de operación asociados al tratamiento final de residuos.
- Como tercera prioridad, y después de haber agotado las dos anteriores, se puede considerar el implementar un sistema destinado al tratamiento final de residuos.

Paso 10. Seleccionar las opciones a ser evaluadas en términos técnicos y económicos

Una vez planteadas las opciones de PML para mejorar la eficiencia de una operación unitaria, el equipo de diagnóstico debe plantear (no diseñar) las alternativas más apropiadas para su implementación, a fin de contar con información que facilite seleccionar las opciones viables y descartar aquellas cuya implementación no sea

practicable. En este sentido, a partir de todas las opciones planteadas en el paso anterior, se debe seleccionar sólo aquellas opciones cuya implementación no presente impedimentos obvios (sobre todo en términos técnicos), de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Descartar las opciones imposibles de implementar o que, de manera obvia, se vea que no son ambientalmente adecuadas. La decisión de descartar una opción, estará basada más en aspectos de carácter cualitativo (por ejemplo, la imposibilidad de acceder a un insumo propuesto) que cuantitativo (por ejemplo, rendimientos bajos previsibles en términos termodinámicos). Salvo que sea muy obvio, es preferible dejar los aspectos cuantitativos para la evaluación técnica que se describe en la siguiente etapa.
- Para las opciones no descartadas, se debe evaluar los posibles obstáculos internos o externos que impedirían o harían no atractiva su implementación. Por ejemplo, la falta de espacio físico para implementar una determinada opción, debería ser considerada, primero, como un obstáculo y, si no existiese una solución posible, recién considerarla como una imposibilidad.
- Las opciones no descartadas, podrán ser evaluadas en la siguiente etapa, tanto en términos técnicos (aspectos productivos y ambientales) como económicos.

Etapa 4: Diagnóstico – Evaluación técnica y económica.

En términos generales, son cinco los estudios particulares que se realizan para evaluar un proyecto: viabilidad técnica, económica, legal, organizacional y financiera. El objetivo de esta etapa es establecer la viabilidad de las opciones de PML, seleccionadas en la etapa anterior, solamente en términos técnicos (aspectos productivos y ambientales) y económicos.

Esta etapa está constituida por 5 pasos, mostrados a continuación:

Paso 11. Definir el tipo de evaluación

El propósito de este paso es definir, para cada opción de PML seleccionada en la Etapa 3, lo siguiente:

- El tipo de evaluación (técnica y/o económica) necesaria para tomar una decisión sobre la viabilidad de la opción en consideración.
- La profundidad con la que se realizará una determinada evaluación considerada necesaria. Por ejemplo, una opción basada en la sustitución de insumos o en la modificación o cambio tecnológico en una operación unitaria, posiblemente requiera de una evaluación técnica en profundidad, y de un análisis económico detallado, mientras que una opción basada en la motivación de empleados, posiblemente no los necesite. Asimismo, una opción de bajo costo, basada en buenas prácticas operativas, posiblemente no necesite de una evaluación económica, siendo suficiente estimar el beneficio económico y/o ambiental, así como el período de retorno de la inversión, en caso de que ésta sea algo significativa (ver paso 14).

Paso 12. Evaluación técnica – Aspectos productivos.

El objetivo de esta evaluación es verificar la viabilidad técnica de implementar las modificaciones o cambios propuestos en la opción de PML, y proyectar sus respectivos balances de materia y energía. Las actividades a desarrollarse son:

- a) Detallar los cambios técnicos necesarios para implementar cada opción de PML. Este detalle de cambios técnicos incluye:
 - Describir el diseño (en forma gráfica, textual y/o numérica) de los cambios propuestos, incluyendo tipo de equipos, diagramas de flujo, etc.
 - Especificar la naturaleza, forma y cantidad de entradas y salidas de la operación unitaria, así como las nuevas condiciones operativas propuestas y sus posibles efectos e interrelaciones con el resto de las operaciones unitarias que componen el proceso productivo.

b) Determinar la factibilidad técnica de implementar los cambios requeridos por cada opción de PML. La factibilidad técnica de los cambios se determina en términos de:

- La viabilidad de los fenómenos involucrados en las operaciones unitarias: - Naturaleza / termodinámica / rendimiento de los cambios físicos y/o de las transformaciones químicas contempladas en cada opción de PML. - Dimensiones / resistencia de materiales. - Presión / temperatura / flujos / caudales manejables.
- La disponibilidad o accesibilidad a:
 - Tecnología (materiales, equipo, maquinaria)
 - Materias primas / agua / energía / otros insumos.
 - Espacio físico / distribución física
 - Logística / servicios
- Las condicionantes que impedirían o limitarían la viabilidad técnica del cambio propuesto:
 - Políticas / legislación vigente.
 - Sociales / organizativas / laborales.
 - Culturales.
 - Financieras.

c) Proyectar balances de materia y energía en base a los cambios propuestos

Paso 13. Evaluación técnica – Aspectos ambientales

El objetivo de esta evaluación es cuantificar la reducción en cantidad absoluta, concentración y toxicidad, tanto de los insumos utilizados, como de los residuos asociados a las salidas de las operaciones unitarias modificadas. Para cuantificar y presentar los resultados de dicha reducción, el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes actividades:

- Para cada operación unitaria y, si fuera el caso, para el proceso global, comparar los balances de materia y energía actuales (Paso 7) con los proyectados en base a las opciones de PML planteadas (Paso 12), a fin de cuantificar las reducciones mencionadas (halladas en términos de cantidades, concentraciones, toxicidades).
- Expresar estas reducciones en términos de indicadores de desempeño relacionados con:
 - La eficiencia en el uso de materias primas, agua, energía y/u otros insumos. Los siguientes indicadores ilustran este concepto: la reducción en el uso de insumos por unidad de producto y la reducción de residuos por unidad de producto.
 - El reciclaje, reuso y/o recuperación de residuos, como tales o transformados, y para los cuales se les puede encontrar o se les encontró un uso interno o externo a la planta, o un mercado.

Las opciones ambientalmente viables pueden ser calificadas como técnicamente viables y pueden pasar a ser evaluadas en términos económicos. Aquellas opciones con impactos ambientales previstos como desfavorables, deben ser descartadas.

Paso 14. Evaluación económica

El objetivo de esta evaluación es determinar la factibilidad económica de las opciones de PML calificadas en el paso anterior como técnicamente viables. A fin de facilitar la evaluación económica, se requiere establecer ciertos criterios económicos, que permitan analizar el beneficio económico que se obtendría de la inversión destinada a implementar las opciones de PML. Existen dos criterios sencillos que son de uso frecuente en la evaluación económica de las opciones de PML técnicamente viables.

- Período de recuperación (PR) de la inversión
- Rentabilidad de la inversión (RI)

a. Período de recuperación (PR) de la inversión

Este concepto financiero se define como el número de períodos de tiempo (**PR**) que se requeriría para recuperar la inversión inicial (**IO**), asumiendo que en cada período se recupera un mismo monto de dinero que es igual al valor del flujo de caja (**FC**) estimado para el primer período.

Las unidades de **PR** están dadas en [períodos de tiempo], debido a que **IO** se expresa en unidades de [dinero] y **FC** se expresa en unidades de [dinero / período de tiempo].

Si **PR** \leq 3 años, la inversión es muy atractiva en términos económicos

Si **PR** = 4 a 8 años, la inversión es aceptable en términos económicos

Si **PR** \geq 9 años, la inversión no es atractiva en términos económicos

Los números de años que se señalan en este criterio se denominan indicadores. El primer indicador que aparece en el criterio señalado establece el tiempo máximo deseable para recuperar la inversión realizada (según ese criterio, menor o igual a 3 años) y, por ende, dicho criterio permite apreciar cuán atractivo es el período de recuperación (**PR**) calculado para la opción de PML en evaluación; y es particularmente útil para analizar tiempos de recuperación para pequeñas y medianas inversiones destinadas a implementar opciones de PML. Cuando las inversiones son relativamente grandes, es necesario recurrir a criterios de evaluación económica más refinados.

b. Rentabilidad de la inversión (RI)

Este concepto financiero se define como el porcentaje que representa el **FC** del primer período respecto al monto de la inversión; y se expresa en términos de un porcentaje de rentabilidad por período (normalmente anual). Sin embargo, para propósitos de la presente guía, este concepto requiere ser definido en términos del ahorro neto que se genera con las opciones de PML implementadas. En este contexto, el **FC** corresponde exclusivamente al ahorro neto calculado para el primer período; y la rentabilidad de la

inversión (**RI**) se define como el porcentaje que representa dicho ahorro neto respecto al monto de la inversión (y, de manera similar, se expresa en términos de un porcentaje de rentabilidad por período).

Las unidades de **RI** se expresan en [% / período de tiempo], debido a que las unidades del **FC** se expresan en [dinero / período de tiempo], y las de **IO** en [dinero].

En base al concepto financiero de rentabilidad de la inversión (**RI**), se puede establecer el siguiente criterio para evaluar las opciones de PML en términos económicos:

Si **RI** > 33% anual, la inversión es muy atractiva en términos económicos

Si **RI** = 12 a 33% anual, la inversión es aceptable en términos económicos

Si **RI** < 12% anual, la inversión no es atractiva en términos económicos

El valor de los porcentajes anuales que aparecen en este criterio corresponde al número de períodos señalados en el criterio basado en el concepto de período de recuperación (**PR**).

Cuando las inversiones son relativamente grandes, es necesario recurrir a criterios de evaluación económica más refinados.

Paso 15. Selección y presentación de las opciones de producción más limpia factibles

Después de concluir el estudio de factibilidad, el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes actividades:

- Organizar las opciones de PML factibles, en orden de prioridad, según los resultados obtenidos en las evaluaciones técnicas (de producción y ambientales) y económicas.
- Realizar una selección final de las opciones de PML factibles, en base a un orden de prioridad. Para el efecto, se debe aplicar un procedimiento basado en criterios de prioridad, los cuales están constituidos por los propios criterios utilizados en la evaluación económica, junto con otros que surgen de las necesidades manifiestas de

la empresa, y que pueden, incluso, hacer que aspectos operativos y ambientales se antepongan en términos de prioridad a los económicos.

- Una vez realizada la selección final de las opciones de PML, éstas deben ser expresadas en forma de recomendaciones, señalando en forma clara, concisa, exacta y sencilla las medidas específicas a ser implementadas por la empresa, la información básica que respalda las medidas propuestas, los beneficios económicos y ambientales que se derivarían de la implementación de tales medidas y los cálculos necesarios que justifican lo expuesto. Las medidas recomendadas deben ser presentadas en un informe de resultados del diagnóstico de PML, en el cual se incluyan indicadores productivos y de desempeño ambiental, entre otros.

Etapa 5: Implementación, seguimiento y evaluación final

Los objetivos de esta etapa son:

- Hacer efectivo el programa;
- Verificar sus resultados; y
- Promover la continuidad del programa.

Con la entrega del informe de diagnóstico, el manejo de las actividades del programa de PML se transfiere del equipo de diagnóstico al comité de PML de la empresa. El Comité de PML de la empresa asume la responsabilidad de ejecutar los siguientes 4 pasos:

Paso 16. Establecer metas y preparar un plan de acción

Las actividades a desarrollar por el comité de PML son:

- Establecer metas específicas para implementar las medidas de PML recomendadas.

Las bases para establecer las metas son:

- Los resultados del diagnóstico.
- Los estándares internos de productividad y eficiencia.

- La información histórica sobre las tendencias de generación de desechos o de consumo de materias y energía en los procesos de la empresa.
- Los estándares externos referenciales de eficiencia relacionados con los procesos productivos de otras empresas.

Es deseable que las metas tengan, por lo menos, las siguientes características:

- Deben formularse de manera que sean alcanzables, pero sin sacrificar la eficacia de las mismas.
 - Deben ser definidas en el tiempo (con fechas de inicio y fin).
 - Deben ser medibles (los indicadores deben permitir evaluar el avance del programa).
- Elaborar el Plan de Acción. Este plan debe incluir, para cada medida de PML recomendada, las metas y sus actividades programadas, los responsables de llevarlas a cabo y el presupuesto asignado. Más aún, el plan debe definir metas, actividades y responsables para realizar el seguimiento y la evaluación final de las medidas de PML implementadas, incluyendo previsiones de presupuesto para este fin.

Paso 17. Implementar las medidas de PML recomendadas

En base al plan de acción, el Comité de PML debe desarrollar las siguientes actividades prioritarias:

- Designar y/o contratar personal responsable de preparar un plan detallado para implementar las medidas de PML recomendadas (este plan puede incluir, entre otros, la forma específica de implementar medidas sencillas de ahorro de agua y de energía; la selección de equipos; el diseño de modificaciones de las instalaciones; la planificación del presupuesto aprobado para las inversiones requeridas; la previsión y acciones respectivas en relación al posible paro temporal de la línea de producción, el personal responsable de la instalación, la mano de obra involucrada; y otros).

- Ejecutar el programa de implementación de las medidas de PML, incluyendo pruebas preliminares. Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas deben registrarse y evaluarse y, en base a ello, modificar y optimizar las operaciones unitarias vinculadas.
- Capacitar personal operativo.
- Poner en marcha la opción de PML implementada.

Paso 18. Hacer seguimiento y evaluar los resultados de las medidas implementadas

El objetivo de este paso es comprobar, al cabo de un tiempo preestablecido en el plan de acción, los beneficios que proporciona cada una de las medidas de PML implementadas.

Las actividades que el comité debe realizar para el efecto, son:

- Usar indicadores útiles y sencillos para evaluar los resultados de la implementación del programa de PML. Ejemplos de indicadores útiles y sencillos, son:
 - Porcentaje de reducción del consumo de materias primas, agua y/o energía, entre otros insumos, respecto a consumos históricos de la planta; y también pueden expresarse en términos de la cantidad de materia y energía reducidas por unidad de producto.
 - Porcentajes de reducción en la generación de residuos respecto a las cantidades de desecho históricos; y también pueden expresarse en términos de la cantidad de desechos que fue reducida por año o por unidad de producto.
- Identificar y evaluar el posible efecto de las medidas de PML implementadas sobre las operaciones unitarias vinculadas, a través de consultas con los trabajadores, encargados de producción, calidad, ventas, etc.
- Elevar informes periódicos a la gerencia y, de ésta, a los empleados.

Paso 19. Asegurar la continuidad del programa de producción más limpia

El Comité de PML debe usar los éxitos logrados en la evaluación final de las medidas de PML implementadas, para motivar y respaldar ante la gerencia de la empresa, la continuidad del programa de PML en la planta. Asimismo, para dar continuidad al programa de PML, se debe identificar problemas asociados a la implementación de las medidas recomendadas, que no han sido resueltos, o mejoras que pueden ser introducidas en otras áreas de la planta. En este sentido, las actividades que pueden ser encaradas como parte de una siguiente fase del programa de PML, incluyen:

- Operaciones unitarias que no fueron evaluadas en detalle.
- Las medidas de PML implementadas que no dieron los resultados esperados.
- Otras actividades de planificación y desarrollo técnico de la empresa (mantenimiento, adquisiciones, estudios de nuevos productos, y otros), que no formaron parte del diagnóstico de PML.

1.3 MARCO LEGAL APLICABLE A LA ACTIVIDAD DEL CURTIDO DE PIELES

En El Salvador no existe una ley exclusiva para el sector de curtido de pieles, eso no quiere decir que el rubro no esté sujeto a legislaciones nacionales, normas y parámetros que debe de cumplir, las cuales son mostradas de manera simplificada en la siguiente tabla:

Tabla 2 Extracto de las principales leyes, normas e instituciones de El salvador aplicables al rubro de curtición de pieles

TEMATICA	INSTITUCION	LEY O NORMA	NORMATIVA
Permisos Ambientales	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Ley del Consejo de Ciencia y Tecnología (Anexo A)	Art. 81 Control de la calidad dentro de las empresas
	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Ley del Medio Ambiente (Anexo C)	Art. 21 Actividades, obras o proyectos que requerirán de un estudio de impacto ambiental
			Art. 107 Diagnósticos ambientales
			Art. 108 Programas de adecuación ambiental
			Art. 109 Planes de aplicación voluntaria
	Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental (Anexo D)	Art. 6 Limites de vertidos y emisiones	

TEMATICA	INSTITUCION	LEY O NORMA	NORMATIVA
Sanciones	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Ley del Medio Ambiente (Anexo C)	Art. 85 Responsabilidad por contaminación y daños al ambiente
			Art. 86 Infracciones ambientales
			Art. 100 Responsabilidad civil
			Art. 110 Suspensión para operar
Seguridad e Higiene Laboral	Ministerio de Trabajo y Previsión Social	Código de Trabajo (Anexo E)	Libro tercero. Título II. Seguridad e higiene del trabajo
			Libro tercero. Título III. Riesgos profesionales
Aguas Residuales	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	Código de Salud (Anexo F)	Cap. II Art. 63 Calidad sanitaria del agua
			Cap. II Art. 67 Prohibición de descargas de residuos en ríos y quebradas
	Comité Ejecutivo Protector de los Recursos Hídricos (CEPRHI)	Reglamento Sobre la Calidad del Agua y Planta de Tratamiento (Anexo G)	Art. 38 Determinación de los sistemas de tratamiento de aguas servidas
			Art. 53 Limite de la zona de protección de los recursos hídricos
			Decreto 50 art. 7 condiciones de vertido de agua servida
	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Norma Técnica CONACYT para Aguas Residuales	Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor.
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Ley del Medio Ambiente (Anexo C)	Art. 49 Criterios de supervisión, protección recurso hídrico	

TEMATICA	INSTITUCION	LEY O NORMA	NORMATIVA
Aguas Residuales	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Reglamento Especial de Aguas Residuales (Anexo H)	Art. 5 Aplicación gradual de medidas
			Art. 7 Tratamiento de aguas residuales
			Art. 8 Disposición de lodos
			Art. 9 Informes operacionales
			Art. 10 Contenido de los informes
			Art. 11 Validez de los análisis
			Art.12 Análisis de características
			Art.15 Aguas residuales especiales
			Art. 16 Análisis complementarios
			Art. 17 Muestreo y análisis
			Art. 19 Frecuencia mínima de muestreo y análisis de aguas residuales de tipo especial
			Art. 20 Muestras compuestas
			Art. 21 Registro resultados de análisis
			Art. 26 Manejo inadecuado de aguas residuales
			Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental (Anexo D)
	Decreto 50 del Órgano Ejecutivo	Reglamento Sobre Calidad del Agua, el Control de Vertidos y las Zonas de Protección (Anexo J)	D.e. N° 50, 16 de octubre de 1987; d.o. N° 191. Tomo 297, 16 de octubre de 1987, reformado por d.e. N° 51, 28 de octubre de 1987; y por d.e. N° 19, 2 de marzo de 1989; d.o. N° 49, tomo 302, 10 de marzo de 1989

TEMATICA	INSTITUCION	LEY O NORMA	NORMATIVA
Residuos y Desechos Peligrosos	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Ley del Medio Ambiente (Anexo C)	Art. 56 Riesgos ambientales y materiales peligrosos
		Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos (Anexo I)	Art. 17 Responsabilidad del generador y demás agentes del proceso
			Art. 18 Solicitud de inscripción
			Art. 19 Informe
			Art. 20 Requisitos
			Art. 21 De la calidad ambiental
			Art. 22 Obligaciones del generador
			Art. 23 Desechos peligrosos
			Art. 24 Deberes del generador
			Art. 25 De la preferencia del lugar de tratamiento
			Art. 30 Incompatibilidad de desechos peligrosos
			Art. 32 De la obligación de registro de actividades
			Art. 34 Tratamiento previo de desechos peligrosos
			Art. 35 Tratamiento destructivo
			Art. 36 Disposición final
Art. 38 Selección de sitios de confinamiento			
Art. 39 Lixiviados en el confinamiento			
Art. 40 Información requerida en los informes de confinamiento			
Art. 44 Incineración de desechos peligrosos			

TEMATICA	INSTITUCION	LEY O NORMA	NORMATIVA
Residuos y Desechos Peligrosos	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos (Anexo I)	Art. 73 El almacenamiento
			Art. 74 Derrames de sustancias, residuos y desechos peligrosos
			Art. 75 Ratificación del aviso
			Art. 77 Medidas de seguridad
Sustancias Peligrosas		Ley del Medio Ambiente (Anexo C)	Art. 57 Introducción, tránsito, distribución y almacenamiento de sustancias peligrosas
Desechos Sólidos	Comité Ejecutivo Protector de los Recursos Hídricos (CEPRHI)	Reglamento Sobre la Calidad del Agua y Planta de Tratamiento (Anexo G)	Art. 19 Autorización para descarga de residuos sólidos
	Alcaldías Municipales	Ordenanzas Municipales	Del servicio de aseo público municipal de la ciudad, barrido de calles, recolección y disposición de la basura
Emisiones Atmosféricas	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas (Anexo B)	7.1 Fuentes fijas de contaminación atmosférica
			7.1.11 Hornos que operan con aceite usado
	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental (Anexo D)	Art. 10 Fuentes fijas
Ley del Medio Ambiente (Anexo C)			Art. 47 Protección de la atmósfera

TEMATICA	INSTITUCION	LEY O NORMA	NORMATIVA
Emisiones Sonoras	Ministerio de Trabajo y Previsión Social	Reglamento General Sobre Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo (Anexo K)	Cap. V Art. 20 Medida conveniente para proteger
			Cap. V Art. 21 Medidas para evitar el ruido
Contaminación por malos olores	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental (Anexo D)	Art. 18 Olores contaminantes
Suelos		Ley del Medio Ambiente (Anexo C)	Art. 50 Protección del Suelo
Incentivos Ambientales			Art. 32 Incentivos y desincentivos ambientales
			Art. 33 Apoyo a las actividades productivas ambientalmente sanas
			Art. 35 Apoyo a la captación de recursos para la gestión ambiental
			Art. 37 Premio Nacional del medio ambiente
	Art. 38 Sellos verdes o eco etiquetado		
Prevención y Control de la Contaminación	Comité Ejecutivo Protector de los Recursos Hídricos (CEPRHI)	Reglamento Sobre Calidad del Agua y Planta de Tratamiento (Anexo C)	Art. 35 Normas sobre depuración y tratamiento de aguas

TEMATICA	INSTITUCION	LEY O NORMA	NORMATIVA
Prevención y Control de la Contaminación	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Ley del Medio Ambiente (Anexo C)	Art. 42 Prevención y control de la contaminación
			Art. 55 Obligación de elaborar planes de prevención y contingencia ambiental
			Art. 83 Medidas preventivas y sanciones accesorias
	Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental (Anexo D)	Art. 8 Determinación del vertido	
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Ley del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	Art. 30 Normas Salvadoreñas obligatorias	

CAPITULO II
DIAGNOSTICO DE LAS
CONDICIONES ACTUALES DE
LA EMPRESA DIPOL S.A DE
C.V.

2.1 METODOLOGÍA PARA EL DIAGNOSTICO

El diagnóstico a continuación presentado es el fruto de diversas indagaciones realizadas en la propia instalación de la empresa DIPOL, mediante la observación directa, la cual sirvió para reconocer cada una de las áreas físicas donde se llevan a cabo cada una de las etapas del proceso de curtición y para tener un conocimiento general de cómo se lleva a la práctica el proceso en cuestión. Otra manera muy útil de recabar información fue mediante las entrevistas realizadas a los trabajadores de los diferentes niveles jerárquicos, las cuales se utilizaron para conocer más afondo datos propios de cada operación y algunos otros igualmente importantes, como lo son los datos de entradas y salidas, cantidades de materia prima y los respectivos montos de desperdicios resultantes, dichos datos fueron brindados por el asistente de gerencia, quien es el responsable de llevar los registros respectivos.

También se cuenta con información bibliográfica, en ésta se puede mencionar una amplia gama de manuales y guías técnicas realizadas por expertos en el tema, entre los cuales se encuentran datos y documentos brindados por el Ministerio de Medio Ambiente de El Salvador.

Todo lo anterior conduce a la identificación de las etapas que generan excesivo consumo de agua, químicos o la generación de residuos y desechos perjudiciales para el medio ambiente, que no son aprovechados, y los químicos usados que pueden de una u otra manera perjudicar a los trabajadores.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CURTICIÓN DE PIELES QUE ACTUALMENTE REALIZA LA EMPRESA DIPOL S.A. DE C.V.

Para tener una mejor comprensión del proceso, primeramente se muestran dos vistas, de las cuales, una es la vista en planta de toda la instalación dividida por las áreas en las que tienen lugar cada una de las operaciones, luego se muestra otra donde se puede apreciar la maquinaria que se utiliza en cada una de las etapas, todo esto es con el propósito de que se tenga una mejor visión de cómo es físicamente la empresa DIPOL.

Luego se muestra la tabla 3 en la cual se hace una descripción breve, pero precisa, de cada una de las operaciones que conforman el proceso de curtición, para lo cual es importante la siguiente aclaración: La capacidad de producción se ve limitada por el peso máximo (50qq), que soportan los batanes de mayor capacidad con que cuenta la tenería, lo cual se explica de la manera siguiente:

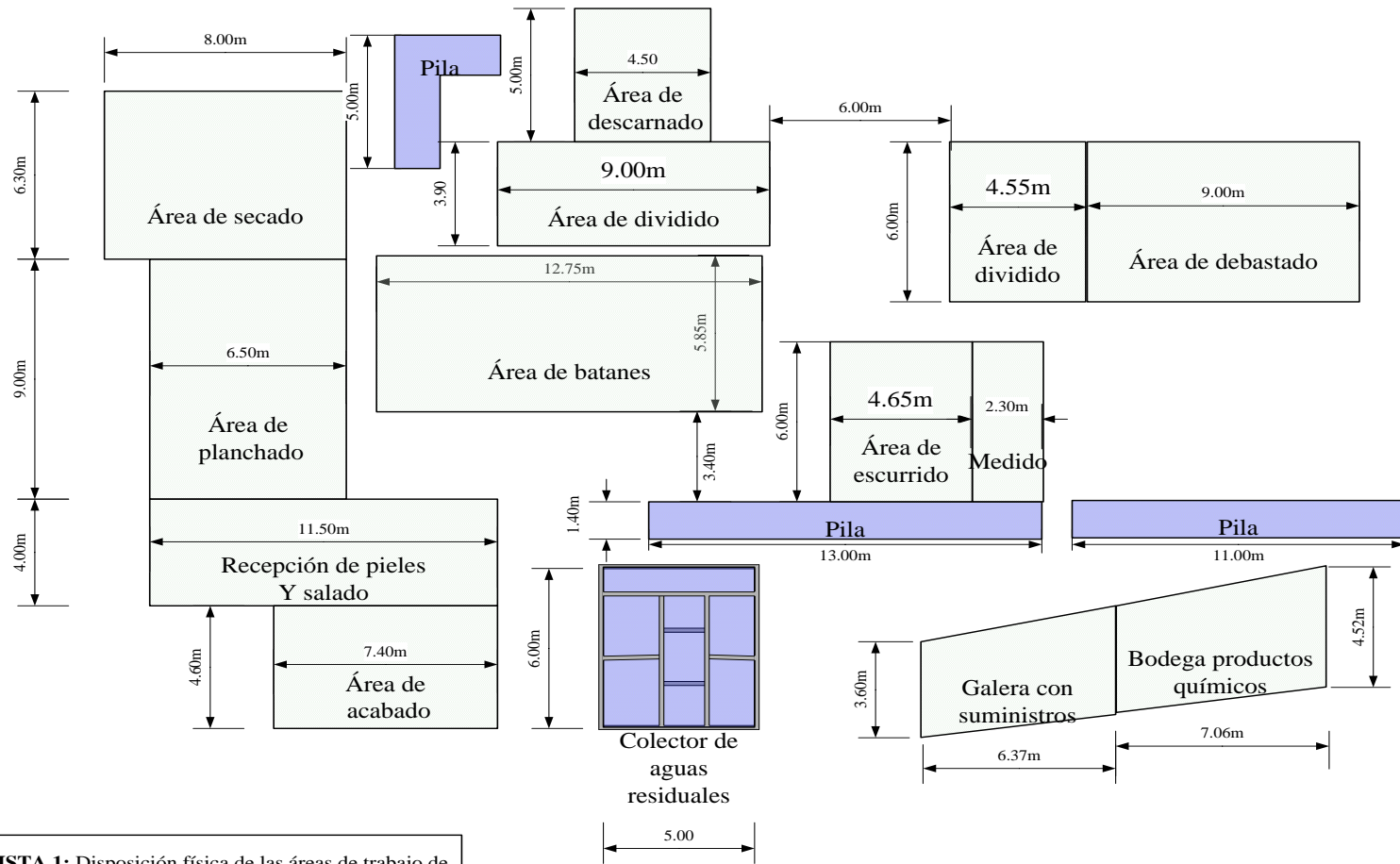
Debido a la acción de la sal las pieles están deshidratadas y por ello su peso es menor, razón por la cual la capacidad en peso del batan uno destinado para el proceso de remojo es cubierto con 100 pieles; en cuanto al pelambre, si bien es cierto que ha recuperado la humedad original, el peso no varía en gran medida respecto al inicial debido a que las pieles se han sometido al partido, descarne y desorillado con lo cual en este proceso se siguen procesando la misma cantidad de pieles remojadas al inicio.

Al finalizar los procesos anteriores las pieles sufren cambios en peso y volumen, debido al agua y químicos absorbidos. Para los procesos de desencalado, piquelado y curtido, la capacidad del batan 3 depende del peso y del volumen que generan una cantidad de rajás (medias pieles), en este caso por experiencia el gerente de producción ha identificado que 50 pieles (100 rajás) es una cantidad manejable en estos procesos.

Al terminar los procesos anteriores las rajás han perdido peso y volumen debido a que ya han sido sometidos al escurrido, dividido y rebajado. Para los procesos de recurtido, teñido y engrase se utiliza el batán 4 el cual debido a su diseño, de menor capacidad en

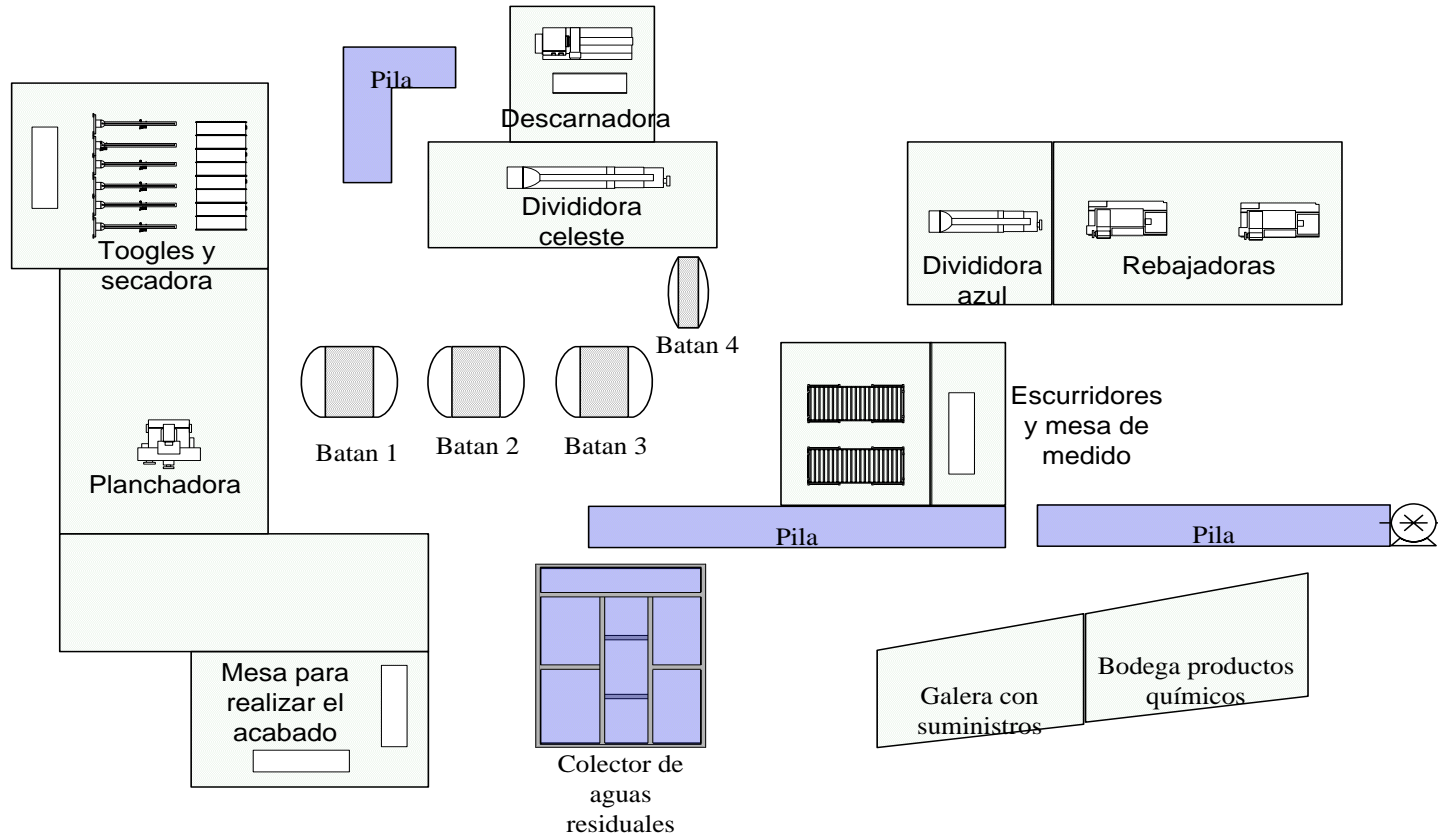
peso y volumen que los otros batanes, es el indicado para generar el grado de fricción, entre cueros, para aumentar la temperatura a niveles requeridos. La capacidad en peso de dicho batan es de 16.5qq pero para este caso práctico se procesaran 3qq equivalentes a los 100 cueros.

VISTA EN PLANTA DE DIPOL S.A. DE C.V.





VISTA 1: Disposición física de las áreas de trabajo de DIPOL S.A. DE C.V.		TAMAÑO		REVISADO POR:	REV.
DIBUJADO	Grupo de Tesis			Inga. Ana Silvia Guardado de Latin	
EMITIDO	01 de septiembre de 2010	ESCALA	1:200	HOJA	1 de 2

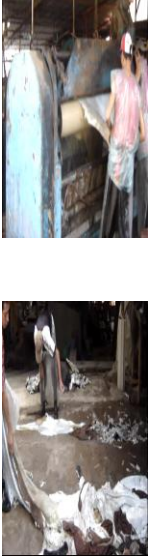

DISPOSICIÓN DE MAQUINARIA EN CURTIEMBRE







VISTA 2: Disposición de maquinaria de curtidora DIPOL S.A. DE C.V.		TAMANO		Revisado por:	REV.
DIBUJADO	Grupo de Tesis			Inga. Ana Silvia Guardado de Latin	
EMITIDO	01 de septiembre de 2010	ESCALA	1:200	HOJA	2 de 2

Tabla 3 Descripción del proceso de curtición de pieles



Operación	Descripción	Maquinaria	Entrada	Salida	Observaciones
<p>Recepción y Salado de pieles</p> 	<p>Corresponde a la llegada de las pieles de ganado vacuno a la planta. Para éste proceso es necesario una persona, quien es el encargado de recibir, pesar, contar y clasificar las pieles y luego apilarlas en un terreno rústico, colocando una capa de sal de tipo industrial en la parte interna de la piel, éstas se dejan reposar mientras se acumula la cantidad requerida (entre 80 y 100 pieles), para iniciar un proceso de curtido.</p>	<p>Ninguna</p>	<p>100 Pieles frescas/saldas</p>	<p>100 Pieles frescas/saldas</p>	<p>El espacio designado para este fin se encuentra ubicado al paso del ingreso de los trabajadores y por no ser un espacio diseñado para el reposo de pieles, la sal se esparce por el tránsito de los trabajadores por esa zona.</p>
<p>Remojo</p> 	<p>Tiene una duración promedio de 12 horas. Para esta fase se requiere de dos empleados, los cuales son los encargados de levantar y contar las pieles a procesar, luego son llevadas hasta el batán 1, éste se llena con agua y se pone en movimiento por 2 horas luego se bota el agua, se repite el proceso de lavado 3 veces más cambiando el agua.</p>	<p>Batán No. 1: capacidad máxima de 50qq</p>	<p>100 pieles saladas, 2,280 lts. de agua repartidos en 4 partes de 570 lts, 0.09% de sulfuro de sodio, 0.09% de carbonato de sodio, 0.09% de Perdol</p>	<p>100 pieles remoja-das 2,280 lts de aguas saladas y alcalinas , con Sulfuro y Carbonato de Sodio</p>	<p>Estas aguas saladas y alcalinas con contenidos de Sulfuro y Carbonato de Sodio aún no son recicladas y van a dar todas a las pilas de sedimentación</p>

Operación	Descripción	Maquinaria	Entrada	Salida	Observaciones
<p>Partido, Descarnado y Desorillado</p> 	<p>Dura un promedio de dos horas, lo realizan 5 personas donde dos de ellas sacan las pieles remojadas, las parten en dos secciones iguales siguiendo la marca de la columna, 1 persona las transporta a la maquina descarnadora donde 2 personas descarnan las rajadas, luego las personas que partieron las pieles se encargan de quitar tiras salientes producidas durante el descarnado y las partes improductivas de la piel que son las ubres, la cola, orejas y patas del animal.</p>	<p>Descarnadora de cueros</p>	<p>100 pieles remojadas, Agua</p>	<p>200 rajadas descarnadas y desorilladas, 1,800 lbs. de descarnado y cebo, Agua</p>	<p>No se tiene un registro sobre la cantidad de agua utilizada en la descarnadora, agua que se mezcla con grasa y lodo que al final van a parar a la pila de precipitados. Los procedimientos de partido y desorillado se realizan con cuchillos de cocina. Los desechos son enterrados en una fosa de 2mx1mx2m ubicada en un terreno alejado.</p>
<p>Pelambre</p> 	<p>El gerente de producción prepara la hoja de consumo con cantidades de químicos y sus momentos de aplicación. Se introducen 100 rajadas en el batán 1 y se agrega agua hasta cubrir ligeramente las pieles sin rebasar la mitad del batán junto con la primera parte de los químicos. Se proceden a enjuagar 4 veces con 855 lts cada vez.</p>	<p>Batán No. 1: capacidad máxima de 50qq</p>	<p>100 rajadas descarnadas y desorilladas, 1.45% Sulfuro de Sodio, 3.3% Cal hidratada 0.4% Hidróxido de Sodio, 1,140lts de agua para pelambre y 3,420lts lavar</p>	<p>100 rajadas pelambradas, 4,560 lts. de aguas residuales con Sulfuro de Sodio y Cal Hidratada</p>	<p>La cantidad de químicos y agua son determinados de manera empírica. El agua resultante aún no es reciclada. Los químicos son puestos dentro del batán en tres partes iguales en un tiempo secuencial de 45minutos</p>

Operación	Descripción	Maquinaria	Entrada	Salida	Observaciones
<p>Desencalado y Lavado.</p> 	<p>Una persona se encarga de introducir una cantidad específica de químicos y de agua, en donde una parte va junto con los químicos y el resto es para tres enjuagues, luego las pieles son extraídas y escurridas para disminuir el nivel de humedad para que absorban con facilidad los químicos de piquelado y curtiembre.</p>	<p>Batán No. 3: capacidad máxima de 50qq</p>	<p>100 rajadas pelambreadas, 2% Sulfato de Amonio, 0.3% Acido Clorhídrico, 2,272lts de agua</p>	<p>2,272lts. de aguas alcalinas, 100 rajadas desescaladas y lavadas</p>	<p>De los 2,272lts de agua 568lts van junto con los químicos y el resto es para tres enjuagues con 569 lts de agua cada uno. La mezcla generada es vertida a la pila común es decir que no es reciclada</p>
<p>Piquelado y Curtiembre.</p> 	<p>Dos personas son las encargadas, quienes están pendientes del tiempo de bataneo, peso de los químicos, preparación de las mezclas y la introducción de ellas en el batan en los tiempos ya calculados. Al finalizar este proceso los cueros son extraídos del batan y apilados para dejarlos reposar.</p>	<p>Batán No. 3: capacidad máxima de 50qq</p>	<p>100 rajadas desescaladas, 480 lts de Agua , 8% sal industrial, 0.72% de Acido Fórmico, 1.16% de Acido Sulfúrico, 5.5% de Sulfato de Cromo</p>	<p>480lts de aguas ácidas con cromo y sal disuelta. 270lts de agua reciclada con cromo, 100 cueros curtidos al cromo</p>	<p>Debido al hinchamiento de las pieles su peso aumenta por lo que las 200 rajadas son procesadas en 2 partes, primero 100 y luego las otras 100. Parte de las aguas que aquí se generan son recicladas en 3 depósitos de 90lts cada uno para posteriores curtiembres y la demás es vertida a la pila común.</p>

Operación	Descripción	Maquinaria	Entrada	Salida	Observaciones
<p>Reposo</p> 	<p>Las pieles curtidas reposan un tiempo estimado de por lo menos 12 horas sin límite de tiempo, con el propósito de disminuir el nivel de humedad y fijar el cromo en partes donde todavía no había penetrado el curtiente.</p>	<p>Ninguna</p>	<p>100 cueros curtidos al cromo</p>	<p>Agua de cromo, 100 cueros curtidados al cromo</p>	<p>Parte de las aguas que aquí se generan son 100 lts de agua con cromo son recicladas para posteriores curticiones y la demás es vertida a la pila común.</p>
<p>Dividido</p> 	<p>En esta etapa trabajan 4 personas en donde dos de ellas se colocan al frente de la maquina y dos en la parte trasera, los que están al frente son los encargados de colocar los cueros de manera tal que ingresen a la máquina de forma uniforme y sin arrugas ni dobleces; los que están en la parte trasera de la maquina se encargan de recibir la flor y la carnaza y apilarlas separadamente para su almacenamiento o proceso de acabado.</p>	<p>Divididora azul o celeste</p>	<p>100 cueros curtidados al cromo</p>	<p>100 cueros divididos, 100 piezas de carnaza, 9 lbs. de retal por cuero (900 lbs en total)</p>	<p>El tiempo requerido para este proceso para una cantidad de 100 rajas es de 2 horas</p>

Operación	Descripción	Maquinaria	Entrada	Salida	Observaciones
<p>Rebajado</p> 	<p>En este proceso la piel es desbastada, un operario calibra la máquina para desbastar los cueros y dejarlos con un grosor uniforme, para este proceso los cueros ya han sido escurridos y secados por lo menos de un 90% de su humedad.</p>	<p>Rebajadora hidráulica o mecánica</p>	<p>100 cueros curtidos al cromo ya divididos</p>	<p>100 cueros rebajados, 1.5 lbs. de viruta por cuero (150lbs en total)</p>	<p>La viruta generada es llevada al botadero de MIDES junto con otros desechos generados en las diferentes fases que se realizan.</p>
<p>Recurtido, Engrase y Teñido</p> 	<p>Para el teñido es requerido de tres personas, uno de ellos es el encargado de seleccionar de acuerdo al espesor de los cueros o carnazas y pesar un cierto número de rajas, reportar el peso total (que no rebase 16.5qq) para el cálculo de las cantidades de químicos necesarios para 100 cueros. Se usa agua al tiempo para el recurtido y agua caliente (60°C) para el teñido.</p>	<p>Batán 4: capacidad máxima de 16.5qq</p>	<p>100 cueros rebajados, 600lts. de agua corriente, 2.34% neutralizantes, 3.85% recurtientes, 480lts. agua caliente 8 - 10 % de cada engrasante , 0.5 al 3% anilinas dependiendo del color</p>	<p>100 cueros teñidos, 1,090lts de efluentes ácidos con cromo 1,080lts. de agua con residuos de grasa y anilinas,</p>	<p>70lts de agua caliente, utilizados para disolver la anilina, son provenientes de un calentador eléctrico de agua. Las aguas no son reutilizadas. La cantidad de químicos y agua son determinados de manera empírica.</p>

Operación	Descripción	Maquinaria	Entrada	Salida	Observaciones
<p>Secado</p> 	<p>En éste proceso son requeridas 3 personas las cuales se encargan de prensar los cueros en unos marcos mediante la fijación realizada por unas pinzas llamados toogles para ser introducidos finalmente en la secadora o bien se clavan los cueros en marcos de madera para ser secados mediante la acción del sol.</p>	<p>Toogless para secado de cueros en secadora</p>	<p>100 cueros húmedos</p>	<p>100 cueros secos y estirados</p>	
<p>Desorillado y Enmaletado</p> 	<p>Se realiza un bataneado en seco para que el cuero adquiera flexibilidad para finalmente pasar a la mesa de medido donde son sometidas a un desorillado para quitar puntas salientes e imperfecciones en la orilla de las rajadas provocadas por el estiramiento en los toogles luego se miden y se enmaleta.</p>	<p>Batán No. 3: capacidad máxima de 50qq usado para el bataneado en seco</p>	<p>100 cueros secos y estirados</p>	<p>¼ lb. de retal por cada cuero (25 lbs en total), 100 cueros desorillados</p>	<p>Igual los desechos van a parar al botadero MIDES</p>

2.3 ESPECIFICACIONES DE LOS INSUMOS DE LA EMPRESA DIPOL POR OPERACION

Las tablas siguientes, que van de la número 4 hasta la 8, son de suma importancia, ya que mediante ellas se pueden establecer diferencias importantes entre lo que se consume realmente en la empresa DIPOL y lo que piden las diferentes fuentes bibliográficas en cuanto a niveles requeridos de agua y químicos para todo el proceso de curtición y especificados para cada una de las operaciones que lo componen, también mostrando además información general de cómo estos afectan al medio ambiente y a los obreros.

Se presentan además la inversión que realiza la empresa en la compra de estos químicos, lo que servirá para saber cuánto es el ahorro que se puede obtener mediante la aplicación de la estrategia de PML.

Tabla 4 Insumos para los procedimientos de remojo y pelambre

PROCEDIMIENTO: Remojo y Pelambre						PESO: 50qq		
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCION	TIEMPOS	COSTO \$	% EN PESO	FUNCION DEL QUIMICO	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO EN EL TRABAJADOR
4.5	lb	Perdol S.G.		2.97	0.09%	Microbicida que impide el crecimiento de las bacterias en el remojo y evita los deterioros microbianos de las pieles	Ninguno	Ninguno
4.5	lb	Carbonato de sodio	25 min	1.17	0.09%	Utilizado como detergente	Efectos observados se relacionan con las propiedades alcalinas	Nocivo si se inhala, ocasiona irritación en el tracto digestivo y respiratorio
4.5	lb	Sulfuro de sodio		1.75	0.09%	Produce aflojamiento de la estructura fibrosa	Muy tóxico para los organismos acuáticos	Material muy tóxico que puede provocar conjuntivitis dolorosa, dolor de cabeza, náuseas, vértigos y tos
Partir, descarnar y desorillar.								
33.5	lb	Sulfuro de sodio	45 min	12.95	0.67%	Reactivo depilador que afloja y diluye el pelo	El mostrado anteriormente	El mostrado anteriormente
1.25	bolsa	Cal hidratada		2.05	1.11%	Facilita la disolución del pelo y el desdoblamiento de las fibras de la piel para proceso posteriores	Debido a su alcalinidad, este producto puede ser tóxico para los peces	Una exposición larga puede causar daño grave a los ojos piel y vías respiratorias y puede causar quemaduras
39	lb	Sulfuro de sodio	45 min	15.07	0.78%			
2.25	bolsas	Cal hidratada		3.71	2.22%			
20	lb	Hidróxido de Sodio	45 min	9	0.40%	Sal usada para el aumento del hinchamiento del pelambre	Por ser alcalino puede elevar el pH de las aguas superficiales	Causa quemaduras en el tracto respiratorio, piel, ojos y tracto intestinal. Puede causar daño ocular permanente
Rodar 5min c/h								
			Total \$	48.67				
<i>Nota: esta hoja de consumo está calculada para 100 pieles</i>								

Tabla 5 Insumos para los procedimientos de Desencalado, Piquelado y Curtido

PROCEDIMIENTO: Desencalado, Piquelado y Curtido						PESO: 29.76qq		
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCION	TIEMPOS	COSTO \$	% EN PESO	FUNCION DEL QUIMICO	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO EN EL TRABAJADOR
59.5	lb	Sulfato de amonio	45 min	6.52	2.00%	Usado para remover la cal y eliminar el hinchamiento alcalino	la descarga hacia cursos de agua pueden ocasionar efectos aguas abajo. Se liberarán iones de amonio, el amoniaco representa un riesgo tóxico para los peces.	Puede producir irritación en los ojos, piel y en el tracto respiratorio.
8.9	lb	Acido clorhídrico	3 horas	1.99	0.30%	Utilizado para bajar el pH	Alteración del pH, mortal en concentraciones mayores a 25 mg/l	Nocivo si se inhala, irritación al tracto digestivo, respiratorio, ojos y piel
480 lts de agua								
238.1	lb	Sal industrial	10 min	10.12	8.00%	La combinación de sal (cloruro de sodio) y ácido, es utilizada en la conservación de pieles	Afecta la vida acuática de agua dulce	En piel y ojos puede causar irritación
21.4	lb	Acido fórmico	35 min	11.50	0.72%	Acido suave usado en las soluciones de piquelado para acidular las pieles.	Es perjudicial para la vida acuática	Irritación en la nariz, ojos, garganta, tos, flujo nasal, lagrimeo y dificultad respiratoria.
32.1	lb	Acido sulfúrico	3 horas	8.31	1.08%	Ayuda a acidular las pieles hasta un determinado pH	Nocivo para las aguas superficiales y subterráneas, es nocivo tanto para algas como para peces	Provoca dificultad respiratoria, tos y sofocación, quemaduras serenas y profundas en piel y ojos
2.4	lb	Acido sulfúrico		0.62	0.08%			
164.3	lb	Cromo sal B	2 horas	112.14	5.52%	Usado como agente curtiente		Cromo III puede causar erupciones cutáneas.
32.1	lb	Bicarbonato de sodio	30 min	9.50	1.08%	Sirve para conseguir la fijación del cromo a la piel	Pueden formarse productos de degradación peligrosos a largo plazo	Puede causar daños al sistema respiratorio, irritaciones a la piel y ojos
en tres partes								
4.8	lb	Preventol	8 horas	15.17	0.16%	Conservante para la industria del cuero, es un microbicida que impide el crecimiento de las bacterias	Ninguno	Ninguno
			Total \$	175.87				
<i>Nota: esta hoja de consumo está calculada para 100 rajás</i>								

Tabla 6 Insumos para los procedimientos de Recurtido y Engrase

PROCEDIMIENTO: Recurtido y engrase						PESO: 47.68qq		
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCION	TIEMPOS	COSTO \$	% EN PESO	FUNCION DEL QUIMICO	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO EN EL TRABAJADOR
3.5	lb	Perdol S.G.	2.5 min	2.30	0.07%	Microbicida que impide el crecimiento de las bacterias en el remojo y evita los deterioros microbianos de las pieles	Ninguno	Ninguno
2.9	lb	Acido fórmico	30 min	1.65	0.06%	Ayuda a acidular las pieles hasta un determinado pH	Es perjudicial para la vida acuática	Irritación en la nariz, ojos, garganta, tos, flujo nasal, lagrimeo y dificultad respiratoria.
14.0	lb	Cromosal B	1 hora	9.53	0.29%	Usado en la recurtición al cromo		
8.1	lb	Formiato de sodio	40 min	2.14	1.17%	Efecto suave de desacidulación a bajo valor de pH. No es posible una excesiva neutralización	los efectos sobre el medio ambiente son menores	Irrita los ojos y el tracto respiratorio
8.1	lb	Bicarbonato de sodio	40 min	2.40	1.17%	Neutralizante solamente	Pueden formarse productos de degradación peligrosos a largo plazo	Puede causar daños al sistema respiratorio, irritaciones a la piel y ojos
Lavar								
16.3	lb	Extracto de quebracho	45 min	13.98	0.34%	Recurtientes	Aporte de contaminantes al efluente	Puede dañar o irritar la piel
16.3	lb	Extracto de mimosa		11.84	0.34%			
20.9	lb	Tanigan 0.5		22.84	0.44%			
20.9	lb	Retingan R.7		22.84	0.44%			
46.5	lb	Olinor G.	1 hora	40.37	0.98%	Engrasantes	Aporte de grasas al efluente	Ninguno
16.3	lb	Grassan 21		13.98	0.34%			
4.7	lb	Acido fórmico	30 min	2.65	0.10%			
			Total \$	146.51				
<i>Nota: ésta hoja de consumo esta calculada para 100 cueros</i>								

Tabla 7 Insumos para el procedimiento de Teñido

PROCEDIMIENTO: Teñido (Forro color Talpa)						PESO: 3qq		
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCION	TIEMPOS	COSTO	% EN PESO	FUNCION DEL QUIMICO	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO EN EL TRABAJADOR
2	lb	Perdol S.G	1 hora	1.32	0.67%			
6	lb	Cromosal B	1 hora	4.10	2.00%	Recurtiente		
6	lb	Bicarbonato de sodio	45 min.	1.77	2.00%	Sirve para conseguir la fijación del cromo a la piel	Pueden formarse productos de degradación peligrosos a largo plazo	Puede causar daños al sistema respiratorio, irritaciones a la piel y ojos
Lavar								
Agua caliente								
1.5	lb	Anelina naranja	40 min		0.5 - 3%	Para dar color	Aguas teñidas	Ninguno
22	lb	Olinor D.R. 9		19.10	7.33%	Sustancias que le dan mayor suavidad al cuero	Aguas con aceites	Ninguno
22	lb	Grassan 21	1.5 horas	18.89	7.33%			
22	lb	Olinor G		19.10	7.33%			
6	lb	Acido fórmico	30 min	3.42	2.00%	Ayuda a acidular las pieles hasta un determinado pH	Es perjudicial para la vida acuática	Irritación en la nariz, ojos, garganta, tos, flujo nasal, lagrimeo y dificultad respiratoria.
			Total \$	67.69				
<i>Nota: esta hoja de consumo está calculada para 100 cueros</i>								

Tabla 8 Insumos de agua para todos los procedimientos

DIPOL S.A de C.V			
HOJA DE CONSUMO DE AGUA POR PROCESO DE TENERIA			
Procedimiento	Consumo promedio de agua	% en peso	Pago
Remojo	2,280 lts	99.1%	\$1.64
Pelambre	4,560 lts	307.9%	\$3.28
Desencalado y lavado	2,272 lts	166.0%	\$1.64
Piquelado y curtición	480 lts	35.0%	\$0.35
Recurtido y engrase	600 lts	27.4%	\$0.43
Teñido	480 lts	347.8%	\$0.35
<i>Nota: esta hoja de consumo está calculada para 100 pieles para el remojo y pelambre y para las restantes operaciones se consideran 100 rajás</i>			Total \$7.69

2.4 DETERMINACION DE LAS UNIDADES CRÍTICAS DE TODO EL PROCESO DE CURTICION

Para una adecuada toma de decisiones es necesario conocer cuáles son las operaciones que deben de ser prioritarias para cambiar o ajustar según lo que establece la estrategia de PML.

Es así como se han tomado cuatro parámetros para ser comparados con datos técnicos ya establecidos por investigaciones previas, abaladas por instituciones reconocidas en el tema de curtiembres y la Producción Más Limpia, los datos que toman relevancia son:

- En cuanto al consumo de químicos requeridos en cada operación
- La cantidad de agua usada por operación
- El impacto ambiental que tiene cada etapa del proceso de curtición
- El impacto que tienen los químicos usados en los procedimientos sobre el trabajador.

Según las debidas comparaciones entre elementos correspondientes, se considerará la criticidad del mismo guiándose mediante la simbología siguiente:

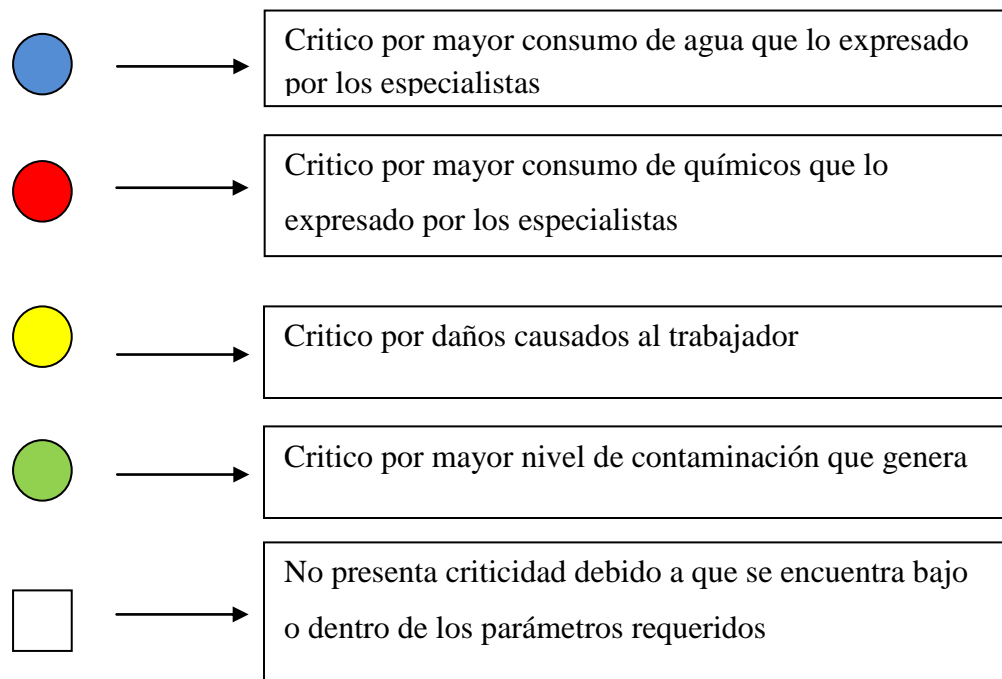


Tabla 9 Determinación de las unidades críticas del proceso de curtición de pieles

Operación	Consumo Agua		Diferencia	Químicos	Consumo		Diferencia	Impacto ambiental	Riesgo para el trabajador	Crítico			
	Real	Teórico			Real	Teórico				Blue	Red	Green	Yellow
Salado	No se utilizan en esta operación	No se utilizan en esta operación	—	Cloruro de Sodio o sal industrial	No hay datos	De 1/2 a 1kg de sal por cuero por el lado de la carne ¹⁶	×	Salinización del efluente	Causa irritación			●	●
Remojo	99.10%	80% ¹⁵	19.10%	Sulfuro de Sodio	0.09%	No hay datos	×	Efluentes con sal, tierra, sangre, estiércol, grasas y otras sustancias orgánicas de la piel.	Químico muy tóxico				●
				Carbonato de Sodio	0.09%	No hay datos	×		Químico nocivo	●	●	●	
				Perdol	0.09%	No hay datos	×		No causa daño				
Partido, descarnado y desorillado	No hay datos				No se utilizan en esta operación	No se utilizan en esta operación	—	Las 1,800 lbs de cebo y carne que resultan son enterradas en un terreno aledaño y las aguas pasan a las pilas directamente	Por el grado de contacto con desechos sólidos y líquidos. Uso de herramientas cortantes			●	●

Operación	Consumo Agua		Diferencia	Químicos	Consumo		Diferencia	Impacto ambiental	Impacto al trabajador	Crítico			
	Real	Teórico			Real	Teórico							
Pelambre	308%	150% ¹⁵	158.00%	Sulfuro de Sodio	1.45%	Con quema pelo 1% ¹⁶	0.45%	El sulfuro es sumamente toxico y provoca el mal olor, proceso de quemapelo produce lodos en el afluente y la cal es difícil de diluir	Químico muy tóxico				
						Con guarda pelo 0.25-0.5% ¹⁷	1.20% - 0.95%						
				Cal Hidratada	3.30%	1.5% ¹⁵	1.80%		Una exposición larga puede causar daños				
				Hidróxido de Sodio	0.40%	0.5% ¹⁸	0.10%		Causa quemaduras				
Desencalado	166%	150% ¹⁵	16.00%	Sulfato de Amonio	2%	1.2-1.3% ¹⁵	0.7 - 0.8%	Lodos provenientes del desencalado, con un pH sumamente básico	Puede producir irritación				
				Acido Clorhídrico	0.30%	No hay datos	×		Si se inhala es nocivo. Causa irritación				
Piquelado y Curtición	35%	45% ¹⁵	10%	Sal industrial	8%	5-6% ¹⁷	2 - 3%	El efluente líquido contiene cromo y es de carácter ácido.	Causa irritación				
				Acido Fórmico	0.72%	0.5-07% ¹⁵	0.22 - 0.02%		Causa irritación				
				Acido Sulfúrico	1.16%	0.8-1% ¹⁵	0.16 - 0.36%		Dificultad respiratoria y quemaduras				
				Sulfato de Cromo III	5.50%	5-6% ¹⁸	0.50%		Puede causar erupciones cutáneas				
				Bicarbonato de sodio	1.08%	1% ¹⁵	0.08%		Causa daño al sistema respiratorio e irritación				

Operación	Consumo Agua		Diferencia	Químicos	Consumo		Diferencia	Impacto ambiental	Impacto al trabajador	Crítico				
	Real	Teórico			Real	Teórico								
Reposo	No se utiliza ni agua ni químicos en esta operación							Aguas con cromo	Ninguno					
Dividido	No se utiliza ni agua ni químicos en esta operación							Se producen 9 lb de retal por cuero	Ninguno					
Rebajado	No se utiliza ni agua ni químicos en esta operación							Se producen 1.5 lb de viruta por cuero	Ninguno					
Recurtido y engrase, teñido	27.40%	50-80% ¹⁵	22.6 - 52.6%	Formiato de sodio	1.17%	1-1.5% ¹⁵	0.33%	Residuos de colorantes, aceites y recurtientes en el efluente	Causa irritación					
				Bicarbonato de sodio	1.17%	0.5-2% ¹⁵	0.83%		Causa daño al sistema respiratorio e irritación					
	347.80%	No hay datos	✗	Recurtientes	3.85%	3.5-5% ¹⁵	1.15%		Puede causar erupciones					
				Anilinas	0.5 - 3%	0.4 - 6% ¹⁵	0.10%		Ninguno					
				Engrasantes	8 - 10%	1.3 - 3.8% ¹⁵	6.2-6.7%		Ninguno					
Secado	No se utilizan en esta operación	No se utilizan en esta operación			No se utilizan en esta operación	No se utilizan en esta operación		Ninguno	Ninguno					
Desorillado y enmaletado	No se utilizan en esta operación	No se utilizan en esta operación			No se utilizan en esta operación	No se utilizan en esta operación		1/4 lb de retal por cada cuero	Ninguno					

¹⁵ Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua (2008, junio). Manual Buenas Prácticas Ambientales en Tenerias. Recuperado el 15 de octubre de 2010 de www.mific.gob.ni, porcentajes según la PML

¹⁶ Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Manual de Buenas Prácticas Ambientales para la Curtiembre en Centroamérica (2006) porcentajes según la PML

¹⁷ Centro de Promoción de Tecnología Sostenibles (2003, febrero). Guía Técnica de PML para Curtiembres. Recuperado el 15 de marzo de 2010 de www.Cpts.org/prodlimp/guias/curtiembres.htm porcentaje según la PML

¹⁸ Centro Nacional de Producción Más Limpia y tecnología Ambiental (2004, febrero) Manual Ambiental Sectorial. Recuperado el 15 de octubre de 2010 de www.tecnologíaslimpias.org/curtiembres/manual.pdf

Tabla 10 Diferencia de agua en litros y químicos en libras

Operación	Diferencia de agua en lt	Químico	Diferencia de químicos en lb
Remojo	439.43	—————	—————
Pelambre	2,220.80	Sulfuro	12.5 - 25
		Cal	75
Desencalado	1177.06	Sulfato de Amonio	23.86 - 29.8
Piquelado y Curtición	—————	Sal	59.64 - 90.08
		Acido Fórmico	0.6 - 6.55
		Acido Sulfúrico	10.71
		Bicarbonato de Sodio	2.38
Recurtido y engrase , teñido	—————	Anilinas	1.16
	—————	Engrasantes	18.61 - 20.11

Tabla 11 Desechos totales

Operación	Cantidad de desechos
Salado	140lb de sal que van a parar al efluente, luego del remojo
Partido, descarnado y desorillado	1,800 lb de carne y cebo
Reposo	100 lt de agua con Cromo
Dividido	Se producen 900 lb de retal
Rebajado	Se producen 150 lb de viruta
Secado	No se producen de ningún tipo
Desorillado y enmaletado	25 lb de retal

Ahora con los datos anteriores se puede llegar a conclusiones sobre cuáles son los procedimientos que exigen cambios basados en la estrategia de PML, por sus niveles de consumo de agua, el empleo de químicos y como es que impactan el medio ambiente debido a los residuos generados y químicos usados, así como también los impactos sobre el trabajador, es así que a continuación se muestra la siguiente matriz que determina los grados de prioridad en cuanto a etapa a tratar, como se puede observar el nivel 1 está ocupado por el procedimiento que por la manera actual de realizarse tiene grandes variaciones respecto a lo que dice las investigaciones en cuanto a los consumos e impactos antes mencionado, para terminar con aquellos que solo tienen un factor que mejorar.

Tabla 12 Determinación del grado de prioridad de las operaciones que conforman el proceso de curtición

Operación	Puntos Criticos				Prioridad
	Agua	Químicos	Impacto Ambiental	Impacto en el trabajador	
Pelambre	●	●	●	●	1
Desencalado	●	●	●	●	2
Piquelado y Curtición		●	●	●	3
Recurtido y engrase , teñido		●	●	●	4
Remojo	●		●	●	5
Salado			●	●	6
Partido, descarnado y desorillado			●	●	7
Dividido			●		8
Rebajado			●		9
Reposo			●		10
Desorillado y enmaletado			●		11

2.5 RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO

Mediante el análisis de los datos anteriores se han obtenido los siguientes resultados, los cuales son la base primordial para la realización de las propuestas de PML que se aplicarán en el proceso de curtición de pieles empleado por la empresa DIPOL:

- Las prioridades que ocupan los primeros puestos en cuanto a criticidad son aquellos que afectan los cuatro parámetros tratados, que son el consumo de agua, el consumo de químicos, el impacto al medio ambiente y el impacto al trabajador, las operaciones resultantes son: Pelambre y Desencalado. Los siguientes críticos son los que afectan a tres de estos mismos parámetros, dichas operaciones son las siguientes: Piquelado, Curtición, Recurtido, Teñido, Engrase y Remojo. Seguido se tienen el salado y el partido, desorillado y dividido las cuales impacta al medio ambiente y al trabajador. Finalizando con aquellas operaciones que afectan al medio ambiente ya sea por los desechos sólidos que generan o por la contaminación del efluente, estas operaciones son: Partido, Descarnado, Desorillado, Dividido, Rebajado, Reposo y el Desorillado.

A continuación se habla con más detalle sobre cada operación según su grado de criticidad:

- El proceso prioritario a cambiar o modificar es el de Pelambre debido a que la diferencia del consumo de agua varía en un 158% respecto al sugerido (439.43 lt) por las diversas fuentes bibliográficas, en el consumo de los 3 químicos utilizados (Sulfuro de Sodio, Cal Hidratada e Hidróxido de Sodio), dos de ellos son mayores a los recomendados, donde el Sulfuro es superior en un 0.45% y en 1.20% - 0.95% (12.5 – 25 lb) dependiendo del método de pelambre usado, en cuanto a la cal el uso es mayor en un 1.80% (75 lb). También esta etapa tiene un impacto al medio ambiente debido al uso de sulfuro, cal y generación de lodos por la destrucción del pelo. Además todos los químicos usados pueden ocasionar daños físicos y en la salud de los empleados, por la toxicidad del Sulfuro y quemaduras que puede ocasionar el Hidróxido.

- La segunda operación a tratar es el desencalado, debido a que en el uso del agua se supera en un 16% (1177.06 lt) al sugerido, en cuanto a los químicos el empleo del Sulfato es mayor entre un 0.7 - 0.8% (23.86 - 29.8 lb) al que se recomienda, también afecta el efluente por el pH resultante y ambos químicos usados presentan peligros para los obreros que tienen contacto con ellos provocándoles irritaciones en las mucosas.
- La tercer operación a tratar es el Piquelado y curtición, en la cual el consumo de 4 químicos supera, los ya establecidos, en las siguientes cantidades: Sal industrial 2 - 3% (59.64 - 90.08 lb), Acido Fórmico 0.22 - 0.02% (0.6 - 6.55 lb), Acido Sulfúrico 0.16 - 0.36% (10.71 lb) y Bicarbonato de Sodio 0.08% (2.38lb). El impacto ambiental se debe al cromo que va a parar al efluente y a la alteración del pH del mismo. En cuanto al impacto al trabajador los 5 químicos usados presentan algún tipo de riesgo para el obrero los cuales le pueden causar irritación, quemaduras, erupciones cutáneas y daño al tracto respiratorio. Es de mencionar que el consumo de agua es menor al dicho por los especialistas, lo cual es debido a que actualmente se reciclan parte de los baños resultantes, pero la manera de realizarlo no es la más adecuada, por lo que en el capítulo posterior se propone un sistema para el reciclado.
- Como cuarta prioridad está el Recurtido y Engrase debido a la cantidad de anilinas utilizadas es mayor al requerido de entre un 0.1% y el 3% (un promedio de 1.16 lb), y la cantidad de engrasantes es mayor del 1.3 - 3.8% (18.61 - 20.11 lb). Además 3 de los químicos usados en esta etapa presentan riesgos para los trabajadores, causándoles irritaciones y erupciones, que igualmente son malos para la ecología, por los colorantes y aceites que van a parar al efluente.
- El remojo es la quinta operación crítica que requiere algún cambio, según PML, debido a que el consumo de agua es mayor en 19.10% (439.43 lt) al requerido. Presenta impactos al medio ambiente por las grandes cantidades de sólidos suspendidos que generan las grasas y otras suciedades adheridas a la piel. Al trabajador dos de los químicos usados le pueden afectar en su salud, ya que el Sulfuro es muy tóxico y el Carbonato de Sodio puede ser nocivo para ellos.

- En sexto y séptimo lugar, respectivamente, en criticidad y punto a tratar, está el salado, por la salinidad que provoca al efluente y por lo perjudicial que puede ser al trabajador; y el partido, descarnado y desorillado que genera 1,800lbs de carne y sebo, ambas tiene dos puntos en contra que se deben de minorizar o eliminar de ser posibles.

- Las últimas operaciones a tratar son las que solamente están en concordancia a la PML debido a su impacto al medio ambiente, cuyo orden es debido a la cantidad de desechos que se generan, los cuales se muestran a continuación:

900 lbs de retal por cuero generados por el dividido, 150 lbs de viruta por cuero originados por el rebajado, 100 lts de aguas con cromo que se desperdician en el reposo y 25lbs de retal causadas por el desorillado y enmaletado.

CAPITULO III
PROPUESTA DE LA
ESTRATEGIA DE PML PARA
LAS ETAPAS DE CURTICION
REQUERIDAS

3.1 PROPUESTAS DE LA ESTRATEGIA DE PML A CADA OPERACIÓN POR GRADO DE CRITICIDAD

En el capítulo anterior se concluyó cuáles eran las operaciones, que por su consumo mayor de lo requerido en cuanto a agua y químicos, por su impacto al medio ambiente o a los trabajadores, requieren de una atención especial en cuanto a las medidas de PML que se han de implementar, con el objeto de minimizar en la fuente la contaminación, lo cual es el principio en el que se basa la estrategia ya mencionada.

A continuación se describen detalladamente cómo deben de cambiar las diversas operaciones según la técnica de PML.

Reciclado de baños de Remojo y Pelambre

Es cierto que en el análisis, el primer punto a tratar es la operación de pelambre, pero se iniciará mostrando la propuesta del sistema de reciclaje para los baños de las operaciones de Remojo y Pelambre, mismo sistema que puede ser empleado para el Piquelado y Curtido ya que esto tendrá un impacto positivo en las mencionadas operaciones, beneficios que se pueden observar a continuación:

Medida de PML para el ahorro de agua en las operaciones de Remojo y Pelambre		
Qué	1) Reciclaje de los dos últimos baños residuales del Remojo. 2) Reciclaje de las aguas del lavado del Pelambre	BENEFICIOS
Porqué	Como se vio en el análisis realizado en el diagnóstico el consumo de agua en el remojo y pelambre son mayores al requerido, lo que da como resultado más agua contaminada que va a parar al efluente y un mayor costo en concepto de	<ul style="list-style-type: none"> • Los baños de remojo pueden ser reutilizados un máximo de 5 veces si el pro-

	pago de agua.	ceso de filtrado
Cómo	<p>Se debe de construir un sistema que no sólo capte las aguas residuales de los baños mencionados, sino que además filtre los mismos (ver figura 3), como las aguas resultantes vienen de un mismo batán (que es el N° 1) deben de ser instalados 2 tanques de almacenamiento uno con capacidad mínima de 1140lt para las aguas del remojo y otro con capacidad mínima de 3,420lt para los lavados del pelambre (el sistema mencionado se muestra en la figura 4, el cual se propone elevado del piso debido al poco espacio con que se cuenta) en donde las aguas pasan del batán a un tanque de separación, por medio de una tubería, atravesando un filtro inclinado, luego es impulsada por una bomba al tanque de almacenamiento temporal, que está sostenido mediante una estructura metálica sobre el batán, y del cual desciende el agua hacia el batán para cuando sea necesario.</p> <div data-bbox="699 867 1167 1203" data-label="Diagram"> <p>El diagrama ilustra la construcción de un tamiz inclinado. En la parte superior izquierda se muestra un 'Marco de madera' (un cuadrado con un borde rojo). A su derecha se muestra la 'Tela' (un cuadrado con un patrón de malla beige) y un 'Marco' (un cuadrado azul). Debajo de esto, se detallan los componentes: 'Tela' (línea naranja), 'Malla de alambre' (línea azul) y 'Marco' (línea roja). A la derecha, se muestra un 'Filtro inclinado' (side hill) con una 'Descarga' en la parte superior y 'Filtrado' y 'Sólidos' en la parte inferior.</p> </div> <p>Figura 3 Construcción de un tamiz inclinado (side hill)</p>	<p>se hace de manera adecuada lo que da un ahorro promedio de agua¹⁹ de 5,700lt equivalente a \$4.71</p> <ul style="list-style-type: none"> Las aguas residuales de pelambre pueden ser reutilizadas cuatro o cinco veces previo retiro de los sólidos, lo que significa un ahorro de \$14.10 equivalente a 17,100 lt En cuanto a químicos el ahorro es de : Para el re-

¹⁹ Esta cantidad fue obtenida de la siguiente manera: si se reciclan los últimos 2 lavados en los cuales se usa 570lt para cada lavado, dando un total de 1,140lt eso multiplicado por las 5 veces que pueden ser reciclados equivalente a 5700lt multiplicado por el precio de m³ de agua que es de \$0.86 lo que da un ahorro de \$4.71; de igual manera se hizo para las aguas del pelambre.

Quién	El encargado del remojo y del pelambre, cada uno para la operación respectiva, serán los encargados de quitar lo más pronto posible los residuos sólidos que queden atrapados en el filtro inclinado, además han de asegurarse de restituir los químicos y agua necesaria en los baños captados con el objeto de que estén aptos para su reúso.	mojo de 6.75 lb de químicos ²⁰ cada vez que se recicla equivalente a 33.75lb igual a un ahorro de \$15.00
Cuánto	<p>Presupuesto:</p> <p>Bomba sumergible de ¾ HP..... \$280.00</p> <p>Filtro inclinado..... \$20.00</p> <p>Modificación de tanque intermedio de separación. \$55.00</p> <p>1 Tanque de almacenamiento temporal con capacidad para 1200lts..... \$180.00</p> <p>1 Tanque de almacenamiento temporal con capacidad para 3,500lts.....\$625.00</p> <p>Estructura metálica de soporte..... \$450.00</p> <p>Tuberías..... \$5.00</p> <p>Válvulas..... \$6.00</p> <p>TOTAL.....\$1,621.00</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Para el pelambre: Un ahorro de hasta 2.1 bolsas de cal cada vez que se recicla igual a un ahorro total de 10.5 bolsas equivalente a \$17.3 y un ahorro en sulfuro de 217.5lb que se traduce a un beneficio económico de \$80.04²¹

²⁰ La teoría dice que se obtiene un ahorro del 50% de químicos al aplicar PML al procedimiento de remojo, sin la aplicación de ésta el consumo actual de químicos es de 13.5lb (se pueden ver en la tabla 4) entonces esto reducido en un 50% es igual a 6.75lb de químicos multiplicado por 5 veces de reciclado da un ahorro total de \$15.00 es decir un ahorro de \$3.00 cada vez que se reciclan los últimos 2 lavados.

²¹ Según la teoría el ahorro de sulfuro para el pelambre siguiendo la PML es del 50% y del 60% para la cal, entonces se multiplican estos porcentajes por el consumo total de los químicos respectivos y se multiplica por las 5 veces que puede ser reciclado el licor para obtener el ahorro

	<p>El presupuesto total de la inversión requerida para la instalación del sistema propuesto para el reciclaje de los baños de remojo y pelambre es de \$1,621.00</p>	<p>Ahorro total \$131.15²² Ahorro anual promedio: \$62.90(en concepto del ahorro de agua para el remojo) \$188.32 (en concepto de agua para el pelambre) \$1,553.89 (en concepto de químicos para ambos procedimientos) = \$1,805.11²³</p>
--	---	--

El sistema mostrado puede ser instalado también para el procedimiento de Piquelado y Curtido, considerando las capacidades necesarias según volumen de agua requerido para dichas etapas.

²² El ahorro total es obtenido mediante la suma de todos los ahorros que se hacen al aplicar las medidas de PML para la operación/es en estudio es así como en este caso se obtiene de sumar \$4.71+\$14.10+\$15.00+\$17.3+\$80.04

²³ El ahorro promedio anual se obtiene de multiplicar el ahorro por partida por 13.356 veces que se pueden reciclar 5 veces los baños, según la producción anual mostrada en el anexo L.

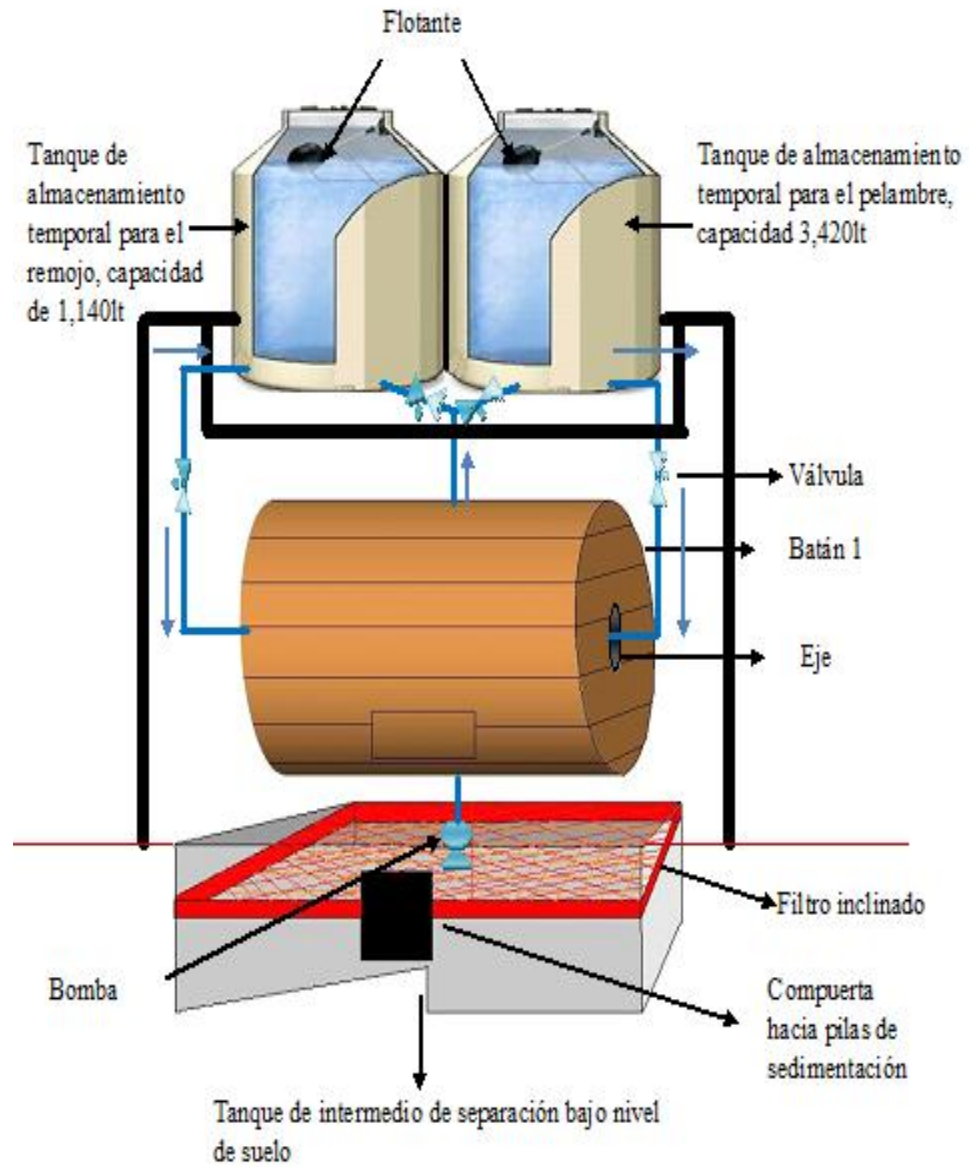


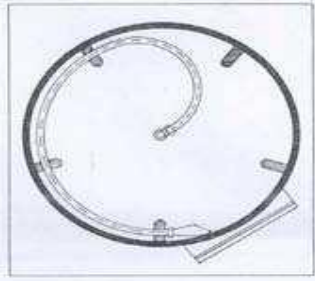
Figura 4 Sistema propuesto para el reciclaje de los baños de remojo y pelambre

Pelambre

En la mayoría de literatura se presentan varias maneras de realizar un pelambre sin destrucción de pelo, que pueden ser:

- Pelambre con cal y sulfuro sin destrucción de pelo
- Inmunización del pelo mediante la sustitución del Sulfuro de Sodio por Sulfhidrato de Sodio.
- Pelambre sin destrucción del pelo con sulfuro ácido de sodio y cloruro de calcio.
- Pelambre enzimático
- Pelambre amínico

A pesar de haber tanta variedad se propone que se utilice el método de pelambre mediante cal y sulfuro de sodio, ya que son dos materias primas conocidas por la empresa y por ello tienen experiencia en el manejo de los mismo, además son más fáciles de obtener y económicamente más accesibles.

Medida de PML para la operación de Pelambre		
Qué	Realización del pelambre con recuperación de pelo	BENEFICIOS
Porqué	Para minimizar la carga de sólidos suspendidos en el efluente así como la reducción del consumo de sulfuro	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del DQO en un 40% en el efluente, al evitar la disolución del pelo²⁴. • Reducción de los olores debido a una reducción en el
Cómo	<p><u>Realización de la filtración continua:</u> en la cual una manguera se adhiere a la pared del fulón, con un extremo cerca de la puerta del fulón y el otro en uno de los orificios del eje, cuando el batán rota y el extremo de la manguera cerca</p>  <p>Figura 5 Fulón con sistema de evacuación continua del líquido</p>	

²⁴ Fuente: Guía Ambiental para la Industria del Curtido y Preparado de Cueros

	<p>de la puerta alcanza la posición más alta esta descarga totalmente el líquido por el orificio del eje, el agua cae sobre el filtro inclinado y se vuelve a introducir por el otro orificio del eje.</p> <p><u>Realización del pelambre con recuperación de pelo:</u></p> <p>1) Acondicionamiento de la piel { Adicionar 150% de agua 1.5% de cal durante 0.75 a 1.5 h</p> <p>2) Depilado de la piel { Se adiciona 0.25 - 0.5% de sulfuro al baño anterior</p> <p>3) Filtración del baño { Se debe sacar el pelo del baño para evita que el pelo siga siendo atacado y destruido.</p> <p>4) Finalización de la operación de manera habitual</p>	<p>consumo de sulfuro.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción²⁵ de hasta 25lb de sulfuro con un ahorro de \$25.08 • Reducción de 75lb de cal con un ahorro equivalente a \$2.95 • Reducción en 2,220.8lt de agua con un ahorro de \$1.60
Quién	El encargado actual de la operación debe de efectuar la nueva manera de realizar el pelambre, incluyéndosele la nueva tarea de retirar los pelos, evacuados mediante el sistema de evacuación continua del baño, que caen en el filtro inclinado.	Ahorro total \$29.63
Cuánto	• Inversión por modificación del pelambre: ninguna	Ahorro anual

²⁵ Las subsecuentes reducciones se han calculado en base a los porcentajes mencionados en la tabla 9, basados en la opinión de los expertos en cuanto a la aplicación de PML y el ahorro monetario se ha obtenido multiplicando dichas reducciones por el precio que tienen los productos en el mercado, sumando dichos ahorros se obtiene el ahorro total. El ahorro promedio anual se obtiene de dividir el ahorro total entre el número de pieles específico que se está trabajando en la operación y luego se multiplica por 6,678 rajás que es un dato promedio de producción anual mostrado en el anexo L

<ul style="list-style-type: none"> Inversión por el sistema de evacuación continua: <ul style="list-style-type: none"> 6mts de manguera..... \$3.00 5 sujetadores.....\$1.5 TOTAL.....\$4.5 	promedio \$989.35
---	--------------------------

Desencalado

Medida de PML para la operación de Desencalado		
Qué	Desencalado con Dióxido de Carbono	BENEFICIOS
Porqué	Para reducir el impacto ambiental causado por las sales de amonio que actualmente se utilizan en esta operación.	<ul style="list-style-type: none"> Se usan 1,177.06lt de agua menos²⁶ equivalente a un ahorro de \$0.85 Las descargas de nitrógeno pueden reducirse desde 3.8 kg/t, en las operaciones con sales de amonio, hasta 0.02 kg/t en el desencalado²⁷ con CO₂.
Cómo	<p>Los pasos a seguir son los siguientes:</p> <p>1) Agregar { 80% de agua</p> <p>2) Inyectar directamente en el baño y hacerlo burbujear, se necesita un intercambiador de calor y el burbujeador debe estar sumergido. { Del 1 a 1.2% de CO₂</p> <p>3) Controlar las temperaturas de la operación { Es más rápido entre 32 y 35°C</p> <p>4) Controlar el pH { El óptimo es entre 8 a 8.5</p>	

²⁶ Esta cantidad de agua es resultante de usar solo un 80% y no un 166% como actualmente se hace

²⁷ Fuente: Manual de Tecnologías Limpias en PyMEs del Sector Curtiembres

	Antes de iniciar la adición de entre 0.1 a 0.2% de peróxido de hidrógeno o bisulfito de sodio evita la posible generación de sulfuro de hidrógeno (gas venenoso)	<ul style="list-style-type: none"> • El CO₂ es inocuo para el medio ambiente • Disminución de olores nocivos producidos por el amoníaco. • La propuesta no es atractiva en términos económicos ya que aumentaría el costo en \$13.09²⁸ pero sí lo es en términos ambientales
Quien	El actual encargado del desenchalado debe ser capacitado para esta nueva manera de realizar la operación ya que sus nuevas tareas serán: hacer burbujear el CO ₂ , vigilar la temperatura y los valores del pH y controlar toda la operación en general.	
Cuánto	Se necesita una inversión inicial de \$245.21 por la consignación del tanque de 50lb y \$43.19 para las subsiguientes recargas, esto ha de durarles para 2 desenchalados	

Piquelado y Curtición:

Como se puede observar en la siguiente propuesta no hay reducción en el uso del agua, ya que según el análisis realizado en el diagnóstico se obtuvo que el consumo de agua está por debajo del requerido en un 10%, esto es resultado de que se realiza el reciclado de los baños, aunque no se hace de una manera eficiente, pero es solo una pequeña muestra de los ahorros que se pueden obtener mediante la PML, entonces para la presente propuesta el enfoque está dado a la reducción en el consumo de químicos.

²⁸ Obtenido de sumar los costos actuales que son \$6.52 por el sulfato, \$1.99 por el ácido menos \$43.19/2 que es el costo de la propuesta para una partida.

Medida de PML para la operación de Piquelado y Curtido		
Qué	Control de los parámetros de la curtición (Concentración del baño, temperatura, pH y tiempo)	BENEFICIOS
Porqué	Para evitar los efluentes de ácidos minerales, orgánicos y sales, ya que la sal usada para evitar el hinchamiento ácido aumenta los valores de cloruros en el vertimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de hasta 90 lb de sal en el efluente, ahorro equivalente a \$3.82
Cómo	<p>Se pueden reducir los niveles de uso de sales en esta etapa entre un 62.5 - 75% mediante la aplicación de nuevos Métodos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Disminución del volumen de baños que puede llegar al 50 o al 60 % del peso de las pieles o cueros en tripa.²⁹ 2) Aumentar la temperatura a 40-42° C El incremento de la temperatura (dentro del rango óptimo) aumentará la fijación del cromo en el colágeno 3) Aumentar los valores de pH de 4 a 4.7 ya que así mayor será la cantidad de cromo fijada en el colágeno. 4) Aumentar el tiempo del curtido 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución en el uso de Acido Fórmico de hasta 6.55lb traducido en un ahorro de \$3.12 • Disminución en el uso de Acido Sulfúrico de hasta 10.71lb que genera un ahorro de \$2.77
Quien	El actual encargado de la operación del Piquelado y curtición debe de ser el encargado de vigilar la temperatura, los valores del pH y que se realice en el lapso de tiempo requerido	
Cuánto	No se necesita inversión alguna, solo un mayor control de los parámetros mencionados.	Ahorro total \$9.71 Ahorro anual promedio \$648.43

²⁹ Guía Ambiental Industria Curtido y Preparado de Cueros.

Recurtido, Engrase y teñido

Medida de PML para las operaciones de Recurtido, Engrase y Teñido		
Qué	Implantar el método de alto agotamiento de químicos, reduciendo el consumo de químicos.	BENEFICIOS
Porqué	Durante ésta operación se requiere de cuatro volúmenes diferentes de agua con cantidades de químicos y grasas, específicos para cada fase; los cuales son utilizados e inmediatamente después vertidos al efluente sin tratamiento alguno, evitando así la afectación de las aguas por efluente con grasas emulsificadas, ácidos orgánicos y anilinas.	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor aprovechamiento de los químicos utilizados lo que se traduce en menor concentración de los licores vertidos al drenaje de la empresa.
Cómo	<p>1) Adquiriendo tanques o recipientes con capacidad de 500lt. Para el almacenaje temporal de los licores reciclables.</p> <p>2) Disponiendo de un tanque graduado para medir en un solo llenado la cantidad requerida de líquido durante cada operación con capacidad mínima de 1000lt, este sistema es similar al mostrado en la figura 4, pero las capacidades de captación han de ser adaptados a los volúmenes mencionados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Una disminución en el consumo de anilinas de hasta 1.16 lb equivalente a un ahorro de \$3.87
Quien	El responsable directo es el encargado de la operación de recurtición quien se encargará de pesar químicos realizar las mezclas y ejecutar los pasos según instrucción del gerente de producción, anotar cambios y sucesos relevantes durante la operación, notificando a éste último, para que éste solucione o estudie cualquier cambio favorable o desfavorable del método y pueda	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta 20.11 lb menos de engrasantes que significa un ahorro de \$17.5

	brindar mejoras.	
Cuánto	1 Tanque de 1100lt.....	\$160.00
	2 Tanques de 750lt.....	\$225.00
	Estructura de metal para soporte de tanques.....	\$470.00
	Bomba para cisterna 3/4 HP.....	\$280.00
	Modificación de tanque intermedio de separación	\$55.00
	Filtro inclinado.....	\$20.00
	Total.....	\$1,210.00
		Ahorro total \$21.37 Ahorro anual promedio \$2,094.89

Salado

Medida de PML para la operación de Salado		
Qué	Recuperación de la sal antes del remojo	BENEFICIOS
Porqué	Para evitar la salinización del efluente y disminuir el uso de sal en la operación mediante el reúso.	<ul style="list-style-type: none"> Se evita la mineralización del efluente debido a la reducción de sal resultante en el remojo.
Cómo	<ul style="list-style-type: none"> Las pieles frescas deben de ser saladas después del predescarnado, al eliminar áreas improductivas se reduce el consumo de sal común, Se recomienda el uso de sal de roca y de grano grueso, para evitar contaminación bacteriana. Sacudir la sal de las pieles, sobre una mesa desaladora como la que se muestra en la imagen 9). 	<ul style="list-style-type: none"> Se puede recolectar hasta 140 lb de sal que equivalen a un ahorro de \$5.95, compuesto que puede ser



Imagen 9 Mesa desaladora en base al diseño de Sampathkumar Viswanathan

	<ul style="list-style-type: none"> Se aconseja que se cree una barrera en bloque de cemento en forma rectangular de 3.5 m de largo por 2.5 m de ancho y una altura de 0.30 m, para que funcione como barrera de contención, mostrada en la figura 6, y que además hará la función de división del área de recepción. Almacenar la sal que se recolecte en los sacos reciclados de los procesos ajenos a la curtición que se realizan en la planta. 	reutilizado en el Piquelado o para volver a salar otras pieles.
Quien	Cuatro operarios deben de sacudir las pieles antes de procesarlas, se hace mediante suaves sacudones, antes de procesarlas, haciéndolo en un lugar limpio para su recuperación, se debe de realizar teniendo mucho cuidado para evitar que éstas se rompan o malogren, la empresa tiene que capacitar al personal que designará para dicha actividad.	
Cuánto	Costo de la mesa desaladora..... \$25.00 Construcción de la barrera de concreto..... \$35.00 Total.....\$60.00	Ahorro total \$5.95 Ahorro anual promedio \$198.67

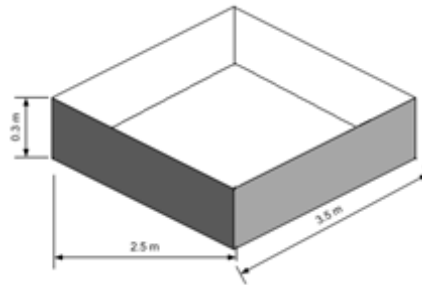


Figura 6 Barrera para el salado

3.2 EVALUACION ECONOMICA DE LAS MEDIDAS DE PML

Tabla 13 Ahorros, inversiones y costos implicados a las medidas de PML

Propuesta de PML	Ahorros anuales con PML	Inversión inicial para implementar PML	Costo anual con PML
Reciclado de baños de remojo y pelambre	\$1,805.11	\$1,621.00	\$2,613.09
Realización de pelambre con recuperación de pelo	\$989.35	\$4.50	\$252.76
Desencalado con dióxido de carbono	\$56.76	\$245.21	\$2,936.97
Control de los parámetros de la curtición	\$648.43	\$0.00	\$1,391.70
Alto agotamiento de químicos	\$2,094.89	\$1,210.00	\$1,427.09
Salado	\$198.67	\$60.00	\$150
TOTALES	\$5,793.21	\$3,140.71	\$5,793.21

Período de recuperación (PR) de la inversión³⁰

Este concepto financiero se define como el número de períodos de tiempo (**PR**) que se requeriría para recuperar la inversión inicial (**IO**), asumiendo que en cada período se recupera un mismo monto de dinero que es igual al valor del flujo de caja (**FC**) estimado para el primer período.

$$PR = IO / FC$$

³⁰ Los términos de PR y RI pueden ser vistos con más detalle de la página 56 a la 58 de la presente tesis

$$FC = [A - C]$$

A = Ahorro bruto estimado para el primer período (que es de un año para este caso), debido sólo a la aplicación de PML

C = Costo estimado para ese mismo período, que se imputa sólo a las operaciones asociadas a la opción de PML.

$$FC = [5,793.21 - 5,793.21] \text{ \$/año}$$

$$FC = [2,978.40] \text{ \$/año}$$

$$PR = 3,140.71 \text{ \$} / 2,978.40 \text{ \$/año}$$

$$PR = 1.05 \text{ año}$$

Teniendo en cuenta que la $PR \leq 3$ años, entonces se puede decir que la inversión es muy atractiva en términos económicos.

Rentabilidad de la inversión (RI)

Este concepto financiero se define como el porcentaje que representa el **FC** del primer período respecto al monto de la inversión; y se expresa en términos de un porcentaje de rentabilidad por período (normalmente anual).

$$RI = [\text{Ahorro neto del primer período} / \text{Inversión inicial}] * 100$$

$$RI = [FC / I_0] * 100$$

$$RI = \left[\frac{2,978.40 \frac{\text{\$}}{\text{año}}}{3,140.71 \text{ \$}} \right] * 100$$

$$RI = 94.83 \% \text{ anual}$$

Como se puede observar la $RI > 33\%$ anual, por lo tanto la inversión es sumamente atractiva en términos económicos.

3.3 TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

En el rubro curtiembres se produce una cantidad considerable de residuos sólidos, que en el caso en estudio son específicamente los residuos generados en los procedimientos de Partido, descarnado y desorillado, Dividido, Rebajado, Desorillado y Enmaletado, para los cuales existe una serie de técnicas o tecnologías para su aprovechamiento, reciclaje y disposición. Estas, se pueden presentar de acuerdo al tipo de residuo sólido generado, ya sea antes o después del curtido, y los provenientes de la planta de tratamiento de riles, es decir, los lodos.

Es necesario aclarar que éste apartado se ha colocado para demostrar que los residuos pueden ser utilizados por otras empresas, y que no es necesario que DIPOL instale equipo para procesarlos ya que implican costos que no se pueden suplir, se pone a disposición además del siguiente contacto con la organización BORSICCA (Bolsa de Residuos Industriales de Centroamérica y El Caribe), www.borsicca.org, la cual ha sido creada con el fin de apoyar el intercambio de residuos a través de un sistema electrónico de comercialización que permita el aprovechamiento o reincorporación de estos, a las diferentes cadenas productivas que se desarrollan en la región.

A continuación se muestran algunas ideas de cómo se pueden reutilizar o reciclar³¹ lo que para la empresa DIPOL es considerado como un desecho:

Residuos sin curtir

Estos pueden ser transformados en productos o utilizados como insumos de otros. A continuación se presenta las principales aplicaciones o usos de estos desechos.

- Aprovechamiento de sal común en industrias externas (cerámica, ladrillo).

³¹ Según la Guía para el control y prevención de la contaminación industrial, comisión nacional del medioambiente región metropolitana de Chile apartado 5.2

- Abono orgánico a través de distintos medios siendo el más recomendado el compostaje. Este procedimiento presenta las siguientes características:
 1. Rápido y eficiente proceso de eliminación de toda toxicidad, dejando el sustrato en condiciones inmediatas de biodegradación.
 2. Completa degradación de los insumos
 3. No genera vectores ni olores
 4. Obtención de una buena rentabilidad como negocio, en función de determinados factores (cantidades, precios, mercado, entre otros).
- Harina proteica y grasas industriales (carnaza en tripa). Esta alternativa, a pesar de presentarse bastante promisorio, sobre todo considerando el producto obtenido, resulta ser más compleja y debe automatizarse con el propósito de disminuir los costos.
- Tripa artificial para industrias de embutidos (trozos de tripa). Se utiliza la parte de recorte del descarte más esponjosa, que corresponde al cuello y falda. Los recortes de descarte se limpian bien de carnazas y se ponen en cal durante varias semanas. Después son lavados, se acidifican con ácidos que tengan efecto liofílico (de crear cristales líquidos), lavándose nuevamente, debiéndose llevar hasta un determinado grado de hinchazón. En este estado pueden ser desintegrados y homogeneizados por un desfibrado mecánico, obteniéndose una masa pastosa que debe manipularse en frío. Esta masa se hace pasar a través de unas toberas, procurando darle vuelta para evitar que adquiera una disposición paralela, sino que entrelazándose, aumentando la resistencia mecánica del tubo formado. Se insufla aire para mantener la forma de tubo del material que sale. Este tubo de colágeno se puede someter a la acción del formaldehído que, por su carácter curtiente, producirá una unión de las fibras mejorando su indeformabilidad. Por último, se somete a un proceso de secado hasta una humedad máxima del 10-15%. Después, se puede plegar en paquetes y almacenar durante un tiempo, debiendo volverse a hidratar cuando se vaya a utilizar.
- Crin artificial para industria tapicera y para la fabricación de cepillos y escobillas (recortes de descarte y trozos de tripa). Por un procedimiento análogo al de la tripa artificial, y con los mismos subproductos, se puede obtener el crin artificial. Una vez

formada la masa amorfa se hará pasar por unas toberas circulares finas por donde saldrá en forma de hilo continuo. El tratamiento de endurecimiento se efectúa con sales de cromo que mejoran su resistencia al agua. El filamento que se obtiene se aplica en tapicería, fabricación de cepillos y escobillas.

- Los recortes de piel suelen recuperarse como materia prima para la fabricación de gelatina; los recortes de piel sin curtir, así como los descarnes, provenientes del descarnado y dividido, no aprovechables para obtener cuero. En el animal, la gelatina no existe como componente, se la obtiene por hidrólisis parcial del colágeno, su precursor insoluble. La conversión del colágeno insoluble a la gelatina soluble constituye la transformación esencial de su elaboración industrial, el proceso puede llevar a diferentes gelatinas dependiendo de las rupturas en las uniones intramoleculares. Tanto la gelatina alimenticia como la no alimenticia llevan, más o menos, el mismo proceso, pero una requiere ciertas condiciones de higiene especiales por su destino posterior que es la alimentación.

- Los posibles usos del pelo bovino son:

Sin hidrólisis: producción de fieltro, macetas para plantas, fertilizantes orgánicos que liberan N y C lentamente, alimentación nutritiva para pollos.

Con hidrólisis termo-química-biológica: fertilizantes orgánicos, generación de biogás, regeneración de queratina y fabricación de nylon.

Residuos curtidos

Estos residuos presentan posibilidades de utilización debido a las propiedades físico-mecánicas, capacidad de absorción y resistencia que poseen. Las principales aplicaciones de estos desechos son las siguientes:

- Placas de cuero para artículos de marroquinería y en plantillas de calzado (rebajaduras y recortes de cuero). La fabricación se desarrolla en cuatro fases: preparación del material fibroso, fijación de ligante, formación de la plancha y acabado.

- Producir energía a través de la incineración de los residuos secos, pudiéndose recuperar el óxido de cromo de las cenizas. La composición de los residuos secos de cuero tiene un elevado porcentaje de Carbono (45%), lo que permite pensar en su utilización para producir energía calorífica por incineración. Las cenizas producidas son del orden del 6% de las que entre 2 y 5% pertenecen al óxido de cromo y el resto a sales minerales. La potencia calorífica es de unas 18,83 (J/g). Además, el óxido de cromo que queda en las cenizas podría ser útil, por lo tanto, podría intentarse su recuperación.

La empresa en cuestión actualmente ha enviado muestras de viruta de cuero a la empresa Holcim de El Salvador (conocida generalmente como cementera CESSA) para que hagan pruebas de combustión y puedan utilizarlo para el calentamiento de sus hornos, ya que como se menciona estos residuos curtidos poseen las características necesarias que hacen posible la producción de energía calorífica por incineración.

- Adición a pastas cerámicas (recortes de piel curtida). Esta opción proviene de un estudio experimental que emplea recortes de piel curtida al cromo con o sin acabado. La adición se ha llevado a cabo sobre cerámicas de construcción: pavimentos gresificados y ladrillos.
- Contactar y coordinar una convención de artesanos que puedan aprovechar estos residuos de cuero para sus creaciones. En el país existe la Asociación Alternativa la cual está orientada a la oferta de servicios técnicos para el sector artesanal, buscando realizar alianzas o crear redes de apoyo con donantes internacionales, ONGs locales e instituciones gubernamentales para la implementación de programas y servicios orientados a los artesanos, principalmente los medianos y pequeños, ellos serían un buen contacto para implementar esta medida, para contactos se dispone del siguiente correo electrónico info@alternativa.com.sv y su página web es la siguiente <http://www.alternativa.com.sv>.
- La empresa promueve su propia marca, por lo que se recomienda utilizar el material del desorillo para estampar su marca en llaveros de cuero (inclusive podrían estampar marcas de otras empresas previo contrato) y proveérselo a sus clientes.

Lodos de la planta de tratamiento.

Este residuo presenta las siguientes alternativas de tratamiento o aplicación:

- Abono orgánico, si el contenido de cromo lo permite. El principio básico de utilización de los lodos en suelos agrícolas es el de "Land Farming", considerando el suelo como un reactor donde tiene lugar una biodegradación y la inmovilización de los constituyentes del lodo. El efecto es doble, corrección del suelo y provisión de sustancias nutritivas para las plantas.
- Incineración, la cual posee un balance energético positivo y además, presenta la posibilidad de recuperar el cromo de las cenizas. Hay que considerar que los humos generados producen contaminación ambiental si no son purificados.
- Utilizarse para producir pastas cerámicas. Al igual que para los residuos curtidos, pueden mezclarse con pastas cerámicas con buenos resultados. Sin embargo, presenta el problema de generación de gases en la fase de cocción.
- Producción de biogás. Este proceso está condicionado, desde un punto de vista económico, al adecuado aprovechamiento del biogás.
- Disposición en vertedero. Esta opción debe considerar las limitaciones en relación al nivel de humedad y toxicidad de los lodos.

3.4 NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL E HIGIENE PARA DISMINUIR LOS RIESGOS A LOS TRABAJADORES EN TODO EL PROCESO

Algunas normas básicas de seguridad industrial e higiene que el personal de una curtiembre debe observar:

- 1) El orden y la limpieza dan seguridad al trabajo. Colaborar en conseguirlos.
- 2) Corregir o dar aviso de las condiciones peligrosas e inseguras.
- 3) No usar máquinas o vehículos sin estar autorizado para ello e implantar medidas de mantenimiento para cada una.
- 4) Usar las herramientas apropiadas y cuidar su conservación. Al terminar el trabajo dejarlas en el sitio adecuado.
- 5) Utilizar en cada labor las prendas de protección establecidas. Mantenerlas en buen estado.
- 6) No quitar sin autorización ninguna protección de seguridad o señal de peligro. Pensar siempre en el bienestar de los demás.
- 7) Todas las heridas requieren atención. Acudir al servicio médico o al botiquín.
- 8) No improvisar, seguir las instrucciones y cumplir las normas.
- 9) Prestar atención al trabajo que se está realizando.
- 10) Señalizar rutas de evacuación.
- 11) Instalar extintores en sitios visibles.
- 12) Señalizar zonas de alto riesgo (voltaje, ruido, temperatura, presión).
- 13) No consumir alimentos, bebidas alcohólicas, ni fumar dentro de la empresa.
- 14) No hacer bromas en el trabajo.

a) Sobre el orden y la limpieza:

- 1) Mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo.
- 2) No dejar materiales alrededor de los equipos. Colocarlos en lugar seguro y donde no estorben el paso.
- 3) Recoger cualquier objeto que pueda causar un accidente.
- 4) Guardar ordenadamente los materiales, herramientas y equipos. No dejarlos en lugares inseguros.
- 5) No obstruir los pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.
- 6) Clasificar y almacenar debidamente los residuos sólidos, según el lugar destinado para ello.

b) Sobre riesgos químicos

- 1) Si se trabaja con químicos en estado líquido, utilizar el equipo adecuado, varias partes del cuerpo pueden ser afectadas.
- 2) Los ácidos y otras sustancias químicas deben ser manipulados en lugares secos y limpios, evitando el contacto directo con la piel.
- 3) Al mezclar ácido con agua, colocar el ácido sobre agua, nunca al revés; podría provocar una reacción sumamente peligrosa.
- 4) No remover ácidos con objetos metálicos; puede provocar salpicaduras hacia el cuerpo.
- 5) Si se salpica ácido a los ojos o a cualquier otra parte del cuerpo, lavarse inmediatamente con abundante agua fría y acudir siempre al servicio médico.
- 6) Si se manipulan sustancias corrosivas tomar precauciones para evitar su derrame; si este se produce, actuar con rapidez según las normas de seguridad propias del producto.

7) Si se trabaja con sustancias químicas extremar la limpieza personal, particularmente antes de las comidas y al abandonar el trabajo.

Los riesgos para el organismo pueden llegar por distintas vías: respiratoria, oral, por contacto, etc. Todas ellas requieren atención.

c) Sobre emergencias

1) Conocer el plan de emergencia y las instrucciones de la empresa al respecto. En caso de no tener plan de emergencia, elaborar uno.

2) Seguir las instrucciones que se indiquen o de quien tenga la responsabilidad en esos momentos.

3) No correr ni empujar a los demás; si está en un lugar cerrado, buscar la salida más cercana sin atropellamientos.

4) Usar las salidas de emergencia, nunca ascensores o montacargas.

5) Prestar atención a la señalización, ayudará a localizar las salidas de emergencia.

d) En casos de accidente

1) Mantener la calma y actuar con rapidez. La tranquilidad dará confianza al lesionado y los demás.

2) Pensar antes de actuar. Asegurarse de que no hay más peligros.

3) Asegurarse de quién necesita más ayuda y atender al herido o heridos con cuidado y precaución.

4) Solo hacer lo indispensable; recordar no reemplazar al médico.

5) No dar jamás de beber a una persona desmayada; puede ahogarse con el líquido.

6) Avisar inmediatamente por los medios posibles al médico o al servicio de socorro.

e) Equipos de protección individual o personal (epp)

- 1) Utilizar el equipo de seguridad que la empresa entrega como dotación.
- 2) Mantener el equipo de seguridad en perfecto estado de conservación y cuando esté deteriorado pedir que sea cambiado por otro.
- 3) Llevar bien puesta la ropa de trabajo; es peligroso llevar partes desgarradas, sueltas o que cuelguen.
- 4) En trabajos con riesgos de lesiones en la cabeza, utilizar el casco.
- 5) Si se ejecuta o presencia trabajos con salpicaduras, deslumbramientos, etcétera utilizar gafas de seguridad.
- 6) Si hay riesgos de lesiones para los pies, usar calzado de seguridad.
- 7) Cuando se trabaja en alturas, colocarse el cinturón de seguridad.
- 8) Proteger vías respiratorias y oídos.

En una curtiembre se deben utilizar los siguientes elementos de protección personal:




- Botas de trabajo reforzadas y botas de agua.
- Faja.
- Gafas ajustables.
- Guantes de nitrilo.
- Mascarillas de protección respiratoria o máscara integral con variedad de filtros según su uso.
- Petos de trabajo impermeables
- Ropa de trabajo
- Tapones de protección auditiva




f) Símbolos de peligro

Los símbolos de peligro deben incluirse dentro de las etiquetas como marcas indicativas de los riesgos de cada tipo de materia que se transporta o almacena y estas a su vez deben ser colocadas sobre las mercancías o sobre los bultos o envases que las contienen.

A continuación se presentan los símbolos de peligro más comunes, su descripción y ejemplos de materiales presentes en las curtiembres.

Tabla 14 símbolos de peligro presentes en curtiembres

<p>E Explosivo</p> 	<p>Clasificación: Sustancias y preparaciones que reaccionan exotérmicamente también sin oxígeno y que detonan según condiciones de ensayo fijadas, pueden explotar al calentar bajo inclusión parcial.</p> <p>Precaución: Evitar el choque, Percusión, Fricción, formación de chispas, fuego y acción del calor.</p>
<p>F o F+ Fácilmente inflamable</p> 	<p>Clasificación: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 21°C. Sustancias sólidas y preparaciones que por acción breve de una fuente de inflamación pueden inflamarse fácilmente y luego continuar quemándose ó permanecer incandescentes.</p> <p>Precaución: Mantenerse lejos de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor.</p>
<p>C Corrosivo</p> 	<p>Clasificación: Destrucción del tejido cutáneo en todo su espesor en el caso de piel sana, intacta.</p> <p>Precaución: Mediante medidas protectoras especiales evitar el contacto con los ojos, piel e indumentaria. NO inhalar los vapores. En caso de accidente o malestar consultar inmediatamente al médico.</p> <p>Ejemplo: Sulfuro de sodio y ácido fórmico</p>

<p>T o T+ Tóxico</p> 	<p>Clasificación: La inhalación y la ingestión o absorción cutánea en pequeña cantidad, pueden conducir a daños para la salud de magnitud considerable, eventualmente con consecuencias mortales.</p> <p>Precaución: evitar cualquier contacto con el cuerpo humano. En caso de malestar consultar inmediatamente al médico. En caso de manipulación de estas sustancias deben establecerse procedimientos especiales.</p>
<p>O Comburente</p> 	<p>Clasificación: (Peróxidos orgánicos). Sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, producen reacción fuertemente exotérmica.</p> <p>Precaución: Evitar todo contacto con sustancias combustibles.</p> <p>Peligro de inflamación: Pueden favorecer los incendios comenzados y dificultar su extinción.</p>
<p>Xn Nocivo Xi Irritante</p> 	<p>Clasificación: La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea pueden provocar daños para la salud agudos o crónicos. Peligros para la reproducción, peligro de sensibilización por inhalación.</p> <p>Precaución: evitar el contacto con el cuerpo humano. No inhalar vapores.</p> <p>Ejemplo: Sulfato de cromo (III)</p>

CONCLUSIONES

- Las medidas de PML para el ahorro de agua y químicos en el remojo y pelambre son el reciclaje de los dos últimos baños residuales del Remojo y el reciclaje de las aguas residuales del baño del Pelambre mediante un tanque recolector, esta opción mediante una inversión de \$1,321.00 procura un ahorro de 5,700lt de agua para el remojo y 17,100 lt para el pelambre, en cuanto a químicos la disminución es de 67.5lb de químicos para el remojo y 10.5 bolsas de Cal, 217.5lb de Sulfuro; estas disminuciones redundan en un beneficio económico equivalente a un ahorro total \$131.15 igual a un ahorro anual promedio \$1,805.11.
- La medida de PML para la operación de Pelambre es Realización del pelambre con recuperación de pelo, mediante la realización de la filtración continua y la inmunización del pelo con Sulfuro y Cal; en el cual con la inversión de \$4.5, se puede lograr reducir los olores debido a una reducción en el consumo de sulfuro, reducción de hasta 25lb de Sulfuro, reducción de 75lb de cal y reducción en 2,220.8lt de agua, todas estas disminuciones dan un ahorro total de ahorro total \$29.63 equivalente a un ahorro anual promedio \$989.35.
- La propuesta del desencalado con dióxido de carbono no es atractiva en términos económicos ya que aumentaría el costo en \$13.09, pero sí lo es en términos ambientales
- La medida de PML para la operación de Piquelado y Curtido es el Control de los parámetros de la curtición (Concentración del baño, temperatura, pH y tiempo), el cual sin inversión alguna se puede obtener una disminución de hasta 90 lb de sal en el efluente, disminución en el uso de Acido Fórmico de hasta 6.55lb, disminución en el uso de Acido Sulfúrico de hasta 10.71lb, estas disminuciones generan un ahorro total \$9.71 equivalente a un ahorro anual promedio de \$648.43.
- La medida de PML para las operaciones de Recurtido, Engrase y Teñido es la implantación del método de alto agotamiento de químicos, en el cual mediante una inversión de \$1010.00 se pueden lograr una disminución en el consumo de anilinas de

hasta 1.16 lb y hasta 20.11 lb menos de engrasantes, dando un ahorro total \$31.37 y un ahorro anual promedio de \$2094.89.

- La medida de PML para la operación de Salado es la recuperación de la sal antes del remojo, en donde si se invierte \$60.00 se pueden lograr recolectar hasta 140 lb de sal, generando un ahorro total \$5.95 o un ahorro anual promedio \$198.67.
- Las medidas de PML son muy atractivas en términos económicos ya que según el análisis realizado el período de recuperación es $PR = 1.05$ año el cual es menor al parámetro de 3 años y la rentabilidad de la inversión es de $RI = 94.83$ % anual, resultado mayor al 33% anual.
- Para disminuir los impactos negativos de los procedimientos de Partido, descarnado y desorillado, Dividido, Rebajado, Desorillado y Enmaletado se propone en primer lugar contactar a la organización BORSICCA (Bolsa de Residuos Industriales de Centroamérica y El Caribe), mediante la cual se pueden vender los residuos de estas etapas, los cuales pueden ser aprovechados por otras empresas. Los residuos sin curtir pueden ser utilizados para realizar: abono orgánico, harina proteica y grasas industriales, tripa artificial para industrias de embutidos, crin artificial para industria tapicera y para la fabricación de cepillos, fabricación de gelatina. Para residuos curtidos: Placas de cuero para artículos, producir energía a través de la incineración, adición a pastas cerámicas y venta de estos residuos curtidos a asociación de artesanos. Los lodos de las pilas de sedimentación pueden utilizarse como: Abono orgánico, producir pastas cerámicas y producción de biogás.
- En cuanto a disminuir o eliminar los riesgos a los que se encuentran sometidos los trabajadores se propone una serie de normas de seguridad e higiene, que se resumen así: las concernientes al orden y limpieza, sobre los riesgos químicos, sobre las emergencias, lo que debe de hacerse en casos de accidentes, el equipo de protección individual que debe de utilizarse y finalizando con los símbolos de peligro que deben de estar presentes en la instalación de la empresa dependiendo el riesgo que represente algún químico o actividad.

A continuación la tabla 14 muestra en resumen la situación actual de la empresa, lo que pide la PML que se realice y los resultados que se podrían obtener al aplicar la estrategia.

Tabla 15: Resumen de consumo, costo y desechos actuales vrs. PML y los ahorros obtenidos mediante las medidas de PML

Procedimiento	Propuesta PML	Consumo, Costos y/o Desechos Actuales	Consumo, Costos y/o Desechos con PML	Mejoras ahorros por partida
Remojo	Reciclaje de los dos últimos baños residuales del remojo.	5,700LT de agua = \$4.71 (en 5 remojos)	0 lt = \$0 (en siguientes 4 remojos)	5,700LT = \$4.71
		67.5 lb de químicos = \$29.45	29.75 lb de químicos = \$14.45	33.75LB de químicos = \$15.00
Pelambre	Reciclaje de las aguas residuales del baño del pelambre	17,100LT de agua = \$14.10 (en 5 pelambres)	0 lt = \$0 (en siguientes 4 remojos)	17,100LT de agua = \$14.10
		17.5 bolsas de cal = \$28.80	7 bolsas de cal = \$11.50	10.5 bolsas de cal \$17.3
		362.5 lb de sulfuro = \$140.1	145 lb de sulfuro = \$60.06	Sulfuro de 217.5LB = \$80.04
	Realización del pelambre con recuperación de pelo	72.5 lb de sulfuro = \$28.02	47.5 lb de sulfuro = \$2.94	25LB de sulfuro = \$25.08
		150 lb de cal = \$5.76	75 lb de cal = \$2.95	75LB de cal = \$2.95
		4,560 lt de agua = \$3.29	2,339.2 lt de agua = \$1.68	2,220.8LT de agua = \$1.60
Desencalado	Desencalado con dióxido de carbono	2,272 lt de agua = \$1.64	1,094.94 lt de agua = \$0.79	1,177.06LT de agua = \$0.85
		59.5 lb de sulfato = \$6.52	Uso del dióxido de carbono = \$21.60	Diferencia negativa de \$13.09
		8.9 lb de ácido clorhídrico = \$1.99		
Piquelado y Curtido	Control de los parámetros de la curtición (concentración del baño, temperatura, ph y tiempo)	238.1 lb de sal = \$10.12	148.1 lb de sal = \$6.30	90 lb de sal = \$3.82
		21.4 lb ácido fórmico = \$11.50	14.85 lb ácido fórmico = \$8.38	6.55LB ácido fórmico = \$3.12

		35.5 lb acido sulfúrico = \$8.93	24.8 lb acido sulfúrico = \$6.16	10.71LB acido sulfúrico = \$2.77
Recurtido, Engrase y Teñido	Alto agotamiento de químicos	1.5 lb anilinas = \$5.00	0.34 lb anilinas = \$1.13	1.16 lb anilinas = \$3.87
		128.8 lb de engrasantes = \$111.44	108.69LB de engrasantes= \$93.94	20.11 lb engrasantes = \$17.5
Salado	Recuperación de la sal antes del remojo	140 lb de sal = \$5.95	0 lb de sal = \$0.00	140 lb de sal = \$5.95

RECOMENDACIONES

- Aunque no se implementen todas las medidas, se sugiere que si DIPOL desea implementar algunas de las medidas propuestas, se siga el orden de prioridad ya establecido.
- Respecto a la estructura propuesta para el reciclado de los baños de las distintas operaciones, se recomienda que para su aplicación se recurra a personas especializadas que realicen un diseño, en el cual se especifiquen materiales específicos y medidas, según requerimientos.
- Contactar las empresas que se han mostrado: OXGASA, para el suministro del Dióxido de Carbono para la operación de desencalado; BORSICA, para que ellos les pongan en contacto con posibles compradores para sus residuos o desechos; la empresa Holcim para que ésta aproveche en sus hornos la energía calórica producida por la combustión de los desechos curtidos; Asociación Alternativa para llegar a un acuerdo de cómo se podrían aprovechar los residuos curtidos generados y que dicho pacto se traduzca en un ganar- ganar entre los artesanos y la empresa.
- Los operarios deben de acatar las instrucciones dadas, concernientes a las normas de seguridad e higiene industrial, para ello ha de concientizarse y hacerseles ver que el simple hecho de no utilizar el equipo de manera adecuada les repercute en enfermedades y molestias que pueden agravarse debido a la gran cantidad de químicos que se manejan dentro de la empresa y los residuos a los que ellos tienen contacto.
- Se recomienda implementar un plan de higiene y seguridad industrial, que complemente las medidas propuestas, en cuanto a dicho tema.

BIBLIOGRAFIA

Investigaciones previas:

- José Alberto Fabián. (mayo de 2004). Evaluación Inicial Sectorial para un Acuerdo Voluntario de Producción Más Limpia. Sector tenerías.
- Diego Castro, Nelson Paz, Erick Quintanilla. (abril de 2007). Aplicación de las Técnicas de Producción más Limpia para Disminuir el Impacto Ambiental Generado por la Industria del Cuero en la Ciudad de Santa Ana”

Páginas web:

- Luis Enrique Ribero. (2008). Guía Práctica Para La Presentación De Documentos Escritos Según Normas APA. Recuperado el 8 de noviembre de 2009 de www.eam.edu.co/new7/CURSILLO_NORMAS_APA.pptx
- Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (2003, febrero). Guía Técnica de Producción Más Limpia para Curtiembres. Recuperado el 15 de marzo de 2010 de <http://www.cpts.org/prodlimp/guias/curtiembres.htm>
- CUERO-NET. Recuperado el 10 de marzo de 2010 de <http://www.cueronet.com/curtiembres/index.htm>.
- Ministerio de Medio Ambiente de España (2003). Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España Sector Curtidos. Recuperado el 20 de septiembre de 2010 de <http://www.prtr-es.es>.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente - Región Metropolitana (1999, junio). Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial. Recuperado el 30 de septiembre de 2010 de <http://www.sofofa.cl/ambiente/documentos/curtiembre.pdf>.

- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (2006, enero). Guía Ambiental Industria Curtido y Preparado de Cueros. Recuperado el 30 de septiembre de 2010 de http://slbn.files.wordpress.com/2009/02/guia_ambiental_industria_curtido_y_preparado_de_cueros.pdf.
- Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales (2004, febrero). Manual Ambiental Sectorial. Recuperado el 15 de octubre de 2010 de [http://www. Tecnologíaslimpias.org/Curtiembre /Manual.pdf](http://www.Tecnologíaslimpias.org/Curtiembre/Manual.pdf).
- Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (2008, junio). Manual Buenas Prácticas Ambientales en Tenerías. Recuperado el 15 de octubre de 2010 de <http://www.mific.gob.ni>.
- Msc. Arturo Rodriguez Abitia (2006, marzo). Manual de Tecnologías Limpias en PyMEs del Sector Curtiembres. Recuperado el 28 de febrero de 2011 de www.concytec.gob.pe/proy-oea/2manual.doc.

Libros:

- Baca Urbina, Gabriel. (2001-2006). Evaluación de Proyectos. McGraw– Hill Interamericana.
- Centro de Eficiencia Tecnológica, Perú (2005). Guía de Producción más Limpia
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Manual de Buenas Prácticas Ambientales para la Curtiembre en Centroamérica (2006)

Leyes y reglamentos:

- El Salvador, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Decreto No. 955, Código de Salud. San Salvador 11 de mayo de 1988.
- El Salvador, Ministerio de Trabajo y Previsión Social. Decreto No. 241, Código de Trabajo. San Salvador 30 de junio de 1972.

- El Salvador, Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Norma NSO 13.11.02:01 “Emisiones Atmosféricas, Fuentes Fijas”.
- El Salvador, Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Norma NSO 13.49.01:06 “Agua. Aguas residuales Descargadas un cuerpo receptor”.
- El Salvador. Decreto No. 50, Reglamento sobre la Calidad del Agua el Control de Vertidos y las Zonas de Protección. San Salvador 16 de octubre de 1987.
- El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Decreto No. 39, Reglamento Especial de Aguas Residuales. San Salvador 30 de mayo de 2000.
- El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Decreto No. 40 Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental. San Salvador 30 de mayo de 2000.
- El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Decreto No. 41 Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos. San Salvador 30 de mayo de 2000.
- El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Decreto No. 42 Reglamento Especial Sobre el Manejo Integral de los Desechos Sólidos. San Salvador 30 de mayo de 2000.
- El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Decreto No. 17 Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente. San Salvador 21 de marzo de 2000.
- El Salvador, Ministerio de Trabajo y Previsión Social. Decreto No. 7 Reglamento General Sobre Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo. San Salvador 2 de febrero de 1971.

ANEXOS

ANEXO A

LEY DEL CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Título II: estructura administrativa del consejo

Capítulo IV: departamento de normalización, metrología y certificación de la calidad

Normas salvadoreñas obligatorias

Art. 30.- Las normas obligatorias se identificarán con las iniciales NSO "Norma Salvadoreña Obligatoria", seguida del número que le corresponda y de las dos últimas cifras del año de su aprobación.

Serán Normas Obligatorias

- a) Las que rigen el Sistema Internacional de Unidades (SI);
- b) Las que se refieren a materiales, procedimientos, productos y servicios que puedan afectar la vida, la seguridad y la integridad de las personas, de otros organismos vivos y las relacionadas con la Protección del medio ambiente;
- c) Las que se establezcan por considerar el Ejecutivo, a propuesta del Consejo, que convienen a la economía o son de interés público.

Control de calidad dentro de las empresas

Art. 81.- Para los efectos de cumplimiento de las normas técnicas, cada empresa establecerá su propio sistema de control de calidad, de tal manera que pueda garantizar que sus productos estén acordes a las especificaciones de las normas respectivas.

ANEXO B

NORMA SALVADOREÑA: EMISIONES ATMOSFÉRICAS FUENTES FIJAS.

7.1 Fuentes fijas de contaminación atmosférica.

En las tablas siguientes se especifican los límites máximos permisibles para las emisiones de diversas fuentes fijas.

7.1.1 Refinación de petróleo

7.1.1.1 Operación de hornos y calderas

Tabla B1 Límites máximos permisibles en hornos y calderas

CONTAMINANTE	SIMB	UNIDAD	ACTIVIDADES			
			En funcionamiento		Nuevas	
			Fuel Oil	Gas de Refinería	Fuel Oil	Gas de Refinería
Oxidos de Nitrógeno	NOx	mg/Nm ³	1 000	1 000	460	460
Partículas totales suspendidas	PTS	mg/Nm	350	350	50	50
Dióxido de carbono	CO ₂	%	Reportar			
Monóxido de carbono	CO	mg/Nm ³	Reportar			
Dióxido de Azufre	SO ₂	mg/Nm ³	3 800	4 800	500	500

Nota 1. Referencia: 10% O₂ base seca

ANEXO C
LEY DEL MEDIO AMBIENTE

Parte I: disposiciones generales

Título III: instrumentos de la política del medio ambiente

Capítulo IV: sistema de evaluación ambiental

Actividades, obras o proyectos que requerirán de un estudio de impacto ambiental

- d) Sistemas de tratamiento, confinamiento y eliminación, instalaciones de almacenamiento y disposición final de residuos sólidos y desechos peligrosos;
- i) Obras para explotación industrial o con fines comerciales y regulación física de recursos hídricos;
- o) Cualquier otra que pueda tener impactos considerables o irreversibles en el ambiente, la salud y el bienestar humano o los ecosistemas.

Título V: prevención y control de la contaminación

Capítulo I: disposiciones especiales

Deberes de las personas e instituciones del estado

Art. 42.- Toda persona natural o jurídica, el Estado y sus entes descentralizados están obligados, a evitar las acciones deteriorantes del medio ambiente, a prevenir, controlar, Vigilar y denunciar ante las autoridades competentes la contaminación que pueda perjudicar la salud, la calidad de vida de la población y los ecosistemas, especialmente

las actividades que provoquen contaminación de la atmósfera, el agua, el suelo y el medio costero marino.

Capítulo III: prevención y control de la contaminación

Protección de la atmósfera

Art. 47.- La protección de la atmósfera se regirá por los siguientes criterios básicos:

b) Prevenir, disminuir o eliminar gradualmente las emisiones contaminantes en la atmósfera en beneficio de la salud y el bienestar humano y del ambiente; y

Criterios de supervisión

b) Procurar que los habitantes, utilicen prácticas correctas en el uso y disposición del recurso hídrico.

c) Asegurar que la calidad del agua se mantenga dentro de los niveles establecidos en las normas técnicas de calidad ambiental;

d) Garantizar que todos los vertidos de sustancias contaminantes, sean tratados previamente por parte de quien los ocasionare; y

e) Vigilar que en toda actividad de reutilización de aguas residuales, se cuente con el Permiso Ambiental correspondiente, de acuerdo a lo establecido en esta ley.

Protección del suelo

Art. 50.- La prevención y control de la contaminación del suelo, se regirá por los siguientes criterios:

b) Los habitantes deberán utilizar prácticas correctas en la generación, reutilización, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos domésticos, industriales y agrícolas;

Capítulo IV: contingencias, emergencias y desastres ambientales

Obligación de elaborar planes de prevención y contingencia ambiental

Art. 55.- El Ministerio, en coordinación con el Comité de Emergencia Nacional, elaborará el Plan Nacional de Prevención y Contingencia Ambiental, siendo éste último el que lo ejecutará. El Plan pondrá énfasis en las áreas frágiles o de alto riesgo, de acuerdo a un Mapa Nacional de Riesgo Ambiental que será elaborado por el Ministerio con el apoyo de las instituciones especializadas. Las instituciones, públicas o privadas que realizan procesos peligrosos o manejan sustancias o desechos peligrosos, o se encuentran en zonas de alto riesgo, que ya estén definidas en el Mapa establecido en el inciso anterior, están obligadas a incorporar el Plan Nacional de Prevención y Contingencia Ambiental en planes institucionales de prevención y contingencia en sus áreas y sectores específicos de acción y desempeño. Cuando se trate de instituciones privadas deberán de rendir fianza que garantice el establecimiento de su Plan Institucional de prevención y Contingencia incurriendo en responsabilidad administrativa quien tenga la obligación y no elabore dicho plan. Para la obtención del correspondiente permiso ambiental las empresas interesadas deberán establecer su plan institucional de prevención y contingencia.

Capítulo V: riesgos ambientales y materiales peligrosos

Riesgos ambientales y materiales peligrosos

Art. 56.- El Ministerio calificará las actividades de riesgo ambiental de acuerdo a esta ley y sus disposiciones reglamentarias.

Introducción, tránsito, distribución y almacenamiento de sustancias peligrosas

Art. 57.- La introducción, tránsito, distribución y almacenamiento de sustancias peligrosas será autorizada por el Ministerio, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Ministerio de Economía y el Consejo Superior de Salud Pública; un reglamento especial regulará el procedimiento para esta materia.

Parte III: responsabilidad administrativa, civil y penal

Título XI: medidas preventivas y sanciones accesorias

Capítulo único

Medidas preventivas

Art. 83.- El Ministerio podrá adoptar en cualquier momento, mediante acuerdo motivado las medidas de carácter provisional que resulten necesarias para asegurar la eficacia de la resolución que pudiese recaer, evitar el mantenimiento de los efectos de la infracción y los previsibles daños al medio ambiente y los ecosistemas.

Las medidas preventivas deben ajustarse a la intensidad, proporcionalidad y necesidades de los objetivos que se pretenden garantizar en cada supuesto concreto. Las medidas preventivas podrán sustituirse por fianza que garantice la restauración del real o potencial daño que se cause. El Ministerio, condenará al infractor al momento de pronunciarse la resolución definitiva, a la reparación de los daños causados al medio ambiente y si el daño ocasionado fuere irreversible se condenará a las indemnizaciones a que hubiere lugar por la pérdida o destrucción de los recursos naturales o deterioro del medio ambiente, así como a las medidas compensatorias indispensables para restaurar los ecosistemas dañados.

Título XII: infracciones, sanciones, delitos y responsabilidad ambiental

Capítulo I: responsabilidad administrativa y civil

Responsabilidad por contaminación y daños al ambiente

Art. 85.- Quien por acción u omisión, realice emisiones, vertimientos, disposición o descarga de sustancias o desechos que puedan afectar la salud humana, ponga en riesgo o causare un daño al medio ambiente, o afectare los procesos ecológicos esenciales o la calidad de vida de la población, será responsable del hecho cometido o la omisión, y estará obligado a restaurar el medio ambiente o ecosistema afectado. En caso de ser imposible esta restauración, indemnizará al Estado y a los particulares por los daños y perjuicios causados.

Capítulo II: infracciones ambientales

Infracciones ambientales

- h) Violar las normas técnicas de calidad ambiental y de aprovechamiento racional y sostenible del recurso;
- j) Emitir contaminantes que violen los niveles permisibles establecidos reglamentariamente;
- k) Omitir dar aviso oportuno a la autoridad competente, sobre derrame de sustancias, productos, residuos o desechos peligrosos, o contaminantes, que pongan en peligro la vida e integridad humana; y

Sección II: acción y responsabilidad civil

Responsabilidad civil

Art. 100.- El Estado, entes descentralizados y toda persona natural o jurídica que por acción u omisión deteriore el medio ambiente, está obligado a reparar los daños y perjuicios ocasionados. Cuando sea posible, deberá restaurar los ecosistemas dañados o realizar acciones compensatorias en los casos que el daño sea irreversible. Cuando se tratare de una sociedad u otra persona jurídica colectiva, los actos de sus administradores, trabajadores y empresas con quienes tengan relaciones contractuales, se presume legalmente que actúan por su orden y mandato; en consecuencia, responden solidariamente por los daños ambientales causados. Los contratistas y subcontratistas también responden solidariamente. Tratándose de actos de funcionarios y empleados públicos responderán éstos directa y principalmente; y, el Estado en forma subsidiaria.

Título XIV: disposiciones transitorias y finales

Capítulo único

Suspensión para operar

Art. 110.- Las actividades, obras o proyectos que se encuentren operando y que no cumplan con lo establecido en los Art. 107, 108 y 109, serán suspendidas hasta que cumplan con las exigencias legales establecidas.

Diagnósticos ambientales (nota decreto n° 566)*

Art. 107.- Los titulares de actividades, obras o proyectos públicos o privados, que se encuentren funcionando al entrar en vigencia la presente ley, que conforme al Art. 20 de la misma deban someterse a evaluación de impacto ambiental, están obligados a elaborar un diagnóstico ambiental en un plazo máximo de dos años y presentarlo al Ministerio

para su aprobación. El Ministerio podrá establecer plazos menores hasta por un año en los casos de actividades, obras o proyectos en operación que generen productos peligrosos o usen procesos peligrosos o generen emisiones altamente contaminantes. (* NOTA DECRETO N° 566) Al diagnóstico deberá acompañarse su correspondiente programa de adecuación ambiental como requisito para el otorgamiento del permiso respectivo; deberá contener los tipos y niveles de contaminación e impactos ambientales de la actividad, obra o proyecto en ejecución. El contenido, alcance y los procedimientos para su elaboración serán establecidos en el reglamento de la presente ley.

Programas de adecuación ambiental

Art. 108.- El Programa de Adecuación Ambiental, deberá contener todas las medidas para reducir los niveles de contaminación para atenuar o compensar, según sea el caso, los impactos negativos en el ambiente. Para la ejecución del Programa de Adecuación Ambiental, el titular de una actividad, obra o proyecto, contará con un plazo máximo de tres años. (* NOTA DECRETO N° 566)

El plazo anterior podrá reducirse, en el caso de actividades, obras o proyectos en operación que elaboren productos peligrosos o usen procesos o generen emisiones altamente contaminantes.

Planes de aplicación voluntaria

Art. 109.- Cuando por la complejidad y las dimensiones de la actividad, obra o proyecto, que deba someterse a un Diagnóstico Ambiental y su correspondiente Programa de Adecuación Ambiental, y a solicitud del propietario, éste podrá acogerse a un Plan de Aplicación Voluntaria, que implicará la realización de una Auditoría Ambiental con cuyos resultados el propietario elaborará con la dirección del Ministerio el correspondiente Plan de Adecuación Ambiental. El plazo de aplicación de dicho plan no podrá ser mayor de dos años.

ANEXO D

REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD

AMBIENTAL

Capítulo II: ámbito de aplicación

Límites de vertidos y emisiones

Art. 6.- A efecto de establecer las acciones de prevención, atenuación o compensación a que se refiere el Art. 20 de la Ley del Medio Ambiente, el titular de cualquier actividad, obra o proyecto de las establecidas en el Art. 21 de la misma, deberá incorporar al Estudio de Impacto Ambiental respectivo, lo siguiente:

1. Determinación de las características físico químicas y biológicas del ecosistema y del medio receptor, en el área de influencia de la actividad, obra o proyecto, según lo establecido en los lineamientos técnicos y específicos dictados por el Ministerio para los estudios correspondientes;
2. Determinación del tipo, calidad y cantidad de los vertidos o emisiones de la actividad, obra o proyecto y la evaluación técnica de los mismos. Se deberá considerar la minimización de la generación de los vertidos o emisiones con el propósito de prevenir la contaminación en los diferentes medios, y
3. Determinación de los impactos ocasionados por el vertido o emisión en el ecosistema y el medio receptor en el área de influencia de la actividad.

Determinación del vertido

Art. 8.- En la autorización de vertidos o emisiones por medio del Permiso Ambiental, cuando las condiciones del medio receptor o ecosistema, sobrepasen los límites

establecidos en las normas técnicas de calidad ambiental, deberá considerar límites más estrictos y acciones que promuevan su recuperación.

Capítulo III: calidad del aire

Sección I: emisiones por fuentes fijas o estacionarias

Fuentes Fijas

Art. 10.- En base al Art. 47 letra a) de la Ley del Medio Ambiente, los titulares de las fuentes fijas o estacionarias de emisiones deberán instalar sistemas de control y reducción de emisiones, sin perjuicio del empleo de medidas de minimización de la generación de emisiones. Queda prohibido el empleo de técnicas de dilución o dispersión como método primario o único de control para reducir la concentración de los contaminantes.

Sección V: Control de Olores Contaminantes

Olores Contaminantes

Art.18.- Las normas técnicas de calidad ambiental en lo referente a olores contaminantes, que se establezcan según lo dispuesto en este Reglamento, oyendo la opinión del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, determinarán los límites de concentración permisibles de las sustancias orgánicas volátiles precursoras de los mismos y que causen efectos nocivos a la salud y al medio ambiente.-

Capítulo IV: calidad del agua

Calidad del agua como medio receptor

Art. 19.- La norma técnica de calidad del agua como medio receptor, que se establezca de conformidad a lo establecido en este Reglamento, se fundamentará en los parámetros de calidad para cuerpos de agua superficiales, según los límites siguientes:

PARÁMETRO	LÍMITE
Bacterias	Que no excedan de una densidad mayor a los 5000 UFC por 100 ml de muestra analizada
Coliformes Totales	Que no excedan de una densidad mayor a los 1000 UFC por 100 ml de muestra analizada
Coliformes Fecales	Que no excedan de una densidad mayor a los 1000 UFC por 100 ml de muestra analizada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO'5)	No debe permitirse que el nivel de oxígeno disminuya de 5 mg/L
Oxígeno disuelto	Igual o mayor de 5mg/L
PH	Debe mantenerse en un rango de 6.5 a 7.5 unidades o no alterar en 0.5 unidades de PH el valor ambiental natural.
Turbiedad	No deberá incrementarse más de 5 unidades de turbiedad sobre los límites ambientales del cuerpo receptor
Temperatura	Debe mantenerse en un rango entre los 20 a 30° C o no alterar a un nivel de 5°C la temperatura del cuerpo receptor
Toxicidad	No debe exceder de 0.05 mg/L de plaguicidas órgano clorados

ANEXO E

CODIGO DE TRABAJO DE EL SALVADOR

Libro III: previsión y seguridad social

Título II: seguridad e higiene del trabajo

Capítulo I: obligaciones de los patronos

Art. 314.- Todo patrono debe adoptar y poner en práctica medidas adecuadas de seguridad e higiene en los lugares de trabajo, para proteger la vida, la salud y la integridad corporal de sus trabajadores, especialmente en lo relativo a:

- 1º) Las operaciones y procesos de trabajo;
- 2º) El suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal;
- 3º) Las edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales; y
- 4º) La colocación y mantenimiento de resguardos y protecciones que aíslen o prevengan de los peligros provenientes de las máquinas y de todo género de instalaciones.

Capítulo II: obligaciones de los trabajadores

Art. 315.- Todo trabajador estará obligado a cumplir con las normas sobre seguridad e higiene y con las recomendaciones técnicas, en lo que se refiere: al uso y conservación del equipo de protección personal que le sea suministrado, a las operaciones y procesos de trabajo, y al uso y mantenimiento de las protecciones de maquinaria.

Estará también obligado a cumplir con todas aquellas indicaciones e instrucciones de su patrono que tengan por finalidad proteger su vida, salud e integridad corporal.

Asimismo, estará obligado a prestar toda su colaboración a los comités de seguridad.

Título III: riesgos profesionales

Capítulo I: disposiciones generales

Art. 316.- Se entienden por riesgos profesionales, los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales a que están expuestos los trabajadores a causa, con ocasión, o por motivo del trabajo.

Art. 317.- Accidente de trabajo es toda lesión orgánica, perturbación funcional o muerte, que el trabajador sufra a causa, con ocasión, o por motivo del trabajo. Dicha lesión, perturbación o muerte ha de ser producida por la acción repentina y violenta de una causa exterior o del esfuerzo realizado.

Se consideran accidentes de trabajo los que sobrevengan al trabajador:

1º) En la prestación de un servicio por orden del patrono o sus representantes, fuera del lugar y horas de trabajo;

2º) En el curso de una interrupción justificada o descanso del trabajo, así como antes y después del mismo, siempre y cuando la víctima se hallare en el lugar de trabajo o en los locales de la empresa o establecimiento;

3º) A consecuencia de un delito, cuasi delito, o falta, imputables al patrono, a un compañero de trabajo, o a un tercero, cometido durante la ejecución de las labores. En tales casos el patrono deberá asumir todas las obligaciones que le impone el presente Título; pero le quedará su derecho a salvo para reclamar del compañero o tercero, responsables, conforme al derecho común, el reembolso de las cantidades que hubiere gastado en concepto de prestaciones o indemnizaciones; y

4º) Al trasladarse de su residencia al lugar en que desempeñe su trabajo, o viceversa, en el trayecto, durante el tiempo y por el medio de transporte, razonables.

Art. 318.- Se entenderá comprendido en la definición de accidente de trabajo, todo daño que el trabajador sufra en las mismas circunstancias, en sus miembros artificiales y que les disminuya su capacidad de trabajo.

Art. 319.- Se considera enfermedad profesional cualquier estado patológico sobrevenido por la acción mantenida, repetida o progresiva de una causa que provenga directamente de la clase de trabajo que desempeñe o haya desempeñado el trabajador, o de las condiciones del medio particular del lugar en donde se desarrollen las labores, y que produzca la muerte al trabajador o le disminuya su capacidad de trabajo.

Art. 320.- No se aplicará lo dispuesto en este Título:

- a) A los trabajadores a domicilio; y
- b) A los trabajadores que fueren contratados para labores que no excedan de una semana ni requieran el empleo de más de cinco personas.

Art. 321.- Los riesgos profesionales a que se refiere este Título, acarrearán responsabilidad para el patrono, salvo aquéllos producidos por fuerza mayor extraña y sin relación alguna con el trabajo y los provocados intencionalmente por la víctima.

También estará exento de responsabilidad el patrono, cuando el riesgo se hubiere producido encontrándose la víctima en estado de embriaguez o bajo la influencia de un narcótico o droga enervante.

Cuando el trabajador preste sus servicios a un sub-contratista, se aplicará lo dispuesto en el inciso último del Art. 5.

Art. 322.- Para que la enfermedad profesional de un trabajador acarree responsabilidad al patrono, es necesario, además:

- a) Que la enfermedad esté comprendida en la lista del Art. 332;
- b) Que el trabajo que se desempeñe o se haya desempeñado sea capaz de producirla; y
- c) Que se acredite un tiempo mínimo de servicios que a juicio de peritos sea suficiente para contraerse.

El patrono responderá por la enfermedad profesional aunque ésta se manifieste con posterioridad a la terminación del contrato de trabajo, siempre que se justifiquen los extremos exigidos en los literales a) y b) de este artículo y que, a juicio de peritos, dicha enfermedad se hubiere contraído durante la vigencia del contrato.

La responsabilidad del patrono en el caso del inciso anterior, no podrá ser deducida después de cinco años de terminadas las labores.

Art. 323.- Cuando el riesgo profesional hubiere producido al trabajador una incapacidad temporal, el patrono quedará exonerado de toda responsabilidad si el trabajador se negare, sin justa causa, a someterse a los tratamientos médicos y quirúrgicos necesarios para su curación y restablecimiento, debiendo el patrono comunicar por escrito dicha circunstancia a la Inspección General de Trabajo dentro de los tres días siguientes al de la negativa del trabajador.

ANEXO F
CODIGO DE SALUD

Capítulo II: de las acciones para la salud

Sección ocho: agua potable

Art. 63.- El agua destinada para el consumo humano deberá tener la calidad sanitaria que el Ministerio conceptúa como buena y exigirá el cumplimiento de las normas de calidad en todos los abastecimientos de agua utilizadas para el consumo humano.

En tal virtud y para determinar periódicamente su potabilidad los propietarios o encargados de ellos permitirán las inspecciones del caso.

Sección nueve: baños públicos

Art. 67.- Se prohíbe descargar residuos de cualquier naturaleza, aguas negras y servidas en acequias, quebradas, arenales; barrancas; ríos, lagos, esteros; proximidades de criaderos naturales o artificiales de animales destinados a la alimentación o consumo humano, y cualquier depósito o corriente de agua que se utilice para el uso público; consumo o uso doméstico, usos agrícolas e industriales, balnearios o abrevaderos de animales, a menos que el Ministerio conceda permiso especial para ello.

ANEXO G

REGLAMENTO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA Y PLANTA DE TRATAMIENTO

Título III: autorización de vertidos

Art. 19.-Ninguna descarga de residuos sólidos, líquidos o gaseosos a los diferentes medios acuáticos, alcantarillado sanitario y obras de tratamiento podrá ser efectuada sin la previa autorización de la Autoridad Competente.

Título IV: normas sobre depuración y tratamiento de aguas

Art. 35.-Solamente se podrán efectuar descargas de residuos sólidos, líquidos o gaseosos, cuando de conformidad a los objetivos de calidad no se perjudiquen las condiciones fisicoquímicas y biológicas del medio acuático receptor.

Título IV: normas sobre depuración y tratamiento de aguas

Art. 38.-Para la determinación del tratamiento a que se deber someter un vertido, se fijarán las condiciones particulares para cada descarga. Estas condiciones se fundamentaran en los niveles de calidad que se establecerán en la forma prevista en el Art. 6 de este Reglamento.

Título V: normas sobre protección

Capítulo I: de las zonas de protección contra la contaminación

Art. 53.-Dentro de los límites de las zonas de protección de los recursos hídricos, queda sujeta su autorización a lo establecido en el presente Reglamento, la construcción de viviendas, edificios, desagües, cisternas, tanques sépticos, fosas, resumideros, lagunas de estabilización y redes de alcantarillado, así como de depósitos de basura que puedan poner en peligro el acuífero respectivo o que pueda ser arrastrada por las aguas.

ANEXO H

REGLAMENTO ESPECIAL DE AGUAS RESIDUALES

Capítulo I: objeto y competencia

Aplicación gradual de medidas

Art. 5.- En cumplimiento de lo estipulado en los Arts. 107, 108 y 109 de la Ley, los titulares de las obras, proyectos o actividades correspondientes deberán considerar en sus Programas de Adecuación Ambiental, la aplicación gradual de las medidas de atenuación o compensación para el impacto negativo ocasionado por aquéllas sobre el recurso hídrico.

Capítulo II: sistemas de tratamiento

Tratamiento de aguas residuales

Art. 7.- Toda persona natural o jurídica, pública o privada, titular de una obra, proyecto o actividad responsable de producir o administrar aguas residuales y de su vertido en un medio receptor, en lo sucesivo denominada el titular, deberá instalar y operar sistemas de tratamiento para que sus aguas residuales cumplan con las disposiciones de la legislación pertinente y este Reglamento.

Disposición de lodos

Art. 8.- En cuanto a la disposición de lodos provenientes de sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipos ordinario y especial, estará sujeta a lo dispuesto en el Programa de Manejo o Adecuación Ambiental correspondiente y a la legislación pertinente.

Informes operacionales

Art. 9.- Los titulares deben elaborar y presentar al Ministerio informes operacionales de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y de las condiciones de sus vertidos, que reflejen la frecuencia del muestreo, conforme a lo estipulado en los Arts. 16, 19 y 25 de este Reglamento. El resumen anual formará parte del informe anual de resultado de la aplicación de los Programas de Manejo Ambiental o de Adecuación Ambiental.

Los costos de los análisis para la elaboración de los informes operacionales serán sufragados por el titular.

Contenido de los informes

Art. 10.- Los informes operacionales periódicos deberán contener como requisitos mínimos la siguiente información:

- a) Registro de Aforos;
- b) Registro de análisis de laboratorio efectuados por el titular y los efectuados por laboratorios acreditados, según la legislación pertinente;
- c) Registro de daños a la infraestructura, causados por situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y funcionamiento del sistema;
- d) Situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y el funcionamiento del sistema que originen descargas de aguas residuales con niveles de contaminantes que contravengan los límites permitidos por las normas técnicas respectivas;
- e) Evaluación del estado actual del sistema, y Acciones correctivas y de control.

Capítulo III: análisis obligatorio

Validez de los análisis

Art. 11.- En base al Art. 23, de la Ley y con el fin de que los análisis incluidos en los informes requeridos en el Permiso Ambiental sean válidos, deberán provenir de

laboratorios legalmente acreditados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en lo sucesivo CONACYT. Tales laboratorios son aquellos con los que se puede demostrar que la caracterización del vertido cumple con las normas técnicas de calidad ambiental establecidas.

En caso de análisis para los cuales no se contare con laboratorios previamente acreditados por el CONACYT, podrá permitirse que sean aquellos realizados por laboratorios que estén en proceso de acreditación, para lo cual el CONACYT remitirá al Ministerio el listado correspondiente.

Análisis de características

Art. 12.- En la evaluación de la calidad de las aguas residuales se incluirá el análisis de las características físico - químicas y microbiológicas, de conformidad con las normas técnicas de calidad de aguas residuales.

Aguas Residuales de tipo especial

Art. 15.- En los análisis de las características físico - químicas y microbiológicas de las aguas residuales de tipo especial vertidas a un medio receptor, deberán ser determinados esencialmente los valores de los siguientes componentes e indicadores:

- a) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO'5);
- b) Demanda Química de Oxígeno (DQO);
- c) Potencial hidrógeno (PH);
- d) Grasas y aceites (G y A);
- e) Sólidos sedimentables (Ssed);
- f) Sólidos suspendidos totales (SST), y
- g) Temperatura (T).

Análisis complementarios

Art. 16.- Sin perjuicio de lo dispuesto en los artículos precedentes, dependiendo de la naturaleza de la obra, proyecto o actividad respectiva, además de los análisis descritos, la autoridad competente puede exigir que la caracterización del vertido deba incluir otros parámetros de calidad para determinar y controlar la presencia de los contaminantes de las aguas residuales, así:

ACTIVIDAD	COMPONENTE O CARACTERISTICA
Curtiembres y talleres de acabado. Preparación y tejidos de pieles	Sulfuros (mg/l) Cromo (mg/l) Color

Capítulo IV: muestreo, análisis e informes operacionales

Aplicación de muestreo y análisis

Art. 17.- Las frecuencias de muestreo y análisis establecidas en este Reglamento son las mínimas requeridas para la elaboración y presentación de los informes operacionales. Su aplicación se limita a las aguas residuales vertidas en cualquier medio receptor.

Frecuencia mínima de muestreo y análisis de aguas residuales de tipo ordinario

Art. 18.- La frecuencia mínima de muestreo y análisis según caudal y componentes característicos, de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario, se realizará según se establece a continuación:

PARÁMETROS	CAUDAL m3 / día		
	< 50	> 50	> 100
PH, Sólidos Sedimentales y Caudal	Mensual	Semanal	Diario
Grasa y aceites	Anual	Semestral	Trimestral
DBO5,20	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Sólidos Suspendidos Totales	Anual	Semestral	Trimestral

No obstante lo establecido en este Reglamento, en el caso de los parámetros pH, Sólidos Sedimentables y Caudal, para los efectos establecidos en este artículo, no requieren ser practicados por un laboratorio acreditado; sin embargo, deberán estar incluidos en el informe operacional. También se estará a lo dispuesto en el Art. 16, dependiendo de la obra, proyecto o actividad de que se trate.

Frecuencia mínima de muestreo y análisis de aguas residuales de tipo especial

Art. 19.- En lo que respecta a las aguas residuales de tipo especial, según lo dispuesto en el artículo anterior, se estará a lo establecido a continuación:

CARACTERISTICAS	CAUDAL m3 / día		
	< 10	10 a 100	> 100
Temperatura, PH, Sólidos Sedimentables y Caudal	Mensual	Semanal	Diario
Otros parámetros obligatorios según el Art. 18	Anual	Semestral	Trimestral

No obstante, las características Temperatura, pH, Sólidos Sedimentables y Caudal, para los efectos dispuestos en este artículo, no requieren ser practicados por un laboratorio acreditado; sin embargo, deberán estar incluidos en el informe operacional

Muestras compuestas

Art. 20.- Los análisis de aguas residuales deberán practicarse en muestras compuestas. Estas garantizarán la caracterización del efluente.

Registro de resultados de análisis

Art. 21.- Para cumplir con el informe anual mencionado en el Art. 9 de este Reglamento, el titular llevará un registro de muestras, análisis y resultados, los cuales serán elementos básicos para la elaboración del informe anual.

Capítulo VI: disposiciones finales

Manejo inadecuado de aguas residuales

Art. 26.- Para efectos de descarga de aguas residuales a un medio receptor, no es permitido:

- a) La explotación o uso de agua con fines de dilución de aguas residuales, como tratamiento previo a la descarga, y
- b) La dilución de cualquier materia que pudiera obstaculizar en forma significativa el flujo libre del agua, formar vapores o gases tóxicos, explosivos, inyección de gases, sustancias que causen mal olor o que pudieran alterar en forma negativa la calidad del agua del medio receptor.

ANEXO I

REGLAMENTO ESPECIAL EN MATERIA DE

SUSTANCIAS, RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS

Capítulo III: de la generación de residuos peligrosos

Responsabilidad del Generador y demás agentes del proceso

Art. 17: Los generadores de residuos peligrosos, así como las personas naturales o jurídicas que usen, generen, recolecten, almacenen, reutilicen, reciclen, comercialicen, transporten o realicen tratamiento de dichos residuos, serán responsables del cumplimiento de las disposiciones de la Ley, de este Reglamento y de las reglas técnicas que de él se deriven, estando obligados a determinar su peligrosidad y a registrarse en el Consejo, así como a mantenerse actualizados en dicho Registro.

Solicitud de inscripción

Art. 18: Todo generador de residuos peligrosos deberá solicitar su inscripción y registro, presentando al Consejo, sin perjuicio de las demás disposiciones pertinentes, una declaración jurada en la que manifieste lo siguiente:

- a. Nombre completo, razón social o denominación;
- b. Lugar de ubicación de la planta o sitio generador de residuos peligrosos;
- c. Características físicas, químicas y/o biológicas de cada uno de los residuos que se generen;
- d. Descripción de procesos generadores de residuos peligrosos;
- e. Listado de sustancias peligrosas utilizadas.

- f. Método y lugar de tratamiento y/o disposición ambientalmente adecuado;
- g. Forma de transporte según residuo que se genere;
- h. Cantidad anual estimada de cada uno de los residuos que se generen;
- i. Método de evaluación de características de residuos peligrosos;
- j. Procedimiento de extracción de muestras;
- k. Método de análisis de lixiviado y estándares para su evaluación; y
- l. Listado de personal expuesto a los efectos producidos por las actividades de generación de residuos peligrosos, procedimientos precautorios y correspondiente diagnóstico médico.

Estos datos deberán actualizarse anualmente mediante declaración jurada; para lo cual se deberá llevar un libro de Registro donde conste cronológicamente la totalidad de las operaciones realizadas. Dichos libros tendrán que ser rubricados y foliados y estar a disposición del Ministerio cuando éste así lo requiera.

Informe

Art. 19: El generador deberá remitir al Ministerio un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado, durante dicho período, con sus residuos peligrosos.

Requisitos

Art. 20: El Permiso Ambiental será requisito necesario para el funcionamiento de las respectivas industrias, transportes, plantas de tratamiento y otras actividades, en general, que generen u operen con residuos peligrosos.

De la Calidad Ambiental

Art. 21: Los generadores de residuos peligrosos deberán fomentar su minimización en el sector productivo, como política aplicable a sus actividades, a través del uso de tecnologías que reduzcan la generación de residuos peligrosos, así como a través del desarrollo de actividades y procedimientos que conduzcan a una gestión sostenible de los residuos mencionados y a la difusión de tales actividades.

Obligaciones del generador

Art. 22: El generador de residuos peligrosos deberá:

- a. Manejar segregadamente los residuos peligrosos que no sean compatibles entre sí;
- b. Envasar sus residuos peligrosos en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad, plena identificación de su estado físico y sus características de peligrosidad e incompatibilidad;
- c. Dar a sus residuos peligrosos el tratamiento que le corresponda; y
- d. Mantener y almacenar sus residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos al respecto.

Capítulo IV: de la generación de desechos peligrosos

Desechos Peligrosos

Art. 23: Se consideran desechos peligrosos las categorías siguientes:

Corrientes de Desechos

Y4 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos.

Y9 Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.

Y10 Sustancias y artículos de desechos que contengan, o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).

Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.

Desechos que tengan como constituyentes:

Y21 Compuestos de Cromo Hexavalente.

Y22 Compuestos de Cobre.

Y23 Compuestos de Zinc.

Y24 Arsénico, compuestos de arsénico.

Y25 Selenio, compuestos de selenio.

Y26 Cadmio, compuestos de Cadmio.

Y27 Antimonio, compuestos de antimonio.

Y28 Telurio, compuestos de Telurio.

Y29 Mercurio, compuestos de Mercurio.

Y30 Talio, compuestos de Talio.

Y31 Plomo, compuestos de plomo.

Y32 Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión del fluoruro cálcico.

Y33 Cianuros inorgánicos.

Y34 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.

Y35 Soluciones básicas o bases en forma sólida.

Y36 Asbesto (polvo y fibras).

Y37 Compuestos orgánicos de fósforo.

Y38 Cianuros orgánicos.

Y39 Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.

Y40 Éteres.

Y41 Solventes orgánicos halogenados.

Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados.

Y43 Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados.

Y44 Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas.

Y45 Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

Deberes del generador.

Art. 24: La responsabilidad del manejo y disposición final de los desechos peligrosos corresponde al titular de la actividad, obra o proyecto.

De la preferencia del lugar de tratamiento.

Art. 25: Cualquier proceso de tratamiento de desechos peligrosos debe realizarse preferentemente y cuando ello sea posible, en el lugar de su generación.

Capítulo V: transporte, almacenamiento, disposición y manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos

Incompatibilidad de desechos peligrosos.

Art. 30: Los desechos peligrosos incompatibles entre sí, deben manejarse segregadamente, con el fin de disponer de ellos en forma segura. Para cada desecho

peligroso deberá seleccionarse el tratamiento más adecuado, sea este físico, químico o biológico, así como una combinación de los anteriores.

En general, el tratamiento de un desecho peligroso se orientará a reducir su magnitud, a aislarlo y a disminuir sus grados de peligrosidad y toxicidad.

De la obligación de registro de actividades.

Art. 32: El responsable de cada una de las actividades de gestión de desechos peligrosos está obligado a llevar un registro de sus actividades, con firma responsable, en el que deberá indicarse, según el caso:

- a. Fecha, calidad, cantidad, características y grado de peligrosidad de los desechos peligrosos específicos;
- b. Fecha de salida y llegada, almacenamiento, origen, destino y motivo por el cual se recibieron o se entregaron los desechos peligrosos;
- c. Informe de incidentes o accidentes, el cual incluirá:
 - i. Identificación, domicilio y datos precisos de la empresa generadora de los desechos peligrosos y de la responsable de su gestión;
 - II. Indicación del volumen o cantidades en masa; características físicas, químicas y biológicas; grado de peligrosidad u otros datos de los desechos peligrosos involucrados;
 - III. Medidas adoptadas, y por adoptarse, para controlar sus efectos adversos;
 - IV. Medidas de seguridad que deben ser difundidas y realizadas para atenuar los impactos negativos derivados del imprevisto; y
- d. Lugar de confinamiento u otra forma de eliminación final, de los desechos peligrosos, incluyendo este apartado del registro:
 - I. Volumen, masa, origen, características y grado de peligrosidad de los desechos peligrosos;
 - II. Lugar y fecha de confinamiento;
 - III. Sistemas de disposición final utilizados; y
 - IV. Área ocupada por los desechos.

Capítulo vi: tratamiento y disposición final de desechos peligrosos

Tratamiento previo

Art. 34: El tratamiento previo, necesario para algunos desechos peligrosos, se orientará a reducir su volumen, aumentando su concentración, o a disminuir su grado de peligrosidad, por solidificación, por procesos físicos, químicos, bioquímicos o biotecnológicos, o la combinación de los anteriores.

Tratamiento Destructivo

Art. 35: La pirolisis, la incineración u otro método destructivo de desechos peligrosos debe ser realizada en lugares autorizados para tal efecto, evitando la contaminación ambiental.

Disposición final

Art. 36: De conformidad al Art. 21 letra d) de la Ley, los sistemas de disposición final, aplicables a los desechos peligrosos, son los confinamientos controlados. En el caso de desechos derivados de agroquímicos, su confinamiento será específico y tales desechos no podrán combinarse con aquéllos de otra naturaleza o características.

Selección de sitios de confinamiento

Art. 38: Los sitios de confinamiento no podrán ser ubicados en zonas o lugares cercanos a ríos, lagunas, capas freáticas, zonas residenciales o habitacionales. La selección del sitio de confinamiento, así como el diseño y la construcción de confinamientos controlados, de receptores de agroquímicos u otros desechos, deberán de cumplir características de seguridad establecidas en el Permiso Ambiental.

Lixiviados en el confinamiento

Art. 39: En el lugar de confinamiento de desechos peligrosos, debe incluirse medidas preventivas de recolección y tratamiento de los posibles lixiviados ó derrames que pudieran generarse.

Información requerida en los informes de confinamiento

Art. 40: El titular de la actividad de los servicios de manejo de desechos peligrosos, encargado de su disposición final, deberá presentar al Ministerio y a las autoridades competentes, un informe trimestral, que contenga la siguiente información:

- a. Naturaleza, estado físico, peso y volumen de los desechos peligrosos confinados;
- b. Fecha del confinamiento de los desechos peligrosos;
- c. Sitio de la disposición final; y
- d. Método de disposición final utilizado para cada tipo de desecho.

Incineración de desechos peligrosos

Art. 44: En aquellos casos en que se incineren desechos peligrosos, capaces de generar dioxinas u otros contaminantes peligrosos, la incineración y el tratamiento de gases efluentes, se deberá realizar en condiciones de temperatura que asegure que se minimizará la generación de dichos compuestos.

Capítulo VIII: disposiciones comunes para sustancias, residuos y desechos peligrosos

Del Almacenamiento

Art. 73: Las áreas de almacenamiento de sustancias, residuos y desechos peligrosos deberán reunir, entre otras, las siguientes condiciones:

- a. Encontrarse separadas de las áreas de producción, servicios y oficinas, debiendo estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios o explosiones, entre otros;
- b. Contar con muros de contención y sistema de retención para captación de derrames;
- c. Para las sustancias, residuos o desechos líquidos, los pisos deberán contar con canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad de contener lo almacenado;
- d. Contar con pasillos lo suficientemente amplios que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicas o manuales, así como el movimiento de los equipos de seguridad;
- e. Las paredes y el piso deberán estar cubiertos con material impermeable, tal como poliureas, respecto de las sustancias almacenadas, con ventilación e iluminación adecuadas; y
- f. Contar con los sistemas de prevención contra incendios.

Derrames de sustancias, residuos y desechos peligrosos

Art. 74: El generador y, en su caso, el titular de la actividad de servicio de manejo de sustancias, residuos o desechos peligrosos, deberán dar aviso inmediato al Ministerio, por cualquier medio, cuando se produzcan derrames, infiltraciones o vertidos de materiales peligrosos.

Ratificación del aviso

Art. 75: El aviso al que hace referencia el Artículo anterior, deberá ser ratificado por escrito dentro de los tres días siguientes, sin perjuicio de las medidas que las autoridades competentes hayan aplicado en el ámbito de sus atribuciones.

En el aviso escrito deberá incluirse:

- a. Identificación, domicilio y datos precisos del titular, del generador o de la actividad de gestión, de que se trate;
- b. Localización y características del sitio donde ha ocurrido el incidente;

- c. Posibles causas que motivaron el derrame, infiltración, descarga o vertido;
- d. Descripción precisa de las características fisicoquímicas, toxicológicas y biológicas, así como de la cantidad de materiales peligrosos liberados;
- e. Acciones realizadas para la atención del accidente y medidas adoptadas para la restauración de la zona afectada; y
- f. Posibles daños causados a los ecosistemas.

La responsabilidad del daño correspondiente, estará a cargo del titular de la actividad involucrada en el accidente, la que será responsable de las compensaciones que procedan, de acuerdo a la Ley.

Medidas de seguridad

Art. 77: Deberán adoptarse las medidas de seguridad aplicables a las personas que trabajan en los sitios de almacenamiento, los que transportan, reciclan, tratan o manejan dichos materiales, de sustancias, residuos o desechos peligrosos, para garantizar su propia seguridad, así como la protección de los ecosistemas y del ambiente en general. De igual forma, en caso de derrames, deberá contarse con materiales absorbentes, tales como arcilla calcinada, aserrín, cal, absorbentes sintéticos (vermiculita) entre otros, o con los medios adecuados por su control y su limpieza.

ANEXO J

DECRETO No. 50. REGLAMENTO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA, EL CONTROL DE VERTIDOS Y LAS ZONAS DE PROTECCION

Título I: disposiciones fundamentales

Art. 7.-Las condiciones a que deben sujetarse los vertidos de aguas residuales contaminantes se establecerán de manera que se conserven los objetivos de calidad previamente establecidos, tomando en consideración el destino volumen, caudal, calidad y poder de autodepuración, tanto del vertido como del cuerpo de agua receptor.

ANEXO K

REGLAMENTO GENERAL SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO

CAPITULO V De los Ruidos

Art. 20.-El Departamento Nacional de Previsión Social, dictará las medidas convenientes para proteger a los trabajadores contra los ruidos que exceden de ochenta decibeles.

Art. 21.-Para evitar el ruido en lo posible, es obligatorio que las máquinas estén bien cimentadas, niveladas, ajustadas y lubricadas.

Las transmisiones no deben fijarse en las paredes colindantes, ni en otras que puedan transmitir el ruido a las habitaciones vecinas.

En los establecimientos donde el ruido sea muy molesto, debe recubrirse el cielo raso con material absorbente del ruido.

ANEXO L

TENERIA DIPOL S.A. DE C.V.		
PRODUCCION DESDE JUNIO DE 2009 HASTA JUNIO DE 2010		
Mes	Cantidad de cueros	Cantidad de rajas
Junio/2009	375	750
Julio/2009	309	618
Agosto/2009	320	640
Septiembre/2009	240	480
Octubre/2009	67	134
Noviembre/2009	102	204
Diciembre/2009	300	600
Enero/2010	301	602
Febrero/2010	200	400
Marzo/2010	240	480
Abril/2010	295	590
Mayo/2010	515	1,030
Junio/2010	75	150
TOTALES	3,339	6,678