

UNIVERSIDAD DON BOSCO



**MODELO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN
ECOEFIICIENTE EN LA INDUSTRIA DEL
CURTIDO DE CUEROS.**

**TRABAJO DE GRADUACION
PREPARADO PARA LA
FACULTAD DE INGENIERIA**



**PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

POR

**WALTER ORLANDO HERRERA MOLINA
JOSE RICARDO MORENO AQUINO**

JULIO DE 1999

SOYAPANGO

EL SALVADOR

CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR
ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL
PBRO. PEDRO JOSE GARCIA CASTRO S.D.B.

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
ING. CARLOS GUILLERMO BRAN

ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACION
ING. RICARDO ANTONIO SILIEZAR SALINAS

JURADO EXAMINADOR
ING. CAROLINA LISSETE NUILA TURCIOS
ING. VICTOR ARNOLDO CORNEJO MONTANO

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACION

**“MODELO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN
ECOEFICIENTE EN LA INDUSTRIA DEL
CURTIDO DEL CUERO”**

ING. CAROLINA LISSETE NUILA TURCIOS
JURADO



ING. VICTOR ARNOLDO CORNEJO MONTANO
JURADO



ING. RICARDO ANTONIO SILIEZAR SALINAS
ASESOR

INTRODUCCIÓN

La aplicación rigurosa de disposiciones legales para controlar las emisiones industriales en los países desarrollados ha provocado que algunas industrias, sobre todo las más contaminantes, cierren sus puertas o se trasladen a otros países que les brindan facilidades para el desarrollo de sus actividades productivas. En América Latina, la falta de legislación ambiental y el bajo costo de la mano de obra propició la instalación de estas industrias, lo que ha afectado negativamente la calidad ambiental de la Región de América Latina y el Caribe.

Un sector característico de este proceso de transferencia industrial es el de las tenerías. Este sector tradicional y de amplia cobertura en El Salvador requiere de urgente atención para minimizar la generación y el impacto de sus desechos. El curtido de cueros es una industria que descarga al ambiente altos contenidos de materia orgánica y concentraciones que pueden alcanzar niveles tóxicos de sustancias tales como sulfuro y cromo trivalente, si el proceso de curtido es mineral.

La bibliografía disponible sobre la ecoeficiencia y minimización de residuos en este es muy escasa. En este sentido, la investigación realizada constituye una contribución a este sector.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de producción ecoeficiente orientado a la industria del cuero en El Salvador a fin de optimizar el proceso, logrando incrementar el nivel de calidad que a futuro se exigirá en el país y manteniendo el balance con el medio ambiente.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer los factores principales que intervienen en el proceso de las tenerías así como cada una de las operaciones dentro de estas.

- Estudiar las nuevas tendencias tecnológicamente ecológicas aplicadas a tenerías en otros países que pueden ser readecuadas en el nuestro.

- Determinar los principales contaminantes en el proceso productivo y las consecuencias producidas por los residuos.

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

- Analizar la situación actual que tienen las tenerías en el país con un proceso de producción que no es ecoeficiente estableciendo un diagnostico que se utilice como referencia para el diseño de un modelo de producción ecológico que reducirá el impacto ambiental que este tipo de industria ocasiona mejorando el nivel de vida de la población en general.

LIMITACIONES

- Poco número de empresas ecoeficientes en el país.
- La investigación se concentrará en el proceso de producción de una tenería y no en las demás áreas de la empresa.
- Limitada referencia bibliográfica local.
- Falta de motivación del empresario del sector para implementación de medidas que le permitan reconvertir su empresa para hacerla Ecoeficiente.

METODOLOGIA DE INVESTIGACION

DEFINICION DEL TIPO DE INVESTIGACION

Como ya se sabe una investigación puede cumplir dos propósitos fundamentales:

- Dar conocimientos y teorías(investigación científica) y
- Solucionar problemas prácticos(investigación aplicada – investigación tecnologica).

Debido a lo anterior esta investigación *proponer una solución al problema*, que será mostrar un *modelo de un sistema de producción ecoeficiente en la industria del curtido de cueros*.

En proyecto se medirán de manera independiente los conceptos o variables que tienen que ver con este y ya que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades y cualquier otro fenómeno sometido a análisis, y viendo que en el trabajo, desde el punto de vista científico las observaciones y datos, son meramente mediciones, luego, se puede afirmar que la *investigación en el trabajo es de tipo descriptivo*.

HIPOTESIS

De acuerdo a este estudio de un *modelo de producción ecoeficiente en una tenería* se formularon las siguientes hipótesis:

- Hi₁: Todos los aspectos técnicos relacionados con la minimización de desechos en tenerías son parte de un proyecto de ecoeficiencia.

- Hi₂: El simple hecho de pensar en la implementación de un sistema de producción ecoeficiente hoy puede ser la solución al problema de la contaminación de un futuro.

- Hi₃: La reducción del volumen de residuos generados por la industria, disminuye la carga contaminante al ambiente.

- Hi₄: La minimización de residuos rinde beneficios económicos y disminuye costos de tratamientos.

DEFINICIONES CONCEPTUALES Y OPERACIONALES DE LAS VARIABLES

Hi ₁ : Todos los aspectos técnicos relacionados con la minimización de desechos en tenerías son parte de un proyecto de ecoeficiencia.		
	Independiente	Dependiente
Variables =	Los aspectos técnicos relacionados con la minimización de desechos en tenerías.	Parte de un proyecto de ecoeficiencia
Definiciones conceptuales:	La minimización de residuos puede entenderse como una estrategia gerencial tendiente a reducir el volumen y la carga contaminante de los residuos generados por un proceso productivo.	Un proyecto de ecoeficiencia es aquel que pretende lograr una eficiencia económica a través de una eficiencia ecológica.
Definiciones operacionales:	Reducir a su mínima expresión todos los desechos que produce el proceso productivo.	Producir más con menos.

Hi ₂ : El simple hecho de pensar en la implementación de un sistema de producción ecoeficiente hoy puede ser la solución al problema de la contaminación de un futuro.		
	Independiente	Dependiente
Variables =	Implementación de un sistema de producción ecoeficiente	Solución al problema de la contaminación
Definiciones conceptuales:	Poner en marcha un proceso de producción que utilice menos recursos naturales y menos energía en el proceso productivo, reducir los desechos, atenuar la contaminación, a la vez que reduce costos de operación y producción.	Ecoeficiencia
Definiciones operacionales:	Sistema de producción que no contamine y que sea económico a la empresa.	Minimización de residuos

Hi ₃ : La reducción del volumen de residuos generados por la industria, disminuye la carga contaminante al ambiente.		
	Independiente	Dependiente
Variables =	La reducción del volumen de residuos generado por la industria.	Disminuye la carga contaminante al ambiente.
Definiciones conceptuales:	Minimización de Residuos.	Trabajos ecológicos.
Definiciones operacionales:	Reducción de alto grado de contaminantes en el ambiente.	Disminuir el nivel de contaminación.

Hi ₄ : La minimización de residuos rinde beneficios económicos y disminuye costos de tratamientos.		
	Independiente	Dependiente
Variables =	Minimización de residuos.	Rinde beneficios económicos y disminuye costos de tratamientos.
Definiciones conceptuales:	Se entiende como una estrategia gerencial tendiente a reducir el volumen y la carga contaminante de los residuos generados por un proceso productivo.	Buen aprovechamiento del proceso productivo.
Definiciones operacionales:	Reducir a su mínima expresión los desechos contaminantes del proceso productivo.	Proceso productivo eficiente.

DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE INFORMACION

Para contar con información precisa y real sobre la situación de las empresas Salvadoreñas que trabajan el curtido de cuero, en relación con su proceso de producción actual y tratamiento de residuos, es necesario efectuar investigaciones que brinden datos directos y verídicos.

Es así como la información se obtendrá de los responsables del área de producción, en cuanto al sistema de producción y control de residuos que están utilizando actualmente.

Además serán necesarios los datos proporcionados por instituciones privadas relacionadas con las industrias de tenerías del país, tales como:

- ◆ Asociación Salvadoreña de Industriales(ASI).
- ◆ Ministerio de Agricultura y Ganadería(MAG).
- ◆ Dirección General de Estadística y Censo(DIGESTYC).
- ◆ Centro Nacional de Transferencias Agraria(CENTA).
- ◆ Facultad de Agronomía de Universidad de El Salvador.

Estas instituciones poseen nominas de las empresas clasificadas según la CIIU, orden alfabético, etc., esta información será necesaria para determinar el tamaño de la muestra.

DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Partiendo de que los datos a obtener no serán manipulados como variables independientes si no que observados tal y como se dan en su contexto natural y analizados posteriormente podemos decir que el diseño de la investigación es no experimental.

Teniendo en cuenta que el objetivo que se pretende con esta investigación es indagar la incidencia y los valores que manifiestan las variables en cuestión, se afirma que el diseño de la investigación a demás de ser no experimental, es un diseño transeccional descriptivo.

DETERMINACION DE LA POBLACION

DETERMINACION DEL UNIVERSO

El universo lo constituye todas aquellas empresas del país cuya actividad económica sea la fabricación de cuero curtido.

Para lograr cuantificar las empresas se han consultado registros y nominas de las instituciones mencionadas en clasificación de las empresas.

De esta forma se ha determinado un universo constituido 100 empresas dedicadas a curtir cueros, exceptuando empresas o microempresas que se dediquen al curtido de cuero artesanalmente. o mejor dicho empresas de tipo familiar.

CLASIFICACION DE LAS EMPRESAS

Para la clasificación de las empresas que producen cuero curtido se han seleccionado criterio que ayuden a este fin. Para esta investigación las empresas se han clasificado de la siguiente manera: pequeña, mediana y grande.

Para clasificar las empresas según su tamaño, se consideran los siguientes criterios:

- Personal ocupado en la empresa.
- Capital de trabajo.
- Activos totales.
- Activos fijos.

Para el presente trabajo, las empresas se clasificaran tomando como base la cantidad de persona que laboran en la empresa según Dirección General de Estadística y Censo(DIGESTYC), ver **tabla 1** siguiente.

INSTITUCION	CLASIFICACION		
	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
DIGESTYC	De 5 a 19 empleados	De 20 a 99 empleados	De 100 en adelante
FIGAPE	De 6 a 20 empleados	De 21 a 50 empleados	De 51 en adelante
FENAPES	De 3 a 19 empleados	De 20 a 49 empleados	De 50 en adelante

Tabla 1. Clasificación de las empresas según el número de empleados

DETERMINACION DE LA MUESTRA

La muestra es una parte de la población o universo ya sea este finito o infinito. Para determinar la muestra se utilizara el método por muestra probabilística simple donde:

N = Tamaño de la muestra.

y = Valor promedio de una variable.

Se = Valor estándar(con probabilidad 90).

V^2 = Varianza de la población(por tabla).

S^2 = Varianza de la muestra

n' = Tamaño provisional de la muestra.

n = Tamaño de la muestra

Formulas a utilizar:

$$n' = \frac{S^2}{V^2}$$

$$n = \frac{n''}{1 + \frac{n''}{N}}$$

$$S^2 = p(1-p)$$

$$n = \frac{S^2}{V^2}$$

$$S^2 = P(1-P) = 0.9(1-0.9)$$

$$S^2 = 0.09$$

$$n'' = \frac{0.09^2}{0.074354^2}$$

$$n'' = 16.28$$

$$n = \frac{n''}{1 + \frac{n''}{N}} = \frac{16.28}{1 + \frac{16.28}{100}}$$

$$n = 14$$

Por lo tanto, la muestra a utilizar de la población de 100 tenerías será de 14 empresas, las cuales distribuirán en región occidental, paracentral, metropolitana y región oriental. De la siguiente manera:

- Región occidental 5.
- Región paracentral 4.
- Región metropolitana 3.
- Región oriental 2.

DETERMINACION DE LA TECNICAS DE INVESTIGACION

Para obtener la información referente a los sistemas actuales de producción y control de residuos utilizados por las empresas productoras de cueros curtidos, se hará uso de las siguientes técnicas de investigación:

1. Encuesta: este instrumento de diseñara para recolectar en forma clara y breve la información que servirá de base para diagnosticar la situación actual de las empresas.

Para esto se utilizara un cuestionario que estará orientado a personas dentro del área productiva que desempeñen cargos de dirección, así como directores, gerentes, jefes y/o supervisores de producción.

2. Entrevista: con el objeto de cubrir tópicos que el cuestionario no proporciona, se solicitara una entrevista personal con el responsable del área de producción.
3. Observación: como método para asegurar las declaraciones brindadas en la entrevista y la encuesta se hará uso de la observación directa para verificar técnicas de producción y control de desechos.

DISEÑO DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

Para el diseño del cuestionario que se utilizará al realizar la encuesta se ocuparán preguntas de selección múltiple y abiertas, de tal forma que el encuestado se sienta en libertad de ampliar cualquier criterio que considere necesario; para las entrevistas personales, se hará uso de preguntas que amplíen cualquier tópico que no se halla explicado con la información recabada por el cuestionario(Ver **ANEXO 4**).

CUESTIONARIO

OBJETIVO GENERAL

Obtener información que garantice las bases para realizar un diagnóstico adecuado a la realidad sobre los sistemas de producción y control de residuos que se aplican en las industrias de tenerías.

INDICACIONES GENERALES

Será un cuestionario clasificado en cuatro partes de acuerdo a rango y punto de vista de los puesto que estén dentro del sistema de producción, así que, estará dirigido a gerentes, jefes y/o supervisores.

PARTE I

Objetivo: Conocer aspectos generales de la empresa.

PARTE II

Objetivo: Indagar sobre los aspectos generales del proceso de producción, materiales y otros que se utilizan en este.

PARTE III

Objetivo: Conocer cuales son las técnicas utilizadas para el tratamiento de desechos o residuos que la industria ocupa.

PARTE IV

Objetivo: Determinar a que grado la empresa encuestada esta al tanto de las nuevas técnicas para la minimización de residuos.

IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION

Sin duda la perspectiva de futuro cambia la mirada. Es por eso que muchos grupos se están ocupando del problema ambiental ahora. En los gobiernos, empresas y organizaciones no gubernamentales hay personas que impulsan el cambio.

La conciencia ambiental en las personas aumenta, y que las condiciones de vida diaria empeoran. La sociedad se verá afectada como un todo:

- ◆ Probablemente se generará una fuerte presión para una legislación ambiental más estricta, y se privilegiará a través del voto ciudadano a aquellos candidatos que muestren mayor iniciativa y preocupación real por el tema.

- ◆ Desde el punto de vista del consumo, aumentará la demanda por aquellos productos amigables con el ambiente, ya no simplemente por moda, sino por constituir un problema real y diario para las personas. Además, los clientes castigarán a aquellos productos que dañen el ambiente con mayor fuerza, sustituyéndolos por otros los ecodiseñados.

- ◆ El cuidado del ambiente será un requisito o mínimo que tendrá que cumplir tanto el Estado como el sector privado. En este escenario, aquellas empresas que sepan comprender hoy este futuro y prepararse seriamente, tendrán mañana las ventajas competitivas para permanecer vigentes en el mercado. En cambio, quienes no

comprendan la necesidad de una relación amigable con el medioambiente, correrán el riesgo que sus productos terminen siendo una curiosidad más de un futuro museo del siglo XX.

Una empresa de tipo industrial que implemente un programa efectivo de ecoeficiencia obtendrá entonces los siguientes beneficios:

- Minimizará costos de producción.
- Utilizará de manera más responsable los recursos naturales.
- Reducirá la emisión de contaminantes.
- Competitividad e innovación en la producción.
- Obtendrá ingresos adicionales con el reciclaje y reuso de desechos.
- Gozará de prestigio entre distribuidores y consumidores.
- Reducirá el nivel de rotación de personal y mantendrá un ambiente laboral sano y estable.
- Tendrá acceso a nuevas oportunidades de mercado y cumplirá con estándares internacionales.
- Mejorará sus relaciones públicas y obtendrá la aprobación de su comunidad.

Además de beneficiar a la empresa, la implementación de programas de ecoeficiencia también resulta en consecuencias positivas para el desarrollo sostenible a nivel nacional, regional y global. La reducción de consumo de materias primas y de desechos repercute en la creación de un balance ambiental en el planeta.

El aumento en los niveles de seguridad y desarrollo de recursos humanos motiva un panorama de equidad social.

La eficiencia y responsabilidad empresariales son un instrumento para establecer acciones conjuntas con el gobierno y sociedad civil. Finalmente, la competitividad y rentabilidad provocados por la adopción de nuevas tecnologías se traduce en el crecimiento económico de la empresa, y por ende, la del El Salvador.

ENFOQUE

Este proyecto va dirigido a empresarios salvadoreños que trabajan en el curtido de cuero y a los que desean comenzar una empresa de este tipo, dentro de la realidad actual del país todas las empresas de tenería son altos contaminantes del medio ambiente, y necesita urgentemente un cambio en su proceso de producción.

El presente modelo le servirá a estas empresas para readecuar los actuales procesos de fabricación contaminantes en un proceso más amigable al medio ambiente, sin dejar en cuenta el aspecto económico, también puede ser orientada a los futuros profesionales para desarrollar el concepto de desarrollo sostenible a nivel macro y de ecoeficiencia a nivel micro.

INDICE

INTRODUCCIÓN	i
OBJETIVOS	ii
OBJETIVO GENERAL	ii
OBJETIVOS ESPECIFICOS	ii
ALCANCES Y LIMITACIONES	iii
ALCANCES	iii
LIMITACIONES	iii
METODOLOGIA DE INVESTIGACION	iv
DEFINICION DEL TIPO DE INVESTIGACION	iv
HIPOTESIS	v
DEFINICIONES CONCEPTUALES Y OPERACIONALES DE LAS VARIABLES	vi
DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE INFORMACION	vii
DISEÑO DE LA INVESTIGACION	viii
DETERMINACION DE LA POBLACION	ix
DETERMINACION DEL UNIVERSO	ix
CLASIFICACION DE LAS EMPRESAS	ix
DETERMINACION DE LA MUESTRA	x
DETERMINACION DE LA TECNICAS DE INVESTIGACION	xii

DISEÑO DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION	xii
CUESTIONARIO	xiii
OBJETIVO GENERAL	xiii
INDICACIONES GENERALES	xiii
IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION	xiv
ENFOQUE	xvii
INDICE	xviii
INDICE DE FIGURAS Y TABLAS	xxv
RECONOCIMIENTOS	xxvii
AGRADECIMIENTOS	xxviii
DEDICATORIAS	xxxi
 CAPITULO I	
ASPECTOS TEORICOS SOBRE ECOEFICIENCIA	1
1.1. INTRODUCCION A LA ECOEFICIENCIA	1
1.1.1. BASES DE LA ECOEFICIENCIA	2
1.1.2. COMPONENTES DE LA ECOEFICIENCIA	3
1.1.2.1. Uso eficiente de los recursos naturales	4
1.1.2.2. Desarrollo integral de los recursos humanos y la comunidad	5
1.1.2.3. Productividad	6
1.1.3. PRACTICAS TRADICIONALES VS. ECOEFICIENCIA	9
1.1.4. CONDICIONES DEL ENTORNO	10
1.1.5. MOTIVACIONES ADICIONALES	11
a) Conciencia Gubernamental.	11
b) Conciencia Ciudadana	12

c) Conciencia Empresarial _____	12
1.1.6. LA TRANSICIÓN: CÓMO SER ECOEFICIENTE _____	13
1.1.6.1. CULTURA EMPRESARIAL _____	13
1.1.6.2. HERRAMIENTAS _____	14
1.1.7. TÉCNICAS DE ECOEFICIENCIA _____	15

CAPITULO II

<i>INDUSTRIA DE LA TENERIA</i> _____	17
2.1. ANTECEDENTES _____	17
2.2. CONCEPTUALIZACION _____	17
2.3. GENERALIDADES _____	18
2.3. CLASIFICACION INDUSTRIAL _____	19
2.3.1. CURTIDURIA Y TALLERES DE ACABADO _____	19
2.3.2. PREPARACION Y TEÑIDO DE CUERO _____	19
2.4. FUNCIONAMIENTO DE UNA TENERIA _____	20
2.4.1. ETAPAS DEL PROCESO _____	20
2.4.1.1 Etapa de ribera _____	20
2.4.1.2. Etapa de curtido _____	21
2.4.1.3. Etapa de acabado _____	21
2.4.2. EL PROCESO TRADICIONAL _____	21
2.4.2.1. Recorte en recepción _____	22
2.4.2.2. Remojo _____	22
2.4.2.3. Pelambre _____	22
2.4.2.4. Descarne _____	22
2.4.2.5. Desencalado _____	22
2.4.2.6. Descengrase _____	23

2.4.2.7. Purga	23
2.4.2.8. Piquelado	23
2.4.2.9. Curtido	23
2.4.2.10. Escurredo	24
2.4.2.11. Rebajado	24
2.4.2.12. Recurtido y teñido	24
2.4.2.13. Recorte de acabado	24
2.4.3. PRINCIPALES CONTAMINANTES QUE REQUIEREN CONTROL	28
2.4.3.1. Efluentes	28
2.4.3.2. Residuos en forma de vapor	28
2.4.3.3. Residuos sólidos	29
2.4.4. CARACTERIZACION DE LOS EFLUENTES INDUSTRIALES	29

CAPITULO III

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS 32

3.1. DETERMINACION DE LOS LUGARES DE MUESTREO 32

3.1.1. REGION OCCIDENTAL 32

3.1.2. REGION PARACENTRAL 32

3.1.3. REGION METROPOLITANA 32

3.1.4. REGION ORIENTAL 32

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL 47

4.1. EL PROBLEMA 47

4.1.1. ESTADO ACTUAL DEL EQUIPO 48

4.1.2. UTILIZACION DE PLANTA 48

4.1.3. METODOS DE PRODUCCION 49

4.1.4. MATERIA PRIMA 49

4.1.5. CONTROL DE CALIDAD	50
4.1.6. DISTRIBUCION DE LA PLANTA, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES	50
4.1.7. LOS PRODUCTOS	50
4.1.8. EL MERCADO	51
4.1.9. CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE	52
4.1.10. FINANZAS	52
4.1.11. ORGANIZACION	52
4.1.12. CAPACITACION Y ASISTENCIA TECNICA	53
4.2. ESTRUCTURA PROBLEMÁTICA DE TENERÍAS EN EL SALVADOR	53
4.2.1. ANTECEDENTES ECOLÓGICOS DE LAS TENERÍAS	55
4.2.2. PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN	56
4.2.3. DESCRIPCION DE LOS RESIDUOS	57
4.2.3.1. Residuos líquidos	59
4.2.3.2. Residuos semisólidos	60
4.2.3.3. Residuos sólidos	60
4.3. ANALISIS DEL FODA	60
4.3.1. EMPRESA GRANDES	61
Fortalezas	61
Oportunidades	62
Debilidades	62
Amenazas	62
4.3.2. EMPRESA PEQUEÑA Y MEDIANA	63
Fortalezas	63
Oportunidades	63
Debilidades	63
Amenazas	64
4.3.3. MATRIZ DE ACCIONES	64

4.3.3.1. Mediana y pequeña empresa	64
4.3.3.2. Empresa Grande	65
4.4. IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA	65
4.4.1. EFECTOS SOBRE LOS CUERPOS DE AGUA	66
4.4.2. EFECTOS SOBRE EL ALCANTARILLADO Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	67
4.4.3. EFECTOS SOBRE EL SUELO	68
4.4.4. EFECTOS SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE	69
4.4.5. EL IMPACTO SOBRE LA SALUD	69
 CAPITULO V	
ECOEficiencia EN LA INDUSTRIA DE LA TENERIA	72
5.1. INTRODUCCION	72
5.1.1. CAMBIOS EN LA MATERIA PRIMA	74
Depilado	74
Descarne	76
Desencalado	76
Piquelado	77
Acabado	78
Resumen	78
5.1.2. USO EFICIENTE DE AGUA Y ENERGÍA	79
5.1.3. REDUCCION EN LA DISPERSION DE DESECHOS TOXICOS	82
5.1.3.1. ¿Qué es un residuo peligroso?	82
5.1.3.2. Residuos peligrosos en la curtiduría	83
5.1.3.3. Plantas de tratamiento de efluentes industriales	84
Plantas de tratamiento individuales	84
Plantas comunes de tratamiento de efluentes (CTE)	85
Pequeñas tenerías aisladas	85

Tecnologías adoptadas en países en desarrollo _____	86
Consideraciones especiales _____	87
Capacidad de la Planta _____	87
Consultores y Diseño de las Plantas _____	88
Selección del Lugar y la Tecnología Apropriada _____	88
Costo Estimado y Financiamiento _____	89
5.1.3.4. Otras modificaciones al proceso con inversión de capital _____	90
5.1.4. AUMENTO DE LA RECICLABILIDAD DE LOS MATERIALES _____	91
5.1.4.1. Reciclaje de licores de sulfuro _____	91
5.1.4.2. Recuperación de encarnes _____	91
5.1.4.3. Reciclaje de cromo _____	92
5.1.4.4. Otros avances _____	94
5.1.5. MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO _____	95

5.2. RESUMEN DE OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN _____ 97

CAPITULO VI

TECNICAS PARA MANEJO DE RESIDUOS Y ALMACENAMIENTO EN LA INDUSTRIA

DEL CURTIDO DE CUERO _____ 98

6.1. TECNICAS DE MANEJO DE RESIDUOS _____ 98

6.1.1. MINIMIZACION DE RESIDUOS _____ 98

 6.1.1.1. Rediseño del proceso y modificación del equipo _____ 99

 6.1.1.2. Sustitución de insumos _____ 101

 6.1.1.3. Conservación del agua _____ 103

6.1.2. RECUPERACIÓN Y REUSO DE RESIDUOS _____ 105

6.2. TECNICAS DE MANEJO/ALMACENAMIENTO _____ 106

6.2.1. ALMACENAMIENTO _____ 107

6.2.2. SEGURIDAD PERSONAL _____ 108

6.2.3. PREVENCIÓN DE DERRAMES	109
RECOMENDACIONES	111
RESTRICCIONES EN LA IMPLANTACIÓN DE LAS TÉCNICAS	111
GENERALES	111
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES	113
CONCLUSIONES	114
BIBLIOGRAFIA	115
LIBROS Y REVISTAS	115
DIRECCION DE WWW	116
GLOSARIO	119
ANEXOS	122

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<i>Figura 1. Relevancia de la ecoeficiencia en la competitividad de una empresa</i>	2
<i>Figura 2. Diagrama esquemático de las operaciones de una tenería</i>	27
<i>Figura 3. Resumen de la problemática de las tenerías en El Salvador</i>	54
<i>Figura 4. Tratamiento de fuentes contaminantes en la curtiduría</i>	59
<i>Figura 5. Uso de la energía, reciclaje, confinación de residuos</i>	81
<i>Figura 6. Modelo general de un sistema de tratamiento de efluentes</i>	87
<i>Tabla 1. Clasificación de las empresas según el número de empleados</i>	x
<i>Tabla 2. Subproceso de Curtido y Acabado</i>	26

<i>Tabla 3. Carga en Población Equivalente de las Principales Industrias de Procesos Químicos del País en 1982.</i>	30
<i>Tabla 4. Características de las Aguas Residuales provenientes de la Industrias de Proceso Químicos en el País en 1987.</i>	31
<i>Tabla 5. Composición típica de un efluente urbano (no tratado).</i>	57
<i>Tabla 6. Composición típica de efluente en tenerías con proceso al cromo.</i>	58
<i>Tabla 7. Insumos químicos del proceso de curtiembre.</i>	70
<i>Tabla 8. Resultados de la implantación de cambios ecoeficientes en materia prima.</i>	79
<i>Tabla 9. Resumen de oportunidades de prevención de la contaminación en tenerías.</i>	97
<i>Tabla 10. Proceso común o alteraciones del equipo.</i>	100
<i>Tabla 11. Lista de verificación para operadores.</i>	101

RECONOCIMIENTOS

A todas las personas que contribuyen a la realización de este trabajo con su aporte prestado técnico, sin ningún interés.

- ◆ Ing. Ricardo Siliezar por su guía y consejos.
- ◆ Ing. Carolina Nuila por toda la ayuda prestada.
- ◆ A todos las empresas que se dedican al curtido del cuero en El Salvador, que fueron consultadas, por su amabilidad al recibirnos.
- ◆ Lic. Brian L. Coughlin Q, del Comité de Ecoeficiencia en ASI, por su referencia recomendadas.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS OMNIPOTENTE:

Por darme sabiduría y poder vencer todos los obstáculos que se me presentaron, dándome fe, fuerza y voluntad para alcanzar este triunfo en mi vida.

A MI PADRE:

Por apoyarme en todo y no dejar de creer en mi, por su comprensión y consejos en los momentos difíciles que he estado pasando.

A MI MADRE:

Por preocuparse por mi futuro, y por ayudarme y darme fuerzas todos los días para seguir adelante y no quedarme atrás.

A LA ING. CAROLINA NUILA:

Por darnos sus consejos, experiencias y ánimos para culminar este proyecto, y impulsándonos para que diéramos más de nuestro esfuerzo.

AL ING. RICARDO SILIEZAR:

Por sus consejos e interés prestado a nuestro proyecto, gracias por guiarnos para poder culminar nuestro proyecto de graduación.

A MI AMIGO JOSE RICARDO:

Por permitir que fuera compañero de tesis, por soportarme mi carácter y mal humor, gracias por estar en los malos momentos y ayudarnos.

Walter Orlando Herrera Molina

A DIOS TODOPODEROSO por haber me iluminado, guiado y bendecido con la culminación de esta carrera que será el principio para el caminar sobre esta vida que me dio.

A toda mi familia que DIOS me ha dado y que me dejó ser parte de ella.

A mi amiga Carolina Nuila que siempre me apoyó.

Al Ing. Ricardo Siliézar e Ing. Víctor Cornejo por brindarnos su ayuda e interesarse tanto en nuestro proyecto.

A mi amigo Walter Orlando por haberme acompañado siempre y celebrar juntos este triunfo.

Jose Ricardo Moreno Aquino

DEDICATORIAS

A DIOS OMNIPOTENTE:

Este trabajo esta dedicado principalmente a *DIOS TODOPODEROSO*, que no dejó iluminarme y darme fuerzas para seguir adelante y en los momentos que pensé que no podía seguir siempre estuvo allí.

A MI PADRE:

Moises Molina Flores, por darme todo el apoyo económico y emocional para seguir adelante, te lo dedico este triunfo con mucho cariño y amor.

A MI MADRE:

Hilda Herrera Valencia, por estar a mi lado apoyándome y confiando en mis capacidades, gracias por comprender mi carácter y malos momentos que te hice pasar. Te amo.

A MI HERMANA:

Maritsa Ivonne, por ayudarme en todo lo que yo necesité de ella, por sus consejos y ánimos, aunque no podamos comprendernos, gracias te quiero mucho.

A SANDRA Y DR. TADEANA:

En especial va dedicado este trabajo, a ellas que fueron las personas que me impulsaron a seguir adelante y no dejarme vencer por nada, Por estar a mi lado incondicionalmente dando ánimos y fuerzas. Gracias.

A TODA MI FAMILIA:

Por creer en mi, por estar pendiente de todo lo que yo hacia, y apoyarme.

A MIS AMIGOS Y AMIGAS:

Por su amistad que siempre me brindaron y apoyo, especialmente su comprensión por mi carácter.

Walter Orlando Herrera Molina

Todo este trabajo ha sido producto del sacrificio de muchas personas por lo cual la presente esta dedicada a:

Mi HIJO Miguel al que amo y todo este tiempo no le he dedicado el tiempo que se merece.

A mis padres que son mis Abuelos, mi Tía y mi Madre que con tanto sacrificio y amor me han llevado al feliz fin de este proyecto.

A mis Hermanas que son mis primas y siempre me han apoyado en todo.

A toda mi familia la que quiero mucho y que nunca ha dejado de creer en mi.

A mis amigos y amigas por su apoyo.

Jose Ricardo Moreno Aquino

CAPITULO I

ASPECTOS TEORICOS SOBRE ECOEFICIENCIA

1.1. INTRODUCCION A LA ECOEFICIENCIA

La empresa actual en un país en vías de desarrollo como el nuestro, se enfrenta a la difícil tarea de generar riqueza, de sobrevivir en un mercado cada vez más competitivo, y de crear fuentes de trabajo estables y promover el desarrollo económico y social nuestro así como Centroamericano. Al mismo tiempo, se ha visto en la necesidad de reducir el impacto ambiental negativo de sus procesos de producción. Ante esta perspectiva, la comunidad empresarial generó el concepto de “**ecoeficiencia**”: *Lograr una eficiencia económica a través de una eficiencia ecológica*. A pesar de ser un concepto acuñado recientemente y aún en etapa evolutiva, la ecoeficiencia es una visión a futuro que ha irrumpido con fuerza en el ámbito empresarial mundial, y que cuenta con el potencial de ser el instrumento fundamental por el que las empresas pueden contribuir a la implementación del **desarrollo sostenible**: *satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades*.

La ecoeficiencia debe considerarse ante todo como una cultura administrativa que guía al empresariado para asumir su responsabilidad con la sociedad, y lo motiva para que se vuelva más competitivo, impulse una innovación productiva en su negocio y adquiera una mayor responsabilidad ambiental. A diferencia de lo que pudiera pensarse, las

empresas no necesitan hacer un lado sus actuales prácticas y procesos de producción para convertirse en empresas ecoeficientes; Por el contrario, la ecoeficiencia motiva una innovación empresarial para adaptar y readecuar los sistemas productivos existentes a las necesidades del mercado y del medio ambiente, y de esa forma consolidar niveles más altos de desarrollo económico, social y ambiental. La implementación de un programa efectivo de ecoeficiencia tiene como resultado la consecución conjunta de una excelencia empresarial y una excelencia ambiental.

1.1.1. BASES DE LA ECOEFICIENCIA

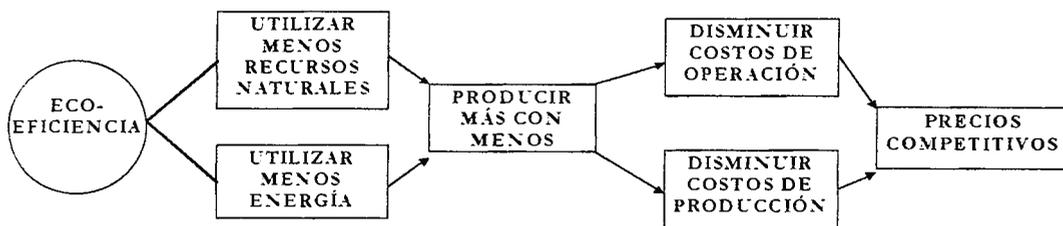


Figura 1. Relevancia de la ecoeficiencia en la competitividad de una empresa

Fuente: Ecoeficiencia en la industria de la curtiembre, CIEN, Julio de 1997.

La visión central de la ecoeficiencia se puede resumir en “producir más con menos”. Utilizar menos recursos naturales y menos energía en el proceso productivo, reducir los desechos, atenuar la contaminación, es definitivamente positivo para el medio ambiente; a la vez, es benéfico para la empresa porque sus costos de producción y operación se ven disminuidos. Como meta final, la ecoeficiencia debe buscar la elaboración de bienes y la prestación de servicios a precios competitivos que satisfagan las necesidades humanas y eleven la calidad de vida de la población; al mismo tiempo, debe promover la reducción progresiva del impacto ambiental negativo de los productos.

Un punto de vista ecoeficiente considera siempre una perspectiva de la función realizada por el producto, más que al producto en sí. En lugar de centrarse en el "polietileno", repara en su función de "preservar alimentos"; de ese modo, es posible determinar la cantidad de materia prima, recursos naturales, combustibles y energía empleados para que el producto ofrezca la función deseada, así como la factibilidad de reducción en el uso de los mismos. De este modo, la ecoeficiencia hace énfasis en la maximización del uso sostenible de recursos renovables. **Las herramientas utilizadas** para tales efectos son **el análisis de ciclo de vida**, donde se hace un monitoreo del proceso de producción para cada bien o servicio, desde su composición de materia prima hasta su etapa de confinamiento final, y **la administración de calidad total** para eliminar posibles fallas en el proceso productivo.

1.1.2. COMPONENTES DE LA ECOEFICIENCIA

El concepto de ecoeficiencia incluye tres componentes:

- a) Uso eficiente de los recursos naturales,
- b) Desarrollo integral de los recursos humanos y de la comunidad y,
- c) Productividad.

Estos implican un papel empresarial activista: insistir en la calidad ambiental de los productos; fomentar el desarrollo integral y la capacitación de los recursos humanos; trabajar para que los procesos industriales sean más seguros y saludables y fortalecer las relaciones entre la gerencia, el Estado y los demás involucrados en el desempeño de la empresa.

1.1.2.1. Uso eficiente de los recursos naturales

En la compañía tradicional, la preocupación por el impacto ambiental se limita a evitar publicidad adversa, sanciones, quejas de los vecinos y en las situaciones más graves, cierres de planta debido a contaminación o accidentes. En los peores y más comunes casos, la gestión ambiental tiende a ser reactiva; en los mejores, está orientada hacia el acato mínimo y, raramente se encuentran casos en que se incorpora como un elemento central en la estrategia empresarial.

Desde esta perspectiva tradicional, la gerencia ambiental no es más que un costo adicional a la hora de hacer negocios. Obviamente, esta perspectiva enfoca la atención de la empresa hacia su cumplimiento con las normas ambientales; no hay incentivo para identificar soluciones que agreguen valor para el cliente o prevengan daños a los empleados, los vecinos o al medio ambiente.

Por el contrario, la ecoeficiencia es un enfoque activo, sistemático e integrado para el desempeño ambiental. El enfoque no radica en cómo minimizar los costos de cumplimiento, sino en cómo utilizar los incentivos para mejorar las eficiencias internas.

La empresa ecoeficiente nunca descansa en la búsqueda de prácticas gerenciales novedosas para mejorar la selección de materias primas, la eficiencia energética y la productividad. Además, siempre busca nuevas formas de reducir los costos ambientales. Por ejemplo, muchas empresas reorientan su patrón de gastos en materia ambiental al pasar de la corrección de problemas a su prevención.

En medicina, un conocido proverbio dice que "...cuesta mucho menos inmunizar contra una enfermedad que curarla". Muchas veces ocurre lo mismo con el desempeño ambiental. Fallas externas, como las multas y fallas internas, como el desperdicio de materiales, frecuentemente pueden evitarse del todo, transformando centros de pérdida en centros de ganancia.

1.1.2.2. Desarrollo integral de los recursos humanos y la comunidad

Comúnmente las empresas latinoamericanas compiten con base en los precios. Un elemento central de esta estrategia tiende a ser la ventaja percibida de producir con mano de obra barata. En regiones donde las tasas de desempleo son altas y los niveles educativos son bajos, esto pareciera ser la fórmula óptima. La idea de cultivar a los obreros, capacitarlos y crear incentivos para retenerlos, no es parte de esta fórmula. Al contrario, el obrero es poco más que una cifra; un insumo sin rasgo o recomendación individual y por lo tanto altamente sustituible.

La globalización de los mercados pone en entredicho esta estrategia. La realidad de las empresas latinoamericanas que imaginan competir efectivamente con la mano de obra barata de China, Indonesia o India, enfrentan una batalla cada vez más ardua y con premios menos valiosos.

Como se ha dicho, uno de los imperativos de la ecoeficiencia es la búsqueda de enfoques que consigan ventajas competitivas sostenibles. Para las empresas latinoamericanas, esto significa una sola cosa: competir basadas en la productividad. Para

lograr una ventaja competitiva sostenible, se requiere de una visión nueva de las relaciones entre la empresa y sus empleados.

Las empresas ecoeficientes entienden que para sostener la competitividad es indispensable cultivar una base de recursos humanos con destrezas cada vez más especializadas. Esto exige una inversión activa en la educación y en capacitación de los recursos humanos. Pero abarca también un contexto mayor: el bienestar físico que proveen la salud y la seguridad industrial y, el bienestar mental que se refleja en factores intangibles pero reales como la moral, la satisfacción y la felicidad.

1.1.2.3. Productividad

"Ser competitivo significa alcanzar el éxito siendo más productivo que la competencia en el o los sectores elegidos para competir en el mercado"

El término competitividad es utilizado actualmente por muchos gerentes que, en la mayoría de los casos, no comprenden qué hace a una empresa verdaderamente competitiva y mucho menos entienden cómo la ecoeficiencia puede ayudar a su compañía a alcanzar un nivel mayor de competitividad.

El primer paso estratégico que el gerente debe tomar es definir cuál o cuáles serán los sectores en los que su empresa va a competir. Para esto, el gerente debe tener muy claro la visión del negocio, quiénes serán sus clientes en un sentido amplio y cuáles son las necesidades de estos clientes.

Una vez que la compañía está enfocada, es decir, tiene un posicionamiento claro, debe definir los objetivos tanto de corto como de largo plazo que se esperan alcanzar en términos de eficiencia y calidad (ofrecer a sus clientes productos y servicios que no sólo satisfacen sus necesidades sino que las superan).

El segundo paso estratégico que el gerente debe tomar es decidir la forma en que va a alcanzar sus objetivos, y es aquí en donde el concepto de ecoeficiencia comienza a tener sentido en términos de aumentar la competitividad de las empresas. La aplicación de la ecoeficiencia en la empresa permite alcanzar una mayor eficiencia en términos de procesos, mejor comprensión de las necesidades y expectativas de los clientes, los empleados y la comunidad en general; en términos de corto plazo provee diferenciación y una posición de liderazgo y lo más importante, prepara a las empresas para las demandas del futuro.

En el caso de las empresas latinoamericanas la aplicación de ecoeficiencia brinda ventajas adicionales. Actualmente existen muchas presiones económicas en América Latina que imponen a su vez presión sobre la utilización de los recursos naturales y le restan atención a la productividad y a las necesidades de la comunidad en la que la empresa está inmersa. La ecoeficiencia ayuda a disminuir esa presión sobre los recursos naturales y la comunidad al mismo tiempo que mejora la eficiencia operacional y de esta manera coloca a la empresa en una posición ventajosa frente a sus competidores globales.

Ser competitivo por medio de la implementación de la ecoeficiencia significa aplicar la innovación en todas las dimensiones de la compañía. Las empresas consiguen ventajas frente a sus competidores fundamentalmente porque encuentran "una mejor manera de hacer las cosas", es decir, la innovación en un sentido amplio incluye no sólo nuevas tecnologías sino nuevos métodos, nuevos procesos productivos y hasta nuevas formas de administrar una compañía. La ecoeficiencia es una guía para que los empresarios encuentren "nuevas formas de hacer las cosas", utilizando de la mejor manera los recursos disponibles y manteniendo el balance ambiental de tal forma que la compañía no hace transferencias negativas al ambiente y aumenta al mismo tiempo el bienestar de sus empleados y de la comunidad.

La aplicación de ecoeficiencia implica llevar sus conceptos fuera de la compañía. El negocio debe analizarse como un sistema de valor, es decir, como un conjunto de elementos que hay que mejorar en términos individuales y globales. La experiencia demuestra que las ventajas competitivas se crean después de analizar el sistema(ver definición **ANEXO 3**) de valor como un todo, determinando las relaciones que existen entre cada uno de sus elementos y fortaleciéndolas.

Una vez que se crean las ventajas competitivas se pasa a la etapa más importante que es hacerlas sostenibles, para esto la empresa debe convertir la innovación en un proceso permanente, analizar el posicionamiento elegido y estar en contacto con todos los elementos del sistema de valor en todo momento, es decir, comenzar un proceso de mejoramiento continuo que tome en cuenta los tres elementos básicos de la ecoeficiencia:

productividad y rentabilidad económica, desarrollo del recurso humano y la comunidad y uso eficiente de los recursos naturales.

1.1.3. PRACTICAS TRADICIONALES VS. ECOEFICIENCIA

Haciendo un lado el enfoque tradicional de combatir la contaminación por medio de remediaciones o controles gubernamentales, la ecoeficiencia captura la idea de reducir contaminantes a través de cambios en el proceso productivo: a fin de cuentas, la limpieza de los desechos al final de la cadena de producción es una operación que únicamente genera gastos adicionales a la empresa. Como resultado, la aplicación de programas de ecoeficiencia es una excelente alternativa para reducir significativamente la dispersión de elementos tóxicos que puedan poner en riesgo la salud humana. La ecoeficiencia promueve un diseño integral de tecnología para reducir la intensidad de uso de materiales y energía durante la producción, además de que impulsa la reutilización de insumos a través de procesos de reconversión tecnológica y de reciclaje. Esto motiva a que la empresa mejore la funcionalidad de los productos y aumente la durabilidad de los mismos.

La ecoeficiencia constituye el medio más adecuado por el que las compañías pueden *medir el desempeño ambiental y productivo de la empresa*. Además de todos los elementos anteriores, la ecoeficiencia introduce un nuevo aspecto vital tanto para la empresa como para los consumidores y el medio ambiente: la creación de valor. Una *empresa ecoeficiente debe maximizar el valor agregado en productos y servicios con el mínimo posible de recursos*. Por ejemplo, si una fábrica decide dejar de utilizar solventes

químicos y sustituirlos por solventes a base de agua, su producto final tendrá el siguiente valor agregado:

- ✓ Impulsará la investigación tecnológica sobre uso de solventes a base de agua.
- ✓ Habrá un mayor control sobre los desechos.
- ✓ Creará mejores y más seguras condiciones de trabajo.
- ✓ Promoverá la cultura de compra hacia productos amigables para el medio ambiente.

1.1.4. CONDICIONES DEL ENTORNO

Las actuales condiciones del ambiente no promueven el uso óptimo de los recursos, ni motivan la búsqueda de métodos de producción innovadores y ecoeficientes. Por el contrario, en muchas partes son usuales los subsidios a la energía y a los recursos naturales, y existen legislaciones que limitan cualquier iniciativa ecoeficiente en la empresa. Para crear un marco más favorable, los precios de bienes y servicios deben primeramente reflejar los costos ambientales de su producción, uso, reciclaje y confinamiento. La empresa debe internalizar los costos ambientales actuales y anticipar los costos futuros a través del análisis de ciclo de vida, para así colaborar con la creación de valor a los productos. El uso de instrumentos de mercado ha resultado definitivamente más efectivos que las regulaciones gubernamentales para que las empresas alcancen una mayor productividad y combatan eficazmente la contaminación. Los bienes y servicios que reflejen los costos ambientales harán más conscientes a consumidores y productores.

Una perspectiva empresarial cerrada es el principal obstáculo para la implementación de programas efectivos de ecoeficiencia. La ecoeficiencia debe ser vista

como una oportunidad para hacer negocios, abrir nuevos nichos de mercado y asumir la responsabilidad empresarial hacia el medio ambiente. *Para un empresario convencional, el éxito radica actualmente en la mayor cantidad posible de ventas; para un empresario comprometido con el desarrollo sostenible, el éxito debe radicar en la mayor extensión posible de servicio otorgado.* Además, el enfoque de productividad y competitividad debe modificarse, en base a los insumos utilizados, y no conforme a recursos humanos involucrados.

1.1.5. MOTIVACIONES ADICIONALES

Existen tres motivaciones adicionales para que una empresa se decida a implementar programas de ecoeficiencia:

a) *Conciencia Gubernamental.*

Como parte de la postura global surgida en la Cumbre de Río, el empresariado ha mostrado una participación más activa en la problemática ambiental, y ha hecho sentir a muchas empresas de que deben cooperar juntos en la elaboración de un marco político justo que valore adecuadamente el uso de recursos naturales y la disposición de residuos. También como consecuencia de la Cumbre, las autoridades en muchos países han hecho más estrictas las regulaciones sobre el impacto ambiental de los procesos de producción, y sobre el confinamiento y reciclaje de productos al final de su vida útil; además, han elevado substancialmente las multas y sanciones a empresas contaminantes. Otro resultado de la Cumbre fue la búsqueda de un consenso para el

establecimiento de estándares ambientales mundiales para la producción de bienes y servicios.

b) Conciencia Ciudadana

La tendencia del mercado durante esta década indica que, por un lado, los clientes se están preocupado cada vez más por la calidad ambiental de los productos que consumen y tienden a escoger aquellos bienes y servicios que son menos perjudiciales para el medio ambiente, aún cuando tengan que pagar más por ellos; por otro lado, las empresas están tendiendo a revisar sistemáticamente el desempeño ambiental de sus proveedores. Además, la sociedad y los medios de comunicación han puesto un ojo crítico a las industrias que son consideradas como contaminantes.

c) Conciencia Empresarial

La inversión privada se ha convertido en el principal motor de crecimiento económico en la mayoría de los países de la región. Como resultado, el empresariado tiene la responsabilidad de contribuir al bienestar social de la población a través de la creación de fuentes estables de empleo y de productos amigables al medio ambiente. Por su parte, los empleados de las compañías y sus familias se han vuelto más conscientes de su responsabilidad para con el medio ambiente; además, exigen condiciones laborales más saludables y seguras.

Para hacer frente a las situaciones anteriores, la aplicación de programas de ecoeficiencia resulta ser altamente factible para cualquier empresa, sin importar su giro o su tamaño.

1.1.6. LA TRANSICIÓN: CÓMO SER ECOEFICIENTE

La implementación de un programa de ecoeficiencia en cualquier empresa es un proceso de paso por paso que no ocurre de la noche a la mañana. Como en un rompecabezas, consiste en acomodar las piezas correctas en el lugar correcto para finalmente obtener un resultado total y favorable. En **ANEXO 1** se presenta un Método Progresivo para desarrollar un Sistema de Administración Ecoeficiente(SAE) en cualquier industrial.

Pero existen dos elementos principales para la aplicación de programas de ecoeficiencia los cuales son:

- La adopción de un cambio en la cultura empresarial
- Técnicas adecuadas para promover dichos cambios.

1.1.6.1. CULTURA EMPRESARIAL

El primer paso que debe tomarse es la adopción de una visión empresarial de ecoeficiencia por parte de los gerentes de más alto nivel, con el fin de conformar una cultura corporativa de ecoeficiencia. Además, todos los empleados deben estar preparados para asumir una responsabilidad empresarial conjunta, basada en:

- ◆ La promoción del concepto de ecoeficiencia entre clientes y proveedores;
- ◆ La toma de responsabilidad por toda la gama de productos de la empresa;
- ◆ La consideración del análisis de ciclo de vida del producto en cualquier toma de decisiones; y

- ◆ La voluntad tanto para aceptar nuevas ideas, sin importar la fuente, como para implementar las modificaciones adecuadas.

El autorreconocimiento es fundamental para establecer un rumbo de acción hacia la cultura de ecoeficiencia empresarial. A la hora de identificar los riesgos y oportunidades que pueden afectar sus empresas, los administradores deben entender que la Tierra tiene una capacidad finita para confinar desechos, que los recursos naturales son finitos, y que la presión social y gubernamental por modificar el comportamiento empresarial sobre el medio ambiente seguirá en aumento. Por tanto, los administradores deben reconocer que los criterios de ecoeficiencia necesitan ser aplicados en todas las decisiones empresariales, a la vez que deben tomar en cuenta los aspectos de impacto ambiental durante la adecuación del proceso productivo, como intensidad de uso de materias primas y consumo de energía.

1.1.6.2. HERRAMIENTAS

Existen varias herramientas administrativas que son útiles para identificar y seleccionar áreas de oportunidad en las empresas y cuya aplicación debe ser promovida como parte de la cultura ecoeficiente:

- ✓ La adopción de un enfoque de ciclo de vida para los productos(Ver **ANEXO 2**).
- ✓ La certificación de estándares regionales, nacionales e internacionales para procesos de producción que consideren el impacto ambiental, como son el EMAS en Europa o ISO 14000 en todo el mundo.
- ✓ La implementación de sistemas de gestión ambiental

- ✓ El desarrollo de auditorías ambientales en una base periódica.
- ✓ El uso de métodos de contabilidad empresarial que reflejen los costos ambientales ocultos y detecten ahorros potenciales.
- ✓ La publicación de reportes ambientales
- ✓ El uso de sistemas de retroalimentación para gerentes por parte de trabajadores, clientes, proveedores y público en general.

1.1.7. TÉCNICAS DE ECOEFICIENCIA

Asimismo, existen algunas técnicas específicas de ecoeficiencia que se pueden implementar en las empresas:

◆ ***Cambios en la materia prima***

Rediseño de productos y cambio de especificaciones para promover el uso de materiales reciclados, de materiales que no sean tóxicos, que estén libres de solventes y que no contaminen.

◆ ***Cambios de tecnología***

Sustitución de procesos químicos por procesos mecánicos; uso de equipos que consuman menos energía; uso de combustibles más amigables al medio ambiente; instalación de computadoras para el control de procesos; reemplazo de equipos obsoletos e ineficientes.

◆ ***Cambios de proceso***

Disminución del número de procesos u operaciones; sustitución por procesos limpios; instalación de sistemas de conservación de energía, controladores de proceso, sensores y medidores; aplicación de controles estadísticos de calidad.

◆ **Orden y limpieza**

Control de inventarios y almacenamiento ordenado; mantenimiento de instalaciones; sustitución de materiales de limpieza con unos más amigables para el medio ambiente; medición de consumos y desechos; tratamiento de efluentes; control de derrames.

◆ **Mantenimiento de equipos**

Establecimiento de un programa de inspecciones; mantenimiento preventivo y predictivo del equipo; calibración del equipo.

◆ **Reutilización y reciclaje**

Decantación de sólidos; recuperación de solventes; reciclaje de agua, papel, envases, plásticos, metales, lodos y desechos; recuperación de averías; recuperación de materias primas por medio de condensación, absorción y filtración; recuperación de calor.

CAPITULO II

INDUSTRIA DE LA TENERIA

2.1. ANTECEDENTES

El arte en cuero data desde épocas precolombinas, pero fue con la llegada de los conquistadores y el uso de productos acabados tales como: carteras, zapatos, chichos, sillas de montar, etc. que se dio paso a la industrialización del cuero.

La introducción de nuevas técnicas ayudaron a perfeccionar esta industria. Prueba de ello es que sólo un 30% de la industria dedicada al cuero en El Salvador lo hacen forma artesanal, el resto ha implementado maquinaria y tecnología que les permite eficiencia y productividad en sus procesos, privilegio que les ha permitido ponerse casi a la altura de las mejores industrias del cuero en el mundo, desarrollando así productos de excelente calidad y alta comercialización.

2.2. CONCEPTUALIZACION

Cuando se habla del sector industrial cuero, se entiende dos aspectos:

- a) La industria del cuero; que es el procesamiento de los cueros crudos, para convertirlos en cueros acabados.

b) La industria de la elaboración de artículos de cuero, sin incluir la fabricación de calzado y prendas de vestir, las cuales se clasifican en ramas diferentes.

En lo que al trabajo respecta se trata el primero de los aspectos "Industria del Cuero".

2.3. GENERALIDADES

Las operaciones de tenerías convierten las pieles de los animales en cueros acabados. Se emplean una serie de pasos que se inician con la remoción de la carne y grasa de las pieles crudas y concluyen con tratamientos químicos para estabilizar el cuero. En su mayoría, las operaciones de curtido refinan la piel de vacuno, de ovejas y de cerdos, sin embargo, también se procesan pieles de cabras, de caballos, de venados, ciervos y reptiles. Entre los productos de cuero terminado que emplean materiales de curtido se incluyen el calzado, guantes, equipaje, maletas, pequeños productos personales y ropa.

Los residuos de las tenerías provienen de una variedad de procesos que emplean una serie de productos y materiales químicos. En consecuencia, los diferentes residuos emitidos por las diversas operaciones de curtido deben ser sometidos a una amplia gama de estrategias de tratamiento y reuso. Los residuos del curtido plantean diversas amenazas al ambiente, en particular aquellos que contienen excedentes, productos químicos agotados o de lavados se consideran sumamente tóxicos y de extremo cuidado. Los residuos animales son un problema ya que atraen plagas y producen olores ofensivos al descomponerse.

2.3. CLASIFICACION INDUSTRIAL

De acuerdo a la clasificación industrial de todas las actividades económicas de las naciones unidas(CIIU), la industria de la curtiduría del sector cuero se divide en:

3231: Curtidurías y talleres de acabados.

3232: Industria de la preparación y teñido de pieles.

2.3.1. CURTIDURIA Y TALLERES DE ACABADO

Llamadas también tenerías son las encargadas de procesar el cuero o piel cruda que se extrae de los animales, principalmente res o cerdo, este proceso da como resultado una diversidad de tipos de cueros, como son:

- ◆ Oscaria.
- ◆ Carnaza.
- ◆ Napa.
- ◆ Suela.
- ◆ Gamuzón.
- ◆ Vaqueta.
- ◆ Badana.

2.3.2. PREPARACION Y TEÑIDO DE CUERO

En esta industria se encarga de procesar los cueros muy finos, los cuales después de ser curtidos son sometidos a un engrosamiento para luego ser teñidos.

En El Salvador la curtiduría y talleres de acabado con la preparación y teñido de cuero son desarrollados por las mismas empresa conocidas en el medio como “Tenerías” o “Industrias del curtido de cuero”.

2.4. FUNCIONAMIENTO DE UNA TENERIA

2.4.1. ETAPAS DEL PROCESO

Las operaciones y procesos para la producción de cuero se agrupan en tres etapas: etapa de ribera, etapa de curtido y etapa de acabado.

2.4.1.1 Etapa de ribera

La etapa de ribera comprende aquellos procesos que permiten la eliminación del pelo o lana de la piel. Es la etapa que presenta el mayor consumo de agua y su efluente presenta un elevado pH. Devuelve el estado húmedo inicial a aquellas pieles que se conservaron antes de ser llevadas a la curtiembre; también permite la limpieza y desinfección de éstas antes de comenzar el proceso de pelambre. Este proceso emplea sulfuro de sodio y cal para eliminar la epidermis de la piel además del pelo que la recubre. Antes de comenzar con la etapa de curtido se procede al descarne, donde se separan las grasas y carnazas todavía unidas a la parte interna de la piel.

2.4.1.2. Etapa de curtido

La etapa de curtido comprende las operaciones y procesos que preparan la piel para ser curtida y transformada en cuero; genera un efluente con pH bajo al final de la etapa. Los procesos de desencalado, desengrase y purga eliminan la cal, el sulfuro y las grasas contenidas en la piel y limpian los poros de la misma. El consumo de agua no es tan alto como en la etapa de ribera y su efluente tiene pH neutro. Los dos últimos procesos de esta etapa consumen el menor volumen de agua; el piquelado en un medio salino y ácido prepara la piel para el curtido con agentes vegetales o minerales. Al final de esta etapa se tiene el conocido "wet blue", que es clasificado según su grosor y calidad para su proceso de acabado.

2.4.1.3. Etapa de acabado

La etapa de acabado comprende las operaciones y procesos que dan al cuero las características finales que requiere para la confección de diferentes artículos. En esta etapa se procede al recurtido, teñido, suavizado y pintado final del producto.

2.4.2. EL PROCESO TRADICIONAL

Curtir es el proceso mediante el cual se tratan las pieles de los animales con ciertos ingredientes para transformarlas en cuero utilizable principalmente en las industrias como la del vestido y del calzado. El proceso se puede resumir en trece operaciones:

2.4.2.1. Recorte en recepción

Cuando la piel animal llega a la curtiembre, se procede al recorte de partes correspondientes al cuello, la cola y las extremidades. En el caso de pieles de ovino también se recorta la lana. Los restos de piel que se desechan contienen carnazas, grasas, sangre y excrementos que aportan carga orgánica a los residuos de curtiembres.

2.4.2.2. Remojo

Durante esta operación se emplean grandes volúmenes de agua que arrastran consigo tierra, cloruros y materia orgánica, así como sangre y estiércol. Entre los compuestos químicos que se emplean están el hidróxido de sodio, el hipoclorito de sodio, los agentes tensoactivos y las preparaciones enzimáticas.

2.4.2.3. Pelambre

Este proceso emplea un gran volumen de agua y la descarga de sus efluentes representa el mayor aporte de carga orgánica. Además de la presencia de sulfuro y cal, el efluente tiene un elevado pH (11 a 12).

2.4.2.4. Descarne.

Es una operación mecánica que elimina las carnazas y grasas unidas a la piel en estado de tripa; estos residuos presentan gran porcentaje de humedad.

2.4.2.5. Desencalado

Proceso donde se remueve la cal y el sulfuro de la piel para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido y en el que se emplean volúmenes considerables de agua. Entre los compuestos químicos que se emplean están los ácidos

(sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico, bórico y mezclas), las sales de amonio, el bisulfito de sodio y el peróxido de hidrógeno.

2.4.2.6. Desengrase

Proceso que produce una descarga líquida que contiene materia orgánica, solventes y agentes tensoactivos. Entre los solventes utilizados están el kerosene, el monoclorobenceno y el percloroetileno, este último para pieles de oveja después de curtidas.

2.4.2.7. Purga

Proceso enzimático que emplea enzimas proteolíticas, como el caso de la tripsina para la limpieza de los poros de la piel. También se emplea cloruro de amonio. Sus efluentes contienen estos productos y tienen un pH neutro.

2.4.2.8. Piquelado

Proceso en el cual se prepara la piel para la penetración subsecuente del material curtiente. Emplea cloruro de sodio que protege la piel de la acción posterior de los ácidos que bajan el pH a niveles de 2,5 a 3. Los ácidos más utilizados son el sulfúrico y el fórmico. Presenta una descarga líquida ácida y de alta salinidad.

2.4.2.9. Curtido

Proceso por el cual se estabiliza el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales o vegetales, siendo las sales de cromo las más utilizadas. Se emplea un gran número de procesos de curtido; algunos efluentes pueden alcanzar niveles tóxicos pero todos son potencialmente contaminantes y de bajo pH. Los curtidos minerales emplean

diferentes tipos de sales de cromo trivalente ($\text{Cr}+3$) en varias proporciones. Los curtidos vegetales para la producción de suelas emplean extractos comerciales de taninos. Otros agentes curtientes son los sintanos.

2.4.2.10. Escurrido

Operación mecánica que quita gran parte de la humedad del "wet blue". El volumen de este efluente no es importante pero tiene un potencial contaminante debido al contenido de cromo y bajo pH.

2.4.2.11. Rebajado

Operación mecánica que torna uniforme el grosor del cuero y produce un aserrín que contiene $\text{Cr}+3$ en aquellos cueros que han tenido un curtido mineral. Representa la mayor generación de residuos sólidos con alto contenido de humedad.

2.4.2.12. Recurtido y teñido

Proceso que utiliza sales minerales diferentes al cromo y curtientes sintéticos como los sintanos. Para el teñido se emplean tintes con base de anilina. Estos baños presentan temperatura elevada y color.

2.4.2.13. Recorte de acabado

Esta operación permite darle un aspecto uniforme al cuero. Genera restos de cuero terminado, los que aportan retazos de cuero con contenido de $\text{Cr}+3$ cuando el curtido ha sido al cromo.

En el **tabla 2** se presenta *una descripción de los procesos de curtido y acabado así como los insumos químicos y productos de residuos asociados con cada subproceso.*

Proceso	Propósito/ antecedentes	Procedimiento/compuestos químicos	Residuos y efectos
CURADO DEL CUERO			
Curado	El curado preserva las pieles y previene la descomposición	Las pieles se salan o enfrían ligeramente. El salado en seco se emplea en áreas menos desarrolladas. Los plaguicidas (tales como pyrethrum, permetrin, p-dicloro- benceno, silicofluoruro de sodio y bórax) pueden prevenir el ataque de insectos durante el transporte.	Las pieles tratadas con plaguicidas generan aguas de lavado que no siempre cumplen las normas de calidad del efluente.
ETAPA DE RIBERA			
Remojo	El remojo rehidrata la piel, invierte el curado y remueve la suciedad, sangre o excremento de la piel.	En este proceso se emplea hidróxido de sodio, sulfuro, hipoclorito, agentes de remojo, emulsificantes, surfactantes y enzimas.	Se generan residuos sólidos y efluentes putrescibles que contienen un alto grado de DQO y de sólidos suspendidos/ disueltos.
Encalado y apelambrado	El encalado desprende o disuelve el pelambre que se adhiere a la piel.	A la piel se le aplica cal mezclada con sulfuro de sodio. Los compuestos químicos alternativos empleados en este proceso incluyen sulfhidrato de sodio, soda cáustica, sulfato de dimetilamina y compuestos enzimáticos.	Por lo general, el encalado, apelambrado, descarnado y desencalado originan alta DBO en el efluente. Otros constituyentes del efluente de estos procesos pueden incluir sólidos suspendidos y disueltos, alcalinos y sulfuros. Los residuos sólidos pueden incluir pelambre, lodo con cal y materia orgánica putrescible. También pueden descargarse emisiones de derivados del sulfuro de hidrógeno o dióxido de sulfuro durante estas actividades.
Descarnado	El descarnado remueve el tejido adiposo del lado carnosos de la piel.	El descarnado puede ocurrir antes o después del encalado o descarnado o apelambrado, en cuyo caso se le conoce como descarnado verde. Este proceso genera efluentes que contienen un alto grado de DBO, de sólidos suspendidos y disueltos.	Los residuos sólidos pueden incluir pelambre, lodo con cal y materia orgánica putrescible. También pueden descargarse emisiones de derivados del sulfuro de hidrógeno o dióxido de sulfuro durante estas actividades.
Desencalado	El desencalado remueve la cal de las pieles y previene la interferencia con operaciones de curtido subsiguientes.	Durante el desencalado, las pieles se lavan con agua y neutralizantes (ácido sulfúrico, hidroclicórico, láctico, fórmico, bórico o mezclas de ácidos o sales ácidas). Cuando los ácidos derivados del sulfuro se emplean en el desencalado, es necesario el pretratamiento con peróxido de hidrógeno o bisulfato de sodio para oxidar el sulfuro en el ácido y prevenir la formación de sulfato de hidrógeno. El cloruro de amonio, sulfato de amonio y dióxido de carbono también pueden emplearse en el desencalado.	El sulfato de dimetilamina es excesivamente tóxico y no debería ser usado durante el encalado y apelambrado.
Macerado	El macerado se emplea para relevar la textura del cuero.	Por lo general el material del macerado está compuesto de harina de madera, un agente de desencalado (cloruro de amonio) y una enzima pancreática.	Los efluentes contienen altos niveles de DBO y de sólidos disueltos. Los contaminantes del aire pueden contener gases amoniacos (NH ₃).
Piclaje	El piclaje adapta el pH de las pieles. Esto esteriliza la piel, concluye la acción del macerado y mejora la permeabilidad de la piel para procesos subsiguientes del curtido.	Normalmente, se emplea el cloruro de sodio o sulfato de sodio junto con un ácido (sulfúrico, hidroclicórico, acético, fórmico o mezclas). También pueden aplicarse fungicidas tales como tiobenzotiasol o paraclorometacresol.	Por lo general, los efluentes de este proceso son ácidos y contienen niveles elevados de sólidos disueltos.
Desengrasado	El desengrasado mejora la calidad de los cueros.	Los surfactantes y solventes tales como carbonato de sodio para pieles de cerdos y el aguarrás, queroseno, monoclorobenceno o percloroetileno para pieles de becerro, se emplean como desengrasadores.	Por lo general, los efluentes de los desengrasadores contienen altos niveles de DBO y de sólidos suspendidos y disueltos. Los desengrasadores solventes generan un residuo grasoso que requiere disposición, mientras que los surfactantes generan aguas residuales que contienen grasa disuelta que debe tratarse antes de su descarga.

ETAPA DE CURTIDO			
Curtido con cromo	Los agentes del curtido con cromo se aplican a las pieles para obtener un cuero estable y durable.	Se emplea sal de cromo, sulfato de cromo básico trivalente y complejos hidratados. Durante este proceso se emplea el bicarbonato de sodio para ajustar el pH; como agentes enmascaradores se emplean formato de sodio, talato y sales o ácidos dicarboxílicos y, en casos en que las pieles deben almacenarse o transportarse en condiciones de wet blue, se emplean fungicidas	Los efluentes de estos procesos pueden contener excedentes, material de curtido agotado y/o lavado (incluido el cromo y otros metales). Los residuos sólidos (lodos) generados durante el proceso contienen taninos vegetales, cromo y otros metales y deben ser eliminados como residuos sólidos.
Curtido con tintes vegetales	Este proceso, aunque se emplea menos que el curtido con cromo, aún se usa para curtir cueros para suelas, monturas y otros usos especiales.	A menudo se emplea como agente de curtido la corteza de árboles o madera que se extrae de manera acuosa y se le agrega sulfuro.	Los efluentes ácidos que contienen agentes químicos no usados serán generados durante el lavado subsecuente. Algunos efluentes serán tóxicos. El tratamiento producirá un lodo que requiere disposición.
Curtido sintético	El curtido sintético (sintanos) se emplea solo o con taninos que emplean cromo o tintes vegetales como recurtidores o curtidores primarios de cueros especiales.	Por lo general, los sintanos son productos sulfonados del fenol, cresol y naftaleno, o resinas derivadas de ácidos poliacrílicos.	Por lo general, los residuos sólidos generados no derivan directamente del curtido; sin embargo, los sólidos de procesos previos pueden contaminarse con agentes de curtido tóxicos durante este proceso.
Curtido alternativo	Los agentes del curtido alternativo se emplean como agentes primarios de curtido o para complementar los curtidores convencionales ya mencionados.	Los curtidores alternativos son las sales de aluminio, sales de titanio, formaldehídos, sales de circonio, aceite de bacalao (para gamuza) y glutaraldehídos.	Debido a su alto grado de toxicidad, el uso de formaldehídos (para gamuza) se está eliminando.
ETAPA DE ACABADO			
Alteración mecánica	Para nivelar la superficie del material.	Una serie de alteraciones mecánicas incluyen el prensado para remover el exceso de humedad, la división y raspado para nivelar el material y el recorte.	Los efluentes generados contienen agentes de curtido no fijados tales como taninos vegetales, cromo u otros metales. Los recortes y raspaduras del cuero se eliminan como residuos sólidos.
Operaciones de curtido en húmedo	Este proceso estabiliza el cuero	El curado puede incluir: neutralización (con un álcali o sintano suave), recurtido (con combinaciones de cromo, tintes vegetales, glutaraldehído o agentes sintanos); acondicionamiento y ablandamiento (con aceites sulfonados de pescado, animales o vegetales, minerales o aceite sintético); y/o tinturado o blanqueado (con ácidos, o tintes especiales).	Los efluentes generados pueden contener aceites, tintes, blanqueadores y excedentes, materiales de curtido agotados y/o lavados (incluidos taninos vegetales, cromo y otros metales).
Secado y acabado	Después de remover el exceso de humedad, la textura de la piel se trata mecánicamente y se aplican los acabados superficiales.	El material se seca y se le da un acabado mecánico con agentes superficiales aplicados por aspersion o prensado con rodillo. Los recubrimientos superficiales pueden ser tintes o pigmentos derivados o no de solventes dispersados en un aglutinante (por lo general caseína, acrílico o polímero de poliuretano). También pueden aplicarse revestimientos con laca nitrocelulosa o uretana.	Las emisiones de solventes son un grave problema ambiental. También son de interés los polvos generados por el recortado y raspado.

Tabla 2. Subproceso de Curtido y Acabado.

Fuente: Guía para el Tratamiento, Almacenamiento y Disposición de Residuos de Curtiembres. OMS1993

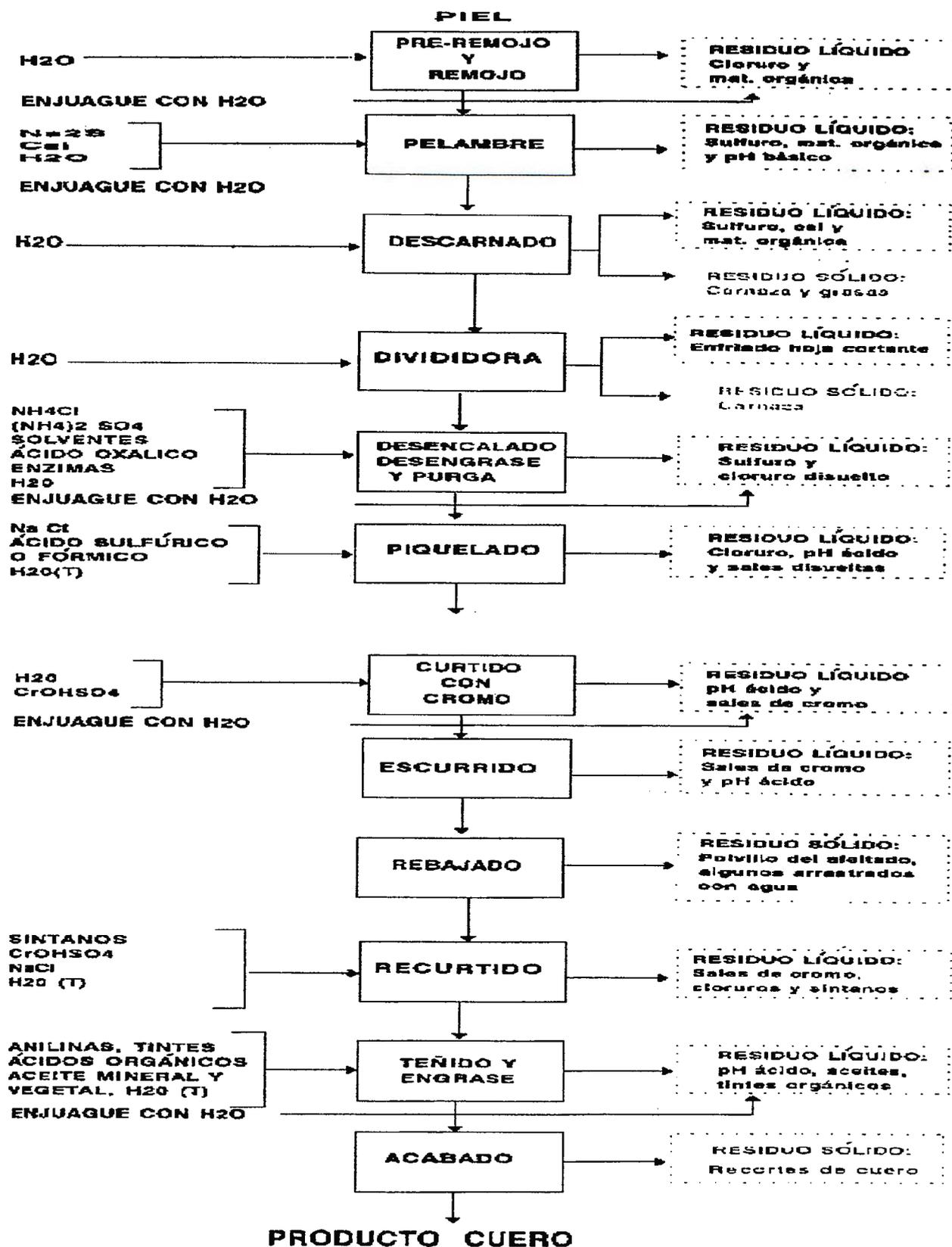


Figura 2. Diagrama esquemático de las operaciones de una tenería

Fuente: Audit and Reduction Manual for Industrial Emissions and Wastes, PNUMA, 1993.

En la anterior **figura 2** se esquematiza con mayor detalle todas las operaciones unitarias de la curtiduría, las entradas y salidas de sustancias, así como el estado físico en que se encuentran estas últimas.

2.4.3. PRINCIPALES CONTAMINANTES QUE REQUIEREN CONTROL

2.4.3.1. Efluentes

Los efluentes comprenden la mayor parte de la producción de residuos del curtido. En general, estos residuos tienen una elevado DBO (demanda biológica de oxígeno) y de NTK (nitrógeno total Kjeldahl) y altas concentraciones de sólidos en suspensión, sólidos disueltos, aceites y grasas. Además, según el proceso y la cantidad de agua empleada durante una etapa específica del proceso de curtido, el efluente no tratado puede contener algunos o todos los siguientes elementos: cromo, sulfuro, nitrógeno, nitrógeno de amoníaco, sulfato, fósforo, tolueno, aluminio, cobre, cianuro, plomo, níquel, titanio, cinc, circonio, éter extractable, 2,4,6-triclorofenol, cloroformo, 1,2-diclorobenceno, 1,4-diclorobenceno, etilbenceno, cloruro de metileno (diclorometano), naftaleno, pentaclorofenol, fenol y bis (2-ethylhexil) talato.

2.4.3.2. Residuos en forma de vapor

Las emisiones de aire se dividen en tres grandes grupos - olores, vapores de solventes y gases generados de la incineración de residuos. En general, las emisiones acres contaminan la mayoría de los procesos de curtido, sin embargo, los olores más nocivos tienden a surgir de las operaciones mal controladas de la preparación para el

curtido (estas operaciones limpian y acondicionan las pieles para el curtido. Por otro lado, los vapores solventes no son tan generalizados y surgen principalmente de las operaciones previas al curtido y de operaciones de acabado. Sírvase observar que las operaciones de apelmbrado y desencalado (dos operaciones previas al curtido) generan sulfuro oloroso, sulfuro de hidrógeno y emisiones de amoníaco.

2.4.3.3. Residuos sólidos

Tanto los lodos generados durante el tratamiento de residuos como los desechos animales generados durante la limpieza, raspado, división y corte pueden considerarse residuos sólidos. Sírvase observar que los lodos del tratamiento pueden contener alguno o todos los contaminantes encontrados en el efluente líquido y las emisiones de aire.

2.4.4. CARACTERIZACION DE LOS EFLUENTES INDUSTRIALES

En cualquier proceso industrial, y en particular en los procesos de la industria química se generan, además de los productos intermedios y finales, desechos. La practica general de la industria Salvadoreña es de vertir los desechos a la atmósfera, cuerpos de agua y el suelo.

La materia orgánica degradable de dichos efluentes se mide genéricamente por los mg de oxígeno por litro(PPM) que la población bacteriana utiliza en 5 días para degradarla, se le llama a este índice Demanda Biológica de Oxígeno(DBO). Relacionado con este parámetro se encuentra el de la población equivalente: la población equivalente sirve para

comparar el aporte contaminante de una descarga productiva(industrial o artesanal) con una de tipo civil, en el sentido que representa un valor numérico igual al número de personas que producirían la misma carga contaminante, con referencia a ciertos parámetros estándares para medir el nivel de contaminación de las aguas como el ya mencionado DBO o el más significativo DQO. El DQO se define como Demanda Química de Oxígeno o Cantidad de Oxígeno Consumido, expresado en mg/L, por las combinaciones reductoras sin la colaboración de los organismos vivos, incluso el agua esterilizada. Este método tiene la ventaja de ser un análisis fácilmente ejecutable y nos entrega la cantidad exacta del consumo teórico de oxígeno necesario para la oxidación de todas las sustancias, orgánicas e inorgánicas, presentes en la muestra. En la **tabla 3** se presentan datos de la población equivalente de las principales industrias de proceso químico en el país.

INDUSTRIA	CARGA (POBLACION EQUIVALENTE)
Beneficios de Café	2,000,000 hab.
Ingenios Azucareros	1,600,000 hab.
Beneficios de Henequén	695,000 hab.
Destilerías de Alcohol	194,000 hab.
Tenerías	86,000 hab.
Industrias Láctea	24,200 hab.
Industrias Textil	23,000 hab.
Mataderos	18,500 hab.
Industria Papelera	11,400 hab.

Tabla 3. Carga en Población Equivalente de las Principales Industrias de Procesos Químicos del País en 1982.

Fuente: Cañas, C. "Papel del Ingeniero Químico en la solución de la problemática ecológica de El Salvador", Procaduria para la defensa del medio ambiente. 1993.

En 1986 se realizó un estudio exploratorio para determinar las características de las aguas residuales de esas mismas industrias. En la **tabla 4** se muestran los resultados del estudio los cuales indican que parámetros como sólidos suspendidos, sólidos totales, potencial de hidrogeno y demanda biológica de oxígeno se encuentran fuera de las

normas permitidas por el "Reglamento sobre la calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección" publicadas en el diario oficial el 16 de octubre de 1987.

INDUSTRIA	pH	DBO (mg/L)	SOLIDOS TOTALES (mg/L)	SOLIDOS EN SUSPENSION (mg/L)
Beneficios de café	4.3	3,000	2,866	1,278
Ingenio	7.3	700	364	84
Beneficio de henequén	4.9	4,575	10,861	4,698
Destilería alcohol	4.85	25,000	87,134	160
Tenerías	5.8	1,500	5,932	400
Lechera	-	4,800	15,384	882
Textil	8.9	700	1,278	72
Mataderos	7.1	1,200	3,692	2,244
Papel	4.7	400	586	540
NORMA	>6 ^ <9	<300	<1,000	<500

Tabla 4. Características de las Aguas Residuales provenientes de la Industrias de Proceso Químicos en el País en 1987.

Fuente: Calderón, 1987.

CAPITULO III

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

3.1. DETERMINACION DE LOS LUGARES DE MUESTREO

3.1.1. REGION OCCIDENTAL

NOMBRE DE TENERIA	DIRECCION
1. T. NOE	Costado oriente Col. La Amtepec, Santa Ana.
2. T. ALVAREZ	Colonia Guzmán#3, Cantón Natividad, Santa Ana.
3. T. SAN MIGUEL	Calle La Bolsa, Cantón Natividad, Santa Ana.
4. T. SIRENITA	Carretera Planta San Luis, Cantón Natividad, Santa Ana.
5. T. EL BUFALO	Final Calle El Búfalo, 5ª. Av. Norte, Santa Ana.
6. T. Ind ADOC, S.A.	Km. 1 ½ Carretera a Jayaque , Municipio de La Libertad.

3.1.2. REGION PARACENTRAL

NOMBRE DE TENERIA	DIRECCION
7. T. ADAN BARAHONA	Final 2ª calle pte, Bo. Concepción, San Juan Nonualco, La Paz.
8. T. ROSA MINERO	Bo. Concepción, San Juan Nonualco, La Paz.
9. T. NAPOLEON CONTRERAS	5ª Av. Frente Bo. Concepción #, San Juan Nonualco, La Paz.

3.1.3. REGION METROPOLITANA

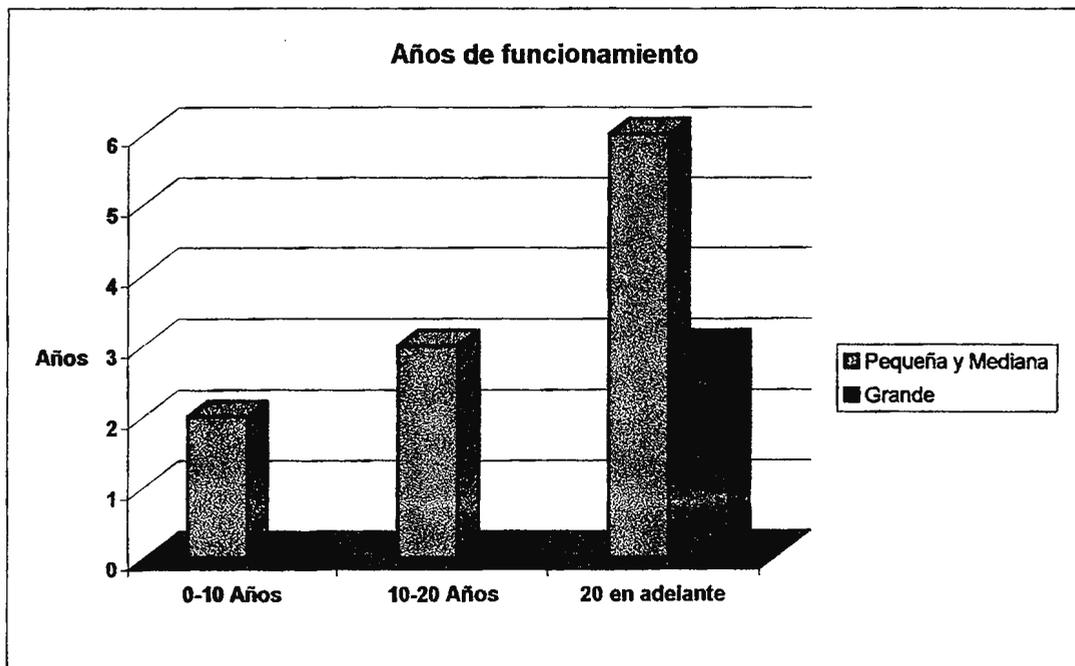
NOMBRE DE TENERIA	DIRECCION
10. T. SALVADOREÑA	Final C. Ramón Belloso Av. Aseco, Barrio San Jacinto, San Salvador.
11. T. URANIA	Final C. Ramón Belloso Av. Aseco, Barrio San Jacinto, San Salvador.
12. T. ARAGON	Ramón Belloso Av. Barcelona y final calle Aragon, Barrio San Jacinto, San Salvador.

3.1.4. REGION ORIENTAL

NOMBRE DE TENERIA	DIRECCION
13. T. El Rosario	Col. Jardines de Candelaria #1
14. T. De Jorge López	Col. Jardines de Candelaria #2, Usulután.

4. ¿Cuántos años de funcionamiento tiene la fábrica?

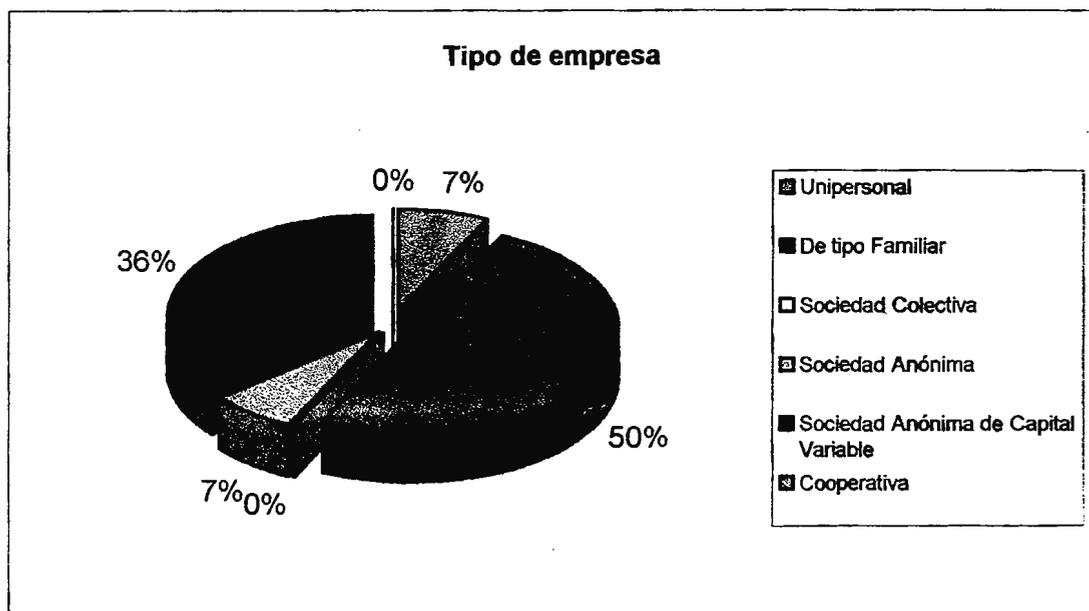
Años	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande			
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%
0-10 Años	2	18.2	0	0	2	14.29
10-20 Años	3	27.3	0	0	3	21.43
20 en adelante	6	54.5	3	100	9	64.29
Totales	11	100	3	100	14	100



Análisis: Se determinó que todas las empresas grandes de tenerías tienen más del 20 años de estar funcionando y que una gran parte de la pequeña y mediana empresa también tiene más de 20 años de funcionamiento.

6. ¿Cuál es el tipo de empresa?

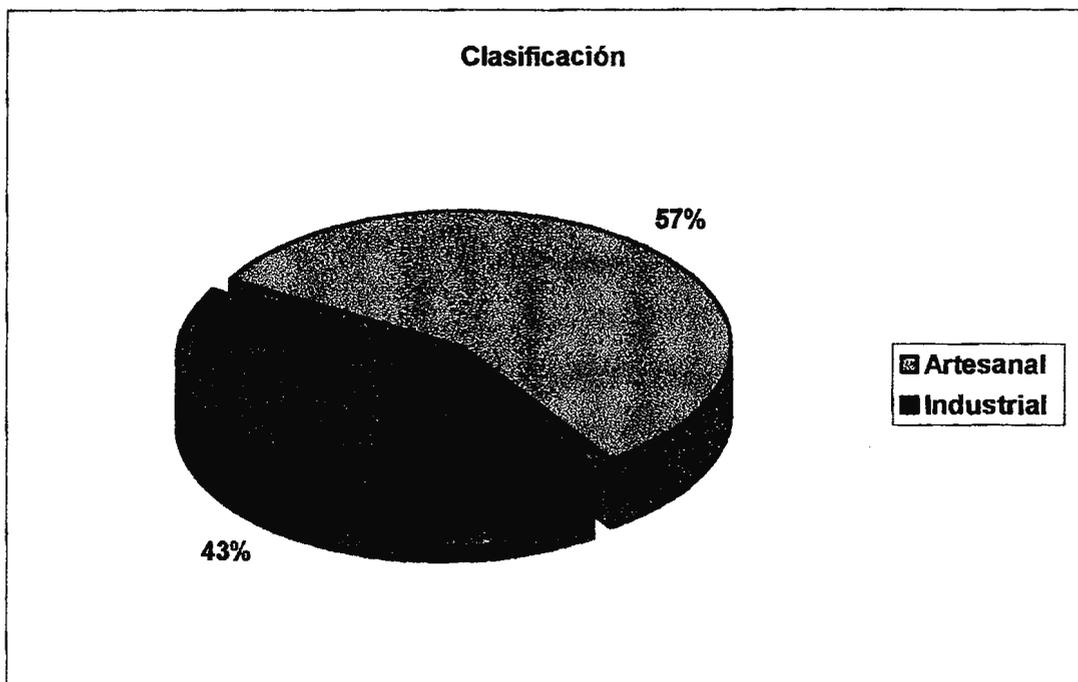
Tipo de empresa	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande			
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%
Unipersonal	1	9.1	0	0.0	1	7.1
De tipo Familiar	7	63.6	0	0.0	7	50.0
Sociedad Colectiva	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Sociedad Anónima	1	9.1	0	0.0	1	7.1
Sociedad Anónima de Capital Variable	2	18.2	3	100.0	5	35.7
Cooperativa	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Totales	11	100	3	100	14	100



Análisis: La mitad de las empresa en El Salvador son de tipo familiar, y un 36% es de tipo sociedad anónima de capital variable.

7. ¿Cómo clasifica la empresa?

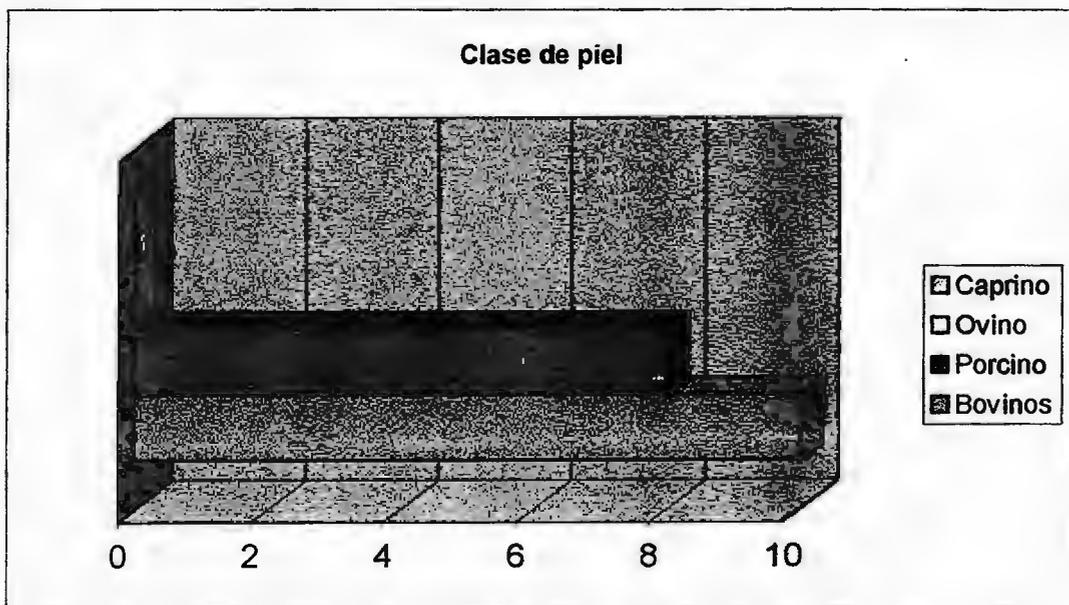
Clasificación	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande		No. de Respuestas	%
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%		
Artesanal	8	72.7	0	0.0	8.0	57.1
Industrial	3	27.3	3	100.0	6.0	42.9
Totales	11	100	3	100	14	100



Análisis: Se determino que la empresa grande el 100% es industrial y que en la pequeña empresa y mediana la mayor parte es artesanal 73%.

9. ¿Qué clase de piel animal utilizan en su proceso productivo?.

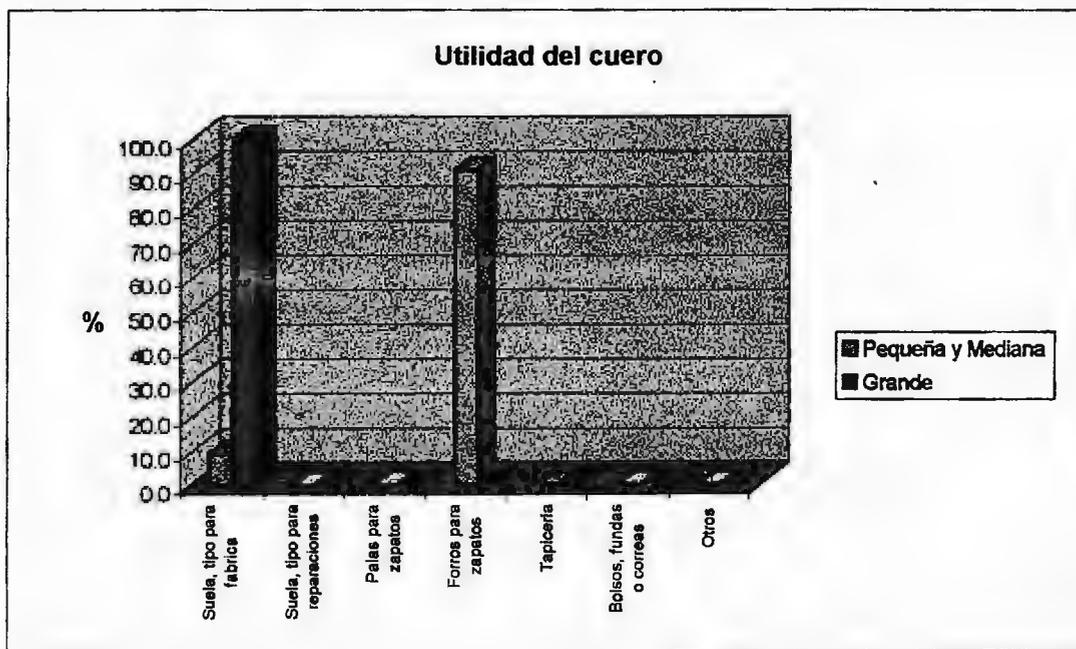
Clase de piel	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande		No. de Respuestas	%
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%		
Bovinos	7	63.6	3	100.0	10	71.4
Porcino	8	72.7	0	0.0	8	57.1
Ovino	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Caprino	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Totales	15	136	3	100	18	128.6
No de empresas que contestaron	11		3		14	



Análisis: Se determino que la empresa grande el 100% ocupa solo piel de Bovinos y que en la pequeña empresa y mediana ocupan de dos tipos que son: Bovinos y Porcinos, en un 64 y 73 % respectivamente.

10. ¿Qué utilidad tiene el cuero que fabrican?.

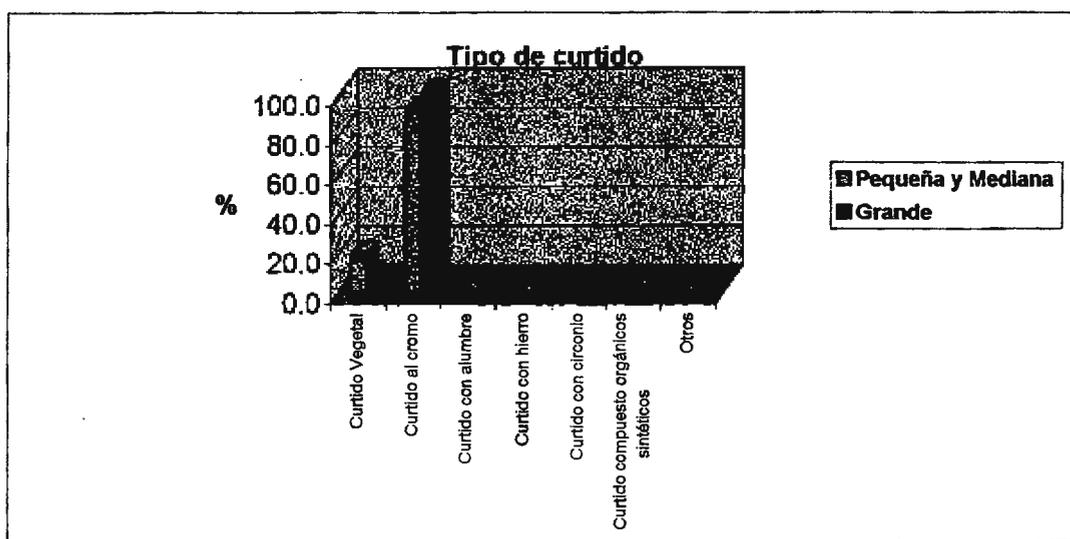
Utilidad	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande			
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%
Suela, tipo para fabrica	1	9.1	3	100.0	4	28.6
Suela, tipo para reparaciones	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Palas para zapatos	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Forros para zapatos	10	90.9	0	0.0	10	71.4
Tapicería		0.0	0	0.0	0	0.0
Bolsos, fundas o correas	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Otros	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Totales	11	100	3	100	14	100.0
No de empresas que contestaron	11		3		14	



Análisis: Se determino que la empresa grande el 100% de cuero producido se ocupa para suela tipo para fabrica y que en la pequeña empresa y mediana 91% de cuero producido se ocupa para forros para zapatos.

12. ¿Qué tipo de curtimiento utiliza la empresa en su proceso productivo?

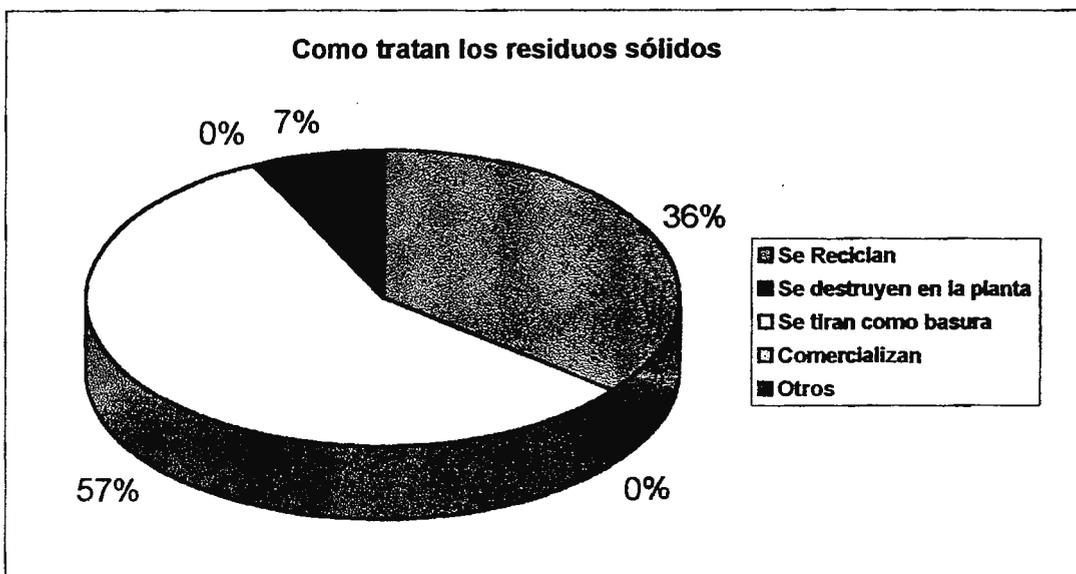
Tipo de curtido	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande			
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%
Curtido Vegetal	2	18.2	0	0.0	2	14.3
Curtido al cromo	10	90.9	3	100.0	13	92.9
Curtido con alumbre	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Curtido con hierro	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Curtido con circonio		0.0	0	0.0	0	0.0
Curtido compuesto orgánicos sintéticos	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Otros	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Totales	12	109	3	100	15	107.1
No de empresas que contestaron	11		3		14	



Análisis: Se determino que la empresa grande el 100% utiliza curtición al cromo y que en la pequeña empresa y mediana 91% ocupa curtición al cromo y el 18% curtición vegetal, algunas empresas utilizan los dos tipos a la misma vez.

17. ¿Cómo tratan los desechos industriales en la fabrica?.

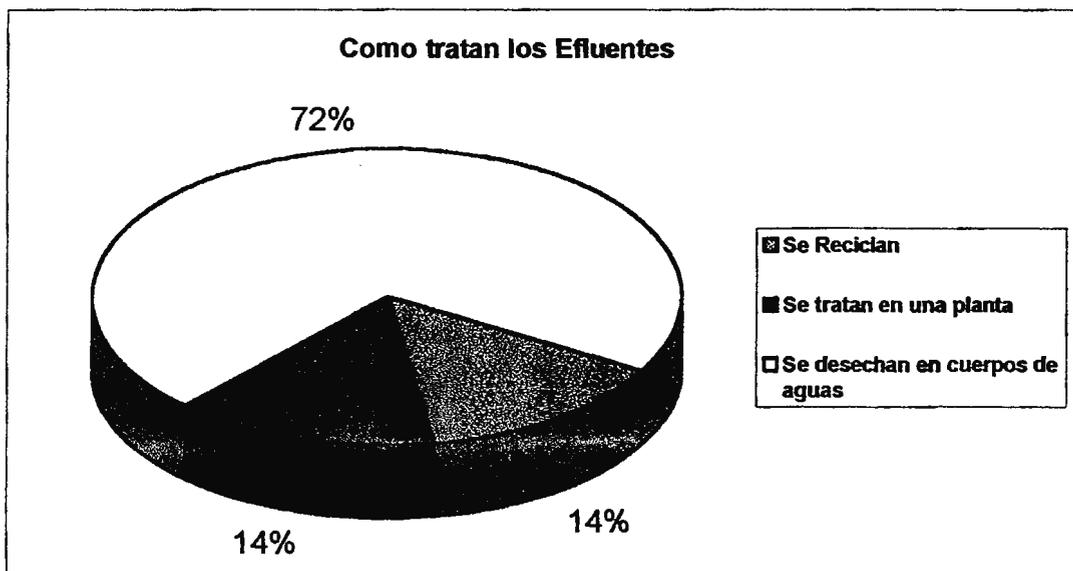
Residuos Sólidos	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande			
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%
Se Reciclan	2	18.2	3	100.0	5	35.7
Se destruyen en la planta	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Se tiran como basura	8	72.7	0	0.0	8	57.1
Comercializan	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Otros	1	9.1	0	0.0	1	7.1
Totales	11	100	3	100	14	100.0
No de empresas que contestaron	11		3		14	



Análisis: Se determino que la empresa grande tratan de reciclar y algunas pequeñas y medianas también, pero se comprobó que la mayoría de las tenerías tiran como basura los residuos sólidos el 57%.

17. ¿Cómo tratan los desechos industriales en la fabrica?.

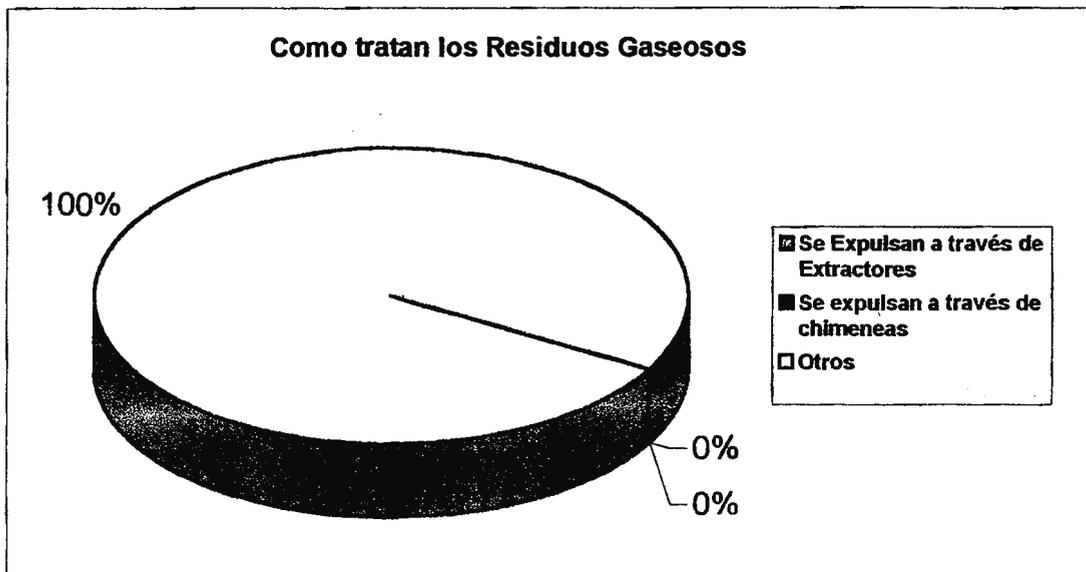
Residuos Líquidos o Efluentes	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande			
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%
Se Reciclan	0	0.0	2	66.7	2	14.3
Se tratan en una planta	1	9.1	1	33.3	2	14.3
Se desechan en cuerpos de aguas	10	90.9	0	0.0	10	71.4
Totales	11	100	3	100	14	100.0
No de empresas que contestaron	11		3		14	



Análisis: Se comprobó que la mayoría de las tenerías tiran los desechos o efluentes en cuerpos de agua, como lo son: ríos, lagunas, etc.

17. ¿Cómo tratan los desechos industriales en la fabrica?.

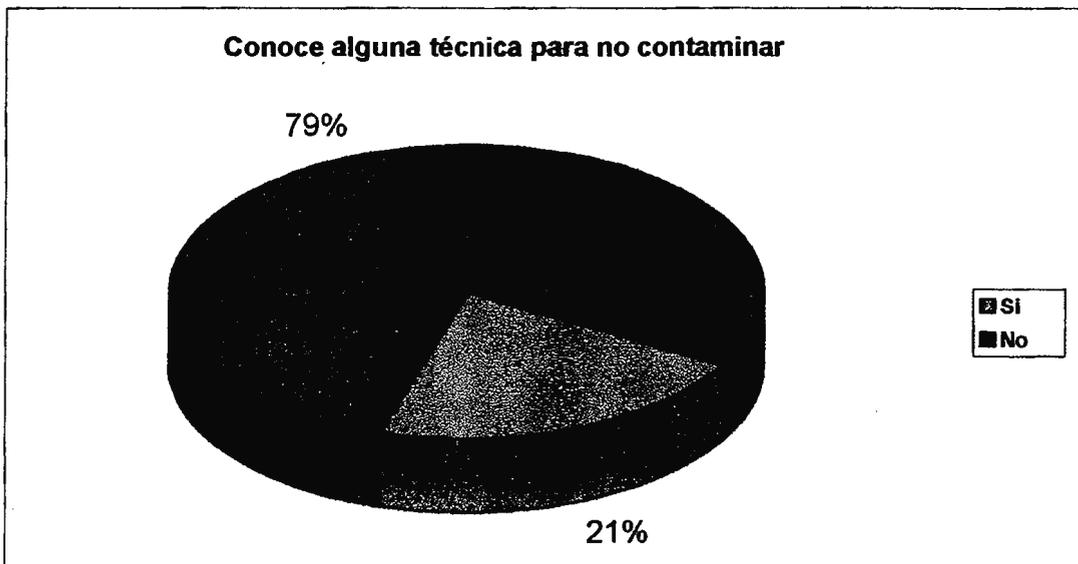
Residuos gaseosos	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande			
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%
Se Expulsan a través de Extractores	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Se expulsan a través de chimeneas	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Otros	11	100.0	3	100.0	14	100.0
Totales	11	100	3	100	14	100.0
No de empresas que contestaron	11		3		14	



Análisis: Se comprobó que el 100% de los residuos gaseosos se inhalan, ya que no cuentan con extractores o chimeneas para los controles adecuados de las emanaciones de gases por los químicos utilizados.

18. ¿Conoce alguna técnica para no contaminar?.

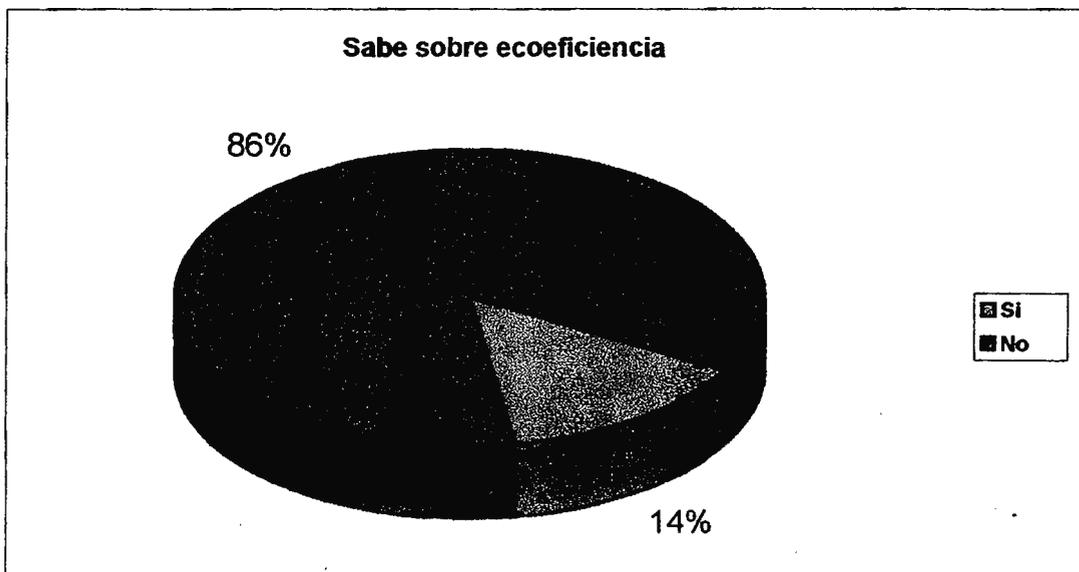
Técnicas	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande			
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%
Si	0	0.0	3	100.0	3	21.4
No	11	100.0	0	0.0	11	78.6
Totales	11	100	3	100	14	100.0
No de empresas que contestaron	11		3		14	



Análisis: Solo las empresas grandes conocen o tienen ideas de algunas técnicas para no contaminar, pero las pequeñas y medianas empresas no saben de ninguna.

19. ¿Ha oído hablar de Ecoeficiencia?.

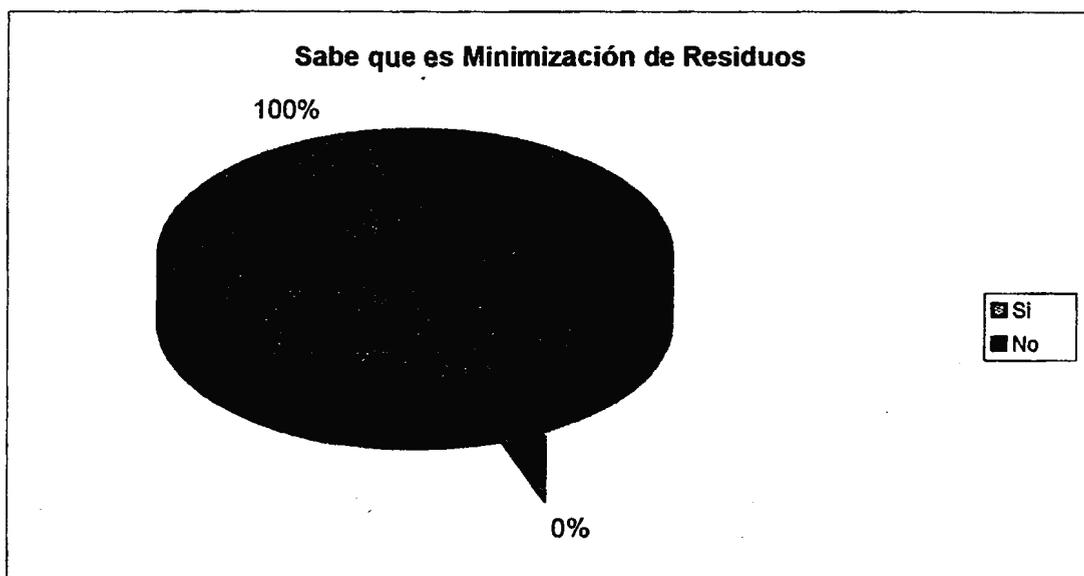
Ecoeficiencia	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande			
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%
Si	0	0.0	2	66.7	2	14.3
No	11	100.0	1	33.3	12	85.7
Totales	11	100	3	100	14	100.0
No de empresas que contestaron	11		3		14	



Análisis: Solo las empresas grandes conocen o tienen idea de que es ecoeficiencia o para que sirve, pero las pequeñas y medianas empresas nunca ha oído hablar de ese termino.

22. ¿Ha oído hablar de Minimización de Residuos?.

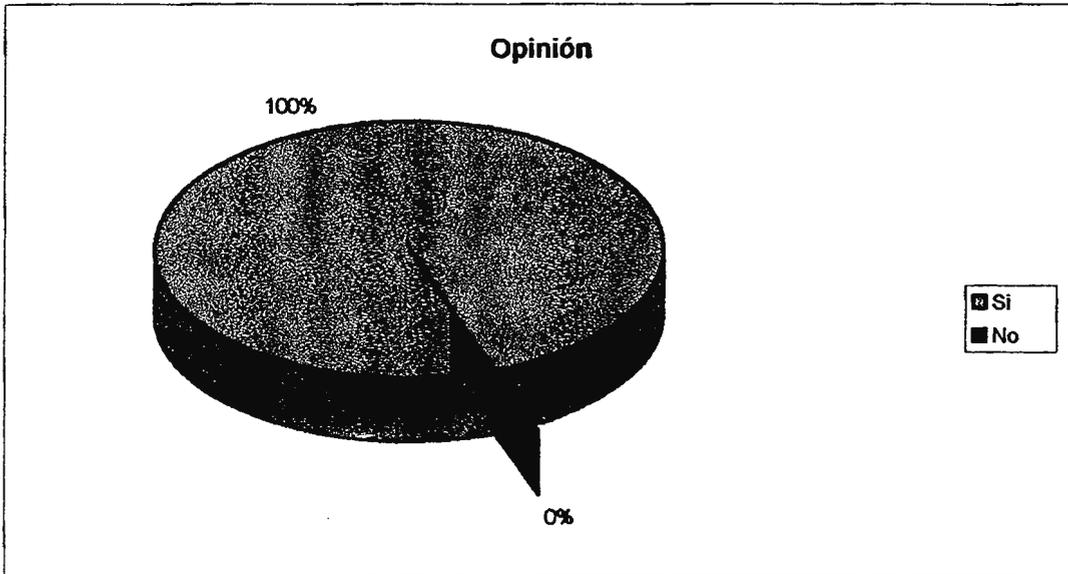
Minimización de Residuos	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande			
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%
Si	0	0.0	0	0.0	0	0.0
No	11	100.0	3	100.0	14	100.0
Totales	11	100	3	100	14	100.0
No de empresas que contestaron	11		3		14	



Análisis: Solo las empresas grandes conocen o tienen idea de que es minimización de residuos o para que sirve, pero las pequeñas y medianas empresas nunca ha oído hablar de ese termino.

25. ¿Cree usted que la Minimización de Residuos brinde beneficios económicos y disminuye costos de tratamientos para su empresa?.

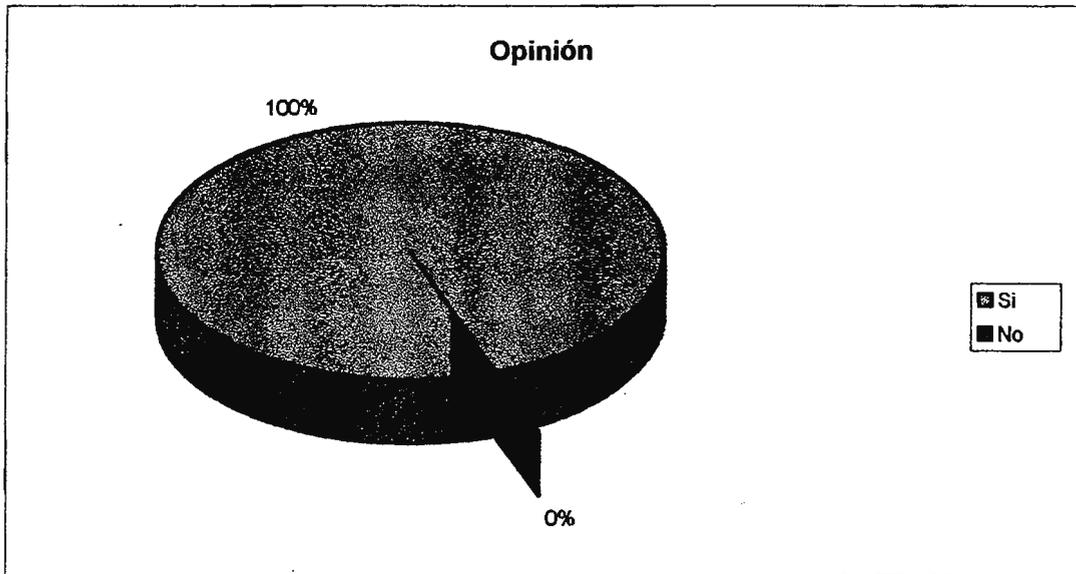
Opinión	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande			
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%
Si	11	100.0	3	100.0	14	100.0
No	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Totales	11	100	3	100	14	100.0
No de empresas que contestaron	11		3		14	



Análisis: Al explicar el concepto o la idea que se trata de desarrollar con Minimización de Residuos el 100% cree que si brindaría beneficios económicos a la empresa.

26. ¿Qué interés tiene su fabrica en tratamiento de residuos a futuro?.

Interés	EMPRESA				Total	
	Pequeña y Mediana		Grande		No. de Respuestas	%
	No. de Respuestas	%	No. de Respuestas	%		
Si	11	100.0	3	100.0	14	100.0
No	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Totales	11	100	3	100	14	100.0
No de empresas que contestaron	11		3		14	



Análisis: El 100% tiene interés en saber más sobre las técnicas para no contaminar, por las nuevas leyes y la competencia que es cada día más.

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. EL PROBLEMA

En la actualidad la Industria Tenera Salvadoreña está pasando por uno de sus momentos más críticos, como producto de los tratados de integración centroamericana el cual ha permitido una apertura comercial; existiendo una alta introducción de cueros terminados en el país provenientes de Costa Rica, donde existe un sector tenero más desarrollado, con alta capacidad productiva, tecnología moderna y planes agresivos de mercado.

Como se mencionó, una de las causas de la introducción de cueros terminados provenientes de Costa Rica en el país, es la apertura económica, y principalmente, el cierre del mercado europeo a los productos costarricenses, destino al cual se dirigía la producción.

De toda la industria tenera de El Salvador, sólo la empresa grande cuenta con la capacidad de competir con la industria costarricense, la cual en los momentos que no pueda competir en el mercado nacional ha buscado otros mercados en el exterior.

4.1.1. ESTADO ACTUAL DEL EQUIPO

El Salvador cuenta con una industria tenera bastante desarrollada, debiéndose principalmente a que proporciona el cuero a zapateros exigentes y por eso han logrado un artículo bastante aceptable casi sin problemas de flor suelta y de grosor bastante uniforme. Las tenerías grandes y algunas medianas cuentan con maquinaria más moderna y en su mayoría realizan la impregnación de las pieles antes del acabado como práctica normal. Las tenerías pequeñas, con muy pocas excepciones, elaboran la badana y suela utilizando métodos rápidos con los curtientes tradicionales (sales de cromo). El descarne se realiza generalmente a mano, y la maquinaria ocupada es artesanal o muy antigua.

4.1.2. UTILIZACION DE PLANTA

La industria tenera salvadoreña durante el periodo de guerra ha producido entre el 40% y 60% de su capacidad instalada. Son muy pocas las empresas que están rebasando esa barrera de producción; alcanzando hasta el 80% de utilización de su capacidad instalada.

Otro de los problemas es el uso de tecnología poco moderna, por lo que los costos son elevados, los cuales se ven afectados a la vez por los métodos de producción no muy desarrollados. Es de mencionar que aún cuando se utilice toda la capacidad instalada, se cuenta a la vez con el problema de distribución y ubicación de las plantas, las cuales no han sido de acuerdo a un plan de visión hacia el futuro, disminuyendo tiempos y movimientos.

4.1.3. METODOS DE PRODUCCION

Dentro de los medios que se utilizan para curtir el cuero se tiene el uso de fosas que es un método primitivo de curtición y el uso de bombos o batanes que permiten obtener curtidos de mejor calidad. La forma o proceso de curtición utilizados son el Cromo en el cual se utilizan sales de Cromo y otros productos químicos que permiten obtener cueros de mejor calidad. La curtición al vegetal, en el cual se utilizan resinas y productos sintéticos; dentro de las resinas utilizadas se tienen: Mimisa, Castaño, Quebracho; este proceso se utiliza principalmente para la producción de suela y oscaría, que son productos de menor calidad y no necesitan de grandes procesos.

4.1.4. MATERIA PRIMA

En el país se procesan anualmente unas 400,000 pieles, de las cuales tres cuartas partes llegan del extranjero. Las tenerías importan piel salada de los Estados Unidos, la República Dominicana, Belice y, tradicionalmente, de Nicaragua. También importan cuero en azul de Brasil y de Panamá. La piel nacional suele ser delgada y de bajo peso, de calidad inferior al producto importado. Mucha se procesa para hacer suela. Los cueros nacionales casi nunca se salan por lo que se deterioran cuando no se hace el transporte rápidamente.

Los productos químicos se obtienen (salvo la sal, la cal y el sulfato de amonio) de empresas extranjeras que proporcionan, en la mayoría de los casos, las calidades apropiadas para el producto deseado que se ajusta a las normas internacionales.

4.1.5. CONTROL DE CALIDAD

La supervisión del producto en las etapas intermedias de producción y al final es muy poca, y se limita al criterio subjetivo de su apariencia, basándolo en la experiencia del personal.

Sólo las grandes tenerías cuentan con el equipo necesario para las pruebas físicas del producto terminado(resistencia al acabado, soltura de flor, etc.).

4.1.6. DISTRIBUCION DE LA PLANTA, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES

La distribución de la planta es deficiente porque el cuero tiene que moverse muchas veces durante su tratamiento. La falta de espacio y de orden influyen también en la distribución inapropiada de la planta.

Los productos químicos, en las empresas grandes, son manejados por personal especializado que utiliza botas, guantes y mascarillas. En las pequeñas, el personal trabaja sin protección alguna y usa los productos químicos sin cuidado. Es mucha la ignorancia sobre el manejo de compuestos de alto riesgo.

4.1.7. LOS PRODUCTOS

El cuero que se obtiene en el país es bueno y tiene aceptación en los mercados internacionales. Cuando se ha procesado piel salada importada de los Estados Unidos,

ese cuero se ha vendido con éxito en algunos mercados europeos y también en Costa Rica y Honduras. Las pieles que utilizan las fábricas de calzado y proceden de tenerías salvadoreñas quedan bien curtidas y son bastantes uniformes en cuanto a colores y acabados; por desgracia, pequeños defectos como ralladuras, raspones y otros inconvenientes impiden aprovecharlas totalmente. Para la fabricación de suela, se utilizan pieles pequeñas que no se cruponan, produciéndose una suela que no pasa de los 3mm de espesor; toda se consume en el país y para completar la demanda se importa más de Guatemala y Costa Rica.

4.1.8. EL MERCADO

A pesar de ser deficitario en piel en bruto, se produce cuero de buena calidad a precios bajos. El precio por pie cuadrado de cuero bien acabado oscila entre US\$0.80 y US\$1.05, según el grosor. Como consecuencia, el cuero salvadoreño tiene buena aceptación en mercados de exportación, ya sea como piel o transformado en calzado.

De las empresas grandes de tenerías Ateos,(división de ADOC) y la Sirenita producen para sus propias fábricas de calzado. Las otras dos tenerías venden el 70% de su producto en el exterior.

La empresa mediana dedica el 95% de su producción para cubrir el mercado interno. De las empresas pequeñas, las que se dedican exclusivamente a la producción de badanas, el 95% de su producción es vendida directamente en Guatemala.

4.1.9. CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE

Las tenerías suelen localizarse en las proximidades de algún río al que vierten las aguas residuales y algunos residuos sólidos. Con muy pocas excepciones, las plantas carecen de tratamientos primarios y en ningún caso se da el tratamiento adecuado a los desperdicios. Los desechos sólidos se entierran en otros lugares, pero un elevado porcentaje de los mismos llega a los ríos, como se ha dicho, con los restos de basura propios de la tenería como envases plásticos, bolsas de polietileno, etc.

4.1.10. FINANZAS

Casi todas las empresas de esta rama trabajan con capital propio y no tienen préstamos o hipotecas importantes. Para las compras de productos químicos y de equipo las tenerías utilizan los plazos que les ofrecen las diversas casas proveedoras. A excepción de la compra de cuero, tanto nacional como importado, que la compra es al contado.

4.1.11. ORGANIZACION

La organización en las empresas es buena, en la grande empresa la administración está a cargo de personal con estudios superiores en proceso de curtición, en la empresa mediana y pequeña, la administración es dirigida por personal con conocimientos técnicos de curtición basados en su experiencia.

4.1.12. CAPACITACION Y ASISTENCIA TECNICA

Hasta 1990 existió una tenería en Santa Tecla, dirigida por los salesianos, y ubicadas en el Colegio Santa Cecilia, la cual se encargó de capacitar a la mayor parte de propietarios de tenerías de El Salvador. Actualmente requerirán asistencia técnica en todas las áreas de trabajo, los operarios y trabajadores antiguos con mucha experiencia están a punto de jubilarse, por lo que se necesita capacitar especialmente los mandos medios en las etapas de ribera, curtición y acabado.

4.2. ESTRUCTURA PROBLEMÁTICA DE TENERÍAS EN EL SALVADOR

Los problemas más importantes que se definen para la industria del cuero en El Salvador están agrupados según su importancia de la forma siguiente:

- De formación empresarial,
- de gobierno y ecología,
- de capacitación y asistencia técnica,
- de relación con proveedores
- financieros,
- de planeación estratégica,
- de mercado (competencia, conocimiento, mercadotecnia y estructura),
- de reubicación y modernización,
- de asociación,
- tecnológicos,
- de productividad

Un resumen de la problemática en estudio se presenta en la **figura 3**.

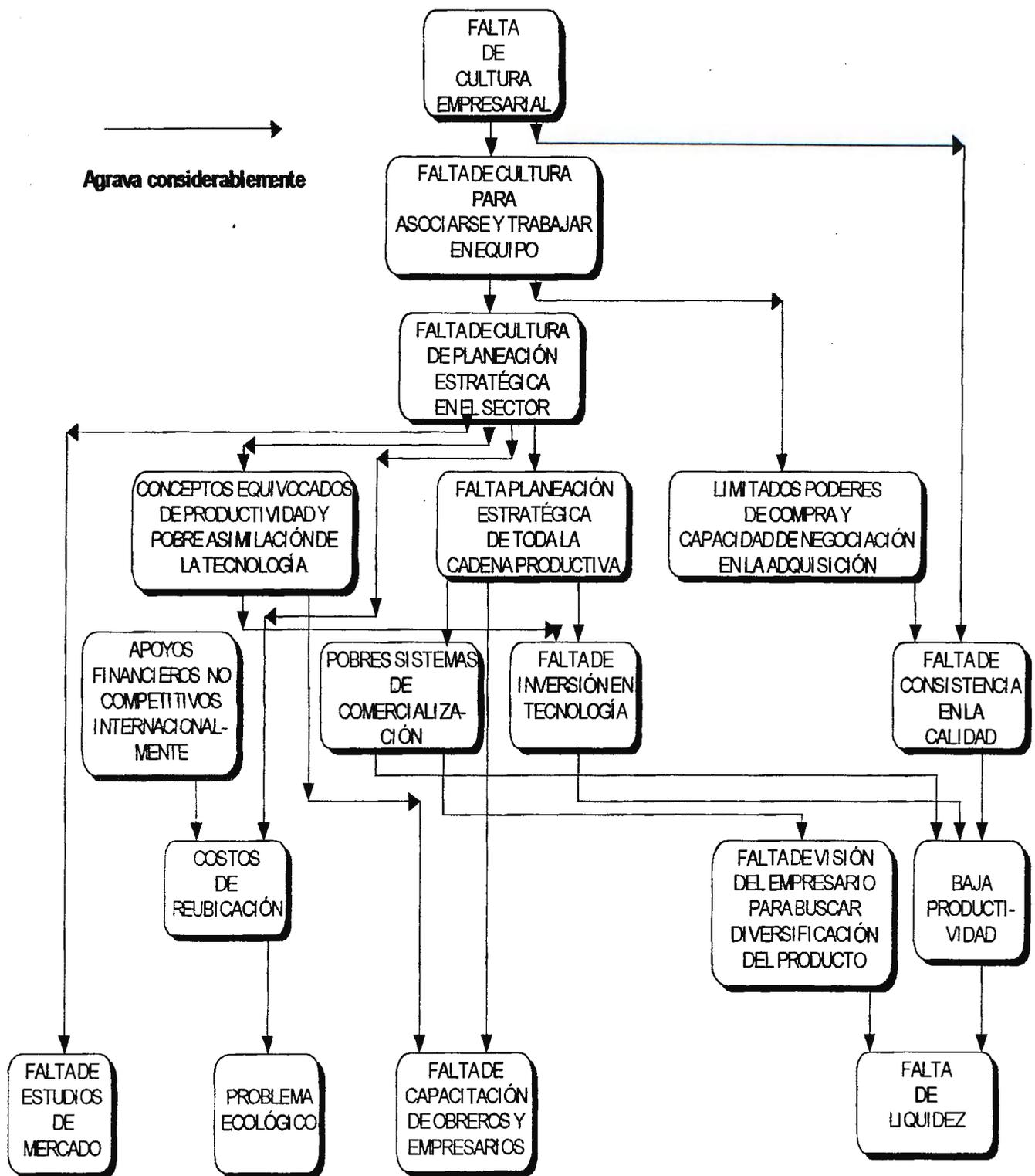


Figura 3. Resumen de la problemática de las tenerías en El Salvador

Fuente: Ecoeficiencia en la industria de la curtiembre, CIEN, Julio de 1997.

La falta de cultura para asociarse y planear el crecimiento del sector, es uno de los principales factores que hacen más difícil el desarrollo de la industria de las tenerías. Falta una planeación estratégica de toda la cadena productiva, esto es, el empresariado del sector no ha reconocido la necesidad de crear productos considerando su ciclo total de vida.

Los más grandes problemas relacionados directamente con el sector son la falta de cultura empresarial (en forma de capacitación a todos los niveles) y la falta de planeación global y particular. Estos dos problemas, ciertamente solucionables y controlables, agravan significativamente al resto y empeoran la situación global de la curtiduría como industria y como empresa, resultando en situaciones mucho más complejas como son la relación industria - medio ambiente y la competitividad internacional.

La legislación ecológica es relativamente nueva en el país, la globalización aún es una novedad que las empresas han tenido que enfrentar sobre la marcha: la apertura de los mercados internacionales ha venido a exigir más de lo que estos países habían tenido capacidad de ofrecer.

4.2.1. ANTECEDENTES ECOLÓGICOS DE LAS TENERÍAS

Con la apertura comercial y la globalización, los pequeños y medianos empresarios de países en desarrollo como el nuestro, encuentran aún más difícil crear ventajas competitivas dentro de sus empresas.

La mayoría de las tenerías en el país utilizan procesos químicos altamente contaminantes y no cuentan con un sistema eficaz de recuperación o confinamiento final de sus residuos tóxicos, tampoco cuenta ni con la disposición, ni con la infraestructura o capital para redefinir los procesos de producción de manera que se reduzcan las fuentes de contaminación de los mismos.

4.2.2. PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN

El programa EP3 de la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID) ha detectado que los problemas de contaminación más frecuentes en la curtiduría se deben a los excesos en:

1. Descargas de cromo
2. Descargas de compuestos orgánicos volátiles
3. Utilización de agua
4. Desperdicio de piel
5. Desperdicio de sulfuro
6. Contenido de sólidos suspendidos en los efluentes
7. Aceite y grasa en los efluentes
8. Demanda biológica de oxígeno

Un afluente no tratado es altamente contaminante. La composición típica de este desecho se presenta en la **tabla 5**.

Contaminantes (mg/l)	Concentración		
	<i>Débil</i>	<i>Media</i>	<i>Fuerte</i>
Sólidos totales	350	720	1200
Sólidos suspendidos	100	200	325
Sólidos sedimentables (ml/l)	5	10	20
Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días@ 20°C	110	220	440
Demanda química de oxígeno	250	500	1000
Fósforo	4	8	15
Cloruros	30	50	100
Sulfuro	20	30	50
Alcalinidad	50	100	200
Nitrógeno total	20	40	85
Grasas y aceites	50	100	150
Compuestos orgánicos volátiles	<100	100-400	> 400

Tabla 5. Composición típica de un efluente urbano (no tratado).

Fuente: Ecoeficiencia en la industria de la curtiembre, CIEN, Julio de 1997.

4.2.3. DESCRIPCION DE LOS RESIDUOS

De acuerdo con el proceso donde se genera, el efluente residual de una tenería se puede dividir en *cuatro líneas* con características diferentes que cambian la forma en que cada una de ellas puede ser tratada. El efluente generado en el *remojo* (1) es de aguas salinas, el del *depilado* (2) es de aguas alcalinas, el efluente que contiene cromo son aguas ácidas (3), y un cuarto efluente es de aguas diversas provenientes del *desencalado*, *ablandamiento*, *lavado*, *teñido*, *recurtido*, *engrase*, *acabado* y los servicios sanitarios. La **tabla 6** resume la composición de estos distintos residuos.

PARÁMETRO (mg/l)	EFLUENTE				Caracterización <i>Baño compuesto (total)</i>
	1 <i>Remojo</i>	2 <i>Depilado (pelambre)</i>	3 <i>Ácidas</i>	4 <i>Diversas</i>	
Demanda química de oxígeno	10000-15000	26000	6000	5000	18611
Demanda bioquímica de oxígeno	4000-6000	13000-15000	3000	3000	5141
Sólidos suspendidos	6000	10000	1120-1500	3000	
Sólidos sedimentables (ml/l)	15-30	50-100	20-40	60	295
Sólidos disueltos totales	50000-70000	21500-25000	70000	6000-10000	29382
Cloruros	25000				
Grasas y aceites	110-250	580-1000	88-150	54-100	2788
Detergentes	40	150	40	40	
PH	6.5	12	4	6.5	9.6
Color	Grisáceo obscuro	Gris verdusco oscuro	Azul opaco	Amarillo	
Sulfuros		1500-3000		5	459
Cromo III			3000-5000	60-100	236

Tabla 6. Composición típica de efluente en tenerías con proceso al cromo.¹

Fuente: Ecoeficiencia en la industria de la curtiembre, CIEN, Julio de 1997.

Un diagrama esquemático de la división de fuentes contaminantes en la industria de la tenería, explicada anteriormente, y las alternativas de tratamiento, se muestra en la figura 4.

¹Los efluentes considerados para la columna de caracterización provienen de una mezcla compuesta por todos los baños del proceso en cantidades proporcionales a las que normalmente se trabajan.

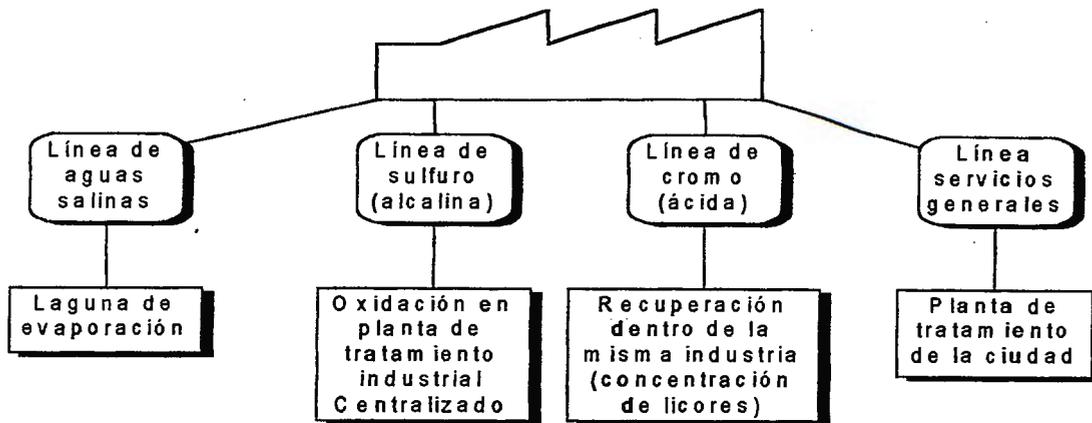


Figura 4. Tratamiento de fuentes contaminantes en la curtiduría.

Fuente: Ecoeficiencia en la industria de la curtiembre, CIEN, Julio de 1997.

4.2.3.1. Residuos líquidos

El volumen y las características de las descargas residuales de agua varían de proceso a proceso y de tenería a tenería. Las operaciones en una tenería son hechas en lotes y la descarga de aguas residuales también es intermitente. El agua residual del *remojo* es de color verde olivo, contiene proteínas solubles como la albúmina y tiene un molesto olor. Junto con esto, se descarga materia suspendida como suciedad, estiércol y sangre. Debido a la gran cantidad de sal en forma de cloruro de sodio que es usado como preservante (equivalente al 100% del peso de las pieles), la salinidad del residuo del *remojo* es muy alta y el contenido de cloruro varía desde 15,000 a 30,000 mg/l (como Cl⁻).

El agua residual de operaciones como el *encalado* y *decalado* es alcalina y contiene materia orgánica, pelo, cal, impurezas suspendidas y disueltas, sulfuro y alta demanda biológica de oxígeno en el rango de 2,000-5,000 mg/l. Esto es ocasionado principalmente

debido a la mala calidad del hidróxido de calcio y otros químicos usados muchas veces en cantidades excesivas sin el control adecuado. El agua residual del *piquelado*, *curtido a cromo* y *remojo graso* es ácida y contiene gran cantidad de cromo, ya que del total de este elemento, aplicada como sulfato crómico a la piel, sólo del 50% al 70% es absorbido; el resto es desechado como residuo.

4.2.3.2. Residuos semisólidos

Entre los más problemáticos de tratar se encuentran los residuos semisólidos producidos durante el *remojo* y el *depilado*. Estos procesos generan lodos de materia orgánica difícilmente separable, ya que el sulfuro de sodio no sólo ayuda a la depilación de la piel, sino que disuelve el pelo en una masa que a su vez contiene sangre, sal y estiércol del *remojo*, lo que la hace difícil de tratar y confinar por medio del drenaje público. El pelo deja de ser utilizable y tiene que ser desechado.

4.2.3.3. Residuos sólidos

El proceso del *descarne* es generador de desechos orgánicos como proteínas, tejido adiposo, muscular y nervioso. El *raspado* y *desorillado* producen tiras de cuero y raspa del cuero. Durante el *pulido* se produce polvo de cuero.

4.3. ANALISIS DEL FODA

El FODA es un enfoque de análisis de las fuerzas estratégicas que identifica los puntos fuertes y débiles que son características internas de todas las organizaciones, así

como también, las oportunidades y amenazas presentadas por el entorno, las cuales son necesarias para definir las estrategias.

FORTALEZAS. Los puntos fuertes representan la base sobre la cual se puede construir el éxito, por que representan los aspectos que son propios de la empresa y que le sirven para impulsar su desarrollo.

OPORTUNIDADES. La importancia de reconocer las oportunidades radica en el aprovechamiento que de éstas la empresa pudiera hacer para combinarlas con sus fortalezas a fin de lograr un mayor crecimiento. Por tanto, las oportunidades constituyen los elementos de su entorno que pueden favorecerlas.

DEBILIDADES. Los puntos débiles son aquellos que a nivel interno de una u otra forma obstaculizan el desarrollo de la organización.

AMENAZAS. Las amenazas escapan al control de la organización, razón por la cual deben ser identificadas en su entorno para adoptar las medidas necesarias que le ayuden a enfrentarse a ellas a fin de minimizar su efecto.

4.3.1. EMPRESA GRANDES

Fortalezas

- 1) Calidad del producto, diseño y durabilidad.

- 2) Entrega oportuna.
- 3) Diversificación de líneas.
- 4) Mayor capacidad de planta.
- 5) Distribución de compradores propios en todo el territorio nacional para la adquisición de cueros crudos.
- 6) Disponibilidad de recursos humanos y financieros.

Oportunidades

- 1) Apertura comercial e integraciones a nivel regional e internacional.
- 2) Ventaja competitiva sobre la mediana y pequeña empresa por producir líneas diversificadas de cuero.
- 3) Utilizar toda su capacidad instalada.
- 4) Obtener financiamiento de las nuevas líneas de inversión.

Debilidades

- 1) Escasez de cuero crudo para la producción.
- 2) Mala calidad de la materia prima nacional.
- 3) Falta de publicidad.
- 4) Sub – utilización de su capacidad instalada.
- 5) Falta de purificación de las aguas y desechos de las plantas.
- 6) Falta de personal especializado en métodos modernos de curtición.

Amenazas

- 1) Ingreso de nuevos competidores por la apertura comercial.
- 2) Incremento de la importación de productos sustitutos del calzado y productos de cuero.

- 3) Incremento de grupos de protección al medio ambiente y promulgación de leyes.

4.3.2. EMPRESA PEQUEÑA Y MEDIANA

Fortalezas

- 1) Falta de cobertura de los mercados locales, por la empresa grande.
- 2) Adquisición local de cueros crudos para la producción.

Oportunidades

- 1) Apertura comercial e integraciones a nivel regional e internacional.
- 2) Diversificar sus líneas.
- 3) Mercado no cubierto por la gran empresa.
- 4) Financiamiento con las nuevas líneas de inversión.

Debilidades

- 1) Escasez de cuero crudo para la producción.
- 2) Mala calidad de la materia prima nacional.
- 3) Baja calidad del producto terminado.
- 4) Falta de publicidad.
- 5) Subutilización de su capacidad instalada.
- 6) Limitante para obtener los créditos necesarios.
- 7) Falta de garantía para respaldar los créditos.
- 8) Pocos recursos humanos, tecnológicos y financieros.
- 9) Escasez de personal técnico especializado en métodos modernos de curtición.

10) No poseen una estructura organizativa ordenada.

Amenazas

- 1) Ingresos de nuevos competidores por la apertura comercial.
- 2) Incremento en la importación de productos sustitutos del cuero.
- 3) Aumento de grupos de protección al medio ambiente y promulgación de leyes.

4.3.3. MATRIZ DE ACCIONES

4.3.3.1. Mediana y pequeña empresa

FACTORES INTERNOS	FUERZAS 1) Falta de cobertura de los mercados locales, por la empresa grande. 2) Adquisición local de cueros crudos para la producción.	DEBILIDADES 1) Escasez de cuero crudo para la producción. 2) Mala calidad de la materia prima nacional. 3) Baja calidad del producto terminado. 4) Falta de publicidad. 5) Subutilización de su capacidad instalada. 6) Limitante para obtener los créditos necesarios. 7) Falta de garantía para respaldar los créditos. 8) Pocos recursos humanos, tecnológicos y financieros. 9) Escasez de personal técnico especializado en métodos modernos de curtición. 10) No poseen una estructura organizativa ordenada.
FACTORES EXTERNOS		
OPORTUNIDADES 1) Apertura comercial e integraciones a nivel regional e internacional. 2) Diversificar sus líneas. 3) Mercado no cubierto por la gran empresa. 4) Financiamiento con las nuevas líneas de inversión.	OPORTUNIDADES/FUERZAS 1) Incrementar la producción. 2) Utilizar toda la capacidad instalada de planta. 3) Producir más líneas de productos y de mejor calidad.	OPORTUNIDAD/DEBILIDAD 1) Expandir sus compras de cueros crudos a nivel nacional. 2) Obtener créditos para el capital de trabajo y preparación del personal. 3) Utilizar toda su capacidad instalada. 4) Tecnificar al personal.
AMENAZAS 1) Ingresos de nuevos competidores por la apertura comercial. 2) Incremento en la importación de productos sustitutos del cuero. 3) Aumento de grupos de protección al medio ambiente y promulgación de leyes.	AMENAZAS/FUERZAS 1) Cubrir la demanda nacional de suelas y badanas. 2) Purificación de aguas y desechos de planta. 3) Mejorar la calidad de su producto.	AMENAZAS/DEBILIDADES 1) Incremento de las importaciones de producto terminado y calzado sintético. 2) Incremento de costos por tratamiento de desechos.

4.3.3.2. Empresa Grande

FACTORES INTERNOS	FUERZAS 1) Calidad del producto, diseño y durabilidad. 2) Entrega oportuna. 3) Diversificación de líneas. 4) Mayor capacidad de planta. 5) Distribución de compradores propios en todo el territorio nacional para la adquisición de cueros crudos. 6) Disponibilidad de recursos humanos y financieros.	DEBILIDADES 1) Escasez de cuero crudo para la producción. 2) Mala calidad de la materia prima nacional. 3) Falta de publicidad. 4) Sub – utilización de su capacidad instalada. 5) Falta de purificación de las aguas y desechos de las plantas. 6) Falta de personal especializado en métodos modernos de curtición.
FACTORES EXTERNOS		
OPORTUNIDADES 1) Apertura comercial e integraciones a nivel regional e internacional. 2) Ventaja competitiva sobre la mediana y pequeña empresa por producir líneas diversificadas de cuero. 3) Utilizar toda su capacidad instalada. 4) Obtener financiamiento de las nuevas líneas de inversión.	OPORTUNIDADES/FUERZAS 1) Incrementar la producción. 2) Utilizar toda la capacidad instalada de planta. 3) exportar productos a los nuevos mercados.	OPORTUNIDAD/DEBILIDAD 1) Importar cueros crudo. 2) Efectuar campañas publicitarias. 3) obtener créditos para el capital de trabajo y preparación del personal. 4) Tecnificar al personal.
AMENAZAS 1) Ingreso de nuevos competidores por la apertura comercial. 2) Incremento de la importación de productos sustitutos del calzado y productos de cuero. 3) Incremento de grupos de protección al medio ambiente y promulgación de leyes.	AMENAZAS/FUERZAS 1) Cubrir la demanda nacional de suelas y badanas. 2) Purificación de aguas y desechos de planta.	AMENAZAS/DEBILIDADES 1) Incremento de las importaciones de producto terminado y calzado sintético. 2) Incremento de costos por tratamiento de desechos.

4.4. IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA

Los residuos de las tenerías pueden causar efectos negativos sobre el ambiente. La disposición de los residuos líquidos y sólidos, así como las emisiones gaseosas sobre cuerpos de agua, suelo y aire degradan la calidad ambiental de estos últimos y ocasionan daños muchas veces irreversibles.

También son conocidos los efectos sobre la salud del contacto directo con los insumos químicos utilizados en el proceso productivo con los residuos peligrosos que se generan. Los efluentes que contienen alta carga orgánica, sulfuro y cromo merecen atención prioritaria dentro de un programa de minimización en curtiembres debido a su alta carga contaminante.

4.4.1. EFECTOS SOBRE LOS CUERPOS DE AGUA

Las aguas residuales cuando se descargan directamente a un cuerpo de agua ocasionan efectos negativos en la vida acuática y en los usos posteriores de estas aguas. Un cuerpo de agua contaminado disminuye el valor de su uso como agua para bebida o para fines agrícolas e industriales, afecta la vida acuática y los peces mueren por disminución del oxígeno disuelto. Por otra parte, si su uso es indispensable, los costos de tratamiento se tornan muy altos.

En el caso de las aguas subterráneas, su contaminación es más problemática y persistente porque su autodepuración es lenta debido a que no presenta corrientes que le confieran una adecuada aireación. Esto se agrava cuando es la única fuente de abastecimiento de agua para una población. Los efluentes no tratados de las curtiembres ocasionan salinidad en las aguas subterráneas debido a la alta concentración de cloruros.

Una evaluación sobre el potencial de contaminación de cuerpos de agua causada por efluentes de curtiembre en función de sus características principales muestra lo siguiente:

DBO y DQO. Son los parámetros utilizados para medir la materia orgánica presente en el efluente. Cuando se presenta concentraciones altas de DBO y DQO en los ríos puede ocurrir desoxigenación del mismo.

pH. Es un parámetro de importancia que indica la intensidad de la acidez o alcalinidad del efluente. Generalmente los efluentes de las tenerías presentan variaciones

entre 2,5 y 12,0. Las variaciones de pH afectan considerablemente la vida acuática de las corrientes receptoras.

Sulfuro. Presenta riesgo de formación de gas sulfhídrico, el que en baja concentración genera olor desagradable y en alta concentración puede ser muy tóxico.

Amonio. Es tóxico para los peces. Es un nutriente que puede causar proliferación de plantas acuáticas.

Nitrógeno-Kjeldahl. Es el total de nitrógeno orgánico y del amoniacal. Su presencia en altas concentraciones puede provocar el crecimiento acelerado de plantas acuáticas.

Nitratos. Su presencia en altas concentraciones en agua potable es riesgosa para la salud.

Fosfato. No es tóxico pero estimula el crecimiento de plantas acuáticas y algas.

Cromo. Metal pesado persistente que puede causar problemas a la salud humana en altas concentraciones.

Color. Proveniente de los taninos y tintes, perjudica la actividad fotosintética de las plantas acuáticas y provoca su muerte.

Sólidos sedimentables. Ocasionan la formación de bancos de lodos que producen olores desagradables.

4.4.2. EFECTOS SOBRE EL ALCANTARILLADO Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los efluentes de tenerías descargadas a una red de alcantarillado provocan incrustaciones de carbonato de calcio y gran deposición de sólidos en las tuberías. La

presencia de sulfuros y sulfatos también acelera el deterioro de materiales de concreto o cemento.

Si la carga contaminante presenta sustancias tóxicas y es lanzada a una planta de tratamiento, puede interferir con el proceso biológico de la planta. En lugares donde no existen plantas de tratamiento, estos contaminantes afectan la calidad del cuerpo receptor y causan su deterioro.

4.4.3. EFECTOS SOBRE EL SUELO

El suelo tiene cierta capacidad para neutralizar la carga contaminante recibida. Consecuentemente, la descarga de un efluente tratado puede ser beneficioso para la irrigación de un terreno agrícola. Sin embargo, los niveles de contaminación deben controlarse cuidadosamente para evitar el daño de la estructura del suelo, la consecuente disminución de la producción agrícola y la aceleración de la erosión. Por otra parte, debe tomarse en cuenta que la recuperación de un terreno deteriorado demanda un período largo de tiempo.

El suelo alrededor de estas industrias y de los sistemas de tratamiento de sus efluentes, así como el de las áreas de almacenamiento y disposición de sus residuos puede deteriorarse si no se toman medidas preventivas. De igual manera, el suelo contaminado podría interferir en futuros usos del mismo y contribuir a la contaminación de cursos de agua cercanos.

4.4.4. EFECTOS SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE

La descomposición de la materia orgánica, así como la emisión de sulfuro de las aguas residuales causan el característico mal olor de una tenerías. Por ello, la localización de este tipo de industria es motivo de controversias en muchos países, de ahí que se les deba destinar áreas específicas.

Las emisiones de sulfuro provenientes del pelambre y 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, son fuentes importantes de producción de olores que podrían eliminarse mediante un buen control de las operaciones de la industria.

4.4.5. EL IMPACTO SOBRE LA SALUD

El riesgo para la salud se presenta por el manejo descuidado de los insumos químicos que se emplean en el proceso de producción de cueros, así como por una inadecuada disposición de los residuos al interior y fuera de la planta industrial.

El riesgo de accidentes por derrames de insumos químicos empleados en el proceso productivo y que pueden causar daño a la salud de los trabajadores, demanda un especial cuidado en el transporte, almacenamiento y manipulación de estos productos. El sulfuro de sodio, las sales de cromo, las bases o álcalis, los ácidos, así como los solventes y pesticidas, son algunos de los insumos que requieren un manejo cuidadoso porque pueden causar intoxicaciones o accidentes a los empleados expuestos a ellos. El buen

manejo de los insumos químicos al interior de la industria debe formar parte de un programa de control de la producción industrial. En **tabla 7** se presentan un listado de los principales productos químicos utilizados en las tres etapas del proceso industrial.

ETAPA	INSUMO QUIMICO
RIBERA	Cal Carbonato de sodio Cloruro de sodio Hidróxido de sodio Pesticidas(preservantes) Sulfuro de sodio Tensoactivos
CURTIDO	Acido fórmico Acido sulfúrico Bicarbonato de sodio Bisulfito de sodio Cloruro de sodio Croapón, enzilón(productos enzimáticos) Delgras(desengrasantes) Formiato de sodio Sintanos Solventes Sulfato de amonio(desencalantes) Sulfato de cromo(diferente basicidad) Taningan OS Taninos Tensoactivos
ACABADO	Aceites Acetato de butilo Acetato de etilo Acetato isobutílico Acido fórmico Butanol Ciclohexano Curtientes Di – isobutilcetona Etilbenceno Etilenglicol Etilmercaptano Queroseno Monoclorobencina Metilbutilcetona Metiletilcetona Tolueno Tri – cloroetileno Percloroetileno

Tabla 7. Insumos químicos del proceso de curtiembre.

Fuente: Nemerow y Martínez de Basarán, PNUMA(1990).

También existe el riesgo que algunos residuos dentro de la industria sean nocivos para la salud de los trabajadores, tal es el caso de aquellos que contienen sulfuro, potenciales formadores de gas sulfhídrico que muchas veces ha provocado desmayos y accidentes fatales durante la limpieza de canaletas y tanques recolectores de efluentes. Los gases o vapores de solventes de la etapa de acabado son también nocivos para la salud si son inhalados por largos periodos de tiempo.

CAPITULO V

ECOEficiENCIA EN LA INDUSTRIA DE LA TENERIA

5.1. INTRODUCCION

Mucha de la responsabilidad de controlar las emisiones de las curtiembres debe partir del empresariado; de otra forma, se seguirán vertiendo contaminantes al medio ambiente sin ninguna restricción. La adopción de tecnologías sofisticadas que reduzcan la generación de desechos requiere que la mayoría de las tenerías alteren radicalmente sus procesos. Un curtidor difícilmente apostará a un nuevo proceso que cumpla con la regulación ambiental si no le garantiza de antemano que no dañará la calidad de los cueros producidos; por lo tanto, no reparará en utilizar un proceso que gaste demasiada agua, energía y utilice químicos tóxicos para producir si cuenta con un mercado estable.

La introducción de procesos ecoeficientes en la industria de la curtiembre permite asumir la responsabilidad social y ambiental del sector, y a la vez ofrece una oportunidad para elevar la competitividad de la empresa. En general, los costos operacionales en las tenerías pueden ser reducidos si se conduce un pretratamiento adecuado de las pieles, y se utilizan los químicos correctos en cantidades adecuadas. El *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*² ha determinado siete factores que en la mayoría de

² Eco-Efficient Leadership. WBCSD. Ginebra, 1995.

los casos pueden ser considerados como áreas de oportunidad para el mejoramiento ecoeficiente de cualquier negocio:

1. Reducción de la **materia prima** en los bienes y servicios
2. Reducción en el uso de **energía** en los bienes y servicios
3. Reducción en la dispersión de **desechos tóxicos**
4. Aumento de la **reciclabilidad** de los materiales
5. **Maximización** del uso sostenible de recursos **renovables**
6. Extensión en la **durabilidad** del producto
7. Aumento en la **intensidad de servicio** en bienes y servicios³

En este capítulo se hará referencia a la mayoría de ellas y se expondrá cómo se ha podido mejorar el proceso de la curtiduría adoptando este enfoque. En algunos casos se requieren inversiones en tecnología, capacitación, instalaciones o cambios en el proceso. En otros, el simple hecho de sustituir una materia prima por otra, o mejorar físicamente la organización de la planta, pueden hacer toda la diferencia.

Como se ha aclarado anteriormente, el siguiente estudio no corresponde a algún caso ocurrido en una empresa o región particular. Más bien se trata de una recopilación tanto de los puntos comunes entre la problemática de las curtiembres en varios países en desarrollo, como de las soluciones implantadas (o en vías de implantación) hasta la fecha que hayan coincidido de alguna u otra forma con el concepto de la ecoeficiencia.

³ Un ejemplo de este enfoque son las presentaciones para rellenar de algunos productos líquidos de limpieza: el envase en que se venden es ecológicamente más amigable que la botella que se va a rellenar, cuyo servicio se está intensificando.

El capítulo comienza con la descripción de las mejoras implantadas o en vías de implantación en cada uno de los aspectos ecoeficientes que se aplican a la industria de la curtiduría; además del uso de materiales y del proceso, se consideraron también principios de ecología industrial y de seguridad laboral. A lo largo de la descripción de mejoras se irán especificando las características requeridas para un caso particular, si es que en algún momento las hubiera. El entorno en que están asentadas las tenerías es el mismo que se ha mencionado con anterioridad. Finalmente, es recomendable que se acuda con organismos e instituciones que tengan conocimiento en este tema en caso de que se decida implementar alguna de las mejoras ecoeficientes, como las mencionadas en **ANEXO 5** Instituciones que ofrecen asesoría e información sobre efluentes de curtiembres.

5.1.1. CAMBIOS EN LA MATERIA PRIMA

Depilado

Sustituir parcialmente el sulfuro de sodio por una amina que recupera el pelo sin disolverlo dentro del efluente.

El uso de cal en el *depilado* contamina el agua con demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), alcalinidad, sulfuros, nitrógeno orgánico y amoníaco. Hay contaminación del aire con H₂S y lodos semisólidos formados por pelo disuelto, cal y materia orgánica. Tradicionalmente el *remojado* y *depilado* producen más del 50% de la carga total de DBO y DQO en los efluentes típicos de una tenería.

Como ya se ha revisado, otro problema grave que se tiene en el proceso del *depilado* es el hecho de que el pelo es disuelto en el efluente formando un lodo semisólido difícil tanto de reusar como de confinar como desecho tóxico. A pesar de que las tuberías por donde se transportan estos efluentes cuentan con varias trampas y filtros que separan los residuos más sólidos, el filtrado sigue siendo insuficiente.

Los cambios ensayados se describen a continuación. El mayor poder depilante de los pelambres de cal utilizados se debe principalmente a la presencia de aminas, y por ello se ha propuesto su adición en ellos. La sustitución parcial del sulfuro de sodio por aminas ha probado separar eficientemente el pelo de la piel sin disolverlo en el efluente. La capacidad depilante de las aminas es tanto más notable cuanto mayor es la temperatura del baño de *depilado*. También se ha recomendado adicionar 0.0001 ml/l de metilamina a los pelambres de cal, para mejorar notablemente su capacidad de aflojamiento capilar.

La dimetilamina es empleada frecuentemente en los Estados Unidos y tiene un muy buen poder depilante, pero recientemente se ha reconocido la acción carcinógena de las dimetilnitrosaminas por lo que su uso ha sido totalmente desplazado por sulfuros. Los pelambres de cal son los más empleados por su costo y facilidad en los controles.

El cambio a dimetilamina mejora el aspecto cualitativo y ecológico del producto, pero su uso requiere ser acompañado por la correspondiente asesoría técnica. Una vez separado el pelo del resto del efluente, éste puede ser utilizado como fertilizante en el sector primario.

Descarne

Descarnar antes de depilar.

En lugar de descarnar las pieles después del *depilado*, se recomienda que los tejidos carnosos sean eliminados después del *remojo*. Esto mejora la calidad de la producción y permite la venta de encarnes más limpios a la industria del jabón; además, facilita el *depilado*.

Desencalado

Desencalar con gas carbónico.

Cuando se sustituye el sulfato y el cloruro de amoníaco por el uso de gas carbónico, se aumenta el área final del cuero; además, la suavidad y elasticidad se mejoran considerablemente debido a la acción de las burbujas de gas. El gas carbónico no es una novedad en la curtiduría, ya que muchas grandes tenerías han adoptado este proceso, pero su implantación en pequeñas empresas y en países en desarrollo tiene poco tiempo de haber comenzado.

Esta innovación tiene las siguientes ventajas:

- ✓ Es un proceso confiable ya que un exceso de CO₂ no ocasiona problemas en el proceso.
- ✓ Elimina la creación de desechos de nitrógeno.
- ✓ Se posibilita la automatización del abasto de gas.
- ✓ Mejora la calidad del cuero.

- ✓ Mejora la imagen pública de la compañía al promover cuero *desencalado* con gas carbónico.

De acuerdo con la Oficina Internacional del Agua, en Francia, el costo de inversión directa por la alimentación de CO₂ era de aproximadamente 20,000 USD en 1993.

Nuevamente, un buen sistema de financiamiento y apoyo técnico son necesarios para la implantación de esta mejora ecoeficiente, que ya tiene al menos un antecedente exitoso en Colombia⁴.

Piquelado

Utilizar ácidos orgánicos para sustituir el uso del ácido sulfúrico y la mayor parte de la sal utilizada en el proceso tradicional.

La sustitución del ácido sulfúrico por ácidos tales como el ácido acético o el ácido fórmico dan como resultado el mejoramiento de la flor, ya que el cuero tratado con estos ácidos adquiere poros muy finos.

⁴ Este caso fue documentado en 1996 por Promoción de la Pequeña Empresa Ecoeficiente Latinoamericana (PROPEL) en Santa fé de Bogotá, Colombia.

El área del cuero se maximiza con el buen uso de estas sustancias al aumentar entre un 1 y 3.5%. Se reduce el consumo de agua hasta en 30%, y se disminuyen las concentraciones de desecho orgánico y cromo en el agua residual.

El uso popular del ácido sulfúrico se debe a su bajo costo y a que no se requiere un control estricto sobre su uso para controlar el pH del cuero. De la misma forma y con excelente control de las cantidades y tiempos en el proceso, se pueden obtener resultados cercanos a los registrados con el uso de ácidos orgánicos en el área final del cuero.

Ecológicamente, el uso de ácidos orgánicos es preferible debido principalmente a que el cuero *piquelado* de esta forma tiene capacidad de absorber 60% más cromo que los cueros tratados con el proceso tradicional.

Acabado

Los fabricantes de productos para acabado, han desarrollado lacas con base de agua y con mucho menor contenido de solventes volátiles. Estos materiales ya están aceptados ampliamente como productos de calidad y su uso es altamente recomendado.

Resumen

En resumen, los resultados de la implantación de los cambios anteriores en la materia prima se encuentran en la siguiente **tabla 8**:

FACTOR EVALUADO	RESULTADO
Rendimiento	Mayor área (entre 1.5 - 3%), por lo tanto mayor ingreso por venta de los cueros.
Propiedades físicas	La tracción, desgarre y alargamiento mejoran hasta en un 15%.
Tiempo de proceso	Disminuye 50%
Consumo de energía	Disminuye hasta en 30%
Consumo de agua	Disminuye hasta en 30%
Contaminación	DBO, remoción hasta del 75% DQO, remoción hasta del 57% Alcalinidad, disminución hasta un 50% Sólidos totales, remoción hasta del 59% Sólidos suspendidos, remoción hasta del 43% Sulfuros, disminución hasta un 90% Cromo, disminución hasta del 60%
Limpieza de flor	Mejora
Suavidad	Aumenta
Venas	Menos evidentes
Uniformidad	Aumenta
Aguas residuales	Menor costo por tratamiento, en relación de 1:3.5
Subproductos	Posibilidad de usar el pelo como abono.

Tabla 8. Resultados de la implantación de cambios ecoeficientes en materia prima.

Fuente: PROPEL, Colombia, 1996.

5.1.2. USO EFICIENTE DE AGUA Y ENERGÍA

Un gran número de tenerías se encuentran en la zona central de la ciudad y su traslado es necesario principalmente por el grave problema de contaminación y escasez de agua que sufre la ciudad. Se sabe que es recomendable que la industria de la curtiembre se ubique cerca de los ríos, debido a la gran cantidad de agua necesaria en los procesos. La zona del centro de la ciudad es, al contrario, la zona más problemática en cuanto al abastecimiento del agua se refiere. Por otro lado, existía el conflicto ecológico referente al confinamiento final de los efluentes contaminantes producidos por las

curtidurías, los que en la mayoría de los casos se desechaban directamente al drenaje público, dañando las tuberías y contaminando el agua de la ciudad.

Agua. Una de las principales razones para la reubicación de las tenerías es el gran peligro al que la comunidad y en general el medio ambiente estaban expuestos al convivir con una enorme industria cuyo abastecimiento de recursos no renovables y sistemas de desecho de residuos peligrosos eran absolutamente ineficientes e insuficientes para las proporciones de ésta.

De la misma forma, los desechos industriales eran descargados directamente al drenaje público provocando su corrosión y deterioro prematuro, y la eventual contaminación de los mantos freáticos en la ciudad. Estos residuos, que como sabemos son altamente contaminantes, no eran sometidos más que a filtros rudimentarios para eliminar los sólidos suspendidos de mayor tamaño, para después ser desechados en el alcantarillado.

Energía. Por lo general, los residuos de piel curtida son incinerados de forma incontrolada o depositados en vertederos. Sin embargo, estos residuos son un combustible excelente, superior a los residuos urbanos o la madera; su poder calorífico de alrededor de 4.500 kilocalorías por kilo posibilita la producción de energía eléctrica y térmica, así como la recuperación del óxido de cromo que contienen las cenizas para su posterior uso

industrial.⁵ El flujo de energía y materiales así como la operación de la planta y su papel como conjuntadora de la cadena productiva total, se explican mejor en la **figura 5**.

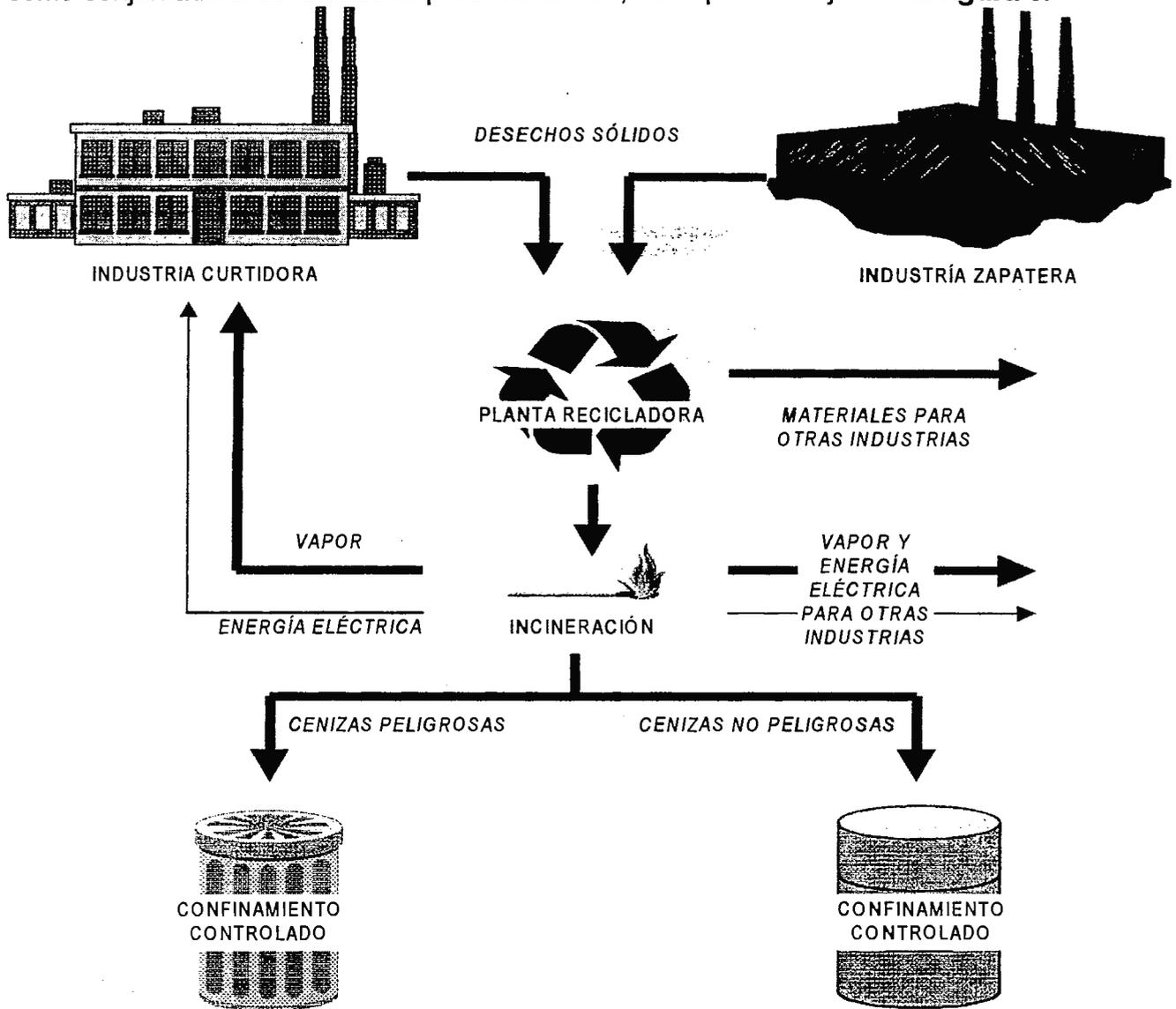


Figura 5. Uso de la energía, reciclaje, confinación de residuos.

Fuente: PIEL, León, México, 1996.

⁵ *ImásD*, marzo de 1995, núm. 35. Barcelona, España

Los desechos sólidos (principalmente recortes de piel) tanto de la industria de la curtiembre como de la del calzado (generadora de cuatro veces más residuos) pueden ser recolectados para una planta recicladora que además obtendrá con ellos materiales para otras industrias (véase *Reciclaje de carnes*). Por medio de este reciclaje sería posible generar materia prima que alimente la planta termoeléctrica mencionada anteriormente, a través de la incineración de estos desechos. Una vez utilizada la capacidad generadora en los residuos de ambas industrias, las cenizas generadas serán confinadas en terrenos adecuados de acuerdo a su peligrosidad.

5.1.3. REDUCCION EN LA DISPERSION DE DESECHOS TOXICOS

5.1.3.1. ¿Qué es un residuo peligroso?

Comenzaremos por definir un residuo como "cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó".

Un residuo peligroso es "todo aquel residuo, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes, representa un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente". En el listado de residuos peligrosos de la industria de curtiembre, el proceso de *acabado* de productos de cuero es considerado como *tóxico*, y el curtido de cuero como *corrosivo y tóxico*.

5.1.3.2. Residuos peligrosos en la curtiduría

Específicamente, la industria de la curtiduría genera los siguientes residuos catalogados como peligrosos:

1. Soluciones gastadas de todas sus etapas (desde el *remojo* hasta el *remojo graso*).
2. Residuos del *desorillado* y *descarne*; recortes, raspa y polvo de *pulido*.
3. Lodos de la fosa de sedimentación.
4. Envases que hubieran contenido material peligroso (solventes, lacas, pigmentos, ácidos)

El manejo de desechos en las tenerías es un asunto cada vez más importante en los países en desarrollo. La implantación de plantas de tratamiento de efluentes es una difícil tarea en vista de la compleja naturaleza de las emisiones de tenerías. Los principales obstáculos a este respecto en países en vías de desarrollo, de acuerdo a un estudio de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) son:

- La impredecibilidad de las variaciones, ya sean diarias o estacionales, en la calidad y volumen de efluentes.
- El problema de la selección de la tecnología apropiada.
- El financiamiento de capital para una inversión tan elevada como ésta.
- Los altos costos de operación y mantenimiento.
- Las frecuentes fallas en cuanto a energía.
- La falta de entrenamiento en la mano de obra, en cuanto a la operación y el mantenimiento.

- Los problemas de confinamiento de residuos sólidos y semisólidos.
- La dificultad de cumplir con los estándares de contaminación.
- La ausencia de una fórmula para compartir los costos de operación y mantenimiento de una planta común de tratamiento de efluentes (CTE), esto es, una planta de tratamiento que diera servicio a un grupo determinado de pequeñas tenerías.

5.1.3.3. Plantas de tratamiento de efluentes industriales

Su función es:

- Canalizar las aguas salinas a la planta de tratamiento de aguas negras de la ciudad, para su uso en el riego agrícola.
- Separar el cromo de los efluentes industriales para su posterior reciclaje.
- Canalizar las aguas sin cromo al estanque de evaporación.

Respetando la clasificación anterior de la forma en que están distribuidas las tenerías en las regiones estudiadas, se sugieren las siguientes enfoques y consideraciones especiales:

Plantas de tratamiento individuales

Las grandes y medianas tenerías, aisladas entre sí, por lo general esta en proyección de una planta individual de tratamiento.

Plantas comunes de tratamiento de efluentes (CTE)

Las tenerías que pueden ser agrupadas geográficamente necesitan establecer plantas CTE. El concepto de la planta CTE contempla el pretratamiento de efluentes en las tenerías individuales, con los requerimientos mínimos de monitorear su composición física y eliminar la arena.

Un requisito previo a la instalación de una planta CTE es el establecimiento de una sociedad cooperativa industrial entre las tenerías involucradas. Ésta es responsable tanto de la construcción de la planta como de su operación diaria y mantenimiento. El costo de capital de la planta CTE es prorrateado entre las tenerías basadas en sus capacidades promedio de producción.

En la India, por ejemplo, varios organismos internacionales han promovido la construcción de aproximadamente 30 plantas CTE para cubrir las necesidades de cerca de 1,500 pequeñas y medianas empresas. La capacidad de tratamiento de estas plantas va desde 1,000 a 36,000 metros cúbicos por día. Además, el gobierno federal se ha hecho cargo del 20-25% de los gastos, y el gobierno de la provincia ha financiado otro 20-25%. Las tenerías aportan el 10-20% del capital invertido y el resto es obtenido de la banca a intereses entre 16 y 22% anual. Casos similares de desarrollo de plantas CTE se han registrado en Pakistán e Indonesia.

Pequeñas tenerías aisladas

Hay otro grupo de tenerías que debido a las condiciones del terreno o la distribución geográfica están incapacitadas para implantar una planta CTE. Además, muchas veces

estas tenerías se encuentran ubicadas en zonas comerciales o residenciales y enfrentan frecuentemente el disgusto público. En el caso de estas empresas, la única solución satisfactoria ambientalmente es reubicarlas a una zona industrial común a una distancia adecuada del área de la ciudad con una planta CTE e instalaciones de drenaje para los diferentes efluentes.

Este es el caso de la industria de la curtiembre en León, México. Actualmente, alrededor del 55% del total de curtiembres de León - anteriormente asentadas en el centro de la ciudad - está reubicado en un parque industrial que cuenta con una planta CTE. Aún no se define la cantidad con la que el gobierno colaborará, pero se ha anunciado el compromiso de apoyar a los empresarios en la reubicación de las tenerías. El resto de las tenerías que no fueron (o no serán) reubicadas, son pequeñas empresas que han cambiado un poco el giro y se dedican sólo a procesos de terminación, con menor riesgo contaminante.

Tecnologías adoptadas en países en desarrollo

Las tecnologías de tratamiento adoptadas bajo las condiciones de países en desarrollo abarcan cuatro etapas (véase la **figura 6**):

1. Separación de ciertos desechos como los licores salinos del *remojo*, licores de cromo, etc., o mezcla de otros desechos adecuados de los diferentes procesos;
2. Primer tratamiento en las tenerías o en un lugar centralizado donde esté establecida la planta CTE;
3. Segundo tratamiento biológico anaeróbico/aeróbico;

4. Confinamiento de desechos sólidos de la planta de tratamiento.

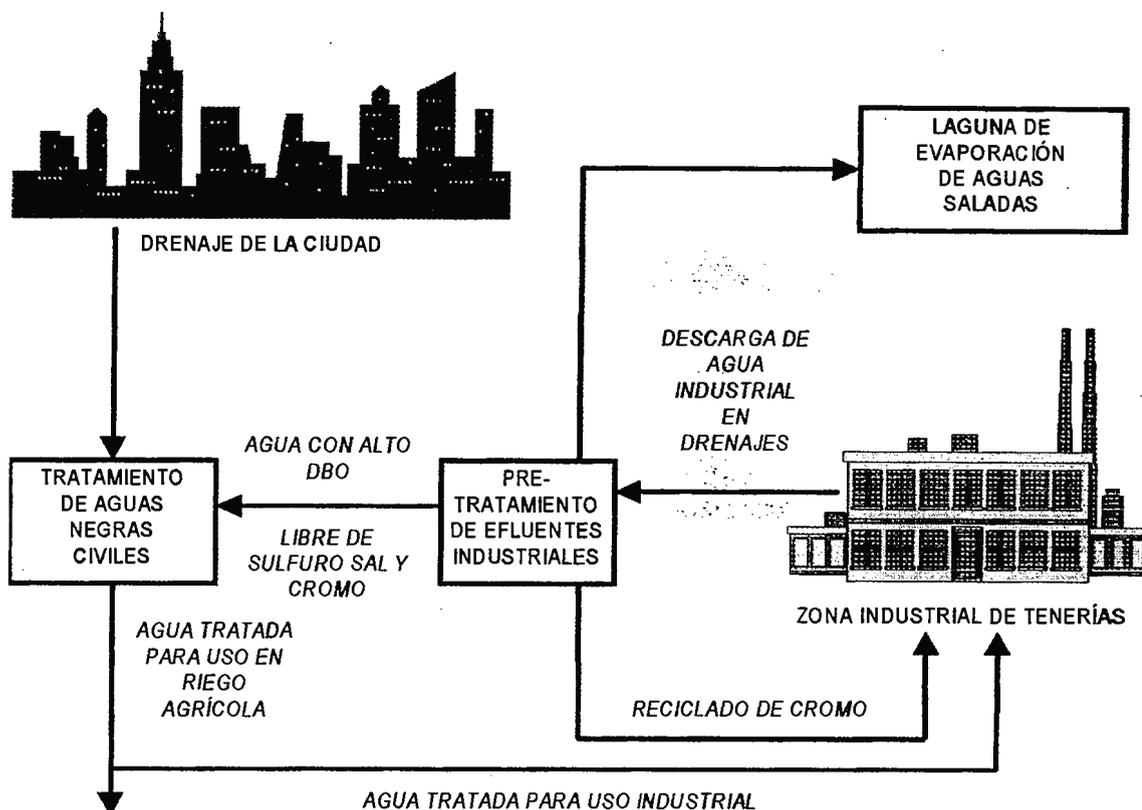


Figura 6. Modelo general de un sistema de tratamiento de efluentes.

Fuente: PIEL, León, México, 1996

Consideraciones especiales

Capacidad de la Planta

Antes de diseñar la planta, es necesario realizar estudios detallados sobre la capacidad actual y los planes futuros de las tenerías. Muchas de las plantas de tratamiento de efluentes, particularmente plantas CTE en la India, son subutilizadas o subdiseñadas.

Consultores y Diseño de las Plantas

Existen numerosos consultores involucrados en diseñar e implantar plantas de tratamiento de efluentes, pero muchas de estas firmas tienen experiencia únicamente con el diseño y la construcción de sistemas de tratamiento y desagüe para aguas negras domésticas. Debido a la compleja naturaleza del efluente de una tenería y a su variación en cantidad y calidad, es necesario tener conocimiento previo del proceso, de las características del efluente y sobre la tecnología de tratamiento.

Selección del Lugar y la Tecnología Apropriada

La selección del lugar y la tecnología a utilizarse necesita un estudio concienzudo, considerando aspectos técnico - económicos que incluyan la topografía, inversión de capital, estado final del efluente tratado, costos de operación y mantenimiento, requerimientos del terreno, disponibilidad de mano de obra calificada, influencia de costos de tratamiento en la producción de cuero, etc.

Por ejemplo, en el sur de la India se recomendó la implementación de una laguna de tratamiento anaeróbico, como primera etapa del tratamiento biológico para un efluente separado de tenerías localizadas fuera de las ciudades; en estas tenerías el proceso era principalmente curtido vegetal aunque algunas curtían a cromo. El efluente excluía los licores del *remojo* y el *piquelado* para minimizar la concentración de cloruros y sulfatos. Sin embargo, este tipo de lagunas ha sido adoptadas indiscriminadamente para tratar efluentes de todo tipo de tenerías que curten con cromo, sin los estudios necesarios ni la separación de las sales en el efluente. Para el proceso aeróbico, es recomendable la construcción de lagunas de evaporación aisladas con plástico en el subsuelo y pisos de

concreto de muy poco fondo, con el fin de que el agua actúe como un espejo muy grande que se evapore en un ciclo de 240 días y dejar en el fondo un promedio de 6 mil toneladas de sal cristalizada.

En otro caso, se han instalado sistemas de tratamiento altamente sofisticado conocidos como "flotación de aire disuelto". A pesar de que este sistema tiene varios beneficios como menor requerimiento de espacio y mejor contenido de oxígeno disuelto en el efluente, su suspensión se ha visto en ocasiones obligada por los altos costos operacionales y de mantenimiento, el reemplazo frecuente de partes mecánicas, los problemas de corrosión y la falta de mano de obra capacitada.

Costo Estimado y Financiamiento

El capital necesario para una planta de tratamientos de efluentes depende del tipo de tecnología de tratamiento, ubicación y la forma de confinamiento final. El costo de implementar una planta con capacidad para un efluente de 1,000 m³/día, era en 1993 desde 0.5 a 1.0 millones de USD. El costo del tratamiento del mismo efluente, incluyendo la operación, mantenimiento y costos financieros, se calculaba desde 250 a 750 USD. Estos estimados son hechos en base a la inversión de capital y la operación y mantenimiento anuales; no se consideran otros factores como el pago del préstamo, la depreciación, el tiempo y costo involucrados en la estandarización inicial del proceso o la utilización real de la planta. En vista de lo anterior, muchos de estos estimados resultan irreales.

Las tasas de interés generalmente son altas, lo que resulta en altos costos de tratamiento y dificultades en el pago de la deuda. En muchas de las plantas CTE

implantadas hasta el momento en la India no se han llevado a cabo estudios técnico - económicos adecuados, tomando en cuenta la supervivencia a largo plazo de las pequeñas tenerías involucradas.

5.1.3.4. Otras modificaciones al proceso con inversión de capital

Eliminar los sulfuros del efluente es muy importante pues corroen tuberías, causan olores desagradables y pueden causar accidentes fatales. Una solución consiste en acopiar en un tanque la solución de cal - sulfuro y otros desperdicios del *depilado*, para que se oxiden los sulfuros al contacto con el aire y un catalizador. Este método es efectivo y puede destruir el sulfuro en 4-8 horas. Para esto es necesario que el cal - sulfuro y los desperdicios no estén contaminados por otras soluciones.

En este punto, los desechos de cal - con DBO elevada y sólidos suspendidos - pueden ser usados para neutralizar los desechos ácidos que están siendo descargados continuamente, y producir una coprecipitación de muchos de los sólidos suspendidos y la DBO. Esto se puede hacer con un tanque para mezclado y control automático de pH; también se pueden agregar coagulantes.

Los flujos neutrales pueden ahora transportarse a un clarificador primario para eliminar los lodos sedimentados en más del 50% por medio del secado en una cama de arena. Aunque el efluente tiene de alguna forma alta DBO, más del 80% de las cargas contaminantes ha sido ya eliminado. Los lodos son un buen abono para la tierra, y de esta manera se pueden reducir altos gastos de confinamiento final.

5.1.4. AUMENTO DE LA RECICLABILIDAD DE LOS MATERIALES

De manera general, la disminución de los desechos de un proceso es un indicador confiable de la productividad de éste, pues significa que se está produciendo más con menos y a la vez se está en el camino para crear una ventaja competitiva con respecto a la productividad de la materia prima para la empresa.

5.1.4.1. Reciclaje de licores de sulfuro

En un estudio realizado por el **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)** en una tenería de Asia Sudoriental, se llegó a la conclusión de que existía la posibilidad de reciclar parcialmente los licores colados de sulfuro para su uso en operaciones de *depilados* subsecuentes. Sin embargo, la administración de la tenería determinó que el uso del licor reciclado era sumamente complicado ya que requeriría de un nivel más alto de vigilancia en la eficiencia del *depilado*, difícil de lograrse consistentemente en la práctica. Sin embargo, el uso de licor reciclado puede ser posible si se capacita adecuadamente al personal para que vigile su correcta aplicación y la duración de su efectividad.

5.1.4.2. Recuperación de encarnes

La recuperación de los encarnes desprendidos de la piel en el proceso del *descarne*, es una buena forma de disminuir costos de manejo de residuos. Antiguamente, los encarnes se cocían con métodos muy rústicos en barriles con combustibles muy

contaminantes, y se producía un sebo que es la materia prima para el uso de jabones; el residuo se tiraba en el agua provocando un alto grado de contaminación.

La adquisición de tecnología anticontaminante para extraer el sebo, permite no sólo venderlo de esa manera a las fábricas de jabón, sino purificarlo en un segundo proceso y extraer dos tipos de aceites que se utilizan en la misma industria de la curtiembre.

5.1.4.3. *Reciclaje de cromo*

El cromo utilizado para curtir el cuero es desechado junto con otros residuos líquidos formados por ácido y bicarbonato de sodio, desperdiciando la oportunidad de recuperarlo para volverlo a utilizar en el proceso. A este proceso de recuperación se le llama **reciclaje de cromo**, aunque bien se le podría llamar "no dejes que el dinero que has invertido en cromo se vaya por el drenaje".

Este proceso permite la recolección de las soluciones gastadas del curtido a cromo, sin diluirse o contaminarse, para su reuso en los procesos del *piquelado* y *curtido*. En las tenerías que curten capas delgadas de piel también se pueden usar esas soluciones; el *curtido* de estas capas delgadas de piel tiene como resultado una muy buena fijación de cromo, así que la concentración de cromo en el efluente final seguramente cumple las regulaciones de efluentes. La práctica ahorra alrededor del 25% del cromo usado, y reduce las descargas de cromo en los efluentes en un 80-90 %.

Estudios realizados en Uruguay⁶ detectaron que la alternativa más efectiva para reciclar el cromo consiste en precipitar el cromo contenido en los baños residuales y regenerar la sal de cromo curtiembre a partir del precipitado obtenido. Desde el punto de vista de la curtiembre, este método presenta la ventaja de que casi no es necesario modificar los procesos de producción, ya que el cromo recuperado ingresa al ciclo en la misma forma que el cromo "fresco". La única modificación consiste en que la curtiembre debe adaptarse a manejar la sal de cromo en forma líquida, lo cual no presenta *a priori* mayores dificultades.

También en el estudio uruguayo, se implementó un sistema de recuperación de cromo piloto, adaptado a la situación de las pequeñas y medianas empresas. Este sistema consistió en:

- La separación por precipitación sin el uso de filtros, utilizando óxido de magnesio como precipitante, con posterior decantación del precipitado y disolución con ácido sulfúrico.
- El ajuste de los parámetros para reutilización del precipitado para lograr una calidad constante a lo largo de los distintos ciclos.

El sistema que se procura implementar en estas curtiembres, no prevé en principio la realización de todo el ciclo de recuperación como aparece en los ensayos pilotos, ya que es un procedimiento fastidioso; la redisolución y regeneración del cromo sería realizada por el principal proveedor de sales curtientes del país, quien incorporaría el

⁶Proyecto desarrollado conjuntamente entre el Laboratorio Tecnológico del Uruguay y el Instituto de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería, con financiamiento del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo - CIID (1992-1995).

chromo regenerado a la producción normal, entregando de esa forma un producto homogéneo, listo para ser utilizado por las curtiembres.

Del anterior estudio se ha concluido que la tecnología de recuperar y reutilizar el chromo es sumamente adaptable a las curtiembres de la región; también han coincidido en el uso del óxido de magnesio como precipitante, permitiendo posteriormente decantar el precipitado y redisolviendo con ácido sulfúrico. El costo de la recuperación lo estiman entre 30 y 40% del costo de utilizar sal de chromo fresca, en tanto que el período de recuperación de la deuda generada por la instalación del sistema sería de 2 a 3 años, según la capacidad del mismo.

Pocas tenerías han implementado sistemas de recuperación y reuso del chromo. Un sistema de este tipo, patrocinado por la ONUDI, está siendo implementado con éxito en un grupo de tenerías de Pallavaram, India (cerca de Madras). Después de haber visto el trabajo satisfactorio de las plantas recuperadoras de chromo en esta zona, las autoridades de otros países asiáticos como Bangladesh, Indonesia y China han promovido la construcción de plantas pilotos para evaluar su efectividad en tenerías locales.

5.1.4.4. Otros avances

De acuerdo con especialistas de la ONUDI, los siguientes conceptos - experimentados en países europeos - pueden ser aplicados con éxito en países en desarrollo:

- Grupos industriales de la India están trabajando en el desarrollo de usos productivos para efluentes totalmente tratados provenientes de las tenerías de la región de Tamil Nadu. Entre los usos posibles se encuentran el riego de cultivos no comestibles y de plantaciones de árboles y arbustos.
- El material de desecho de tenerías sirve para producir gas metano a través de un proceso de biometanización; dicho gas puede ser utilizado para alimentar calentadores en las tenerías. Debido a los altos costos para construir digestores apropiados, este método es redituable para grandes tenerías o dentro de parques industriales.
- Los efluentes del *piquelado* y *curtido* también son útiles para producir fertilizantes, añadiéndoles agua de cal para hacerlas alcalinas, y posteriormente sulfato ferroso o de aluminio para coagularlo. La mezcla se seca, se fermenta y se convierte en composta; si se le añaden minerales, puede ser utilizado como fertilizante.

5.1.5. MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Una consideración importante que contempla el desarrollo sostenible y la ecoeficiencia es que las condiciones de trabajo sean las mejores posibles para todos los obreros. A este respecto, en el parque industrial de León, México (PIEL), se prevé la instalación de un parque de bomberos, un hospital, central de teléfonos, centro de servicios comerciales y financieros y entidades bancarias. En los alrededores del área industrial india de Kanpur, donde están asentadas decenas de pequeñas curtiembres, se han instalado escuelas y centros comunitarios con la ayuda de los pobladores y del gobierno.

Si bien las altas concentraciones de cromo en el agua son letales para los peces, corrosivos a la carne y potencialmente carcinógenos para humanos, una investigación realizada en León, México por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, determinó que no existían efectos altamente dañinos a la salud para los pobladores expuestos a concentraciones de cromo en aire y agua provenientes de tenerías. Por supuesto, las tenerías que descargan efluentes y desechos sólidos sin ningún tratamiento constituyen un foco de contaminación agudo en los mantos freáticos, y provoca la degradación de suelos.

Es importante que las curtiembres que establezcan programas ecoeficientes y/o de prevención de contaminación hagan saber de sus acciones a la comunidad. El principal escollo que presentan los habitantes de los alrededores es el mal olor, característico del uso de sulfuro en el proceso, y que puede ser atenuado pero no eliminado; en el caso de PIEL, el parque está rodeado por toda una floresta perimetral arbolada con taludes a la altura de los troncos en donde empieza el follaje. Los taludes están cubiertos con arbustos, lo que permite que el viento se corte y evite los malos olores.

En cuanto a las condiciones dentro de la fábrica, no existe evidencia de que el contacto prolongado de los trabajadores con sustancias tóxicas sea dañino para su salud. El principal problema consiste en la exposición prolongada a concentraciones corrosivas e irritantes en un espacio confinado; si bien esto no produce irritación evidente en los trabajadores, puede resultar en un debilitamiento general de los reflejos de defensa y cambios en la sensibilidad; por lo tanto, los trabajadores dejan de percatarse de los aumentos en la exposición a sustancias tóxicas. Se recomienda para este caso mejorar

las condiciones de ventilación y efectuar rotación de personal. Es importante también que los trabajadores tengan conocimiento de que están utilizando sustancias tóxicas y que tengan conciencia del riesgo que implica manejarlas; el uso de guantes, tapabocas y botas, junto con un adecuado entrenamiento laboral, puede contribuir en mucho a la disminución de accidentes. Asimismo, se recomienda que en la medida de lo posible se lleven a cabo acciones de mantenimiento preventivo en tambores.

5.2. RESUMEN DE OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

En la **tabla 9** se resumen algunas de las oportunidades de prevención de la contaminación, tomando en cuenta el factor contaminante, la acción a tomar y el costo aproximado. Este análisis corresponde a uno de los estudios de caso que el programa EP3 está llevando a cabo en países en desarrollo.

Operación	Actividad de prevención de la contaminación y beneficios ambientales/del producto	Costo (USD)
Curtido a cromo	Reciclar el cromo disminuye su uso a menos de 3 mg/l	20,000 (ahorra 60,000 por año)
Descarga de solventes	Cambiar a laca con base de agua - disminuye la descarga de solventes volátiles en 60-90%	Ninguno
Uso de agua	Cambiar a uso y desecho de agua por lotes - disminuye el uso de agua en 20-40%	Ninguno
Desecho de sulfuros	Destruir los sulfuros por oxidación aeróbica - disminuye los desechos de sulfuros en 95-98%	30,000
Sólidos suspendidos	Tratamiento primario - disminuye sólidos suspendidos en 70-85%	100,000
Lodos en el efluente	Secar los lodos para su aplicación como fertilizante	20,000
Tratamiento secundario	Tratar desechos primarios - disminuye DBO en 60-80%	50,000 (filtros)

Tabla 9. Resumen de oportunidades de prevención de la contaminación en tenerías.

Fuente: EP3, USAID. 1994

CAPITULO VI

TECNICAS PARA MANEJO DE RESIDUOS Y ALMACENAMIENTO EN LA INDUSTRIA DEL CURTIDO DE CUERO

6.1. TECNICAS DE MANEJO DE RESIDUOS

Los diferentes procesos que caracterizan a la industria del curtido generan una serie de residuos susceptibles de someterse a técnicas de manejo de residuos. En general, estas técnicas pueden agruparse dentro de los siguiente subtítulos: minimización de residuos y recuperación y reuso de residuos. A continuación, se discuten con mayor detalle ejemplos de cada una de estas prácticas.

6.1.1. MINIMIZACION DE RESIDUOS

En general, la producción de residuos puede disminuirse si se otorga importancia al uso del agua y sustancias químicas, aunque en algunos casos se requiera un reemplazo total de la línea de producción. Entre estos extremos se encuentran algunas opciones intermedias, incluidos el rediseño del proceso, modificaciones en el equipo, sustitución de los ingredientes del proceso y la conservación del agua. Al momento de considerar la minimización de residuos, se debe brindar especial importancia a los siguientes objetivos (PNUMA, p. 24 y p. 25):

- ◆ Incrementar la eficiencia del uso de sustancias químicas.

- ◆ Reducir el consumo de agua y energía.
- ◆ Recuperar o reciclar dentro de la fábrica los materiales rechazados.

Sírvase observar que si bien los requisitos de ingeniería de muchas técnicas de reducción en la fuente quizás no sean muy complejos, algunas curtiembres pueden encontrarlos difíciles de aplicar. Además, las inversiones de capital pueden limitar su ejecución. En consecuencia, muchas de estas técnicas pueden incorporarse más fácilmente a nuevos proyectos. También debe tomarse en cuenta que las características y volúmenes del efluente dependen de las diversas operaciones de la curtiembre, por ello, la línea de producción debe considerarse como un sistema integrado cuando se evalúen las técnicas de reducción en la fuente. Esto asegurará que las técnicas que controlan la generación de residuos de una operación en particular no incrementen el volumen ni el grado de toxicidad de los residuos generados en toda la fábrica.

- Rediseño del proceso y modificación del equipo
- Sustitución de insumos
- Conservación del agua

6.1.1.1. Rediseño del proceso y modificación del equipo

El rediseño del proceso y la modificación del equipo comprenden la alteración de un proceso existente para incluir equipo nuevo, la implementación de nuevas tecnologías para reemplazar operaciones más antiguas, cambios en las condiciones del proceso o cambios en las prácticas de operación que afectan el proceso; es decir, el buen mantenimiento. En consecuencia, el rediseño del proceso o la modificación del equipo

puede afectar la producción, la calidad del producto y los gastos operativos. El objetivo de un rediseño del proceso o modificación del equipo es maximizar la eficiencia mediante la limitación de la generación de residuos, minimización del uso de recursos y la mejora de la calidad del producto. El **cuadro 10** enumera algunas aplicaciones comunes.

Alteración del proceso o equipo	Efecto
<i>Utilizar un sistema de flujo continuo en contracorriente en lugar de métodos discontinuos tradicionales.</i>	Optimización de las aplicación de los productos químicos en el proceso así como de los baños y enjuagues. Reducción en el volumen de residuos con altas concentraciones.
<i>Emplear técnicas avanzadas de acabado, basadas en el contacto directo.</i>	Posible disminución de las emisiones de vapor por un factor de 10. Disminución de los vapores de solventes y formaldehídos descargados al momento de fijar las resinas albuminosas.
<i>Emplear sistemas de fijación alta del cromo y curtido con circuito cerrado</i>	Disminución de efluentes y residuos sólidos que contienen taninos.
<i>Reemplazar equipo fallado (que gotea) u obsoleto.</i>	Reducción de la contaminación y mejoras en el consumo de materiales (productos químicos, agua, etc.) y minimización de la generación de residuos.
<i>Usar equipo de monitoreo</i>	Detección de niveles irregulares y/o descargas de constituyentes seleccionados.

Tabla 10. Proceso común o alteraciones del equipo.

Fuente original: PNUMA, p.49 y p.50

Si bien las tecnologías de producción más limpias reducirán el impacto ambiental de una curtiembre, estas tecnologías no producirán los resultados deseados si se operan y mantienen inapropiadamente. Muchas tecnologías que generan "menos residuos" son más sensibles al abuso operativo que los procesos tradicionales. Además, aunque una cierta cantidad de equipo y reactivo es esencial para asegurar una buena operación, al final es una cuestión de actitud. En efecto, las plantas manejadas deficientemente que emplean tecnologías que generan "menos residuos" pueden exceder el volumen esperado, mientras que las plantas antiguas que se manejan competentemente pueden proporcionar resultados satisfactorios. El **cuadro 11** muestra algunos de los factores que pueden contribuir a mejorar la fiabilidad operativa y el desempeño de una planta promedio.

Mientras mayor sea el número de ítems calificados como positivos, mayor será la posibilidad de que una planta opere de manera competente (PNUMA, p. 63).

Control de procesos

- Los operadores conocen las condiciones óptimas de operación.
- Los operadores conocen el horario de producción.
- Los parámetros del proceso se miden y supervisan de manera confiable y regular.
- La maquinaria se puede ajustar fácilmente a los procesos.
- Los operadores están capacitados/experimentados para realizar sus tareas.
- La producción se mide y supervisa de manera regular.
- Los agentes reactivos siempre están disponibles y están etiquetados apropiadamente.
- La adquisición de compuestos químicos está prevista.
- La adición de reactivos es fácil y segura (si es manual).

Control del tratamiento

- Los operadores responsables de cada proceso están identificados.
- Los operadores conocen los objetivos y estándares del efluente.
- Los ajustes de la planta se hacen fácilmente.
- Los operadores están capacitados y experimentados.
- La calidad del insumo de las aguas residuales está supervisada y controlada.
- Los reactivos están previstos.
- La calidad de efluente producido esta supervisada.
- Existen planes de contingencia para posibles contratiempos de las plantas.
- Existe un procedimiento de registro y auditoría.

Características generales de las plantas

- El mantenimiento general es bueno.
- Los operadores conocen claramente sus responsabilidades.
- La gerencia realiza una auditoría/control regular.
- El equipo es seguro y está debidamente etiquetado.
- El equipo se mantiene y repara regularmente.
- Los deterioros y fugas se atienden rápidamente.

Tabla 11. Lista de verificación para operadores.

Fuente: PNUMA, p.64

6.1.1.2. Sustitución de insumos

Sustitución de insumos. Antes de adquirir una materia prima, se debe considerar la recuperación de los productos químicos y las alternativas que no representan peligro. Generalmente se puede emplear un sustituto que, además de ser menos peligroso, es

capaz de cumplir una función similar en el proceso de producción y satisfacer las especificaciones del producto final. De manera ideal, un producto químico peligroso debe reemplazarse por un material no peligroso que no amenace la calidad del producto. Sin embargo, a menudo se requiere sacrificar la calidad del producto o cambiar el equipo. Un ejemplo de sustitución de materia prima es el reemplazo del cromo hexavalente como agente de curtido por cromo trivalente menos peligrosos (Draft Waste Solvents).

Varios agentes sintéticos diferentes a los extractos con cromo o tintes vegetales también pueden ser sustituidos para reducir las concentraciones y efectos del contaminante. Estas alternativas incluyen el aluminio, titanio y circonio. Lamentablemente, estos sustitutos tienden a producir cueros llanos, duros con manchas blanquecinas. Además, el aluminio en las aguas residuales puede estar sujeto a reglamentos más estrictos en el futuro. Afortunadamente, la combinación de agentes de curtido alternativos con los tradicionales puede producir cuero de calidad comparable a la producida empleando sólo agentes estándares (PNUMA, p. 33) (Dev Doc. p. 125).

Estudio de caso - El titanio como agente alternativo de curtido

El titanio es un elemento abundante, que generalmente produce sales de bajo grado de toxicidad. Desde un punto de vista ambiental, el titanio es una buena alternativa frente al cromo ya que el dióxido de titanio es completamente inerte y seguro de manejar en forma de lodo. Un productor europeo desarrolló un agente de curtido con sulfato de titanio que puede ser empleado con equipo convencional. A fin de mejorar la reactividad del titanio, antes del curtido el colágeno de la piel se trata con un derivado polisacárido no tóxico. Este paso sólo afecta ligeramente el tiempo total de procesamiento para una piel típica. (Los tiempos típicos son de 6 horas para el precurtido, 8 horas para el curtido y una hora para el recurtido). Debido a que la captación del titanio se aproxima al 100%, menos de 50 ppm de titanio están presentes en los residuos. Para el tratamiento sólo se requiere la neutralización simple. Algunos residuos sólidos que contienen titanio pueden ser generados en el raspado y recortado; sin embargo, la naturaleza inerte del material absorbido podría ocasionar problemas en el reuso agrícola. Este proceso ha sido empleado en la piel de oveja (forros para prendas de vestir, calzado) y piel de ganado (cuero de ternero, tapices, gamuza, forro suave y cuero con textura granulada). La calidad del cuero producido es apropiada para el uso comercial, sin embargo, el cuero puede tener propiedades diferentes a la de los cueros producidos con agentes convencionales de curtido. En consecuencia, la aplicación comercial de este proceso está dirigida a curtiembres que están buscando nuevos productos y clientes.

Fuente: PNUMA, p. 33

En todo el mundo, la presión cada vez mayor por reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles, y por lo tanto, la necesidad de eliminar vapores solventes durante las operaciones de acabado, ha conllevado al uso de productos con bajo contenido de solventes o libre de solventes para el acabado del cuero. En consecuencia, algunas curtiembres están reemplazando los productos químicos del acabado que contienen solventes por tintes acuosos (es decir, acrílico o poliuretano) y resinas fijadas a través de la luz ultravioleta (1991 U.S. Industrial Outlook, p. 15-4).

Se ha empleado el sulfato de di-metilamina, cloruro de sodio, mercaptanos y varias enzimas como sustitutos del sulfuro. Sin embargo, estos sustitutos son más costosos, su eficiencia de remoción es deficiente y podrían ser dañinos para el ambiente. Afortunadamente, el sulfuro se elimina fácilmente con el tratamiento (PNUMA, p. 27).

6.1.1.3. Conservación del agua

Además de reducir el volumen de efluentes que requieren tratamiento o disposición, el consumo menor de agua puede disminuir el consumo de compuestos químicos y bajar los costos de operación y energía. En la mayoría de curtiembres sólo 50% del agua consumida se relaciona con los requisitos del proceso. Lamentablemente, una gran porción del agua consumida puede atribuirse a enjuagues excesivos, tanques que se desbordan, tuberías que dejan correr el agua y lavado excesivo de pisos y cilindros. Las encuestas y evaluaciones del uso de agua en una curtiembre y en fábricas de acabado pueden ayudar a identificar y reducir el volumen de agua empleada y de residuos. Las siguientes técnicas de conservación del agua han resultado eficaces en la reducción de

residuos; nótese que algunas de ellas pueden considerarse como técnicas de recuperación/reuso (Dev Doc. p. 125 y 130) (PNUMA, p. 25 y p. 27):

- Instituir un programa de capacitación de los empleados que cubra la conservación del agua, prevención de derrames, drenaje adecuado de las pieles y lavado regular de pisos y cilindros.
- Motivar a los empleados a identificar y ejecutar técnicas potenciales de conservación del agua.
- Emplear flotadores pequeños de 40-80% (Nota: Los flotadores bajos también reducirán los insumos químicos al incrementar las concentraciones efectivas y la acción mecánica)
- Limitar o eliminar el exceso de lavados/enjuagues:
 1. Reemplazar los lavados con "agua corriente" por enjuagues "en lote" con flujos contracorrientes (cerca de 50% del total del agua puede ahorrarse mediante la institución el lavado por lotes).
 2. Instalar medidores de flujo o cronómetros para limitar el flujo total de agua en la operación.
- Recircular el agua relativamente limpia del enjuague y lavado a procesos donde las concentraciones bajas de productos residuales tendrán poca repercusión adversa (por ejemplo, emplear el enjuague con cal para el remojo).
- Emplear aguas del lavado y enjuague como agua de relleno o de compensación en diferentes procesos.

- Instalar equipo especialmente diseñado para reducir las pérdidas de agua (es decir, procesadores de pieles, tanques y recipientes de almacenamiento con flotadores cilindros con bombas, etc.).

6.1.2. RECUPERACIÓN Y REUSO DE RESIDUOS

La recuperación y reuso del agua (tratado anteriormente) y de los agentes químicos ha resultado ser un método eficaz para eliminar los contaminantes de los residuos de curtiembre. Generalmente, estos productos químicos se recuperan en la misma fábrica y se reciclan directamente durante el proceso de curtido. El reciclaje fuera de la fábrica no es una práctica usual. Diversas curtiembres que emplean aceites vegetales han empleado sistemas de recuperación y reuso para reducir las cantidades de licor generadas durante el curtido y que luego se descargan al ambiente. La recuperación y reuso del cromo presente en los licores también es posible mediante el tratamiento con el álcali para precipitar el cromo como hidróxido. Sin embargo, debido a que los sistemas de recuperación del cromo por lo general no son tan eficaces en función de los costos como el empleo de técnicas elevadas de fijación, su recuperación no se tan frecuente como la recuperación de taninos vegetales. Algunas fábricas también practican el reuso del licor del piclaje, licores del recurtido, licores del acabado y del agua de relleno (Dev Doc, p. 130).

A menudo, los licores extraídos de la cal/sulfuro pueden reciclarse directamente después de pasarlos por un tamiz en forma de cepillo con agujeros de 1 mm para remover sólidos y residuos de pelambres. Además del ahorro menor en los costos (es decir, una

curtiembre con un rendimiento de 100 pieles/día podría ahorrar hasta \$8.000/año en costos de productos químicos) y los beneficios ambientales, las pruebas han mostrado una reducción de 20% y 50% en el uso de sulfuro y de 60% en el uso de cal. Cuando se emplea un tamiz eficiente, la acumulación de proteínas en el licor no es un problema grave, especialmente si los niveles iniciales de grasa de las pieles son bajos.

Las técnicas de recuperación de pelambre valioso (es decir, de los ovejas o cabras) pueden ser efectivas para reducir la carga de DQO de una curtiembre. Sin embargo, los intentos para ejecutar la "recuperación de pelambre" han resultado infructuosos debido a los elevados costos laborales (PNUMA, p. 27).

6.2. TECNICAS DE MANEJO/ALMACENAMIENTO

A través del manejo adecuado de residuos de curtiembres, las empresas maximizan su capacidad para recuperar los residuos a fin de reutilizarlos y prevenir derrames y fugas accidentales. Además de ahorrar en las compras de productos químicos, evitan gastos futuros en limpieza y riesgos legales. Por lo tanto, para asegurar que los residuos de las curtiembres estén siendo manejados con responsabilidad, deben fomentarse las técnicas adecuadas de manejo y almacenamiento. De manera específica, estas técnicas incluyen prácticas seguras de almacenamiento, garantía de la seguridad personal y el desarrollo de procedimientos para prevenir y limpiar los derrames.

6.2.1. ALMACENAMIENTO

Los materiales potencialmente peligrosos, tales como los ácidos, bases cáusticas, biocidas y otros compuestos químicos, deben ser manejados y almacenados para minimizar su riesgo. A fin de proteger a sus trabajadores, las curtiembres deberían seguir los siguientes pasos (PNUMA, p. 60):

- Segregar los productos químicos incompatibles (por ejemplo, sulfuros, ácidos y álcalis).
- Proporcionar almacenamiento separado para los residuos y productos químicos de las fábricas.
- Cerrar y asegurar las áreas de almacenamiento para limitar el acceso de empleados no autorizados.
- Señalar adecuadamente las áreas de almacenamiento, residuos químicos y productos químicos.
- Proporcionar, cuando sea posible, Material Safety Data Sheets (MSDSs) (Hojas de datos sobre la seguridad de los materiales).
- Emplear contenedores sólidos y apropiados.
- Proporcionar vestimenta/aparatos de protección y capacitación en seguridad del personal
- Proveer materiales para la limpieza de derrames.
- Prohibir fumar y comer en el lugar de trabajo.
- Colocar una lista de precauciones de seguridad, procedimientos de emergencia, límites de exposición y procedimientos de muestreo.

Además, los envases de residuos vacíos deben limpiarse, perforarse y aplastarse antes del almacenamiento o disposición. Esto previene a los individuos que desconocen el peligro de los productos químicos residuales de envenenarse al usar un contenedor de residuos no lavado.

La Oficina de la Industria y el Ambiente (IEO) del PNUMA ha preparado recientemente una *Technical Guide on the Safe Warehousing of Chemical* (Guía técnica para el almacenamiento seguro de productos químicos) que contiene recomendaciones que pueden aplicarse a fábricas pequeñas. Esta guía podría servir como una excelente referencia adicional.

6.2.2. SEGURIDAD PERSONAL

El manejo cauteloso es importante para protegerse de los efectos nocivos de los residuos de curtiembres. Las personas que trabajan con residuos de curtiembres pueden evitar riesgos potenciales si siguen las siguientes recomendaciones (*Waste Oils*):

- Leer las etiquetas que indican peligro y revisar los procedimientos de seguridad antes de manejar residuos de curtiembres.
- Limitar la cantidad de piel y el período de tiempo que la piel está expuesta a los residuos de curtiembres.
- Lavarse con jabón y agua inmediatamente después de la exposición.
- Limpiar la ropa y zapatos que tuvieron contacto con los residuos antes de volver a usarlos.

- Usar trajes protectores (por ejemplo, guantes) y respiradores para controlar la exposición a los residuos de curtiembres.

Sírvase observar, que estas recomendaciones no son triviales. A menudo, se subestima la exposición de los trabajadores de la curtiembre a los productos químicos. Existe extensa documentación que acredita al cromo, plaguicidas, solventes y agentes de acabado como causa de enfermedades. El envenenamiento accidental con sulfuro de hidrógeno también se encuentra bien registrado (PNUMA, p. 61).

6.2.3. PREVENCIÓN DE DERRAMES

Por lo general, los accidentes químicos y derrames ocurren cuando no se ha tenido cuidado en el envasado, transporte, almacenamiento y manejo. A menudo, un derrame accidental que por sí mismo no es demasiado serio, puede conllevar a la mezcla de licores incompatibles y a la producción de soluciones o gases que plantean un peligro nuevo e inesperado. En consecuencia, deben considerarse las posibles reacciones entre los productos químicos que se almacenan en un mismo ambiente.

En general, la acción preventiva es el medio más efectivo para reducir el potencial de daño ambiental y personal ya que evita los altos costos de limpieza de derrames y daños físicos. Las medidas de seguridad incluyen: inspeccionar frecuentemente el tanque y equipo, actualizar el equipo subestándar, reducir el manejo excesivo, emplear dispositivos de prevención de accidente y detección de fugas, iniciar una reducción en el inventario de residuos de la curtiembre, emplear diques de contención para estructuras de

almacenamiento y equipo, tener listas de verificación del proceso y capacitar a los empleados. Un plan de contingencia es necesario para identificar claramente la jerarquía de responsabilidades en casos de derrames y para indicar claramente cómo contactarse con el equipo de limpieza y notificar a las autoridades municipales/provinciales apropiadas. La falta de un plan de contingencia eficaz y actualizado puede hacer que la limpieza resulte muy costosa.

Cuando ocurren derrames mayores, los residuos deben ser contenidos tan rápido como sea posible para minimizar la extensión de los efectos ambientales. Se debe notificar inmediatamente a las autoridades apropiadas (por ejemplo, a la policía, funcionarios ambientales municipales y provinciales) después de que los esfuerzos iniciales de contención se hayan completado. Los derrames en el terreno deben recubrirse con materiales absorbentes para remover los compuestos orgánicos. También deben removerse los suelos saturados. Los materiales de limpieza y suelos contaminados deben ser eliminados apropiadamente; el método de disposición dependerá de la composición de los residuos de la curtiembre.

RECOMENDACIONES

RESTRICCIONES EN LA IMPLANTACIÓN DE LAS TÉCNICAS

La industria de la curtiembre en países en desarrollo se caracteriza por estar constituida en su mayoría por empresas familiares con mano de obra poco capacitada. La curtiduría no es una actividad en la que el cambio sea bienvenido: una vez que un curtidor encuentra el proceso y la formulación exactas para producir un cuero con ciertas características, los alcances contaminantes de sus operaciones generalmente no serán razón suficiente para convencerlo de adoptar cambios ecoeficientes. Además, el medio ambiente de incertidumbre y visión a corto plazo en el que se desenvuelven no sólo éste, sino la mayoría de los sectores productivos de los países en desarrollo, aumentan los obstáculos que se pueden presentar en la implementación de mejoras ecoeficientes.

Debido a la complejidad que por sí misma conlleva la instalación de las plantas de tratamiento de efluentes, se han separado las restricciones referentes a ella del resto.

GENERALES

- Muchas tenerías del país producen cueros de poca calidad y por lo tanto muy baratos en comparación con la oferta en el mercado global. Esto puede hacer incosteable el cambio en algunas materias primas, la reubicación de sus plantas, la inversión en tecnología, y en general, cualquier posibilidad de incrementar significativamente los

gastos y las inversiones; el margen de utilidad simplemente no sería suficiente. De cualquier manera, al mismo tiempo que la inversión aumenta, ésta se verá reflejada en el mediano plazo en la calidad del producto. Un buen sistema de financiamiento para pequeñas empresas contribuiría a eliminar esta restricción.

- La fuerza trabajadora en muchas de estas tenerías son personas sin ninguna preparación académica en el proceso. Incluyendo a la alta dirección, el personal de estas pequeñas y medianas empresas ha aprendido a curtir en base a la experiencia y a la capacitación por medio de los obreros más experimentados. Un cambio tecnológico, como por ejemplo el *desencalado* con gas carbónico, requiere de cierto nivel de conocimientos técnicos difíciles de encontrar en personal con estas condiciones. Esto no significa que en el país no exista preparación en el personal, de hecho las grandes tenerías del país cuentan con personal altamente capacitado y sus productos compiten a nivel mundial entre los mejores. La situación descrita se relaciona más específicamente con aquellas curtidurías pequeñas, generalmente de capital familiar, y que constituyen la mayor parte de la industria de la curtiembre.
- Se ha observado dificultad en el *teñido* de algunas excepcionales presentaciones de cuero (como por ejemplo, el “nobuk”) cuando se usa gas carbónico para desencalar las pieles.
- El uso del gas carbónico requiere de la eliminación absoluta de flujos intermitentes de gas, y agregar bisulfatos para prevenir la formación de H₂S.
- El acetato utilizado en forma excesiva en el *piquelado* puede repercutir en forma negativa a la resistencia de la flor.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES

- Muchas tenerías usan agua pesada, cal de poca calidad con un alto grado de sólidos suspendidos y otros químicos que afectan adversamente la calidad del efluente particularmente en términos de cloruros y sólidos suspendidos.
- El uso de químicos tóxicos y no biodegradables, de preservativos y de otros químicos inorgánicos, frecuentemente varían la calidad del efluente y afectan los sistemas de tratamiento biológico.
- Las variaciones importantes en la capacidad de producción y efluentes tienen como resultado la sub o sobreutilización del sistema.
- Se presenta la descarga de desechos sólidos en el efluente, como tejidos o pedazos de piel.
- Las obstrucciones en los conductos generalmente se deben al mal pretratamiento en las tenerías y en algunos casos, al diseño del sistema de desagüe hecho inapropiadamente, sin considerar los flujos máximos y otras variaciones.
- No se presenta la separación de ciertos flujos específicos del flujo principal, como licor de *remojo*, licor de *piquelado* o licor de cromo, que originalmente son diseñados para tratarse por separado.
- La operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento se hace con mano de obra no calificada, sin experiencia ni conocimiento en el sistema.

CONCLUSIONES

Un Modelo de un Sistema de Producción Ecoeficiente es una solución viable para los problemas medioambientales que sufre nuestro país, dentro de los conceptos recopilados en la investigación, se puede notar el por que de la importancia que tiene el impacto ambiental para las futuras generaciones tomando en cuenta el concepto de desarrollo sostenible.

Es por ello que se enfoca el presente trabajo a esa solución tan necesitada como lo es el proceso de producción ecoeficiente, que sirva de guía o modelo para que las empresas de Tenerías lo adopten.

Se ha establecido cuales son los pasos principales que intervienen en el proceso productivo de una tenería. Y cuales son los residuos y efectos de estos en las operaciones dentro de proceso.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS Y REVISTAS

- ☞ BACA URBINA GABRIEL, Evaluación de Proyectos (México 1995 - Tercera Edición).
- ☞ C. FOSTER KNIGHT, Ecoeficiencia(GUIA #1), (Costa Rica 1998 – Primera Edición).
- ☞ CENTRO DE INFORMACIÓN PARA LA ECOEFICIENCIA EN LOS NEGOCIOS(CIEN),
Que es la ecoeficiencia, (México 1998).
- ☞ CORINA SCHMELKES, Manual para la Presentación de Anteproyectos e Informes de Investigación (México 1988 - Primera Edición).
- ☞ FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación,
Compendio estadístico mundial de cuero y pieles sin curtir, cuero y calzado de cuero,
(1977-1995).
- ☞ FERRERA HUMBERTO. VELAZQUEZ LEON, Ecoeficiencia en la industria de la curtiembre, (México 1997 – Versión preliminar).
- ☞ JONATHAN PASSE. EVELYN MEAGHER - HARTZELL, Guía para el tratamiento, almacenamiento y disposición de Residuos de Curtiembres, (Perú 1991)
- ☞ MOLINA HERRADOR, ROSALES MARROQUIN, VELASQUEZ MORENO, Evaluación técnica y económica del uso de las pretorianas en el proceso de las curtiembres en El Salvador.
- ☞ PINEDA CORTEZ. DIAZ MARTINEZ. SERMEÑO GUTIERREZ, Modernización administrativa en el sector de la industria manufacturera de El Salvador en la rama:

Cuero y Sub-ramas: Preparación y teñido de pieles, curtiduría y talleres de acabado,
(El Salvador – 1996).

📁 PNUMA Oficina de Industria y Medio Ambiente, Tanneries and the environment: a technical guide, (París 1990).

📁 R. H. SAMPIERI – C.F. COLLADO – P. BAPTISTA LUCIO, Metodología de la Investigación, (México 1998 – Segunda Edición).

📁 RODOLFO WAGNER, Desarrollo y medioambiente: La tarea ya comenzó "Revista Opción", "El Diario", (Chile – 1998).

📁 ZARATE MAX A. CLARA INES ROJAS, Informe técnico sobre minimización de residuos en una curtiembre, (Perú – 1991).

📁 WALTERIO ORELLANA, Ecoeficiencia: La Revolución Eco – Industrial La Prensa Gráfica(El Salvador 1998).

DIRECCION DE WWW

📁 <http://www.cec.org/> Comisión para la Cooperación Ambiental.

📁 <http://uninet.mty.itesm.mx/> Centro de Calidad Ambiental.

📁 <http://paho.org/> La Organización Panamericana de la Salud – The Pan American Health Organization.

📁 <http://www.incae.ac.cr/> Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (INCAE).

-  <http://propelatin.com/Porv02.htm> La Corporación Promoción de la Pequeña y Mediana Empresa Ecoeficiente Latinoamericana, PROPEL.
-  <http://customw.com/ecoweb/notas/index>. EcoWeb.
-  <http://www.webdirectory.com/> Amazing Environmental Organization(Uno de los más completos buscadores sobre cuestiones de ecología y medio ambiente).
-  <http://www.envirolink.org/search> Envirolink(Proporciona información sobre ecología. Mantenido por organizaciones no lucrativas y voluntarios).
-  http://pan.cedar.univie.ac.at/env_links/searchform.phtml Enviromental Links Database (Base de datos sobre ecología y medio ambiente con un sistema de búsqueda configurable por temas, país o título de las páginas web).
-  <http://www.enn.com/newssearch.cgi> Environmental News Network (Para conocer las más recientes novedades en el sector de la ecología y el medioambiente).
-  <http://www.lib.kth.se/~lg/search.htm> Environmental Resources(Indice temático de búsqueda de recursos medioambientales existentes en la red, tanto en páginas web como en gophers).
-  <http://es.inel.gov/cgi-bin/search.pl?alldb=on> Envirosense(Este motor de búsqueda se ocupa fundamentalmente de todo lo referido a la contaminación).
-  <http://www.gnet.org/architext/AT-gnetquery.html> Global Network of Environment and Technology(Localiza información, recursos, organizaciones y personas relacionadas con esta temática).
-  <http://atmos.es.mq.edu.au/MACISS/query.html> MACISS(Proporciona información sobre el estado climatológico y atmosférico de todo el mundo).

- ☞ <http://www.tnc.org> The Nature Conservancy(Todos los recursos sobre naturaleza y ecología están disponibles en este servidor. Presenta al mismo tiempo un servicio de noticias).
- ☞ <http://www2.greenbuilder.com/eg.acgi> Sustainable Sources(Un servidor que proporciona información de cuestiones de carácter ecológico).
- ☞ http://www.panda.org/wwf_srch.htm World Wide Fun For Nature(Las cuestiones de ecología es el principal tema de este servidor).

GLOSARIO

Acabado: Operación realizada en el cuero, posterior al secado, que consiste en dar al cuero las características que mejor se adapten a las tendencias de moda.

Aeróbicos: (del griego aeros, aire y bios, vida) Que requiere la presencia de oxígeno libre.

Basificación: Proceso mediante el cual se debilita la carga positiva proveniente del cuero al cromo, evitándose así que se fijen de forma demasiado superficial los curtientes.

Batán: Tambor giratorio de madera en el cual se curten las pieles.

Biodegradable: Son los contaminantes que presentan modificaciones, por la acción de factores biológicos, químicos y físicos; y en consecuencia de ellas, pueden convertirse en sustancias inofensivas.

Carnaza: Capa inferior de la piel contenido en la etapa de dividido.

Cuero: Pellejo que cubre la carne de los animales.

Curtición: Proceso mediante el cual la piel se transforma en un producto aprovechable, insensibilizándola a las variaciones de humedad y a la acción de los microorganismos.

Curtiente: Producto que penetra en la piel, ligándose a las proteínas de ella, elevando el entrecruzamiento molecular que las hacen prácticamente insolubles en el agua.

Dermis: Parte principal de la piel formada principalmente por dos clases de sustancias: colágeno y elastina.

Descarnado: Etapa en la cual se elimina el tejido subcutáneo residual(carne) presente en la piel.

Desencalado: Eliminación de la cal incorporada mecánicamente, absorbida por capilaridad y combinada por acción química durante el pelambre por transformación en sales fácilmente solubles.

Dividido: Si la piel es demasiado gruesa para un propósito específico es necesario dividirla con una máquina para dividir, de donde se obtienen dos tipos de pieles: flor y carnaza.

Elastina: Proteína fibrilar, de naturaleza elástica, y que actúa cementando las fibras del colágeno.

Engrase: Última etapa de los trabajos húmedos, antes del secado, mediante el cual se obtiene una separación de las fibras en este estado húmedo, para que el secado no de lugar a pegado de las mismas.

Enmascaramiento: Proceso mediante el cual se evita que la materia curtiente quede en la parte superficial. Este se logra mediante la adición de ácidos débiles.

Enzima: Proteína catalizadora producida por un organismo vivo.

Etapas de Ribera: Primeras etapas del curtido de pieles comprendidas desde el recibido de pieles hasta el rendido cuya acción está encaminada a preparar la piel para efectos de curtición.

Flor de la piel: Capa superior de la piel, obtenida de la etapa de dividido. Parte de mayor valor del cuero.

Pelambre: Eliminación del pelo y de la epidermis, se consigue también un aflojamiento de las fibras del colágeno y una parcial saponificación de la grasa natural de la piel.

Piquelado: Consiste en eliminar las sustancias alcalinas remanentes de la etapa de pelambre y que no fueron eliminadas en el desencalado y además acondiciona la piel para que ésta no reaccione inmediatamente con los agentes curtientes del cromo.

Remojo: Devolución de la piel a su estado de hinchamiento natural y eliminación de la suciedad, sustancias proteicas solubles y agentes de conservación.

Taninos: Curtientes vegetales de carácter fenólico con gran complejidad estructural en sus moléculas. Su principal característica es la de unirse con las proteínas del colágeno mediante un enlace estable y formar, de esta manera, cuero al vegetal.

Tenerías: Sitio donde se curten y se trabajan las pieles.

Wet blue: Pieles vacunas o pieles pequeñas curtidas al cromo que se comercializan húmedas, con una conservación ligera.

ANEXOS

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1

MÉTODO PROGRESIVO PARA DESARROLLAR UN SAE _____	126
Paso 1. Logre que la gente tome conciencia (Fase inicial) _____	126
Paso 2. Establezca su equipo de eco-eficiencia _____	126
Paso 3. Diseñe el sistema de administración para la eco-eficiencia _____	127
Paso 4. Capacite al equipo de eco-eficiencia _____	127
Paso 5. Identifique elementos del sistema que ya existen _____	128
Paso 6. Prepare su plan de implementación del sistema de administración para la eco-eficiencia _____	128
Paso 7. Desarrolle un proceso para identificar oportunidades de eco-eficiencia _____	129
Áreas de oportunidades de eco-eficiencia _____	129
Productividad de las operaciones en la planta y mejora del desempeño ambiental _____	129
Oportunidades directamente relacionadas con procesos empresariales _____	129
Oportunidades indirectamente relacionadas con los procesos empresariales _____	131
Desarrollo de los empleados _____	132
Oportunidades de eco-eficiencia relacionadas con la comunidad, los clientes y otros involucrados en el desempeño de la empresa _____	133
Clientes _____	133
Comunidad _____	133
Otros involucrados en el desempeño de la empresa _____	134

Paso 8. Identifique las regulaciones aplicables a nivel ambiental, de salud y seguridad, así como otros requisitos legales	134
Paso 9. Recopile las oportunidades de eco-eficiencia de su planta o unidad empresarial	135
Paso 10. Identifique oportunidades significativas de eco-eficiencia	135
Paso 11. Establecimiento de objetivos de eco-eficiencia	136
Paso 12. Desarrolle planes de acción para lograr los objetivos de eco-eficiencia	137
Planes de acción de eco-eficiencia en el uso del agua	138
Planes de acción para la eco-eficiencia de materiales**	138
Técnicas eco-eficientes de manejo de materiales	139
Paso 13. Desarrolle/actualice una declaración concisa de la política de eco-eficiencia de la planta	139
Implementación.	140
Paso 14. Desarrolle las responsabilidades y la estructura organizacional	140
Consejo práctico	140
Paso 15. Desarrolle y documente los criterios y controles operativos	141
Consejo práctico	141
Consejo práctico: Análisis de causa fundamental	141
Paso 16. Desarrolle sistemas de capacitación	143
Consejo práctico	143
Paso 17. Desarrolle controles internos para garantizar el cumplimiento y los procedimientos de emergencia	143
Paso 18. Desarrolle programas para la comunicación interna y externa de problemas de eco-eficiencia	144
Verificación y medidas correctivas	145

Paso 19. Desarrolle sistemas de monitoreo y medición	145
Indicador simplificado de eco-eficiencia de manufactura	145
Identifique insumos de materiales	145
Identifique productos y subproductos generados	146
Calcule el indicador de eco-eficiencia:	146
Mida y reporte la eco-eficiencia al director administrativo	146
Paso 20. Evaluación del cumplimiento	146
Paso 21. Desarrolle un procedimiento para manejar el incumplimiento	147
Paso 22. Desarrolle un programa de auditoría del sistema de administración para la eco-eficiencia	147
Paso 23. Desarrolle un proceso de revisión gerencial	148
Paso 24. Documentación, control de documentos y registros del sistema de administración para la eco-eficiencia	148
Documentación	148
Control de documentos	149
Manejo de registros	149

ANEXO 2

HERRAMIENTAS DE ECOEFICIENCIA: ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA	150
---	------------

ANEXOS 3

SISTEMA	151
DEFINICIONES DE SISTEMA.	151
CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS.	152
TIPOS DE SISTEMAS.	153

ANEXO 4

CUESTIONARIO _____ **154**

ANEXO 5

**INSTITUCIONES QUE OFRECEN ASESORÍA E INFORMACIÓN SOBRE EFLUENTES DE
CURTIEMBRES** _____ **161**

MANUALES, GUIAS SOBRE LA INDUSTRIA DEL CUERO _____ **163**

ANEXO 1

MÉTODO PROGRESIVO PARA DESARROLLAR UN SAE

Esta sección le brinda un método progresivo para desarrollar su sistema de administración para la eco-eficiencia. Está dirigido a gerentes que tienen la responsabilidad de desarrollar ese sistema (“usted”), suponiendo que su planta haya decidido desarrollar e implementar un sistema formal de administración para la eco-eficiencia. Si el director administrativo de su unidad empresarial o el alto gerente de operaciones todavía no se ha comprometido con la implementación del sistema, usted no debe proceder hasta que ellos se comprometan. Tal como se afirma en la sección “La diferencia entre estrategias de eco-eficiencia de planta y de corporación”, el sistema que se presenta a continuación está diseñado para implementarse en una sola planta. Si su compañía tiene múltiples plantas, le recomendamos que desarrolle este sistema en una instalación piloto antes de expandirlo a toda la empresa.

Paso 1. Logre que la gente tome conciencia (Fase inicial)

Usted debe desarrollar primero un pequeño conjunto de mensajes o frases de motivación para todos los empleados de la organización. Estos mensajes deben enunciarse de manera muy simple y deben incluir el alcance y el propósito general de la iniciativa del sistema de administración para la eco-eficiencia. Enfátice que la eco-eficiencia aumentará la productividad y el desempeño ambiental operativo de la planta, mejorará la capacitación de los empleados, sus destrezas específicas y su desarrollo, y contribuirá a una mejor calidad de vida comunal. Esté preparado para dar respuestas breves y concisas a preguntas de los empleados y supervisores respecto al nuevo sistema de administración para la eco-eficiencia.

Paso 2. Establezca su equipo de eco-eficiencia

Su planta debe empezar por seleccionar un pequeño equipo de personas que representen distintas funciones y operaciones, para dirigir el esfuerzo de implementación. El líder del equipo debe ser el “promotor” de la eco-eficiencia, si usted tiene una persona así, o bien un gerente de proyecto experimentado y entusiasta. El equipo ideal tiene representantes con experiencia en calidad, operaciones, ingeniería, mantenimiento de instalaciones, recursos humanos, finanzas y seguridad/salud ambiental. Pocas organizaciones tienen el equipo ideal, de modo que usted debe tratar de acercarse lo más que pueda; busque miembros de equipo que tengan un interés genuino y que estén abiertos a nuevas ideas.

Paso 3. Diseñe el sistema de administración para la eco-eficiencia

El Marco del Sistema de Administración para la eco-eficiencia descrito en esta Guía es aplicable a todo tipo de empresa. Proporciona la estructura básica del sistema gerencial. Dependiendo del tipo de empresa, quizá usted quiera agregar componentes específicos. Después de que los miembros de su equipo han revisado esta Guía, usted debe decidir respecto a cualquier elemento adicional que quiera incluir en el sistema de administración para la eco-eficiencia de su empresa. Por ejemplo, si usted está planeando un sistema de administración para la eco-eficiencia para una instalación industrial que maneja materiales altamente tóxicos, es probable que quiera incluir un componente de sistema de administración de seguridad de proceso. De igual modo, si su unidad empresarial o planta hace diseño de ingeniería para productos, quizá usted quiera agregar un componente de "Diseño para el Ambiente" (DpA o DfE en inglés). Usted también debe estudiar la especificación del sistema de manejo ambiental ISO 14001 y la especificación ISO 9001/2 para obtener ideas sobre elementos específicos que quizá quiera agregar.

El producto de este esfuerzo debe ser una versión más detallada del Marco del Sistema de Administración para la Eco-eficiencia. Esta será el estándar interno para su organización, que usted utilizará para desarrollar, implementar y evaluar su sistema de administración para la eco-eficiencia.

Paso 4. Capacite al equipo de eco-eficiencia

El equipo de implementación necesita una comprensión consistente del modelo del sistema de administración para la eco-eficiencia que usted ha desarrollado. ¿Cómo debe usted proceder con la capacitación del equipo? Quizá usted quiera desarrollar y dirigir su propio módulo de capacitación, con base en el modelo del sistema de administración para la eficiencia y con asistencia directa de un grupo de apoyo. O bien, puede ser que desee contratar consultores o capacitadores profesionales.

Debido a que la eco-eficiencia (definida en términos amplios para incluir recursos humanos, desarrollo comunal y mejoras al desempeño ambiental) es un concepto relativamente nuevo, hay pocas empresas consultoras especializadas en este tipo de capacitación. Usted debe buscar empresas que se especialicen en una o más de las siguientes áreas:

- Administración de la salud y seguridad ambiental.
- Administración para la calidad.
- Desarrollo de recursos humanos.
- Capacitación de equipos (entrenar al equipo para que funcione eficazmente como grupo)
- Estrategias de desarrollo sostenible.

Evite las empresas que ofrecen solo capacitación técnica en el estándar de manejo del ambiente ISO 14001, i. e., un análisis cláusula por cláusula del estándar. Busque empresas que ofrezcan instructores experimentados en desarrollar e implementar sistemas de administración de la calidad y el manejo ambiental.

Paso 5. Identifique elementos del sistema que ya existen

Quizá su planta ya tenga algunos de los elementos requeridos por el sistema de administración para la eco-eficiencia (o parte de estos elementos). Por ejemplo, puede ser que su instalación tenga ya un proceso formal de capacitación de empleados. O bien, el sistema de contabilidad financiera de su planta puede tener algunos procesos contables que se puedan adaptar a la contabilidad para la eco-eficiencia.

Busque componentes del sistema de administración para la eco-eficiencia que ya puedan existir

- Sistema o proceso formal de capacitación de empleados.
- Objetivos formales de administración (por ejemplo productividad, conservación de la energía, calidad, etc.).
- Iniciativas de apoyo de la comunidad local (formales e informales).
- Planeamiento de recursos materiales (MRP), contabilidad y otros sistemas de medición que rastrean materiales, productos terminados, "unidades" de servicio, etc.
- Iniciativas o programas específicos de salud, seguridad y ambiente, tales como auditorías de cumplimiento.
- Sistema de administración para la calidad ISO 9001/2.

Elabore una lista de sistemas preexistentes que se traslapan con su modelo de sistema de administración para la eco-eficiencia. Al desarrollar los elementos correspondientes en su sistema de administración para la eco-eficiencia, su desafío será integrarlos a los sistemas preexistentes. ¿Cómo cambiaría usted su sistema de capacitación para incluir procedimientos relacionados con la eco-eficiencia?

Paso 6. Prepare su plan de implementación del sistema de administración para la eco-eficiencia

En esta etapa usted debe comparar su diseño de sistema (Paso 3) con elementos de sistema que ya existen (Paso 5). La brecha entre su diseño de sistema y lo que ya existe representa la mayor parte del trabajo que queda por hacer. Ahora usted está listo para elaborar un Plan de Implementación, que identificará elementos específicos del sistema de administración para la eco-eficiencia que deben desarrollarse (ítemes de trabajo) y está preparado para crear una estrategia para su desarrollo. El plan también guiará todo el esfuerzo de implementación. Ver en la tabla siguiente un ejemplo de la parte del Plan de Implementación que cubre el desarrollo de un sistema de capacitación.

Como sugiere la tabla, para cada ítem de trabajo usted debe identificar las acciones de implementación necesarias para lograrlo, los recursos requeridos, los otros elementos del sistema de administración o la empresa de la que depende el ítem de trabajo, el gerente responsable y un cronograma

proyectado para concluirlo. El Equipo de Eco-eficiencia debe desempeñar el papel de coordinador e implementador técnico que apoya al gerente responsable.

El Plan de Implementación debe incluir una hoja de resumen, que muestre todos los ítemes de trabajo del sistema de administración para la eco-eficiencia, con cronogramas horizontales u otros gráficos para proporcionar al equipo de eco-eficiencia y a la gerencia un medio conciso de monitorear el progreso.

Además, el Plan de Implementación requiere la revisión y aprobación de la alta gerencia de la planta. Esto es tanto una prueba del compromiso de la alta gerencia (en términos de su anuencia a brindar recursos apropiados) como una oportunidad para hacer participar directamente a los altos gerentes en su propio papel (revisión gerencial).

Paso 7. Desarrolle un proceso para identificar oportunidades de eco-eficiencia

Un elemento clave en el Marco del Sistema de Administración para la Eco-eficiencia es el proceso para identificar las oportunidades de eco-eficiencia que su planta puede controlar o influir. Estas brindan la posibilidad de mejorar el desempeño de la compañía en una de tres áreas, como se describe.

Áreas de oportunidades de eco-eficiencia

- Productividad de las operaciones en la planta y mejora del desempeño ambiental.
- Desarrollo de empleados.
- Relaciones con la comunidad, los clientes y otros interesados.

Productividad de las operaciones en la planta y mejora del desempeño ambiental

Inicie el proceso de identificación de oportunidades de eco-eficiencia, revisando las actividades y operaciones de su planta desde una perspectiva ambiental y de productividad. Divida el análisis en dos partes:

- 1) oportunidades directamente relacionadas con procesos empresariales y
- 2) oportunidades indirectamente relacionadas con procesos empresariales.

Oportunidades directamente relacionadas con procesos empresariales

Para identificar estas oportunidades de eco-eficiencia, usted deberá primero hacer un diagrama del proceso empresarial para poder analizarlo con diferentes niveles de detalle. Empiece con una reseña de toda la operación. Représentelo con un máximo de cuatro o cinco diagramas de bloque de alto nivel, que muestren operaciones separadas que en conjunto abarquen a toda la planta. A este nivel, ¿cuáles son las oportunidades de eco-eficiencia para mejorar el desempeño ambiental y aumentar la productividad? Haga una lista para cada operación. ¿Hay algunas que se traslapen?

El siguiente paso es desglosar los cuatro o cinco diagramas de bloque de alto nivel en operaciones individuales (una operación unitaria es el proceso operativo funcional más pequeño). Represente las unidades operativas como diagramas de bloque que en conjunto comprendan los cuatro o cinco diagramas de alto nivel. Luego usted debe analizar cada unidad operativa para determinar los problemas ambientales pertinentes.

Al analizar una unidad operativa es útil pensar en los insumos de materias primas, energía y otros componentes de proceso, corrientes de desechos y productos. ¿Ha tomado usted en cuenta todos los insumos y productos en su diagrama de bloque? Recuerde, un proceso completamente eficiente es aquel en el que todos los insumos de materias primas y energía terminan en un producto. A menos que su proceso sea completamente eficiente, usted debe ser capaz de identificar algunas oportunidades de eco-eficiencia. Los ejemplos podrían incluir reducir el uso de fertilizante (operación agrícola), aumentar el porcentaje de metal extraído del mineral (operación minera), reducir los galones de agua usados por carro (operación de lavado de carros/servicio), reciclar más eficazmente la sustancia enfriadora/lubricante (operación de manufactura), reducir el uso de compuestos orgánicos volátiles (i.e., solventes industriales) para limpiar piezas, componentes o productos terminados (industrias electrónicas y de electrodomésticos) y reducir las necesidades de papel para impresión en su unidad empresarial de banca al detalle.

Los gerentes o supervisores de cada unidad operativa (o grupos de unidades operativas) deben incluirse en el equipo que identifica las oportunidades de eco-eficiencia relacionadas con el proceso.

Ellos no solo tienen un amplio conocimiento respecto a las operaciones unitarias, sino que cuanto más participen en identificar oportunidades, más apoyarán los cambios resultantes del análisis. En esta etapa, recuerde incluir todas las oportunidades de eco-eficiencia que usted identifique en una operación particular, aunque parezca "imposible" aprovecharlas. A veces las soluciones consisten en cambiar el diseño de un producto más bien que las especificaciones de un proceso de manufactura. Las soluciones aparentemente "imposibles" pueden llegar a ser muy reales si hay liderazgo empresarial, dotación de poder a los empleados y los gerentes de mandos medios e incentivos organizacionales apropiados. Las "soluciones" específicas a corto y largo plazo que usted seleccione vendrán hacia el final del proceso de preparación.

Ejemplo: Eco-eficiencia energética

Se pueden encontrar grandes oportunidades al menos en tres áreas:

- Iluminación.
- Maquinaria de Producción y Proceso.
- Calefacción y Refrigeración.

La eco-eficiencia energética en estas áreas debe estar apoyada por un fuerte programa de educación y concienciación para todos los empleados y contratistas en la planta.

Medir el uso de la energía a lo largo de períodos definidos es sumamente importante; de otro modo no es posible determinar si las medidas de eco-eficiencia energética están teniendo éxito. La nueva

tecnología portátil de medición, de bajo costo, puede medir los flujos de energía eléctrica en motores individuales.

Ejemplo específico: Iluminación

- Las mejoras en la iluminación y en los dispositivos para lograrlo son una buena inversión a largo plazo.
- En el mercado se encuentran más de mil tipos de lámparas eficientes en cuanto a energía.
- Analice los tipos de luces que se usan actualmente en cada área de trabajo.
- Examine la factibilidad de utilizar luz natural (tragaluces, más ventanas).
- Hay tareas específicas (trabajo artesanal y detalles) que requieren más intensidad de luz que áreas abiertas que no son de trabajo.
- En última instancia, quienes deben juzgar las necesidades de iluminación son las personas que hacen el trabajo.

Ejemplo específico: Calefacción y refrigeración

La eficiencia de las calderas puede aumentar significativamente mediante el mantenimiento rutinario (revisar coeficientes de aire/combustible, y tubos de cierre). Piense en quemadores nuevos y de alta eficiencia.

El mantenimiento rutinario de los motores y compresores de refrigeración reducirá la temperatura de condensación y las necesidades de energía del compresor. El mantenimiento debe incluir búsqueda de fugas de aire y condensación.

Ejemplo específico: Maquinaria de producción y proceso

- Con el motor eléctrico correcto, el sistema de control e impulso puede lograr ahorros operativos y drásticas reducciones en el uso de la energía.
- Por ejemplo, una bomba centrífuga o un abanico con una carga variable puede usar un sistema de motor de impulso de velocidad variable, que funcione con el 50% de la energía y use hasta un 85% menos de energía.
- Si usted utiliza aire comprimido, analice cómo se emplea e identifique oportunidades para reducir el desperdicio (uso de aire comprimido para limpiar y otros fines no productivos).
- Monitoree los costos de mantenimiento y energía y reevalúe el rendimiento de eco-eficiencia de nuevas tecnologías motrices.

Oportunidades indirectamente relacionadas con los procesos empresariales

Estas incluyen las oportunidades de mejorar el desempeño ambiental y aumentar la eficiencia de su planta, que no están directamente relacionadas con el proceso empresarial. Tome por ejemplo el agua de la lluvia. ¿Adónde se va esa agua desde su planta? ¿Canaliza o descarga directamente su planta esa agua a un río cercano o a una alcantarilla municipal? ¿Se contamina esa agua con productos presentes en la planta tales como residuos químicos del parqueo? ¿Qué puede hacer usted para minimizar estos contaminantes? Otros ejemplos son: ¿Tiene su planta un comedor? ¿Qué se hace con los desechos del comedor? ¿Tiene su

planta un departamento médico? ¿Cómo se manejan los desechos de ese departamento? ¿Tiene usted una estructura de hierro para colocar bicicletas, a fin de estimular a sus empleados a ir al trabajo en bicicleta? ¿Necesita su compañía garantizar una oferta continua de empleados educados? ¿Qué esfuerzos está haciendo su empresa para ayudar a la comunidad local a mejorar la calidad de las instalaciones educativas? ¿Está su compañía en un área rural? ¿Qué está haciendo para ayudar a sostener la comunidad local, por ejemplo, mejores cuidados de la salud, mejor agua potable, manejo de desechos comunales y restauración de la belleza natural del área?

Usted puede identificar oportunidades de eco-eficiencia tales como estas pensando en términos amplios respecto a su planta y el impacto ambiental que tiene. Por supuesto, las oportunidades relacionadas indirectamente con el proceso empresarial variarán de una planta a otra y, en muchos casos, quizá no tengan una prioridad tan alta como las relacionadas directamente con ese proceso. Sin embargo, en este punto anótelas en una lista porque pueden ayudarle a decidir sobre importantes iniciativas externas de eco-eficiencia.

Desarrollo de los empleados

Algunas oportunidades de eco-eficiencia identificadas en su análisis de procesos empresariales probablemente se relacionarán con el desarrollo de los empleados. Usted puede descubrir más de esas oportunidades al considerar su empresa desde una perspectiva de recursos humanos. ¿Hay cambios que usted pueda hacer en el reclutamiento, la estructura de compensación, la capacitación y la comunicación interna que logren aumentar la productividad de sus empleados y hacer más eficiente su administración de los recursos humanos?

Existen muchos ejemplos de compañías, tanto grandes como pequeñas, cuya actividad empresarial ha aumentado, principalmente debido a que la alta gerencia ha invertido en los empleados: capacitación de más alta calidad, mejor pago, incentivos financieros a largo plazo y --más importante aún-- dotación de poder para iniciar y dirigir mejoras de productividad. Esta experiencia se aplica igualmente a la administración para la eco-eficiencia. Piénselo de este modo: los empleados motivados le ayudarán a descubrir oportunidades ocultas para reducir el desperdicio en sus procesos empresariales, lo que conduce a menores costos y a mayor valor para sus productos y servicios.

Su proceso para identificar oportunidades de eco-eficiencia relacionadas con los empleados debe empezar con una sesión de generación de ideas, para determinar si usted puede hacer que sus empleados sean más productivos y que su administración de recursos humanos sea menos cara. Si su compañía está experimentando una alta tasa de rotación de personal, sus costos de capacitación serán altos y su capacidad para lograr aumentos de productividad será baja. Considere los costos de una alta rotación de personal. Piense en los pasos concretos que le ayudarán a aprovechar estas oportunidades. Usted debe incluir a los empleados en este proceso, ya sea directamente o mediante una encuesta.

Oportunidades de eco-eficiencia relacionadas con la comunidad, los clientes y otros involucrados en el desempeño de la empresa

Algunas oportunidades significativas de eco-eficiencia solo pueden identificarse viendo más allá de las operaciones y los empleados de la empresa. Su siguiente paso será identificar oportunidades de eco-eficiencia evaluando la situación y las necesidades de las personas interesadas, que incluyen a sus clientes, la comunidad donde está su empresa, sus banqueros, sus proveedores de seguros y otros proveedores. Las oportunidades variarán enormemente. Sea creativo y mantenga su concentración en las finanzas.

Cientes

Empiece por revisar las operaciones de sus clientes, particularmente las relacionadas con el producto o servicio que usted ofrece. Las oportunidades que usted busca incluyen ocasiones en que su producto o servicio crea una situación de eco-eficiencia para su cliente y sus predicciones de las posibles necesidades futuras de eco-eficiencia de su cliente.

Por ejemplo, un proveedor de fluidos hidráulicos y otros aceites podría identificar el aceite residual en los tambores “vacíos” que recoge en la planta del cliente, como una ecoineficiencia para el cliente, y desarrollar un sistema más eficiente de extraer el aceite de los tambores llenos, lo que beneficiará al cliente y aumentará el valor de sus servicios. O bien, un fabricante de plaguicidas para la agroindustria podría determinar que el manejo de plagas se está haciendo más complicado, y que sus clientes necesitarán apoyo y conocimientos en el manejo de plagas (servicio), además de los plaguicidas mismos (producto).

El proceso de identificar oportunidades de eco-eficiencia relacionadas con los clientes debe empezar con sesiones internas de generación de ideas para identificar oportunidades potenciales, y debe ser seguido por consulta directa con el cliente, para discutir las oportunidades que usted ha identificado y para identificar otras que usted pueda haber pasado por alto. Esta identificación de necesidades de eco-eficiencia del cliente es esencialmente una forma de mercadeo, y debe dar participación a los representantes de su departamento de mercadeo.

Comunidad

Usted debe empezar el proceso de identificar oportunidades de eco-eficiencia relacionadas con la comunidad, preguntando cuáles necesidades empresariales estratégicas deben ser satisfechas por la comunidad. ¿Necesita usted un conjunto de empleados educados y diestros? ¿Empleados más sanos? ¿Mejores caminos? ¿Nuevos clientes? ¿Rebajas tributarias?

Al hacer preguntas como estas, y concentrarse en el punto en que sus intereses empresariales estratégicos se interesan con la comunidad, a menudo usted podrá identificar oportunidades de eco-eficiencia. Una compañía minera podría decidir ofrecerle a un estudiante local una beca de ingeniería, con la

meta a largo plazo de desarrollar ingenieros diestros con raíces en la comunidad local. Una empresa pulpadora podría decidir capacitar a los agricultores locales en el manejo sostenible de la madera, para ampliar sus fuentes de materias primas y mejorar su imagen ante todos los involucrados en el desempeño de la empresa. Lo que dificulta la determinación de las oportunidades de eco-eficiencia de la comunidad es que sus beneficios directos a menudo resultan difíciles de predecir o cuantificar. Sin embargo, se pueden obtener beneficios reales: la clave es identificar oportunidades vinculadas con los objetivos o necesidades empresariales estratégicas.

Otros involucrados en el desempeño de la empresa

Su organización puede tener muchos otros involucrados en el desempeño de la empresa además de sus clientes y la comunidad local. Identifique a los principales y realice un proceso similar, para determinar si existe alguna oportunidad de eco-eficiencia en relación con cada uno de ellos. Por ejemplo, ¿hay organizaciones ambientales (ONG), a nivel local o regional, que tengan intereses específicos de mejora del ambiente, tales como el reciclaje? ¿Existe la oportunidad de cooperar con la ONG ambiental en un proyecto específico de reciclaje que implique directamente a su empresa o a la comunidad en general? Otro ejemplo, los seguros. ¿Tiene su empresa una póliza de seguro? ¿Podría usted implementar controles operativos o mejorar la capacitación de tal modo que se reduzcan los riesgos de su asegurador? ¿Estaría él dispuesto a reducir la prima de seguro de su póliza debido a menores riesgos? Considere también a sus accionistas, banqueros, organizaciones no gubernamentales, etc.

Paso 8. Identifique las regulaciones aplicables a nivel ambiental, de salud y seguridad, así como otros requisitos legales

Aunque muchas de las oportunidades de eco-eficiencia que usted identificará no serán “obligatorias”, lo que significa que no son exigidas por la ley, usted debe estar consciente de qué oportunidades se relacionan directamente con lo que usted debe cumplir. Esto implica obtener un ejemplar o un resumen de las leyes ambientales potencialmente aplicables a nivel federal, estatal (provincia o departamento) y local, y determinar cuáles oportunidades de eco-eficiencia que usted ha identificado implican operaciones, actividades o procesos regulados directamente por estas leyes. Por ejemplo, usted puede haber identificado la reducción en la descarga de aguas residuales como una oportunidad de eco-eficiencia. Si su descarga de agua residual está regulada, entonces señale la regulación (o regulaciones) pertinentes donde usted ha anotado esta oportunidad.

Las leyes y regulaciones particulares, su nivel de disponibilidad al público y los ministerios que tienen jurisdicción sobre ellas varían de un país a otro en Latinoamérica. Lo que puede regular el Ministerio del Ambiente en un país puede estar regulado por el Ministerio de Trabajo en otro. Algunos países están empezando a elaborar “listas de hechos” y sitios de Internet que interpretan complicadas regulaciones “en

lenguaje común". Dependiendo de dónde esté su empresa, podría ser muy eficiente enviar un empleado a conseguir un ejemplar de las regulaciones pertinentes.

Lo importante es que usted establezca un sistema para determinar qué requisitos ambientales, de salud y de seguridad, así como otros requisitos legales, son aplicables a las actividades, operaciones y servicios de su empresa. Los impactos ambientales que generalmente se regulan incluyen emisiones al aire, descarga de aguas residuales y ruidos y desechos tóxicos; en algunos casos, los atributos ambientales de su producto pueden regularse también mediante requisitos de etiquetado o restricciones a ciertos materiales. Los problemas de salud y seguridad de los trabajadores típicamente se regulan industria por industria. Por último, los requisitos legales a menudo incluyen permisos, aprobaciones, inscripciones y registros, además de requisitos de reportes. El sistema que usted establezca para determinar las regulaciones aplicables le ayudará a prepararse para las auditorías de cumplimiento y a realizarlas, puesto que son parte de un sistema completo de administración para la eco-eficiencia y son también elementos necesarios de los estándares de manejo voluntario, tales como el ISO 14001.

Paso 9. Recopile las oportunidades de eco-eficiencia de su planta o unidad empresarial

Ahora que usted ha examinado sus procesos empresariales (directos e indirectos), sus prácticas de recursos humanos y las necesidades de eco-eficiencia de los involucrados en el desempeño de su empresa, y ha identificado las oportunidades para la eco-eficiencia en estas áreas, recopile estas oportunidades en una sola tabla. Cerciórese de identificar el lugar de la oportunidad (anotando en una lista la actividad, el producto o servicio al que hay que referirse, por ejemplo), la oportunidad misma, los beneficios potenciales de aprovecharla y si tiene alguna influencia sobre su estado de cumplimiento con las leyes.

Paso 10. Identifique oportunidades significativas de eco-eficiencia

Esta es una de las etapas más críticas en la implementación de su sistema de administración para la eco-eficiencia. Usted aplicará una serie de criterios de significación a las oportunidades de eco-eficiencia que ha identificado, para determinar cuáles de ellas son significativas. Las oportunidades que usted determine como significativas serán aquellas en que se concentre su sistema gerencial.

Primero, usted debe desarrollar criterios de significación apropiados para su compañía. ¿Qué hace que una oportunidad de eco-eficiencia sea significativa para usted? ¿Su efecto sobre la productividad? ¿Su efecto sobre la salud de los trabajadores? ¿El daño que causa al ambiente? ¿Su efecto sobre su imagen a nivel local, nacional o internacional? Los criterios que usted escoja deben basarse en los valores y la filosofía empresarial de su compañía. Por ejemplo, si su empresa se dedica a retener trabajadores calificados, el efecto sobre la salud y la moral de los trabajadores debe ser un criterio importante.

La mayor parte de las compañías considerarán que el efecto sobre los resultados financieros es un criterio importante. Si ese es su caso, debe hacer un análisis de costo-beneficio de cada oportunidad, para determinar qué tipo de efecto tiene sobre sus resultados financieros, con base en los costos y beneficios proyectados de la solución. Este análisis debe ser tan cuantitativo como sea posible, aunque es difícil estimar el valor en dólares de algunos costos y beneficios. Por ejemplo, si usted ha identificado como una oportunidad de eco-eficiencia el hecho de reducir la erosión dejando una zona de amortiguamiento de árboles alrededor de los lechos de los ríos, durante las operaciones de cosecha de madera, entonces usted debe ponderar los costos y beneficios de este cambio de proceso. En tal caso, es fácil cuantificar el costo de la madera no cosechada, mientras que resulta difícil cuantificar los beneficios para la empresa derivados de la estabilidad del ecosistema a largo plazo y de la mejor imagen corporativa.

En general, las oportunidades de eco-eficiencia relacionadas con los empleados requieren invertir cierta cantidad de dinero en capacitación o compensación. Esta inversión se justifica si los beneficios proyectados superan los costos. Por ejemplo, si \$10.000 invertidos en capacitar a los empleados para que manejen con seguridad equipo pesado generan 12 accidentes menos al año a un costo total de \$1.000 por accidente, entonces eso constituye una buena oportunidad de eco-eficiencia.

Una vez que usted ha elaborado una lista de criterios, pondere cada oportunidad de eco-eficiencia a la luz de estos criterios. Una metodología simple pero eficaz implica asignar una calificación de "alto", "medio" o "bajo" para representar la importancia de una oportunidad dada, en su relación con cada uno de los criterios.

Usted puede entonces definir la significación en términos de su sistema de calificaciones. Por ejemplo, usted podría decir que una oportunidad de eco-eficiencia es significativa si usted le dio al menos dos calificaciones de "alto", cuatro de "medio" o alguna combinación de las dos.

Recuerde:

Usted debe definir sus criterios de significación e identificar las oportunidades significativas de eco-eficiencia mediante los esfuerzos de un equipo interdisciplinario, para cerciorarse de que se tomen en cuenta todas las funciones importantes de la empresa.

Paso 11. Establecimiento de objetivos de eco-eficiencia

Con base en las oportunidades significativas de eco-eficiencia que usted identificó en el paso anterior, ahora decida respecto a varios objetivos de eco-eficiencia. Un objetivo de eco-eficiencia es una meta que se anuncia en términos amplios, pero que es cuantificable.

Seleccione de 2 a 4 de las oportunidades de eco-eficiencia más significativas y prometedoras que identificó, concentrándose en las que tengan el mayor beneficio de valor agregado para la empresa. Luego establezca uno o dos objetivos realistas basados en cada oportunidad. Por ejemplo, digamos que en 1998 una planta de manufactura decide: 1) reducir el consumo de energía, 2) reducir la rotación de empleados y

3) mejorar el cuidado de la salud en la comunidad local como tres oportunidades prometedoras de eco-eficiencia. Por tanto, sus objetivos podrían ser:

- Desarrollar e instalar un sistema para medir el consumo de energía en cada uno de los cuatro principales subprocesos de la operación de manufactura para el 1° de setiembre de 1998.
- Reducir en un 20% el consumo de energía en estos cuatro subprocesos, para el 31 de diciembre de 1999, en comparación con los datos de consumo de setiembre de 1998.
- Reducir en un 20% la rotación de los empleados durante el año calendario de 1998, en comparación con el año calendario de 1997.
- Establecer y dotar de personal a una clínica de salud en la comunidad para el 31 de diciembre de 1999.

La razón por la que no hay que escoger más de cuatro objetivos es que cuanto más alto sea el número de objetivos, mayor será el riesgo de que su compañía no pueda dedicar suficientes recursos a cada uno.

Al establecer objetivos de eco-eficiencia, considere objetivos a corto plazo (1 año) y a largo plazo (2-5 años). Los objetivos a corto plazo deben ser los que se puedan lograr más fácilmente, mientras que los que son a largo plazo pueden requerir varias etapas para alcanzarlos.

Si usted no tiene un buen sistema de recolección de datos, que le permita seleccionar y monitorear un indicador de su progreso en una oportunidad de eco-eficiencia particular, haga de la instalación de ese sistema su objetivo inicial. Luego establezca los objetivos siguientes en términos del indicador que está monitoreando.

Paso 12. Desarrolle planes de acción para lograr los objetivos de eco-eficiencia

Los planes de acción son programas específicos del manejo de la implementación, que indican cómo se logrará un objetivo particular de eco-eficiencia. Algunos de sus objetivos (o todos) requerirán la participación de más de una función o área de la planta. En cada función pertinente, especifique qué medidas se requieren y quién es el responsable. De ser apropiado, establezca un objetivo para esa función. Los objetivos son metas específicas que apoyan a una meta más amplia.

Por ejemplo, suponga que su empresa es una compañía de impresión en offset, y que uno de sus objetivos de eco-eficiencia es reducir el consumo de energía por unidad de producción en un 15% durante el próximo año. Su plan de acción para lograr esta meta podría incluir un objetivo de reducción del 12% en el área de impresión, y otro de reducción del 20% en el área de corte y encuadernación. (Recuerde que para monitorear el progreso en esos objetivos, usted debe tener un sistema para medir el consumo de energía de ambas áreas).

La responsabilidad por la ejecución de medidas específicas o por lograr objetivos particulares del plan de acción, debe asignarse al gerente más apropiado de operaciones o de mandos medios. El plan de acción también debe incluir un resumen de necesidades de recursos, presupuesto y cronograma para lograr cada objetivo.

Planes de acción de eco-eficiencia en el uso del agua

Utilizando medidas de bajo costo/cero costo, se puede reducir el consumo del agua hasta en un 25% al año.

Medidas de bajo costo/cero costo

- Cuándo el equipo no está funcionando, ¿puede usted detener el flujo del agua?.
- Si usted está utilizando agua desionizada, ¿la necesita realmente? ¿Puede usted usar agua natural?.
- ¿Puede usted usar dispositivos de reducción de flujo para dar la menor presión de una gama?.
- ¿Puede usted reducir el desperdicio, recirculando y reutilizando el agua?.
- ¿Puede usted aumentar la eficiencia del tanque de enjuague (por ejemplo, mediante agitación)?.
- ¿Puede usted medir el flujo que entra en un tanque y establecer una cantidad mínima aceptable para ese propósito?.
- ¿Puede sustituir el enfriamiento con agua utilizando enfriamiento con aire en un proceso específico?.
- ¿Puede usted aumentar el mantenimiento de las torres de enfriamiento?.
- ¿Puede usted reducir el uso de agua fuera de la planta (por ejemplo, jardinería)?.

Planes de acción para la eco-eficiencia de materiales**

Hay cuatro categorías principales de técnicas de eco-eficiencia de materiales:

- Manejo de Inventario
 - Control de inventario
 - Control de materiales
- Modificación del Proceso de Producción
 - Procedimientos de operación y mantenimiento
 - Cambio de materiales
- Modificación del equipo de proceso
 - Reducción del Volumen
 - Separación de fuentes
- Concentración
 - Recuperación
 - Reciclaje/recuperación en el sitio
 - Reciclaje/recuperación fuera del sitio

** Adaptado de la Tabla 1, Reseña de Técnicas de Reducción de Desechos Que Ayudan a Prevenir a Contaminación, Gary E. Hunt, página 11, en Industrial Pollution Prevention Handbook, Harry M. Freeman ed., McGraw-Hill (1995).

Técnicas eco-eficientes de manejo de materiales

- Conozca las necesidades de almacenamiento de sus materiales.
- Coloque los recipientes de tal forma que resulte fácil la transferencia e inspección de daños y fugas.
- Evite superponer los recipientes para reducir los vuelcos y otros daños.
- Separe los materiales para evitar la contaminación cruzada y la mezcla de materiales incompatibles, y para facilitar el intercambio y el reciclaje de materiales.
- Rotule claramente los recipientes.
- Detenga y seque los derrames en vez de lavarlos.
- Controle la carga y descarga y la transferencia de materiales tóxicos.
- Use los tanques de almacenamiento y los recipientes únicamente para su fin explícito.
- Instale equipo de detección de fugas y de detención de derrames para minimizar los derrames.
- Evite almacenar en exceso los materiales y controle las muestras de los distribuidores que llegan.
- Utilice recipientes con cierre hermético para los solventes.
- Inspeccione y dé mantenimiento rutinario al equipo para evitar pérdida de materiales.

Paso 13. Desarrolle/actualice una declaración concisa de la política de eco-eficiencia de la planta

Después de realizar todo el proceso de identificar oportunidades de eco-eficiencia, seleccionar las que son significativas y establecer un pequeño número de objetivos, usted debe elaborar una declaración concisa de las metas de eco-eficiencia de la planta. Esta política debe ser consistente con las oportunidades de eco-eficiencia que usted ha identificado. Más importante aún, la política debe elaborarse con la participación del alto gerente de la planta, quien la firmará.

Ejemplo Además de ser consistente con las oportunidades de eco-eficiencia que usted ha identificado, la política debe:

- Ser apropiada para la naturaleza de las operaciones de la planta.
- Ser consistente con las políticas corporativas pertinentes, si la planta pertenece a una compañía más grande.
- Incluir un compromiso de cumplir con las leyes y regulaciones aplicables.
- Incluir un compromiso con la mejora continua.

Implementación.

Paso 14. Desarrolle las responsabilidades y la estructura organizacional

Gracias a los esfuerzos de un equipo transfuncional, usted ha dado los pasos iniciales de la política y el planeamiento que servirán como base a su sistema de administración para la eco-eficiencia. Ahora es el momento de hacer que este sistema sea parte más formal de la estructura organizacional de su planta, garantizando que la alta gerencia asigne responsabilidades definidas a puestos y empleados particulares.

El desafío es integrar la administración para la eco-eficiencia con la cultura existente y la estructura organizacional de su planta. En vez de crear un nuevo departamento de "eco-eficiencia", asigne las responsabilidades de planeamiento, implementación, operaciones y revisión de la eco-eficiencia a las operaciones y funciones del negocio existente. El proceso de revisión por parte de la alta gerencia puede servir para integrar y coordinar la administración para la eco-eficiencia en todas las funciones y operaciones. Aunque quizá sea difícil lograr esta integración, resultará mucho más eficaz que darle el trabajo a un nuevo departamento de "eco-eficiencia".

Consejo práctico

Para integrar eficazmente las responsabilidades del sistema de administración para la eco-eficiencia a las funciones y puestos preexistentes, las descripciones de estos puestos deben actualizarse y se deben establecer nuevos criterios de evaluación del desempeño.

Usted debe desarrollar un organigrama que muestre las personas y puestos con responsabilidad por el sistema de administración para la eco-eficiencia. Las siguientes responsabilidades, en particular, son las que se deben asignar.

Responsabilidad	Puesto responsable sugerido
Desarrollo y aprobación de la política ambiental	Gerente General de la Planta
Responsabilidad global por el sistema de administración para la eco-eficiencia	Alto gerente funcional o de operaciones (debe tener acceso al Gerente General)
Identificación de requisitos aplicables, tanto legales como de otras índoles	Alto gerente de operaciones o especialista ambiental técnico
Garantía de cumplimiento	Alto gerente de operaciones (con apoyo técnico del especialista ambiental, si existe)
Actualización periódica de oportunidades de eco-eficiencia	Equipo transfuncional
Determinación de oportunidades significativas de eco-eficiencia	Equipo transfuncional
Determinación/actualización de metas y planes de acción	Equipo transfuncional
Ejecución de plan de acción/logro de metas y objetivos	Un gerente de operaciones para cada meta/plan de acción
Desarrollo de criterios y controles de	Gerente de operaciones con apoyo técnico de un equipo

desempeño operativo	transfuncional
Desarrollo e implementación de requisitos de capacitación	Gerente de Recursos Humanos o Gerentes de Operaciones con apoyo técnico de un equipo transfuncional
Auditoría del sistema de administración para la eco-eficiencia	Alto gerente funcional o de operaciones (como el de finanzas) con apoyo técnico de especialistas ambientales/de calidad
Revisión gerencial del sistema de administración para la eco-eficiencia	Gerente General y altos gerentes de operaciones

Paso 15. Desarrolle y documente los criterios y controles operativos

El propósito de este paso es adoptar un método sistemático para aprovechar las oportunidades de eco-eficiencia que usted identificó como significativas. Las medidas tomadas al implementar este paso complementarán los esfuerzos de los empleados y los gerentes encargados de alcanzar los objetivos específicos de eco-eficiencia.

Para cada oportunidad de eco-eficiencia que usted identificó como significativa, determine primero las operaciones y actividades que tienen un impacto directo sobre ella. Por ejemplo, suponga que usted identificó la reducción de energía como una oportunidad significativa de eco-eficiencia. Entonces usted se preguntaría: "¿Cuáles de nuestras operaciones y actividades consumen más energía?"

Consejo práctico

A veces la clave para maximizar la eco-eficiencia de un proceso particular está fuera del proceso mismo. Tome el ejemplo de un fabricante que utiliza un solvente tóxico para limpiar sus productos antes de almacenarlos o despacharlos. Aunque pueden haber formas de reducir el uso del solvente durante el proceso de limpieza o utilizar un solvente alternativo, también pueden haber formas de reducir el polvo o la grasa acumulada (y de este modo disminuir o eliminar la necesidad de un solvente), haciendo cambios simples en el proceso de manufactura.

Habiendo identificado estas operaciones y actividades, usted debe desarrollar y documentar procedimientos operativos de control que minimicen el uso de la energía durante estas actividades y operaciones. ¿Está usted manejando una línea de producción que requiere mucha energía a menos de su capacidad total? ¿Podría usted incrementar la capacidad y reducir el tiempo de actividad de la línea?

Consejo práctico: Análisis de causa fundamental

Para identificar los "puntos de control" apropiados para los procedimientos de control operativo, resulta útil aplicar las técnicas de análisis de causa fundamental que también se usan en la gerencia para la calidad. Para cada oportunidad significativa de eco-eficiencia que usted identificó en el Paso 9, pregunte: 5

veces “¿por qué?”: ¿Por qué (cuál es la causa de) es esta una oportunidad o problema que hay que corregir? Respuesta #1. ¿Por qué (cuál es la causa de) es la Respuesta #1 una oportunidad o problema? Respuesta #2. ¿Por qué (cuál es la causa de) es la Respuesta #2 una oportunidad o problema? Continúe en la misma forma hasta que llegue a un punto en que ya no haya más medidas que su compañía pueda tomar en forma realista para abordar el problema o aprovechar la oportunidad.

Cuando usted haya identificado las “causas fundamentales” subyacentes que dieron origen al problema/oportunidad, debe preparar procedimientos o instrucciones de trabajo bien documentadas, que comuniquen en forma clara los pasos o medidas específicas que los empleados deben tomar, para aprovechar la oportunidad o resolver el problema de eco-eficiencia. Dicho de otro modo, los procedimientos o instrucciones de trabajo deben abordar las “causas fundamentales” subyacentes.

Ejemplo: El uso de solventes industriales para limpiar refrigeradoras en una planta de ensamblaje de refrigeradoras

Oportunidad o problema de eco-eficiencia: Casi el 95% de los solventes industriales que se usan para limpieza, se evaporan y crean emisiones de compuestos orgánicos volátiles, que contribuyen al smog fotoquímico. Casi el 100% de los solventes industriales utilizados para la limpieza no terminan en el producto.

Análisis de causa fundamental: El hecho de preguntar cinco veces “por qué” se usan solventes industriales para limpiar refrigeradoras, tiene como resultado los siguientes conocimientos:

Algunas de las necesidades de limpieza son causadas por la suciedad (impresiones de los dedos y las manos grasosas o sucias) proveniente del manejo de los productos que hacen los empleados. Una mejor capacitación y equipo personal pueden reducir la necesidad de utilizar solventes para la limpieza.

Parte de la suciedad se deriva de las propiedades electrostáticas de los plásticos usados en las refrigeradoras (atracción electrostática de polvo). Solicitarle al proveedor que agregue un material antielectrostático a los plásticos puede eliminar esa causa de acumulación de polvo y reducir la necesidad de solventes para limpieza.

Otra fuente de suciedad es la acumulación de polvo sobre las piezas metálicas en el inventario, que esperan el proceso de producción. Reducir el inventario de piezas metálicas también reduce la acumulación de polvo, lo que puede disminuir la necesidad de utilizar solventes para limpieza.

Controles de operación: Los procedimientos de controles apropiados de operación y las instrucciones de trabajo se concentrarían en estas causas fundamentales e implicarían las funciones y operaciones pertinentes de la planta de ensamblaje. Por ejemplo, la función de compras sería responsable de garantizar que se adquieran materiales plásticos con propiedades antielectrostáticas. El gerente de recursos humanos sería responsable de capacitar a los empleados para que mantengan limpias sus manos (y brindar materiales y equipo apropiados para limpiarse las manos). El gerente de materiales o producción sería el responsable de reducir el inventario al principio del proceso (tomando en cuenta otras necesidades operativas), para disminuir esa fuente de polvo y suciedad.

Paso 16. Desarrolle sistemas de capacitación

A fin de que el sistema de administración para la eco-eficiencia funcione bien, usted debe crear una conciencia general de eco-eficiencia en todos los trabajadores, que incluya el contenido de su política de eco-eficiencia, y dar capacitación específica a los empleados de puestos cuyas actividades se relacionan con oportunidades significativas de eco-eficiencia.

Consejo práctico

Usted puede proporcionar capacitación para crear conciencia de eco-eficiencia en sus empleados sin interrumpir el trabajo de su planta. Considere el hecho de que los gerentes de operaciones o de departamento hagan presentaciones breves (por ejemplo de 15 minutos) y concentradas ante grupos de empleados de la planta. Una presentación inicial podría referirse a lo que es la eco-eficiencia, y cuáles son las metas de la planta. La presentación siguiente podría concentrarse en su oportunidad más significativa de eco-eficiencia, y discutir en términos generales la forma en que cada empleado puede ayudar a aprovechar esta oportunidad.

Los controles operativos desarrollados durante el Paso 15 deben constituir la base de la capacitación para cada uno de los puestos. Los empleados cuyos trabajos se relacionan específicamente con oportunidades/problemas de eco-eficiencia deben recibir capacitación y responsabilidades relacionadas con aumentar la eco-eficiencia, en los casos en que usted haya identificado problemas u oportunidades significativos. La capacitación que reciban debe enfatizar pasos específicos en las instrucciones de trabajo y el impacto que tienen sus tareas sobre los objetivos y metas de eco-eficiencia. Sus responsabilidades de trabajo deben derivarse de la capacitación que reciben, y deben incorporarse en descripciones actualizadas de puestos e instrucciones de trabajo.

Si su unidad ya tiene un sistema de capacitación, usted puede integrar la capacitación de eco-eficiencia con el sistema preexistente. De no ser así, usted debe desarrollar un sistema para garantizar que los empleados actuales y los nuevos trabajadores que se contraten reciban una capacitación apropiada para cada puesto a fin de crear conciencia y que, cuando se ascienda a un empleado o se le cambie de puesto, se le dé la capacitación apropiada.

Paso 17. Desarrolle controles internos para garantizar el cumplimiento y los procedimientos de emergencia

El Paso 8 describió la importancia de establecer un sistema para rastrear la legislación aplicable de salud, seguridad y ambiente que se relaciona con las oportunidades de eco-eficiencia. Además, usted debe establecer un sistema de garantía del cumplimiento con las regulaciones, para cerciorarse de que se cumpla con las regulaciones que usted identificó. Este podría verse como una derivación de su sistema de

administración para la eco-eficiencia. Al igual que el sistema más amplio, cuanto más integrado esté con las unidades operativas y otras funciones, más eficaz será. Los reportes periódicos sobre el cumplimiento y la garantía del cumplimiento deben ser parte de la tarea de los supervisores o gerentes cuyas operaciones se han regulado. Estos informes deben presentarse al alto gerente encargado del sistema de garantía de cumplimiento, que a su vez debe presentarlos al Gerente General.

Si su planta ya está realizando auditorías periódicas de cumplimiento en materia de ambiente, salud y seguridad, estas representan un sistema de garantía de cumplimiento con las regulaciones, siempre y cuando los resultados de las auditorías se reporten al gerente general.

Usted también debe desarrollar un sistema de manejo del riesgo como parte de su sistema global de administración para la eco-eficiencia. El manejo del riesgo incluye planificación y preparación para emergencias, accidentes y otras contingencias. Su sistema de manejo del riesgo, que debe ser revisado periódicamente, tiene que incluir la generación de ideas sobre posibles emergencias y contingencias, el desarrollo de un plan para responder a ellas, la asignación de responsabilidades para implementar este plan, el desarrollo y capacitación de los equipos necesarios de respuesta y la prueba del sistema. Cerciórese de tener equipos de respuesta capacitados para cada turno.

Paso 18. Desarrolle programas para la comunicación interna y externa de problemas de eco-eficiencia

Su planta ya tiene procesos formales e informales para la comunicación interna. Los altos gerentes pueden reunirse cada día o cada semana para discutir la estrategia y el desempeño, y usted puede tener sistemas para la correspondencia intradepartamental e interdepartamental. Las oficinas o compañías más grandes pueden utilizar formularios de correo electrónico, y las más pequeñas pueden usar comunicación cara a cara.

Sin importar la naturaleza de su sistema de comunicaciones internas, este debe abarcar lo siguiente:

- Procedimientos para reportar "incidentes" de eco-eficiencia. Estos podrían incluir pequeños derrames y lesiones menores, así como emergencias más serias que tienen un impacto sobre su desempeño de eco-eficiencia. Un propósito de reportar esos incidentes es cerciorarse de que se tomen las medidas correctivas apropiadas, como se describe en el Paso 21.
- Procedimientos para comunicar objetivos y responsabilidades desarrollados a través del proceso de planeamiento de eco-eficiencia.
- Procedimientos para comunicar los resultados del sistema de administración para la eco-eficiencia, incluyendo progreso hacia los objetivos y los resultados de cualquier auditoría y revisión gerencial. para que los gerentes funcionales y de operaciones fomenten un enfoque de equipo integrado a las oportunidades de eco-eficiencia.
- Procedimientos para comunicar a los empleados controles operativos específicos para cada tarea y conceptos generales de eco-eficiencia. Estos procedimientos se discuten en el Paso 16.

Usted también debe decidir qué comunicar (y cómo) a los interesados externos respecto a sus iniciativas de eco-eficiencia. Los resultados de esta decisión variarán mucho de una compañía a otra, dependiendo de su filosofía, metas y el tipo de involucrados en el desempeño de la empresa.

Verificación y medidas correctivas

Paso 19. Desarrolle sistemas de monitoreo y medición

El propósito de desarrollar sistemas de monitoreo y medición de la eco-eficiencia es rastrear el progreso de su planta para cumplir con los objetivos y metas de eco-eficiencia y, cuando sea apropiado, monitorear el cumplimiento. Usted debe desarrollar sistemas de monitoreo y medición con este propósito en mente. En otras palabras, debe tratar de medir los parámetros dentro de los que se fijan sus objetivos y metas o en los que se basan los requisitos de regulación.

Para las compañías que usan cantidades significativas de materiales en la generación de productos o servicios, podría resultar útil establecer un Indicador Simple de Eco-eficiencia, por ejemplo, el porcentaje de materiales que se convierten en productos. Un alto porcentaje de eco-eficiencia significa que muchas materias primas se están convirtiendo en productos finales. Entre otras cosas, este tipo de indicador de eco-eficiencia ayuda al gerente general de manufactura a entender cuánto desperdicio está ocurriendo en el proceso y el costo de este desperdicio.

Indicador simplificado de eco-eficiencia de manufactura

Identifique insumos de materiales

- Identifique todos los insumos de materiales del proceso de producción (incluya solventes, reactivos, aditivos, catalizadores, pintura, etc.).
- Calcule el uso por mes (peso neto).
- Incluya el agua como insumo material solo si (a) se usa para obtener una transformación química y (b) la cantidad de agua no excede el otro insumo material más grande que se ha identificado.
- No incluya como insumos materiales la cantidad de reactivos, catalizadores y solventes que se recuperan durante el proceso de producción (incluye únicamente las compras mensuales netas de materiales nuevos).
- No incluya combustible u otros insumos energéticos (desarrolle un indicador separado para eco-eficiencia energética).

Identifique productos y subproductos generados

- Incluya el peso seco neto.
- Incluya solo los subproductos que se comercializan.
- Los desechos que se venden en más del valor nominal para reciclaje o recuperación cuentan como "subproductos".

Calcule el indicador de eco-eficiencia:

Porcentaje de eco-eficiencia = (Peso total de productos terminados + subproductos x 100) / Peso total de insumos materiales

Mida y reporte la eco-eficiencia al director administrativo

Por ejemplo, si uno de los objetivos es la reducción de las ausencias de los empleados (medidas en días-empleado perdidos por año) en un 40% en el actual año calendario en un departamento de su planta, entonces usted debe tener un sistema simple para identificar las ausencias en este departamento y reportarlas en términos de días-empleado perdidos. O bien, para agregar otro nivel al mismo ejemplo, si usted ha determinado que el hecho de no utilizar equipo de protección personal conduce a un número significativo de días-empleado perdidos, puede hacer verificaciones aleatorias semanales en la planta para lograr estimaciones aproximadas del porcentaje de empleados que usan el equipo apropiado de protección personal. El porcentaje de empleados que usan equipo de protección sería entonces un indicador de los días-empleado perdidos.

En general, usted no necesita desarrollar sistemas complejos para recolectar datos exactos y detallados sobre su desempeño de eco-eficiencia. Lo importante es que usted tenga confianza de que los datos que reúne le dan una medida relativamente buena de su progreso en el logro de sus objetivos y metas de eco-eficiencia.

En ciertos casos, podrían requerirse medidas precisas, o un muestreo realizado de acuerdo con un protocolo aprobado de muestreo, para monitorear el cumplimiento con los requisitos de regulación. Además, para los instrumentos que miden parámetros ambientales, usted debe cerciorarse de seguir los procedimientos apropiados de calibración y mantenimiento.

Paso 20. Evaluación del cumplimiento

Paso 21. Desarrolle un procedimiento para manejar el incumplimiento

Un “incumplimiento” es no ajustarse a los requisitos del sistema de administración para la eco-eficiencia, y a otros requisitos legales y de otras índoles que se aplican directamente a la planta, con base en los resultados de las mediciones, de las auditorías u otras observaciones. Por ejemplo, si uno de sus objetivos es reducir el ruido de su construcción --medido por las quejas de los vecinos-- a tres quejas por mes, entonces un incumplimiento sería recibir cuatro quejas en un mes. O bien, si su planta es una fábrica de papel que implica un proceso de blanqueo, emitir una corriente de aguas residuales con una concentración de dioxina mayor que la que permiten las regulaciones también sería un incumplimiento.

Usted debe definir quiénes son los responsables de realizar las mediciones y los exámenes para determinar el incumplimiento, y las personas responsables de tomar medidas para corregirlo y prevenirlo. El procedimiento para identificar formalmente el incumplimiento y para tomar medidas correctivas y preventivas, debe ser documentado y monitoreado por el gerente responsable del sistema de administración para la eco-eficiencia.

Paso 22. Desarrolle un programa de auditoría del sistema de administración para la eco-eficiencia

Todo el sistema de administración para la eco-eficiencia debe auditarse periódicamente a fin de identificar “desajustes” entre las necesidades del sistema y las prácticas observadas y los resultados medidos. La auditoría es un componente clave del sistema de administración porque requiere una evaluación formal de ese sistema, e informa al gerente general de la planta respecto a si el sistema está bien mantenido e implementado.

La auditoría debe proceder de acuerdo con el protocolo desarrollado por usted. Este debe definir el gerente responsable de realizar la auditoría y reportar los resultados al gerente general de la planta, el alcance, la frecuencia y las metodologías de la auditoría.

El responsable de la auditoría debe ser un alto gerente de operaciones de la planta o un gerente funcional (por ejemplo, finanzas), que puede participar en el sistema de administración para la eco-eficiencia, pero no es responsable por él. Los empleados que realicen la auditoría deben estar capacitados en las tareas de auditar, y deben estar familiarizados con el protocolo. Finalmente, el alcance de auditoría debe incluir, como mínimo, un examen del modo en que el sistema de administración para la eco-eficiencia que tiene la planta se ajusta a los requisitos presentados aquí. También podría ser útil incluir una evaluación de los costos y beneficios del sistema, o presentar esa evaluación al alto gerente.

Paso 23. Desarrolle un proceso de revisión gerencial

La alta gerencia (el Director Administrativo y los otros altos gerentes) de su planta deben revisar periódicamente el desempeño de todo el sistema de administración para la eco-eficiencia. También deben examinar los resultados de auditoría y cualquier información complementaria que haga falta para mostrar el progreso hacia el logro de objetivos y metas. El gerente responsable por el sistema debe describir la forma en que este funciona, incluyendo cualquier cambio importante que se haga o cualquier revés que ocurra.

El propósito del proceso de revisión gerencial es darle a la alta gerencia la oportunidad de revisar y redirigir el énfasis del sistema de administración para la eco-eficiencia, a la luz de su desempeño pasado y del plan estratégico para la empresa en general. Quizá la gerencia quiera establecer pautas para revisar la política de eco-eficiencia y para desarrollar nuevas metas y objetivos o criterios de importancia. La gerencia quizá quiera también revisar el presupuesto para el sistema de administración para la eco-eficiencia y las mejoras conexas, o cambiar la estructura de incentivos para ciertos empleados en su relación con las responsabilidades de eco-eficiencia que ellos tienen.

El medio más eficaz para alcanzar las metas y objetivos establecidos por el sistema de administración para la eco-eficiencia a menudo es incorporar los objetivos en la estructura de recompensa por el desempeño para los gerentes, supervisores y empleados apropiados. Si su objetivo en las construcciones es reducir en cierta cantidad los niveles de polvo, entonces indíquele a los gerentes de las construcciones cuál será su recompensa por lograr este objetivo. El hecho de revisar y corregir los incentivos para el desempeño es responsabilidad de la alta gerencia.

En última instancia, es responsabilidad de la alta gerencia cerciorarse de que el sistema de administración para la eco-eficiencia genere una mejora continua en el desempeño ambiental, el desarrollo de los empleados y las relaciones con los interesados, y que esta mejora justifique ese sistema desde una perspectiva empresarial.

Paso 24. Documentación, control de documentos y registros del sistema de administración para la eco-eficiencia

Documentación

La documentación consiste en declaraciones escritas, políticas o procedimientos mantenidos en papel o en forma electrónica. Los documentos importantes generados por este sistema de administración para la eco-eficiencia incluyen la política de eco-eficiencia de su unidad, una lista de oportunidades de eco-eficiencia y de oportunidades significativas de eco-eficiencia, sus objetivos y metas, el organigrama del sistema de administración para la eco-eficiencia, los controles operativos desarrollados, los procedimientos de emergencia, los procedimientos para manejar el incumplimiento y el protocolo de auditoría. Es una buena práctica gerencial mantener estos documentos en un manual de eco-eficiencia. Este manual también debe contener un "mapa" que esboce los elementos básicos del sistema, tal como se describen en estos pasos y

como estén adaptados a su compañía, e identifique dónde se mantienen registros relacionados. El manual debe ser breve, no técnico y fácil de leer. Debe servir a los empleados que participan en el sistema de administración para la eco-eficiencia y a los auditores del sistema.

Control de documentos

Estos documentos deben mantenerse y ser controlados de tal manera que se puedan obtener con facilidad en los lugares donde son esenciales, y se puedan modificar cuando sea necesario (indicando claramente las fechas de modificación) según procedimientos establecidos.

Manejo de registros

Los registros contienen los resultados o "el producto" del sistema de administración para la eco-eficiencia. Describen eventos que han ocurrido, tales como reuniones, capacitación, auditorías o eventos de monitoreo. Incluyen actas de las reuniones gerenciales, registros de capacitación dada y resultados de auditorías y de monitoreo. Usted debe establecer un sistema para controlar los registros relacionados con el funcionamiento de su sistema de administración para la eco-eficiencia. Estos deben almacenarse en forma apropiada, deben ser fácilmente recuperables y debe ser posible relacionarlos con el evento registrado.

ANEXO 2

HERRAMIENTAS DE ECOEFICIENCIA: ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El análisis de ciclo de vida (ACV) es una herramienta utilizada para analizar los efectos que un producto tiene en el medio ambiente, durante su diseño, manufactura, operación y confinamiento. Gracias a la identificación de tales impactos a lo largo de la vida del producto, es posible identificar las áreas y procesos donde se pueden hacer mejoras benéficas para el medio ambiente.

El estándar preliminar 14040 del ISO explica el concepto de Valuación del Ciclo de Vida o *Life Cycle Assessment*, una técnica que permite valorar los aspectos ambientales potenciales asociados con un producto o servicio. Esto se consigue a través de:

- La compilación de un inventario de insumos y productos finales relevantes.
- La evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con dichos insumos y productos.
- La interpretación del resultado del inventario y las fases de impacto en relación con los objetivos del estudio.

Análisis de ciclo de vida

↓
Optimización
de las materias primas
del producto

↓
Optimización
de la distribución
del producto

↓
Optimización de los efectos del producto en el medio ambiente

----->

Función del producto vs. el producto en sí

↓
Mejoramiento
de la funcionalidad
del producto

↓
Incremento
en la durabilidad
del producto

↓

ANEXOS 3

SISTEMA

DEFINICIONES DE SISTEMA.

- “Es un conjunto de objetos y/o seres vivientes relacionados de antemano, para procesar algo que se denomina insumo, y convertirlo en el producto definido por el producto del sistema y que puede o no tener un dispositivo de control que permita mantener su funcionamiento dentro de los límites preestablecidos”.⁷
- “Es una serie de elementos que forman una actividad o un procedimiento que busca metas comunes mediante la manipulación de datos, energía o materia en referencia del tiempo para proporcionar información, servicios o productos”.⁸
- “Es un conjunto de variables que intervienen interactuando entre sí para la consecución de un objetivo”.⁹

Considerando las definiciones anteriores, un sistema se puede definir de la siguiente manera:

⁷ SENN James. Análisis y diseño de sistemas de información.

⁸ MASTRETTA Gilberto. Sistemas de producción.

⁹ KOONTZ Harold – WEIHRICH Heinz. Administración.

Un conjunto de elementos o recursos técnicos, materiales, humanos, y financieros que interactúan entre sí, procesando un insumo sean éstos materia prima, energía, información, etc., para obtener un producto convertido en bien o servicio.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS.

Las principales características de un sistema reciben el nombre genérico de parámetros; los cuales son: Insumos, proceso, producto, dispositivo de control, restricciones y el ambiente.

Estos parámetros enfocados a una empresa se definen así:

- **El Insumo.** Se compone por las materias primas y materiales, el trabajo de las personas y la tecnología que se adopta.
- **El Proceso.** Son los diferentes métodos utilizados que transforman y combinan los insumos para obtener un producto.
- **El dispositivo de Control.** Lo comprende el control y todo aquel mecanismo que contribuye al cumplimiento de los planes de producción para que no se rebasen los gastos en inversiones aprobados para dichos planes y, antes que todo, obtener utilidades.
- **El producto.** Constituido por el desperdicio, averías y el producto terminado en sí.
- **Las restricciones.** Son todos aquellos factores que delimitan el funcionamiento de un sistema, tales como los objetivos del sistema y el recurso.
- **El ambiente.** Son todos los elementos internos y externos que influyen en el funcionamiento del sistema.

TIPOS DE SISTEMAS.

Los sistemas se clasifican en:

- a) **Sistemas Abiertos:** Son todos aquellos sistemas que intercambian información energía o materiales con su medio ambiente.
- b) **Sistemas Cerrados:** Son aquellos sistemas que no tienen relación alguna con el medio ambiente.
- c) **Sistemas Físicos y Abstractos:** Los primeros son aquellos sistemas que existen físicamente; y los abstractos son aquellos que solo existen en forma conceptual, en la mente de alguien, por ejemplo, un proyecto en la mente de un investigador.
- d) **Sistemas Naturales y Artificiales:** Los naturales son aquellos creados por la naturaleza; y los artificiales son creados por el hombre. El clima es un ejemplo de sistema natural y una máquina es ejemplo de un sistema artificial.
- e) **Sistemas de Hombre y Maquinas:** Son aquellos integrados por hombres y máquinas, cuya combinación tiene por objeto transformar algo, producir algún producto o servicio para satisfacer una necesidad.
- f) **Sistemas y Subsistemas:** Un subsistema es un sistema en si, solo que el concepto sistema se refiere al sistema en su totalidad y los sistemas que lo componen son llamados subsistemas .
- g) **Sistemas de Producción:** Enfocándolo de una manera amplia, un sistema de producción es aquel que transforma la materia prima o insumo en producto terminado por medio de un proceso de manufactura. el cual a su vez es retroalimentado por los dispositivos de control preestablecidos que aseguran su correcto funcionamiento.

ANEXO 4

CUESTIONARIO

CUESTIONARIO DIRIGIDO A GERENTES, SUPERVISORES Y/O JEFES

Las preguntas son de opción múltiple y de complementación, se deben marcar las opciones que se considere necesaria.

PARTE I

OBJETIVO:

Conocer aspectos generales de la empresa.

PREGUNTAS:

1. Nombre o razón social de la empresa: _____

2. Cargo de la persona entrevistada: _____

3. Dirección: _____

E-Mail: _____

Hoja Web: _____

4. ¿Cuántos años de funcionamiento tiene la fabrica?.
- a) 0 – 10 años ().
 - b) 10 – 20 años ().
 - c) 20 en adelante ().
5. ¿En que rango esta clasificada la empresa de acuerdo al número de empleados?.
- a) Pequeña de 5 a 19 empleados ().
 - b) Mediana de 20 a 99 empleados ().
 - c) Grande de 100 en adelante ().
6. ¿Cuál es el tipo de empresa?.
- a) Unipersonal ().
 - b) De tipo familiar ().
 - c) Sociedad colectiva ().
 - d) Sociedad Anónima ().
 - e) Sociedad Anónima de Capital Variable ().
 - f) Cooperativa ().
 - g) Otros: _____
7. Como clasifica la empresa:
- a) Artesanal ().
 - b) Industrial ().

PARTE II

OBJETIVO

Conocer aspectos generales sobre materiales y el proceso de producción.

8. ¿Cuál es el volumen de producción de cuero al año?

9. ¿Qué clase de piel animal utilizan en su proceso productivo?

a) Bovinos ().

b) Porcino ().

c) Ovino ().

d) Caprino ().

e) Otros: _____

10. ¿Qué utilidad tiene el cuero que fabrican?

a) Suela, tipo para fabrica ().

b) Suela, tipo para reparaciones ().

c) Palas para zapatos ().

d) Forros para zapatos ().

e) Tapicería ().

f) Bolsos, fundas o correas ().

g) Otros: _____

11. ¿Cuántos empleados están en el área de producción? _____

12. ¿Qué tipo de curtimiento utiliza la empresa en su proceso productivo?

a) Curtimiento vegetal ().

- b) Curtimiento con sales básicas de cromo ().
- c) Curtimiento con alumbre ().
- d) Curtimiento con hierro ().
- e) Curtimiento con circonio ().
- f) Curtimiento con compuesto orgánicos sintéticos ().
- g) Otros: _____

13. ¿Qué productos químicos utilizan en el curtido?

14. ¿Cuál es el volumen aproximado de agua utilizado en el proceso productivo?

15. ¿Cuál es su fuente de abastecimiento?

16. ¿Qué parte del proceso productivo utiliza agua y en que porcentaje aproximado?

Enumere las etapas de mayor consumo a menor consumo de agua y agregue a su lado el porcentaje aproximado de consumo.

OBJETIVO

Conocer cuales son las técnicas utilizadas actualmente por la empresa para el tratamiento de desechos o residuos.

17. ¿Cómo tratan los desechos industriales en la fabrica?.

◆ *Residuos Sólidos:*

- a) Se reciclan ().
- b) Se destruyen en la planta ().
- c) Se tiran como basura ().
- d) Se comercializan ().
- e) Otros: _____

◆ *Residuos líquidos o Efluentes:*

- a) Se reciclan ().
- b) Se tratan en un planta ().
- c) Se desechan en cuerpos de agua ().

◆ *Residuos gaseosos:*

- a) Se expulsan a través de extractores ().
- b) Se expulsan a través de chimeneas ().
- c) Otros: _____

PARTE IV

OBJETIVO

Determinar a que grado la empresa encuestada esta al tanto de las nuevas técnicas para la minimización de residuos.

18. ¿Conoce alguna técnicas para no contaminar?.

Si (). No ().

Explique: _____

19. ¿Ha oído hablar de Ecoeficiencia?.

Si (). No ().

20. ¿Cuánto sabe usted de Ecoeficiencia?.

a) Nada ().

b) Poco ().

c) Mucho ().

21. ¿Qué es Ecoeficiencia para usted?.

22. ¿Ha oído hablar de Minimización de Residuos?.

Si (). No ().

23. ¿Cuánto sabe usted de Minimización de Residuos?.

a) Nada ().

b) Poco ().

c) Mucho ().

24. ¿Qué es Minimización de Residuos para usted?

25. ¿Cree usted que la Minimización de Residuos brinde beneficios económicos y disminuye costos de tratamientos para su empresa?

Si (). No ().

Explique: _____

26. ¿Qué interés tiene su fabrica en tratamiento de residuos a futuro?

Si (). No ().

ANEXO 5

INSTITUCIONES QUE OFRECEN ASESORÍA E INFORMACIÓN SOBRE EFLUENTES DE CURTIEMBRES

1. CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente).

Los Pinos 259. Urb. Camacho

Apartado postal 4337 - Lima 100 - Perú

Tlf: (511) 437-1077

Fax: (511) 437-8289

Correo electrónico: cepis@cepis.org.pe

2. CENTRO TECNOLÓGICO DO COURO SENAI

Rua Gregório de Mattos, 111

93600 - Estância Velha - RS

Fax: (0512) 44-4461 Brasil

3. INCYTH (Centro de Tecnología del Uso del Agua, Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas)

Casilla de Correo 7 - Aeropuerto Internacional Ezeiza

1804 - Ezeiza, Buenos Aires - Argentina

Tlf: (541) 480-0855

Fax: (541) 480-9073

Correo electrónico: postmaster@incctu.edu.ar

4. INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y la Protección de la Propiedad Intelectual)

Calle La Prosa s/n, Esquina cuadra 4 de Prolongación Guardia Civil, San Borja, Lima 41

Apartado 145 - Lima 100 - Perú

Tlf: (511) 471-1777 ; (511) 471-6131

Fax: (511) 471-1617 ; (511) 471-6131

Correo electrónico: cid@indecopi.gob.pe

5. UMSS (Universidad Mayor de San Simón)

Programa de Aguas de la Facultad de Ciencias y Tecnología

Casilla Postal 992 - Cochabamba - Bolivia

Tlf: (591-042) 50660

Fax: (591-042) 31765

Correo electrónico: aguas@cyt.umss.bo

6. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos

Av. Dr. Carlos Botelho 1465

13560 São Carlos - SP - Brasil

Caixa Postal 359, 13560-250 - São Carlos - SP

Tlf: (55 11) 8515233

Fax: (55 11) 2809163; 641462

Correo electrónico: bernardo@vmcisc.cisc.sc.usp.br

7. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA - CARACAS

Facultad de Ingeniería - Planta Experimental de Tratamiento de Aguas

Apartado 47008 - Los Chaguaramos

Caracas 1041-A - Venezuela

8. PNUMA, Oficina de Industria y Medio Ambiente

Tour Mirabeau

39-43, quai André Citroën

75739 Paris, Cedex 15 - Francia

MANUALES, GUIAS SOBRE LA INDUSTRIA DEL CUERO

- ◆ Feikes L, Biblitek des Leders - Band 8 Okologische Probleme in der Leerindustrie, 235 pp., Umschau Verlag, 1983 (texto en alemán muy extenso).
- ◆ UNIDO, Information Sources on Leather and Leather Product Industries, United Nations, 1979. (Compilación antigua. No se ha producido ninguna versión actualizada reciente).
- ◆ International Glossary of Leather Terms, 2nd Ed., 19 pp. International Council of Tanners.