

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL PARA LA EMPRESA COLOMBIANA DE CUERO
DE CAIMAN ECOCAIMAN S.A. C.I**

ING. JENNY MARCELA REYES SUÁREZ

**Monografía para optar al título de
Especialista en Ingeniería Ambiental**

Director

ING. PhD EDGAR FERNANDO CASTILLO MONROY

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL

BOGOTA, D.C.

2.004

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL PARA LA EMPRESA COLOMBIANA DE CUERO
DE CAIMAN ECOCAIMAN S.A. C.I**

ING. JENNY MARCELA REYES SUÁREZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA QUIMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTA, D.C.**

2.004

Ni la Universidad Industrial de Santander, ni los jurados se hacen responsables de los conceptos expuestos en el presente documento.

Una vez más le doy gracias a Dios por haber hecho posible un sueño más en mi vida. A mis padres por su apoyo incondicional, y todos sus esfuerzos por hacer de mí la persona que soy ahora. A Richard por hacer cada día mi vida más feliz.

Marcela

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

ECOCAIMAN S.A C.I, por su apoyo en la ejecución de este proyecto en cuanto a información y recursos

Ing. PhD Edgar Fernando Castillo, Director de este proyecto por su colaboración y guía para la elaboración de este trabajo.

Ing. Luisa Abbrescia e Ing.Gina Parra, Subgerente y asistente de producción de ECOCAIMAN S.A, por su asesoría, contribución y cooperación

Ing. Richard Díaz, por su apoyo y valiosas orientaciones

Lisandro Moreno, operario encargado de fulónes ECOCAIMAN S.A C.I

CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	
1. GENERALIDADES	1
2. MARCO LEGAL	9
2.1 PROTECCIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE	9
2.1.1 Decreto 2811 de 1974	9
2.1.2 Decreto 1608 de 1978	12
2.1.3 Resolución 873 de 1995 Ministerio del Medio Ambiente	14
2.1.4 Medidas Preventivas y Sanciones	15
2.1.5 Ley 99 de 1993	15
2.2 NORMAS RELATIVAS AL AIRE	16
2.2.1 Decreto 02 de 1982	16
2.2.2 Decreto 948 de Junio 5 de 1995	17
2.2.3 Resolución 0898 de Agosto de 1995	17
2.3 NORMAS RELATIVAS AL RUIDO	18
2.3.1 Decreto 2811 de 1974	18
2.3.2 Resolución 8321 de 1983	18
2.3.3 Resolución 1792 de 1990	18
2.3.4 Decreto 948 de 1995	19
2.4 NORMAS RELATIVAS AL AGUA	19

2.4.1 Decreto 1594 del 26 de Julio de 1984	19
2.4.2 Decreto 901 del 1 de Abril de 1997	20
2.4.3 Resolución 0273 del 1 de Abril de 1997	20
2.5 NORMAS RELATIVAS A RESIDUOS SÓLIDOS Y BASURAS	20
3. ESTADO ACTUAL	21
3.1 DELIMITACIONES	21
3.2 NIVELES DE PRODUCCIÓN	21
3.3 DESCRIPCION DEL PROCESO DE CURTICION	23
3.3.1 Etapa De Ribera	24
3.3.1.1 Recepción de pieles crudas	25
3.3.1.2 Lavado	26
3.3.1.3 Remojo	27
3.3.1.4 Escambre	28
3.3.1.5 Lavados de escambre	30
3.3.1.6 Desencale	30
3.3.1.7 Purga	32
3.3.1.8 Piquelado	33
3.3.2 Etapa De Curtido	35
3.3.2.1 Desacidulación	36
3.3.2.2 Curtido	36
3.3.3 Post Curtido	38
3.3.3.1.Rebajado	39
3.3.3.2 Blanqueo	39
3.3.3.3 Recurtido	40

3.3.3.4 Secado, clasificación y almacenamiento	41
3.3.3.5 Remojo y teñido	41
3.3.3.6 Secado	41
3.3.4. Acabado	41
3.3.5 Medición y Empaque	42
4. VALORACIÓN DE IMPACTOS	46
4.1 ETAPA DE RIBERA	47
4.2 ETAPA DE CURTIDO	50
4.3 ETAPAS DE POST CURTIDO Y ACABADO	52
4.4 CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA	56
4.5 CONSUMO DE GAS NATURAL	59
4.6 NIVELES DE RUIDO	60
4.7 MEDIDAS DE CONTROL	61
5. CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES Y TRATAMIENTO	64
5.1 ETAPA DE RIBERA	64
5.2 ETAPA DE CURTIDO	66
5.3 ETAPA DE POST CURTIDO	66
5.4 IMPACTOS GENERADOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	68
5.4.1 Efectos sobre los cuerpos de agua	68
5.4.2 Efectos sobre el alcantarillado y plantas de tratamiento	72
5.4.3 Efectos sobre el suelo	72
5.4.4 Efectos sobre la calidad del aire	73
5.4.5 El impacto sobre la salud	74
5.5 TRATAMIENTO DE LOS VERTIMIENTOS	76

5.6 EMISIONES ATMOSFERICAS	85
6.MEDIDAS GENERALES DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA	87
6.1 ETAPA DE RIBERA	87
6.1.1 Recepción de pieles	87
6.1.2 Remojo	88
6.1.3 Reciclaje de los baños de escambre	89
6.1.4 Desencale	90
6.2 ETAPA DE CURTIDO	93
6.2.1 Recuperación de cromo	94
6.3 ETAPA DE POST CURTIDO	95
6.4 TRATAMIENTO DE LOS VERTIMIENTOS	98
6.5 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS GENERADOS	103
6.6 EMISIONES ATMOSFERICAS Y GENERACIÓN DE RUIDO	107
6.7 AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA	108
6.7.1 Concientizar y capacitar el personal	109
6.7.2 Identificar y reparar o evitar perdidas de agua por fugas	110
6.7.3 Captar agua de lluvia	110
6.7.4 Instalar equipos ahorradores de agua en toda la planta	110
6.7.5 Utilizar baños cortos	111
6.7.6 Programa de buenas prácticas operativas (good housekeeping)	112
6.8 USO EFICIENTE DE LA ENERGIA	112
6.8.1 Planificar la producción con respecto al consumo de energía eléctrica	113
6.8.2 Otras medidas relativas al uso eficiente de energía eléctrica.	114

6.8.3 Medidas relativas al uso de energía térmica.	114
6.8.3.1 Optimizar el uso de la caldera	114
6.8.3.1.1. Mantener una relación óptima de la mezcla aire-combustible	114
6.8.3.1.2 Ejecutar un programa continuo de mantenimiento de la caldera	116
6.8.3.2. Reducir las pérdidas de energía térmica por falta de aislamiento	116
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
BIBLIOGRAFIA	122

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla N.1 Exportación de pieles en estado wet blue	7
Tabla N.2 Exportación de pieles en estado crosta	8
Tabla N.3 Exportación de pieles en estado terminado	9
Tabla N.4 Principales Exportadores de pieles en estado terminado	9
Tabla N.5 Tiempo de duración del proceso	43
Tabla N. 6. Consumo de insumos en la etapa de ribera	48
Tabla N.7 Residuos generados etapa de ribera	49
Tabla N. 8. Consumo de insumos en la etapa de Curtido	51
Tabla N.9 Residuos generados etapa de curtido	52
Tabla N. 10. Consumo de insumos en las etapas de post curtido y acabado	54
Tabla N.11 Residuos generados etapa de post curtido	55
Tabla N.12 Consumo de energía eléctrica	57
Tabla N.13 Síntesis de consumos, residuos y vertimientos por etapas	58
Tabla N.14 Consumo de gas natural mensual	59
Tabla N.15 Niveles de presión sonora	60
Tabla N.16 Niveles de presión sonora Res.8321/83 Minsalud	61
Tabla N. 17 Características de los vertimientos etapa de ribera	65
Tabla N. 18 Características de los vertimientos etapa de curtido	66

Tabla N. 19 Características de los vertimientos etapa de post curtido	67
Tabla N. 20 Características de los vertimientos por etapas	67
Tabla N. 21 Características de las descargas planta de tratamiento	79
Tabla N. 22 Características de las descargas tratamiento de sulfuro	81
Tabla N. 23 Características de las descargas tratamiento de curtido y recurtido	83
Tabla N. 24 Cantidad de lodos generados por el tratamiento	84
Tabla N. 25 Características de los lodos provenientes planta de tratamiento	84
Tabla N. 26. Calidad del agua requerida para distintas operaciones en curtiembres	108

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura N. 1 Producción de Caimán <i>Cocodrilus Fuscus</i> en el mundo	2
Figura N.2 Fulones o bombos	24
Figura N.3 Tipos de corte	25
Figura N. 4 Descarne	26
Figura N. 5 Escambre	28
Figura N. 6 Piel escambrada	30
Figura N. 7 Descarga de escambre	30
Figura N.8 píquel	34
Figura N.9 Curtido	37
Figura N. 10 Rebajado	39
Figura N. 11 Blanqueo	40
Figura N. 12 Acabado	42
Figura N. 13 Diagrama de Flujo	44
Figura N. 14 Proceso de producción	45
Figura N. 15 Balance de masa etapa de ribera	50
Figura N. 16 Balance de masa etapa de curtido	52
Figura N. 17 Balance de masa etapa de post curtido	55
Figura N. 18 Balance de masa etapa de secado	56
Figura N. 19 Ensayos de jarras	77

Figura N. 20 Planta de tratamiento	78
Figura N. 21 Sistema de tratamiento de los vertimientos	80
Figura N.22 Tratamiento de escambre	81
Figura N. 23 Tratamiento de baños de curtido y recurtido	83
Figura N. 24. Caldera	85
Figura N. 25. Extractor Zona de Acabado	85
Figura N. 26. Tanque de ácido clorhídrico	86
Figura N.27 Inyector de aire	100
Figura N.28 Inyector tipo "Flo Get"	101
Figura N.29 Sistema con paletas de aireación	102
Figura N 30. Secado de lodos	105
Figura N.31. Dispositivos ahorradores de agua	111

LISTA DE GRAFICAS

	pág
Grafica N. 1 Exportación de babilla en estado crudo	6
Grafica N.2 Concentración regional de las exportaciones en estado crudo	7
Grafica N.3 Concentración regional de las exportaciones en wet blue	8
Grafica N.4 Departamentos de origen de las exportaciones en wet blue	9
Grafica N.5 Producción anual de la etapa de crudo a crosta	22
Grafica N.6 Producción anual de la etapa de crosta a terminado	22
Grafica N.7 Toneladas anuales de pieles terminadas y exportadas	23

GLOSARIO

Abrillantado: Operación mecánica mediante la cual se obtiene un acabado brillante o vítreo en la superficie de la flor de un curtido debidamente preparado.

Acabado del cuero: Comprende una serie de tratamientos al cual se somete la piel curtida para obtener determinadas propiedades. Estos tratamientos siempre van dirigidos para proporcionar mejoras y propiedades especiales, ya sea del lado de la flor o del lado de la carne. Con el acabado también se le proporciona al cuero protección contra los daños mecánicos, humedad, resistencia a la elaboración del artículo, suciedad; así como dar el efecto de moda ya sea brillante, mate, doble tono, etc. También los acabados se efectúan para igualar o aumentar de intensidad las tinturas desiguales, para ocultar defectos de flor o para dar un determinado tacto.

Acabado Anilina: Acabado transparente realizado con colorantes o anilinas, con la finalidad de igualar los teñidos hechos en fulón. El acabado anilina se distingue de los demás debido a la ausencia de pigmentos de cobertura y por permitir la fácil integridad de la flor.

Ácido: Compuesto orgánico o inorgánico que reacciona con un metal desprendiendo hidrógeno; reacciona con una base para formar una sal; se disocia en disolución acuosa dando iones hidrógeno (hidrogeniones); tiene un pH menor que 7 y neutraliza medios básicos o alcalinos aceptando un par de electrones de la base y formando un enlace covalente entre el ácido y la base. Se dividen en ácidos orgánicos e inorgánicos minerales; orgánicos son aquellos que presentan carbono (C) en su estructura; inorgánicos o minerales no lo presentan. Todos los ácidos contienen hidrógeno. En la Industria del cuero los ácidos tienen múltiples utilidades: desde el remojo hasta los análisis químicos de laboratorio. El ácido es utilizado principalmente en el piqué y como fijador de colorantes y hasta de aceites.

Ácido Clorhídrico (HCl): Ácido inorgánico; puro y concentrado es una solución incolora humeante mas denso que el agua (masa especifica = 1.19 g/cm^3). Concentrado humea en el aire siendo denominado ácido clorhídrico humeante. Su grado de ionización, a 18°C en la concentración de 0.1 mol por litro de solución es 92.5%. Conocido comercialmente como ácido muriático, con menor concentración. Es utilizado en el piqué de pieles curtidas al cromo o al tanino.

Ácido Fórmico: HCOOH ; masa molecular: 46. Ácido orgánico, monocarboxílico. El término deriva de la palabra latina formica que significa "hormiga", ya que es un ácido elaborado por estos insectos, así como también por las abejas. Líquido

incoloro, humeante, cáustico, de olor fuerte e irritante para la piel y los ojos. Se conoce también como ácido metanóico. Como producto comercial, normalmente tiene 85% de concentración. Tiene acción desengrasante, siendo empleado limitadamente. Puede ser utilizado en el piqué o en el curtido al cromo, pero no en grandes proporciones. Es también utilizado en el teñido de cueros, como fijador de colorantes.

Anilina: Amina aromática líquida de p.e.=184,4°C y cuya fórmula es C₆H₅NH₂. Se sintetiza por reacción de nitrobenzénico en fase de vapor con hidrógeno en presencia de un catalizador, quitando dos átomos de oxígeno de nitrobenzénico para formar anilina y agua; o por reacción de cloro-benzénico con amoníaco. Uno de sus usos es como punto de partida para una extensa e importante familia de tintes orgánicos. La anilina es tóxica y se absorbe por la piel, por lo tanto debe manipularse con cuidado.

Colágeno: Proteína existente en el tejido conjuntivo del cuerpo, piel, tendones, etc. Es un polipéptido fibroso cuya cadena comprende muchos aminoácidos. Tiene la propiedad de encogerse en agua caliente dentro de un intervalo específico de temperatura (63-65°C para piel de vaca). Este comportamiento es un factor crítico en el curtido, pues la temperatura de encogimiento se incrementa con la extensión del curtido.

Crispado (Piel o cuero): Piel con un aspecto característico de flor crispada, producida originariamente por una curtición astringente.

Crudo (Cuero): Material que no ha sido sometido a proceso alguno de curtición

Cuero: La cubierta exterior de un animal maduro o plenamente desarrollado, de gran tamaño, por ejemplo ganado vacuno y caballar. Cuando se utiliza con este sentido, puede complementarse con el nombre del animal, tipo de curtido, uso, etc., por ejemplo cuero de vaca; cuero de buey; cuero para correas; cuero de reptil, etc.

Cuero Crust (crosta): Son aquellas pieles simplemente curtidas, secadas después de la neutralización y engrase, sin haber recibido tintura ni acabado. También se le llama curtido al cromo seco.

Curtición: Conjunto de operaciones físico-químicas, que mediante el adecuado uso de productos químicos, convierten a la piel (comúnmente llamada cuero) en un material durable e imputrescible.

Demanda biológica de oxígeno (DBO): es una medida indirecta del contenido de materia orgánica (M.O.) biodegradable, expresada mediante la cantidad de

oxígeno necesaria para oxidar biológicamente la materia orgánica en una muestra de agua, a una temperatura estandarizada de 20°C. Si la medición se realiza al quinto día, el valor se conoce como DBO₅.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): es una medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable, mediante el uso de un fuerte oxidante en una muestra de agua. Sus unidades son mg/l. Su valor siempre será mayor o igual al obtenido en los ensayos de DBO.

Descarga o vertido: la acción de descargar o verter aguas residuales a los cuerpos hídricos receptores o a sistemas de alcantarillado.

Descarne: La capa inferior de una piel o un cuero, separada mediante la máquina de dividir. En cueros muy gruesos, puede obtenerse también un descarne intermedio

Escambre: Proceso a través del cual se disuelve la escama utilizando cal y sulfuro de sodio, produciéndose además, al interior del cuero, el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara el cuero para la posterior curtición. La cal se mezcla con sulfuro de sodio para aflojar la escama, produciendo un aflojamiento de la estructura fibrosa con el fin de preparar la piel para los procesos siguientes

Flor: Aspecto característico de los poros visibles sobre la superficie externa de un cuero o una piel, después de eliminar la escama del animal.

Fulón: Tambor de madera o de cualquier otro material que gira sobre su propio eje, dispuesto en su interior de tacos para mejorar el movimiento y la penetración de los agentes químicos a la piel.

Piquelado: Condición en la que se encuentran los cueros luego del tratamiento con ácidos y sales neutras y en la cual pueden ser conservados temporalmente.

Purga: Es un tratamiento con enzimas proteolíticas, como el caso de la tripsina para el aflojamiento de las fibras del colágeno, además de producir una limpieza de los poros de la piel. Lo que se traduce en lisura de la misma, y le confiere mayor elasticidad

Rebajado: Operación mecánica que torna uniforme el espesor del cuero.

Recurtido: Pieles o cueros curtidos parcialmente, que han sido sometidos posteriormente a una curtición adicional, con materias curtientes similares o distintas a las de la primera curtición.

Remojo: Es el proceso para rehidratar la piel, eliminar la sal y otros elementos. Se tratan las pieles con agua dentro de una tina, molineta o bombo. En este proceso

se emplea hidróxido de sodio, sulfuro, hipoclorito, agentes de remojo, enzimas, etc.

Ribera: El objetivo de las operaciones de ribera es deshacerse de aquellas porciones que no son deseadas en el cuero acabado y darle a la piel condiciones físicas y químicas para el proceso siguiente. Para hacer un buen cuero, esto debe hacerse de tal manera que no se haga daño a la porción fibrosa que será transformada en cuero.

Salado del cuero: El sistema más difundido para proteger la estructura de las pieles, en esta etapa, por eficacia y economía, es el salado. Consiste esencialmente en deshidratar la piel puesto que está formada por un 60-65 % de agua, medio en el cual la reproducción de las bacterias se facilita.

Soltura De Flor: Cuando la capa flor está sin cohesión a la capa subyacente del corium principal y forma arrugas o pliegues, cuando se encorva el cuero con la flor hacia adentro

Teñido: Es la operación que tiene por objeto darle un color determinado, ya sea superficialmente, en parte del espesor o en todo él para mejorar su apariencia, adaptarlo al estilo de moda e incrementar su valor. Es además la operación donde se verán reflejados los errores en operaciones anteriores.

TITULO: DIAGNOSTICO AMBIENTAL PARA LA EMPRESA COLOMBIANA DE CUERO DE CAIMAN ECOCAIMAN S.A CI*

Autor: REYES SUÁREZ, Jenny Marcela**

Palabras Claves: Curtición, diagnostico, babilla, cuero, Ecocaiman, cocodrilo

El proceso de curtido genera importantes problemas de contaminación ambiental, principalmente debido al uso de agentes químicos tóxicos como el cromo y sulfuro, como también a la alta carga de materia orgánica, sólidos suspendidos y grasas contenida en los residuos líquidos que abandonan las distintas etapas del proceso.

En este proyecto se determinó el estado actual de las operaciones en ECOCAIMAN S.A C.I cuantificando por cada una de ellas los consumos de insumos químicos, y energía. Posteriormente se caracterizaron las descargas de las etapas más importantes del proceso obteniéndose que en la etapa de ribera se produce el mayor consumo de agua e insumos químicos, así mismo el mayor aporte de DBO, DQO, y sulfuros. En la etapa de curtido se encuentra como mayor contaminante las sales de cromo, y en la etapa de postcurtido y acabado se presentan los consumo de energía mas altos y además un importante remanente de cromo en el efluente.

Se analizó el tratamiento actual de los vertimientos, a través de una caracterización fisicoquímica en la que se observo el cumplimiento de los parámetros requeridos por la autoridad ambiental competente. No obstante se presentan medidas de producción más limpia entre las que se encuentran una optimización de los recursos utilizados a través de campañas de concientización y del mejoramiento de la planeación de la producción con respecto a los consumos de agua y energía. Se presentan medidas tendientes a mejorar el tratamiento de los vertimientos en lo que respecta a la eliminación del parámetro de sulfuro en el efluente y la correcta disposición de los lodos generados por el tratamiento de los vertimientos.

* Trabajo de grado

** Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director Ph D.Edgar Castillo

TITLE: ENVIRONMENTAL DIAGNOSE FOR THE CAYMAN COLOMBIAN LEATHER COMPANY *

Author: REYES SUÁREZ, Jenny Marcela **

Key words: Tanning Process, diagnose, alligator, leather, Ecocaiman, crocodile

The tanning process generates important problems of environmental contamination, mainly due to the use of toxic chemical agents like chromium and sulfide, also to the high load of organic matter, solids suspended and greasy contained in the liquid remainders that leave the different stages from the process.

In this project was evaluated the present state of the operations in ECOCAIMAN S.A. CI. It was determined quantifying by each one of them the consumptions of chemical supplies, and energy. Later the unloadings of the important stages process were characterized obtaining that in the stage of Ribera it takes place the greater water consumption and chemical supplies, also the greater contribution of DBO, DQO, and sulfides. In the tanning stage were found the agent most polluting which was the chromium salts, and in stages of posttanning were appear high consumption of energy and also an important chromium surplus in the effluent.

The present treatment of the pourings was analyzed, through a physicochemical characterization in which it is observed the fulfilment of the parameters required by the competent environmental authority. Despite of that it was design measures of clean production as optimization of the resources used through awareness campaigns and of the improvement of the planning of the production with respect to the water consumptions and energy. Also, it was made measures to improve the treatment of the pourings with regard to the elimination of the sulfide parameter in the effluent and the correct disposition of muds generated by the treatment of the pourings.

* Thesis

** Chemical Enginner School. Enviromental Enginner Especialist. Director: Ph D.Edgar Castillo

INTRODUCCIÓN

Hasta hace pocos años los esfuerzos para controlar la contaminación generada por la industria, se concentraron en el tratamiento de residuos al final del proceso, sin embargo estos requieren de la instalación de sistemas de tratamiento basados en tecnologías de punta o tecnologías tradicionales las que requieren altos costos o disponibilidad de amplios espacios, respectivamente.

Por lo anterior se hizo indispensable revisar los procesos productivos de las fábricas, con el propósito de formular acciones que promuevan el uso eficiente de materias primas a fin de reducir en las fuentes de origen la cantidad de residuos no deseados que se generan durante los procesos, y de esta manera reducir los costos y requerimientos para el tratamiento final de los desechos.

El curtido de pieles, tal vez sea uno de los procesos que más varía de industria a industria aún cuando se procese el mismo tipo de piel o cuando se desea obtener un mismo producto en condiciones similares. Este proceso consiste en transformar la piel del animal en cuero, para ello es indispensable llevar a cabo los cuatro procesos siguientes: ribera, curtido, post – curtido y acabado. Desde el punto de vista ambiental los dos primeros constituyen las etapas más importantes por el volumen y carga contaminante de los efluentes, y los dos

últimos por la cantidad de residuos sólidos y solventes generados para obtener el producto terminado.

A fin de minimizar las cargas contaminantes emitidas a los diferentes cuerpos es importante realizar un diagnostico de las operaciones actuales de la curtiembre con el fin de formular acciones encaminadas a la producción mas limpia que a su vez se integren con las políticas económicas y ambientales de la compañía.

1. GENERALIDADES

La babilla, o baba, al igual que todas las especies del género *Caiman* habitan preferiblemente en las aguas mansas, tales como lagos, lagunas, pantanos y meandros e incluso en aguas salobres y aguas saladas. Como todos los cocodrilos el *crocodilus fuscus* es ovíparo y la extensión de su período de incubación, que puede tomar entre 70 y 82 días, es determinada por la temperatura en la cual se desarrolla.

El *Caiman crocodilus fuscus* pertenece al grupo de los cocodrilos que para anidar construyen un montículo de material vegetal en descomposición. Este reptil estrictamente carnívoro tiene en el medio natural una dieta acorde con sus posibilidades de caza; así los pequeños se alimentan de insectos y larvas para posteriormente incrementar el tamaño de sus presas en la medida en que se hacen mayores.

En esta especie como en todos los cocodrilos el tamaño de los machos es mayor que el de las hembras, alcanzando los primeros hasta 2.40 metros y 1.50 metros las segundas. El *Caiman crocodilus fuscus* es un animal ectotérmico, por lo que regula la temperatura corporal con base en patrones de acuerdo a su comportamiento. En general, se calientan al sol y se enfrían en el agua.

Están extendidos a lo largo de Centro y Sur de América y parecen aptos a sobrevivir en un gran rango de hábitats diferentes. Son particularmente abundantes dentro de países como: Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, México (south), y Venezuela.

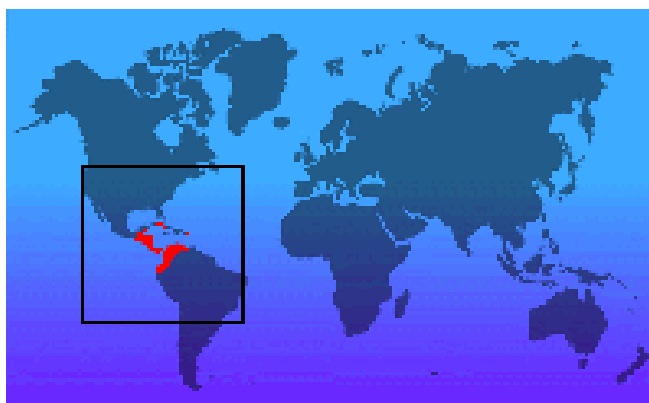


Figura N. 1 Producción de Caimán *Cocodrilus Fuscus* en el mundo

En los Llanos venezolanos y la costa Colombiana por ejemplo, la población se estima en unos 3 a 4 millones de individuos. Se reconoce cuatro subespecies de *Caiman crocodilus* (G. c. *Crocodylus*, C c. *Yacare*, C. c. *Apaporiensis* y C. c. *Fuscus* Caimán).

La "Babilla" en Colombia se halla confinada a los ríos, lagunas y ciénagas de piso térmico cálido. Su distribución altitudinal natural llega hasta los 500 m sobre el nivel del mar, lo cual determina el tipo de clima apropiado para su cría. Este tipo de clima en el país se caracteriza por temperaturas superiores a los 24°C, y

precipitaciones promedio anuales entre los 125 mm y superiores a los 8000 mm. Ya que la precipitación determina la disponibilidad de agua, las áreas de cría deben presentar precipitaciones mínimas de 1000 mm correspondientes a las formaciones de bosque seco tropical, bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical y bosque pluvial tropical cuyas áreas totalizan en el país alrededor de 50.434.872 Ha.

Estas condiciones unidas a factores como facilidades en vías de acceso, energía eléctrica, acueductos, cercanía a centros urbanos para consecución de materiales, maquinaria e insumos, medios de comunicación adecuados y otros reducen a tres las zonas más representativas donde se localizan actualmente los zoocriaderos de "Babilla", Zona Atlántica, zona central, y zona Llanos Orientales.

Respecto a la situación actual de la zootecnia de "Babilla" en Colombia, algunas entidades oficiales comenzaron a trabajar desde hace 10 años, en la labor de promover el establecimiento de criaderos comerciales de "Babilla" con miras a consolidar una oferta de exportación de pieles y otros productos obtenidos de estos animales, por medio de su cría controlada. Lo que se ha venido buscando es lograr un equilibrio entre el aprovechamiento de este recurso natural y la conservación del medio ambiente. Aunque en la actualidad existe relativamente amplia información acerca de la zootecnia de la "Babilla", su gran mayoría es de carácter científico e infortunadamente no se cuenta con publicaciones de carácter técnico sobre el montaje y manejo de zoocriaderos, no obstante en Colombia el

número de estos establecimientos asciende a 45. El *Caiman crocodilus* es la especie que tanto el número de unidades como en valor total en dólares, ha tenido mayor importancia dentro de las exportaciones colombianas de fauna silvestre. En el 2002 el total de pieles de reptiles no discriminadas, ascendió, según datos del DANE a U\$3,910,180, equivalente a 75,327 Kg para pieles en estado crudo.

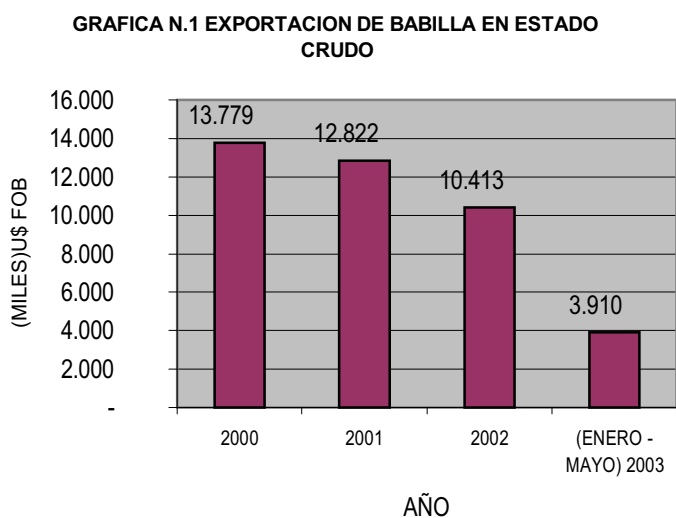
En la última década la zootría y en especial la cría de "Babillas" se ha convertido en un renglón exportador que ha provocado un gran interés a nivel de inversionistas, biólogos, ingenieros, técnicos, etc., dado la importancia que ha tenido esta actividad en tan corto tiempo. En la actualidad la oferta de pieles de "Babilla" está dada por el volumen que se produce periódicamente en cada uno de los establecimientos que se encuentran en etapa comercial, lo que traducido en cifras equivale aproximadamente 226.986 pieles. El propósito de los actuales zootriaderos radica en la obtención de pieles crudas con fines de exportación; esto básicamente se debe a la baja demanda de este tipo de pieles para su transformación dentro del país, provocando una salida al exterior por este motivo, cercana al 80% de la producción total. Esto conlleva a emprender estrategias tanto por parte del zootriadero como de la empresa manufacturera, en el establecimiento de acuerdos bilaterales para el suministro del recurso en mención, que garantice el mutuo desarrollo de las actividades de zootría, curtiembre y manufactura de la piel de babilla dentro del país. Los requisitos mínimos de calidad que debe tener una piel de "Babilla" para ser tenida en cuenta como materia prima de curtiembre y posterior manufactura, se fijan de acuerdo con su

procedimiento de obtención, por lo que es importante mencionar los pasos críticos que influyen en la óptima calidad de la piel. El tiempo entre el desuello, el descarnado y la salazón debe ser el mínimo posible. La rapidez es un factor esencial y ello no se debe solamente al peligro de putrefacción sino también al hecho de que la piel se seca por completo y se endurece rápidamente. En el desuello se debe separar la piel del animal realizando incisiones alrededor del cuello y extremidades, y a lo largo del lomo desde la nuca hasta la cola si se desea aprovechar la piel del vientre que resulta ser la más suave de todo el animal. El tamaño de esta piel oscila entre los 25 y 35 cm. Además, la piel no debe ser nunca expuesta directamente a los rayos del sol, ya que las escamas adquieren un aspecto oleoso y transparente que entorpece su curtido. Tan pronto como la piel ha sido separada del animal, deberá colocarse sobre una superficie completamente plana donde pueda separarse cuidadosamente el exceso de carne, grasas o tejido, de tal manera que quede preparada para la salazón la cual constituye la operación más importante.

Los precios de las pieles de cocodrilos se fijan con base en el ancho de la piel a nivel del vientre. Para el caso de las "Babillas", los precios oscilan alrededor de los US\$ 1,7 por cm de ancho para pieles de cerca de 1,2 m de largo como las producidas en los zocriaderos del país. Considerando que dichas pieles pueden alcanzar en promedio los 30 cm de ancho en el vientre, se estiman precios hasta de US\$ 50 por piel. Si bien las pieles clásicas tienen precios inferiores a los de "Babilla", es evidente que a nivel de consumidor final de manufacturas, no existe el

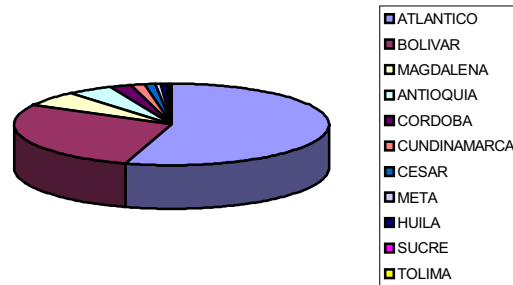
conocimiento ni la capacidad de diferenciación del origen taxonómico de las materias primas. Para las pieles de babilla existen cuatro estados en los cuales es mas común la comercialización de la piel, estos son: salada o cruda, azul húmedo o wet blue, crosta, y terminado. Según datos proporcionados por el DANE, el comportamiento de cada una de ellas es el siguiente:

Crudo: corresponde a la partida arancelaria N. 4103200000, y hace referencia a la piel fresca, cruda y salada. El nivel de exportaciones ha ido disminuyendo, probablemente por la creciente motivación de su procesamiento y terminación que genera mayor ganancia para el productor.



En la actualidad el mayor destino de las exportaciones se realiza a países como Singapur, México, Tailandia y Panamá entre otros. La mayor concentración regional de las exportaciones la tienen los departamentos de Atlántico, Bolívar, Magdalena, y Antioquia

**GRAFICA N.2 CONCENTRACION REGIONAL
DELAS EXPORTACIONES EN ESTADO CRUDO**



Wet Blue: con partida arancelaria N. 410690000, comprende las pieles en estado curtido – semiprocesada. Para el año 2002 se exportaron alrededor de 3.122 kg de piel correspondiente a U\$ 164.700, cuyos principales destinos fueron: Panamá, México y EEUU,

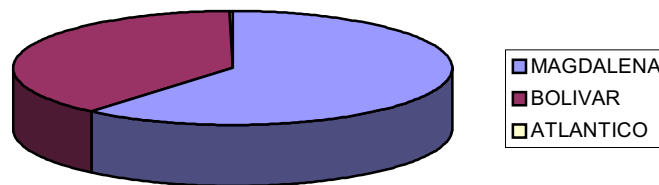
Tabla N.1 Exportación de pieles en estado wet blue

PAIS/ AÑO	2002			2003 (enero – mayo)	
	Peso (Kg)	FOB U\$	%Participación	Peso (Kg)	FOB U\$
Panamá	1.345	70.000	42.5	-	-
México	980	42.995	26.11	883	37.500
EEUU	188	27.225	16.53	-	-
Japón	609	24.480	14.86	-	-
Singapur	-	-	-	412	8.000
Total	3.122	164.700	100	1295	45.500

Fuente: DANE

La concentración de las exportaciones en Colombia la tienen los departamentos de Magdalena, Bolívar y Atlántico.

GRAFICA N 3 CONCENTRACION REGIONAL DE LAS EXPORTACIONES EN WET BLUE



Crosta: Con posición arancelaria N. 4106400000, este estado hace referencia a la piel curtida- procesada, sin acabado. La exportación de este tipo asciende a 8,745 kg para el año 2002; los países destino de las exportaciones son México, EEUU, Alemania, Guatemala e Italia. En el departamento de Bolívar se concentran el 100% de las exportaciones

Tabla N.2 Exportación de pieles en estado crosta

PAIS/ AÑO	2002			2003 (enero – mayo)	
	Peso (Kg)	FOB U\$	%Participación	Peso (Kg)	FOB U\$
México	7.870	945.908	90.55	2.549	200.022
EEUU	875	98.662	9.45	918	105.118
Alemania	-	-	-	1.518	69.250
Guatemala	-	-	-	75	2.067
Italia	-	-	-	179	24.701
Total	8.745	1.044.570	100	5.239	401.158

Fuente: DANE

Terminado: con partida arancelaria N. 4113300000 corresponde al estado final de la piel lista para su manufactura. Los países de destino son Estados Unidos con el

51%, México, Italia, Francia, entre otros. Los departamentos de Atlántico y Cundinamarca son los principales sitios de origen de las exportaciones.

Tabla N.3 Exportación de pieles en estado terminado

PAIS/ AÑO	2002			2003 (enero – mayo)	
	Peso (Kg)	FOB U\$	%Participación	Peso (Kg)	FOB U\$
EEUU	18.957	2.413.297	51.09	4.670	902.020
México	5.58	1.175.645	24.89	4.290	904.012
Italia	5.88	540.961	11.45	1.829	130.526
Francia	1.814	241.161	8.35	482	23.983
Guatemala	4.872	54.726	3.24	-	-
Singapur	3.082	45.000	0.98	-	-
Total	18.99	4.470.790	100	11.271	1.960.541

Fuente: DANE

GRAFICA N. 4 DEPARTAMENTOS DE ORIGEN DE LAS EXPORTACIONES EN TERMINADO

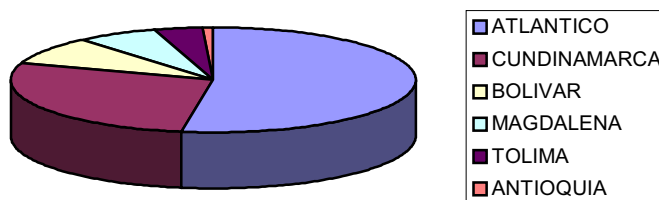


Tabla N.4 Principales Exportadores de pieles en estado terminado

EMPRESA	Ciudad
Ecocaiman S.A C.I	Bogota
C.I Zobem S.A	Barranquilla
Crocotanery	Barranquilla
Crocodilus skin	Barranquilla
Pieles de caimán	Barranquilla
C.I. expopieles del caribe	Barranquilla
Agroreptiles del norte	Barranquilla
C.I. Colombian Agroindustrial Company	Medellín

Fuente: DANE

2. MARCO LEGAL

De acuerdo a la Constitución Política de 1991, es obligación del Estado y de las personas de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación, de los derechos colectivos y del ambiente, de los deberes y obligaciones del ciudadano con el ambiente, de la finalidad del Estado y de los servicios públicos.

2.1 PROTECCIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE

2.1.1 Decreto 2811 de 1974: (Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables)

- Artículo 247. Asegurar la conservación, fomento y aprovechamiento racional de la fauna silvestre, como fundamento indispensable para su utilización continuada.
- Artículo 248. La fauna silvestre que se encuentra en el territorio nacional pertenece a la nación, salvo las especies de los zocriaderos y cotos de caza de propiedad particular.
- Artículo 249. Entiéndase por fauna silvestre el conjunto de animales que no han sido objeto de domesticación, mejoramiento genérico o cría y levante regular o

que han regresado a su estado salvaje, excluidos los peces y todas las demás especies que tienen su ciclo total de vida dentro del medio acuático.

- Artículo 250. Entiéndase por caza todo acto dirigido a la captura de animales silvestres, ya sea dándoles muerte, mutilándolos, o atrapándolos vivos y a la recolección de sus productos.
- Artículo 251. Son actividades de caza la cría, captura, transformación, procesamiento, transporte y comercialización de especies y productos de la fauna silvestre.
- Artículo 252. Clasificación de la caza según su finalidad:
Caza comercial o sea la que se realiza por personas naturales o jurídicas para obtener beneficio económico.
- Artículo 254. Es zoológico el área de propiedad pública o privada, que se destina a mantenimiento, fomento y aprovechamiento de especies de la fauna silvestre con fines científicos, comerciales, industriales o de repoblación.
- Artículo 259. Se requiere permiso previo para el ejercicio de la caza, salvo en la de subsistencia. Para el de la caza comercial el permiso deberá ser aprobado por el Gobierno Nacional.
- Artículo 260. Las empresas dedicadas a la comercialización o a la transformación primaria de productos de la fauna silvestre se clasificarán así:
 - Las que desarrollan fines de lucro mediante el aprovechamiento de algún producto de las especies fáunicas.

- Las que en zoocriaderos y en el ejercicio de la caza comercial obtengan el aprovechamiento de especies fáunicas para fines exclusivamente científicos de empresas o entidades extranjeras
- Artículo 261. Las exportaciones hechas por las empresas a que se refiere el artículo anterior sólo podrán autorizarse después de obtener el permiso previo de que trata el Art. 259.

2.1.2 Decreto 1608 de 1978

- Artículo 1. El presente Decreto desarrolla el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente en materia de Fauna silvestre y reglamenta por tanto las actividades que se relacionan con este recurso y con sus productos.
- Artículo 3. En conformidad con los artículos anteriores este estatuto regula:
 - La preservación, protección, conservación, restauración y fomento de la fauna silvestre.
 - El aprovechamiento de la fauna silvestre y de sus productos tanto cuando se realiza por particulares, como cuando se adelanta por la entidad administradora del recurso.
 - El fomento y restauración del recurso a través de la regulación de los territorios faúnicos, reservas de caza y de los zoocriaderos.
 - Establecimiento de obligaciones y prohibiciones.

- Las funciones de la actividad administradora del recurso
- Artículo 31: El aprovechamiento de la fauna silvestre y de sus productos sólo podrá adelantarse mediante permiso, autorización o licencia que se podrán obtener en la forma prevista por este decreto.
- Artículo 33: En conformidad con lo establecido por el artículo 258 del Decreto - Ley 2811 de 1974, la entidad administradora determinará las especies de la fauna silvestre, así como el número, talla y demás características de los animales silvestres que puedan ser objeto de caza, y las áreas y las temporadas en las cuales puede practicarse la caza y los productos de fauna silvestre que pueden ser objeto de aprovechamiento según la especie zoológica.
- Artículo 54 - Artículo 55. Definición de caza - Actividades de caza. Similares a los artículos 250 y 251 del Dec. 2811/74.
- Artículos 59 al 62. Tratan sobre el ejercicio de la caza comercial y sus actividades conexas.
- Artículo 63. Aspectos relacionados que debe contemplar la Declaración de efecto ambiental.
- Artículo 67. Relacionado con el Estudio Ecológico y ambiental.
- Artículo 68 al 70. Relacionados con el otorgamiento, los términos y la vigencia del permiso de caza comercial.
- Artículo 73. Anexos a la solicitud (además de los documentos relacionados en el artículo 61) para quienes se dediquen a la comercialización de individuos o productos de la fauna silvestre.

- Artículo 74. Datos y documentos anexos al Plan de actividades.
- Artículo 142. Es zocriadero el área de propiedad pública o privada que se destina al mantenimiento, fomento y aprovechamiento de especies de la fauna silvestre con fines científicos, comerciales, industriales o de repoblación ya se desarrollen estas actividades en forma extensiva, semiextensiva o intensiva, siempre y cuando sea en un área determinada.
- Artículos 143 al 145. Tratan sobre los requisitos para solicitar la Licencia de establecimiento del zocriadero y sobre su otorgamiento. En el artículo 147 se presentan los condicionamientos a la misma.
- Artículo 146. Trata los aspectos que deberá contener el Informe y el Plan de actividades al término del periodo de experimentación.
- Artículo 155. Se establecen los datos que se deben relacionar en el plan de actividades cuando el zocriadero se desarrolle con Fines industriales.

2.1.3 Resolución 873 de 1995 Ministerio del Medio Ambiente. (Marquillas para identificar productos derivados de la fauna silvestre)

- Artículo 1. Las marquillas de identificación son unidades contramarcadas, no reutilizables y destinadas a la identificación de productos de fauna silvestre que se almacenen, movilicen comercialicen o exporten.
- Artículo 2. Se presentan las características técnicas que deben reunir las marquillas de identificación.

- Artículo 3. Fijación de precios de las marquillas de identificación por parte del Ministerio del Medio Ambiente.
- Artículos 3 al 10. Relacionados con los términos para solicitar permisos para la fabricación y venta de marquillas de identificación. Las directrices serán fijadas por la Dirección general forestal y de vida silvestre del Ministerio del Medio Ambiente.
- Artículo 11. Sobre los procedimientos para adquirir marquillas de identificación.

2.1.4 Medidas Preventivas y Sanciones. Mediante la Ley 99 de 1993 se prevén, en forma general, algunas medidas preventivas como:

- Amonestación, Decomiso preventivo, Suspensión de la obra o actividad.
- Multas diarias de hasta 300 s.m.m.l.v., suspensión del registro o la licencia, concesión o permiso, cierre temporal o definitivo del establecimiento, revocatoria o caducidad del permiso o concesión, acciones civiles o penales a que haya lugar.

2.1.5 Ley 99 de 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente

- Artículo 5 (Numeral 23). Adoptar las medidas necesarias para asegurar la protección de las especies de flora y fauna silvestres; tomar las previsiones que

sean del caso para defender especies en extinción o en peligro de serlo; y expedir los certificados a que se refiere la Convención Internacional de Comercio de Especies de Fauna y Flora Silvestre Amenazadas de Extinción (CITES).

2.2 NORMAS RELATIVAS AL AIRE

2.2.1 Decreto 02 de 1982

- Artículo 31. Se presentan las Normas de Calidad del aire o nivel de inmisión para las partículas en suspensión, dióxido de azufre, monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos y óxidos de nitrógeno.
- Artículo 32. Se presenta la ecuación aplicable para determinar las Normas sobre calidad del aire que deban responder a condiciones locales.
- Artículo 33. Métodos y frecuencias para la evaluación de los contaminantes mencionados.
- Artículo 79. Sobre calderas, hornos y equipos que utilicen combustibles sólidos o líquidos. Se presenta la relación entre la altura mínima requerida

2.2.2 Decreto 948 de Junio 5 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente.

Contiene el reglamento de protección y Control de la calidad del aire; de alcance general y aplicable en todo el territorio nacional, mediante el cual se establecen las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire generada por fuentes contaminantes fijas y móviles, las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire a nivel de inmisión, las normas básicas para la fijación de los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera, las de emisión de ruido y olores ofensivos, se regula el otorgamiento de permisos de emisión, los instrumentos y medios de control y vigilancia, el régimen de sanciones por la comisión de infracciones y la participación ciudadana en el control de la contaminación atmosférica.

2.2.3 Resolución 0898 de Agosto de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente.

Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de los vehículos automotores.

Entre otras normas relativas a aire se encuentran: Resolución 619/97, Decreto 15552/00, Resolución 69/01, Resolución 970/01

2.3 NORMAS RELATIVAS AL RUIDO

2.3.1 Decreto 2811 de 1974. Se consideran factores que deterioran el ambiente (Art. 8). Además se establecen las condiciones y requisitos para preservar y mantener la salud y la tranquilidad de los habitantes (Art. 33).

2.3.2 Resolución 8321 de 1983 del Ministerio de Salud. Normas sobre protección y conservación de la audición.

- Del artículo 17 al 19 se establecen los niveles sonoros máximos permisibles para las diferentes zonas receptoras y los métodos de medición.
- Del artículo 41 al 43 se fijan los valores límites permisibles de duración diaria de exposición de los trabajadores a niveles de ruido continuo e intermitente.

En el Artículo 47 se presentan las técnicas de medición del ruido en los sitios de trabajo.

2.3.3 Resolución 1792 de 1990 del Ministerio de Trabajo

Se adoptan nuevos valores límites permisibles para exposición ocupacional al ruido.

2.3.4 Decreto 948 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente

- Artículo 15 sectores de restricción de ruido.
- Artículos 42 al 64 procedimientos de control, permisos y sanciones.

2.4 NORMAS RELATIVAS AL AGUA

2.4.1 Decreto 1594 del 26 de Julio de 1984. Por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III- Libro I - del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

- Artículo 35. Sobre actividades tenidas en cuenta para el Uso industrial del agua.
- Artículos 60 al 63. Sobre prohibiciones y permisibilidad respecto a vertimiento de residuos líquidos.
- Artículo 72. Presenta las normas que debe cumplir todo vertimiento a un cuerpo de agua.
- Artículo 73. Presenta las normas que debe cumplir todo vertimiento a un alcantarillado público.
- Artículo 74 y 75. Presenta las concentraciones para el control de la carga de las sustancias de interés sanitario y las ecuaciones para calcular la carga de control y la determinación de la CMP (carga máxima permisible).

2.4.2 Decreto 901 del 1 de Abril de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente.

Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de vertimientos puntuales y se contempla lo relacionado con las tarifas.

2.4.3 Resolución 0273 del 1 de Abril de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se fijan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Entre otras normas relativas al componente agua se encuentran: Resolución 1074, Ley 373 /97, Decreto 955/00, Decreto 478/98

2.5 NORMAS RELATIVAS A RESIDUOS SÓLIDOS Y BASURAS

Sobre este aspecto se tendrá en cuenta el Régimen Legal vigente relacionado con la Ley 9 de enero 24 de 1979 (Código Sanitario Nacional) y el Decreto 2811 de 1974 (Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables).

3. ESTADO ACTUAL

3.1 DELIMITACIONES

La empresa Ecocaimán S.A. se encuentra ubicada la Zona Industrial las Granjas, en una bodega ubicada en la Carrera 68B No. 15-24 de la ciudad de Bogotá. Dentro de su área de influencia se encuentran establecidas cerca de 500 industrias manufactureras pertenecientes a los sectores metalmecánico (17.9%), comercial (17.5%), textil (15.9%), alimentos (10.8%), plástico (9.2%), servicios (8.4%), químico (7.6%), otros (13.6%).

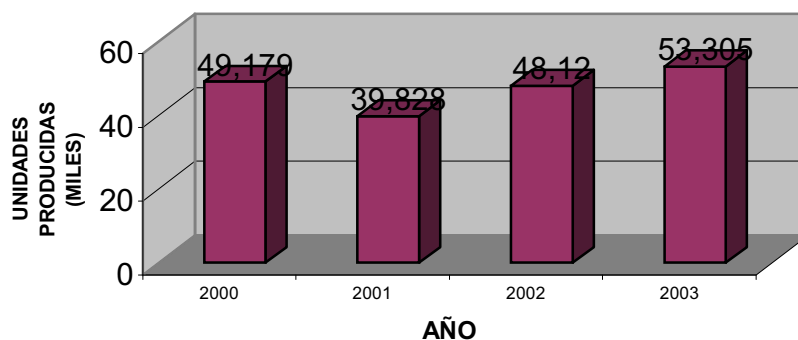
3.2 NIVELES DE PRODUCCIÓN

En la producción de pieles de babilla existen dos etapas principales: etapa de crudo a crosta, donde la piel se curte y se deja lista para recibir el acabado deseado, y la etapa de crosta a terminado donde simplemente se le da a la piel la coloración y textura requerida por el cliente. Una vez las pieles tomen estado crosta son almacenadas y de allí se dispone de un stock para la producción de pieles terminadas. ECOCAIMAN se dedica en su mayoría a la exportación de

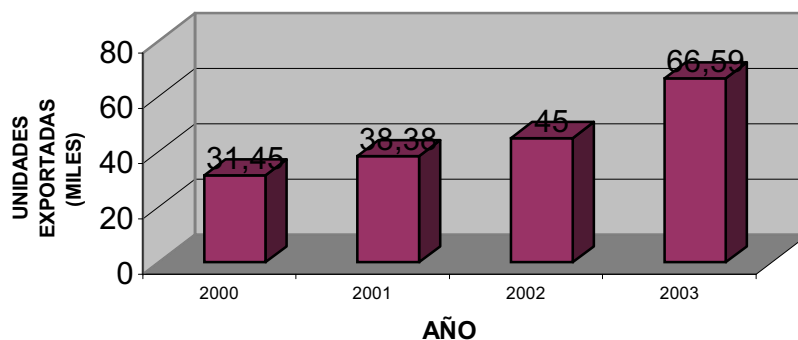
pieles en estado terminado, por tal razón es importante dividir los niveles de producción así:

- Etapa de crudo a crosta: corresponde a la cantidad de pieles producidas
- Etapa de crosta a terminado: corresponde a la cantidad de pieles terminadas exportadas.

**GRAFICA N.5 PRODUCCION ANUAL ETAPA CRUDO A CROSTA
ECOCAIMAN S.A. C.I**

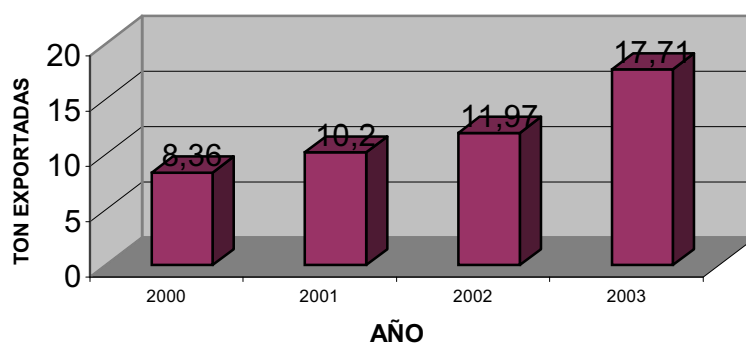


**GRAFICA N. 6 PRODUCCION ANUAL ETAPA CROSTA A
TERMINADO ECOCAIMAN S.A. C.I**



Se observa que aunque la producción de pieles en crosta no ha aumentado paulatinamente debido al stock que se tiene, sin embargo los niveles de pieles exportadas se han incrementado consecutivamente a través del tiempo.

GRAICA N. 7 TONELADAS ANUALES DE PIELES TERMINADAS Y EXPORTADAS EN ECOCAIMAN S.A. C.I



3.3 DESCRIPCION DEL PROCESO DE CURTICION DE PIEL DE CAIMAN CROCODILUS FUSCUS

El curtido de pieles tal vez sea uno de los procesos que más varía de industria a industria aún cuando se procese el mismo tipo de piel o cuando se desea obtener un mismo producto en condiciones similares, es por eso que se dice que “la calidad final del cuero la define el curtidor”.

El proceso de curtido consiste en transformar la piel del animal en cuero, para ello es indispensable llevar a cabo los cuatro procesos siguientes: ribera, curtido, post – curtido y acabado.

Este proceso en su mayoría se lleva a cabo en bombos o fulones los cuales consisten en tambores de madera acondicionados con un motor que les permite dar vueltas sobre su mismo eje, la acción mecánica en este proceso es de gran importancia ya que de ella depende la acción de los productos químicos sobre la piel.



Figura N.2 Fulones o bombos

A continuación se describirá de manera general el proceso llevado a cabo en ECOCAIMAN S.A. C.I

3.3.1 Etapa De Ribera. El proceso de *ribera* comprende las operaciones de recepción de pieles, remojo, escambre, desencale, purga y píquel su objetivo es preparar la piel para el curtido, limpiándola, humectándola, acondicionándola y retirando de ella la escama con el fin de asegurar una mejor penetración del curtiente a aplicar.

3.3.1.1 Recepción de pieles crudas. Las pieles se pueden diferenciar según el tipo de corte, ya sea corte barriga o corte lomo, que se denomina Belly (corte barriga) y Horn Back (corte lomo).



Figura N.3 Tipos de corte

Estas llegan a la curtiembre en estado crudo - salado, posteriormente son sometidas a un proceso de clasificación visual donde se establece su calidad como primera, segunda o tercera, según el porcentaje de defectos y la ubicación de los mismos.

Una vez seleccionadas las pieles de primera y segunda calidad, las terceras son devueltas al proveedor, esto con el fin de contar con la materia prima de la mas alta calidad. Luego de la clasificación visual, las pieles son medidas a lo largo con el fin de cumplir la reglamentación por tamaño, expedida por el Ministerio del

Medio Ambiente. A su llegada las pieles vienen identificadas con un precinto plástico y su respectivo salvoconducto, lo que garantiza su legalidad.

Las pieles llegan a la curtiembre con una mínima cantidad de carne adherida al cuero, ya que el descarne se realiza en el lugar de sacrificio, esto permite que la generación de residuos sólidos pertenecientes a esta etapa sea mínima. De igual manera disminuye los olores repulsivos que se puedan presentar.



Figura N. 4 Descarne

ECOCAIMAN cuenta con un cuarto frío para la conservación y almacenamiento de las pieles que no serán procesadas de inmediato. Esto le permite asegurar un buen stock de producción a lo largo del año y a la vez garantizar la conservación de las pieles.

3.3.1.2 Lavado. Una vez determinada la cantidad y el peso de pieles a procesar se someten a un lavado con agua fresca para retirar la cantidad de sal adherida y

algunas impurezas. En esta etapa no se da movimiento mecánico, ya que la piel podría verse afectada en sus interescamas y en su estructura ósea.

3.3.1.3 Remojo. El objetivo de esta etapa es devolver a la piel el mismo estado de flexibilidad que tenía cuando se desarrolló el animal, eliminar proteínas no fibrosas, suciedad y rehidratar la piel. Es muy importante considerar que a partir del momento en que se recupera su original estado de hidratación la piel es susceptible de ser atacada por las bacterias proteolíticas, lo cual implica monitorear continuamente e frecuentemente la presencia e inhibir el crecimiento microbiológico durante todos los trabajos de ribera. Todos estos trabajos de ribera, donde se observan una serie de procesos químicos, físico-químicos y enzimáticos como en el remojo, escambre, y el purgado, tienden a cambiar el empaquetamiento del tejido fibroso del colágeno, y por ello estos procesos deben estar íntimamente relacionados. Cada uno de ellos debe ajustarse en función de los otros dos y de acuerdo, al tipo de pieles que se trabaje y la clase de artículo final a obtener.

Se emplean bactericidas como agentes conservantes y para minimizar el daño de las bacterias a la piel, además de humectantes y agentes emulsificantes. En algunos casos dependiendo del grado de suciedad de la piel se utilizan enzimas que reducen el tiempo de remojo y mejoran notablemente este proceso consiguiendo mayor hinchamiento en los flancos, más firmeza en la flor, y mayor distensión en arrugas y venas menos evidentes. El movimiento es intermitente.

3.3.1.4 Escambre. El objetivo principal de esta operación es remover las escamas de la piel eliminando material hecho de queratina, además, se busca encalarla fin de que se produzca un hinchamiento en forma homogénea, removiendo algunas albúminas, mucos polisacáridos y grasas, que permiten que la piel quede reducida a la dermis o corion.



Figura N. 5 Escambre

El escambre se lleva a cabo con sulfuro de sodio y un álcali (cal). Por el elevado pH que comunica a la solución (sal de ácido muy fuerte y base fuerte) y su poder reductor, es el producto principal de la mayoría de los procesos de escambre. Provoca hinchamientos acusados y fuerte turgencia. Altas cantidades son peligrosas por el ataque en la piel. El sulfuro de sodio actúa como agente de separación de la escama, y constituye uno de los principales contaminantes en los efluentes; el álcali cumple varias funciones: reforzar la acción del sulfuro en la

extracción de la escama y hacer ciertas proteínas y grasas solubles, además de facilitar el hinchamiento de la piel.

El hinchamiento homogéneo de la piel es fundamental para asegurar que el curtido se lleve a cabo bajo condiciones óptimas, por ejemplo para lograr una homogénea y alta fijación de cromo. El escambre es fuertemente dependiente de la temperatura, es mas drástico conforme se incrementa la temperatura. Sin embargo, a temperaturas superiores de 30°C la piel puede sufrir daños especialmente en la flor.

Para complementar el escambre se agregan productos a base de aminos cuaternarios que permiten reducir la cantidad de sulfuro a utilizar y mejoran la calidad del escambre. El efecto mecánico ayuda al proceso de penetración y difusión de los productos, y por el rozamiento entre las pieles, el desprendimiento de la escama y de la epidermis semi-disueltos, así como un cierto labrado de flor. Hay que tener cuidado sin embargo, ante la posible rotura de fibras que se obligan a moverse en estado hinchado y por tanto con mucha tensión. Todo esto puede generar un aumento de temperatura, que debe controlarse, mas aún debido a que las reacciones químicas del escambre son exotérmicas. También deben evitarse los fenómenos de abrasión provocados en la flor. En general no es necesario un gran efecto mecánico. Sólo se necesita un efecto mecánico capaz de generar la renovación del baño sobre cada piel.

Las escamas de la piel salen completas sin desintegrarse, esto facilita la recolección de estas a través de una malla de tamaño mas pequeño.



Figuras N. 6 y 7 Piel escambrada, descarga de escambre

3.3.1.5 Lavados de escambre. Una vez completado el escambre, la piel se lava con agua fresca varias veces con el fin de eliminar los restos de suciedad, la grasa natural, y los productos de degradación de las proteínas ocasionadas por el proceso. El movimiento allí también es intermitente con el fin de que las escamas que quedan adheridas a la piel puedan soltarse mas fácilmente.

3.3.1.6 Desencale. El proceso de desencale proporciona la neutralización parcial de la piel, cuyo objetivo es detener su hinchamiento y remover el sulfuro y la cal presentes, mediante la adición de reactivos químicos (cloruro de amonio y tensoactivos) que ayudan a eliminar el exceso de cal. La cal que se ha agregado

al proceso durante la operación de escambre, se encuentra en la piel en tres formas:

- combinada con la misma piel
- disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y,
- depositada en forma de lodos sobre las fibras, o como jabones cálcicos formados por la saponificación de las grasas en la operación de escambre.

Parte de la cal es eliminada por el lavado con agua y luego por medio de ácidos débiles, o por medio de sales amoniacales (sulfato de amonio o cloruro de amonio) o de sales ácidas (bisulfito de sodio).

Los agentes químicos de desencalado dan sales ácidas solubles de fácil eliminación con agua y no deben producir efectos de hinchamiento sobre el colágeno. La verificación de la cal es muy importante ya que de no darse adecuadamente pueden observarse entre otros posibles problemas:

- un aumento de basicidad en la curtición al cromo.
- crispación de la flor.
- toque duro o acartonado.
- soltura de flor.
- generar quiebre de flor.

3.3.1.7 Purga. Antes de realizarse el proceso de purgado es importante corroborar que se ha retirado todo el exceso de cal mediante el corte de un extremo de la piel y con la ayuda de técnicas colorimétricas de toma de pH.

El purgado tiene como objetivo eliminar las proteínas no colágenas remanentes en la piel, incluyendo algunas escamas que pudieran quedar adheridas a esta, a fin de mejorar la textura del cuero. Esta operación se realiza mediante el tratamiento de las pieles con enzimas pancreáticas con el propósito de lograr que la piel este constituida solo con proteína colágena. Las proteínas a base de páncreas tienen la propiedad de aflojar mas fácil la mucosidad de la flor, pero presentan tendencia hacia una flor suelta, por lo cual es importante la dosificación de la enzima, así como la temperatura utilizada en el baño ya que de esta depende el desarrollo de la enzima sobre la piel.

El efecto o intensidad del purgado depende de:

- tipo de cuero que deseamos como producto final.
- condiciones de conservación de la piel en crudo.
- grado de aflojamiento de la piel en el proceso de escambre.
- grado de acción del desencalado.
- grado de acción de los productos utilizados para realizar el rendido
o purga: concentración
- su tiempo de acción

- acción mecánica
- largo de baños
- temperatura y pH.

3.3.1.8 Piquelado. El piquelado tiene como objetivo llevar las pieles al pH requerido para el curtido, y al mismo tiempo detener cualquier tendencia de hinchamiento. La finalidad de éste proceso es acidular hasta un determinado pH, las pieles antes de la curtición al cromo, al aluminio o cualquier otro elemento curtiente. Con ello se logra bajar los niveles de astringencia de los diversos agentes curtientes. Se realiza un tratamiento con sal y ácido para evitar que en la siguiente etapa del curtido, las sales de curtientes eleven su basificación por la todavía residual alcalinidad de los procesos de purga y de desencalado. Si esta alcalinidad no se elimina se obtiene una curtición en superficie, que conduciría a modificaciones de la flor (quebradiza y tacto áspero) del cuero.

Para ello se utilizan ácidos débiles (ácido clorhídrico) y sal, ya que esta última ayuda a la inhibición total del hinchamiento. En el piquelado se logra un ablandamiento del hueso de la piel mejorando la calidad del producto final. Este proceso dura aproximadamente 7 días, y se realiza con movimientos intermitentes.

Esta etapa se lleva acabo en equipos denominados “molinetas”, que constituyen una piscina de ácido clorhídrico donde son sumergidas las pieles, y un aspa

rotatoria, sumergida aproximadamente un 20% para que transmita movimientos a la piel.



Figura N.8 píquel

Durante esta etapa es importante llevar a cabo algunos controles analíticos y de proceso como son:

- *Analíticos:*

- Cuantificación de la humedad de la sal común.
- Concentración u actividad de los ácidos utilizados.

- *En planta :*

- Determinación del valor final del pH del baño
- Medida de la concentración de sal del baño, previo al agregado del ácido. El valor medido en el aerómetro (densímetro) debe ser mínimo 6° Bé

- Medición de la temperatura del baño piquelado, generalmente este baño se da a temperatura ambiente
- Observar el grado de penetración del ácido usado para piquelar (usando verde de bromocresol) y con ello el desarrollo del piquelado.

3.3.2 Etapa de curtido. La etapa de curtido comprende las operaciones de desacidulación, y curtido el objetivo de esta etapa es dar mayor flexibilidad a la piel, así como la adición de curtientes sintéticos que hagan que la piel se convierta en un producto imputrescible y resistente al calor y a la humedad.

El curtido tiene el propósito de convertir las pieles en material no putrescible. Este proceso brinda una estabilización de la proteína de la piel por el tratamiento de la misma con un agente curtiente, el cual a través de reacciones químicas, produce un reticulación y da lugar a:

- un aumento de la temperatura de retracción
- una mayor estabilidad de la piel frente al tratamiento enzimático

Los agentes curtientes se fijan en las fibras de colágeno, estabilizándolas a través de uniones cruzadas (uniones químicas entre fibras). El proceso de curtición

puede describirse tanto como un fenómeno químico (reacción entre los diversos componentes), como físico (difusión de los mismos hacia el interior de la piel). Si se introduce cualquier variación en los parámetros físicos o químicos del proceso de curtición, puede variar la eficiencia de la misma, no sólo en la relación cromo fijado/cromo total sino en las características del cuero obtenido. Entre las ventajas que representa este método de curtición se pueden enumerar como: muy buen nivel de calidad constante y uniforme, acabado económicamente ventajoso. Aunque la etapa de piquelado se realiza para acondicionar la piel a un pH adecuado para el curtido, en este tipo de pieles se utiliza un elevado porcentaje de ácido con el fin de proporcionar al cuero una mayor suavidad, por lo tanto es conveniente realizar una *desacidulación* previa a la etapa de curtido, que permita que la piel reciba con mayor uniformidad el agente curtiente.

3.3.2.1 Desacidulación. Se realiza sometiendo la piel a soluciones salinas, posterior adición de bicarbonato y acetato de sodio, hasta obtener la piel al pH adecuado para el curtido (2,5-3,0). Adicionalmente antes de la agregación del curtiente principal, la piel se somete a un baño inicial con una solución de dialdehído glutárico que le proporciona al cuero mayor suavidad, más llenura y mayor homogeneidad en el teñido.

3.3.2.2 Curtido. En esta operación se realiza la adición del agente curtiente, que en este caso corresponde a sulfato básico de cromo (cuyo contenido equivalente

en óxido de cromo es del 25 –26%), este proceso se realiza a temperatura ambiente. Aunque existen otro tipo de curtientes como el curtiente vegetal, este ha sido descartado ya que no proporciona al cuero buena flexibilidad, y por su color amarillento no es adecuado para la tintura de colores claros. La operación de curtido tiene una duración de por lo menos 8 horas y se emplea alrededor de 4% de sales de cromo (con relación al peso de las pieles a curtir).



Figura N.9 Curtido

Para una óptima fijación del cromo en el colágeno, es necesario tener en cuenta que el pH final de la solución debe alcanzar valores de 3.8 a 4.0 con un incremento paulatino de pH, por lo que es necesario neutralizar los ácidos de piquelado durante el curtido empleando para ello agentes basificantes.

La afinidad del colágeno por el cromo se incrementa con el incremento de pH, que a la vez debe ser controlado, ya que, por encima de pH 4, existe el riesgo de que el cromo precipite y manche la piel, dañándola. A medida que se realiza el

incremento de pH se van agregando grasas sulfatadas a base de pescado, ya que estas dispersan aceites y grasas no sulfonadas hasta el 100%, dando emulsiones estables, así mismo esto le permite al cuero un tacto blando, suave, elástico y lleno.

Finalizando esta etapa la piel cuenta con características de resistencia a la degradación y un poco de suavidad, este estado de la piel es conocido como “wet – blue”. Allí es importante comprobar el grado de retracción de la piel y su resistencia a altas temperaturas, para ello se realiza la prueba de grado de retracción (TG).

Esta prueba consiste en tomar un pedazo de piel, secarla y se dibuja su silueta sobre un papel, posteriormente la piel es sumergida en agua a con temperaturas entre 80-90°C, se deja allí durante 10 minutos, luego se seca nuevamente y se dibuja su silueta sobre la silueta anterior, allí se observara un encogimiento de la piel que no debe ser mayor al 2%.

Con el fin de que las sales de cromo penetren homogéneamente al interior de la piel, esta deja en reposo aproximadamente 15 días.

3.3.3 Post Curtido. El post curtido comprende las operaciones de rebajado, blanqueo, recurtido, teñido, secado. El objetivo es dar las características finales a la piel tales como suavidad, calibre adecuado, y la coloración deseada.

3.3.3.1.Rebajado. Es una regulación mecánica del espesor del cuero, sin embargo solo se realiza en pieles de corte barriga ya que son lisas y se pueden someter con facilidad a esta operación. Para las pieles en corte lomo esto no es posible debido al relieve que poseen.

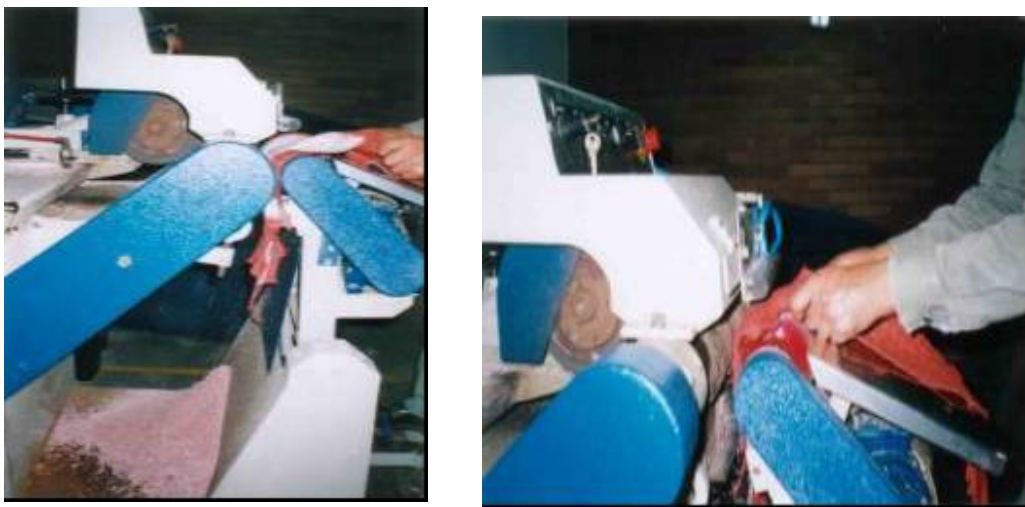


Figura N. 10 Rebajado

3.3.3.2 Blanqueo. Ya que la piel cuenta con un grado de pigmentación importante, es necesario someterla aun blanqueo. Allí se lleva a cabo una reacción de oxido reducción con permanganato de potasio como agente oxidante y ácido fórmico como agente reductor.



Figura N. 11 Blanqueo

3.3.3.3 Recurtido. Es un curtido suplementario que da las propiedades finales del cuero, dependiendo del tipo de producto que se desea obtener. Se divide en tres sub etapas recurtido 1, 2 y 3. El recurtido 1 se realiza para afirmar el curtido, allí se utilizan ácidos fenolsulfónicos con contenido de sales de cromo, estos mejoran en gran medida la blandura y la plenitud, además de conferir al cuero una flor muy elástica, sin alterar el carácter del cuero al cromo. El recurtido 2 se realiza en un baño nuevo, allí se agregan curtientes sintéticos de carácter aniónico, estos tienen un excelente poder de blanqueo y también proporcionan al cuero mayor plenitud. Finalmente el recurtido 3, consiste en proporcionar a la piel la suavidad final deseada incorporándole grasas sulfonadas, grasas aniónicas y aceites parafinoclorados. Finalizada esta etapa el estado de la piel se conoce como crosta.

3.3.3.4 Secado, clasificación y almacenamiento. El secado se lleva a cabo en cuerdas mediante ventiladores, ya que la piel se somete posteriormente a almacenamiento, no es necesario llevarla a estiramiento. Una vez estén secas son nuevamente a clasificadas y medidas, esto permite determinar los posibles deterioros de la piel en el proceso y corrobora la calidad de la piel entrante. Las pieles se deben almacenar en unas condiciones de humedad óptimas con el fin de evitar mohos que pueda deteriorar la flor.

3.3.3.5 Remojo y teñido. Ya que las pieles en almacenamiento pueden contener partículas de polvo, son sometidas a un remojo con tensoactivos y desengrasantes. La etapa de teñido busca darle coloración al cuero. Allí se emplean anilinas ácidas, y algunos agentes auxiliares de teñido para mejorar la homogeneidad en los tonos. Por lo general se emplea amoniaco como agente penetrante.

3.3.3.6 Secado. Con el fin de mejorar la presentación final de la piel esta es secada en tablas y sujeta con ganchos para mantenerlas estiradas, luego se busca su rápido secado llevándolas a un túnel de secado.

3.3.4. Acabado. Las operaciones de acabado le otorgan al cuero mayor brillo, color, resistencia a la luz, mejorando la calidad del mismo, mediante la incorporación de ciertos aditivos como pigmentos caseínicos, ligantes acrílicos,

ceras, penetrantes y otros. Las formulaciones para el acabado varían dependiendo del tipo de producto que se desea obtener.



Figura N. 12 Acabado

3.3.5 Medición y Empaque. Una vez acabadas la pieles, son nuevamente medidas y clasificadas, luego se empacan en cajas para su envío.

Tabla N.5 Tiempo de duración del proceso

ETAPA	TIEMPO DE DURACIÓN (DIAS)
Lavado	1
Remojo	1
Remojo enzimático	1
Pelambre	2
Lavados de pelambre	1
Desencale	0,5
Purga	0,5
píquel	7
Curtido 1	1
Curtido 2	1
Curtido 3	1
Reposo	15
Rebajado	4
Blanqueo	0,5
Recurtido 1	0,5
Recurtido 2	1
Recurtido 3	1
Secado	3
Remojo y teñido	1
Acabado	4
Total	47

Fuente: el autor

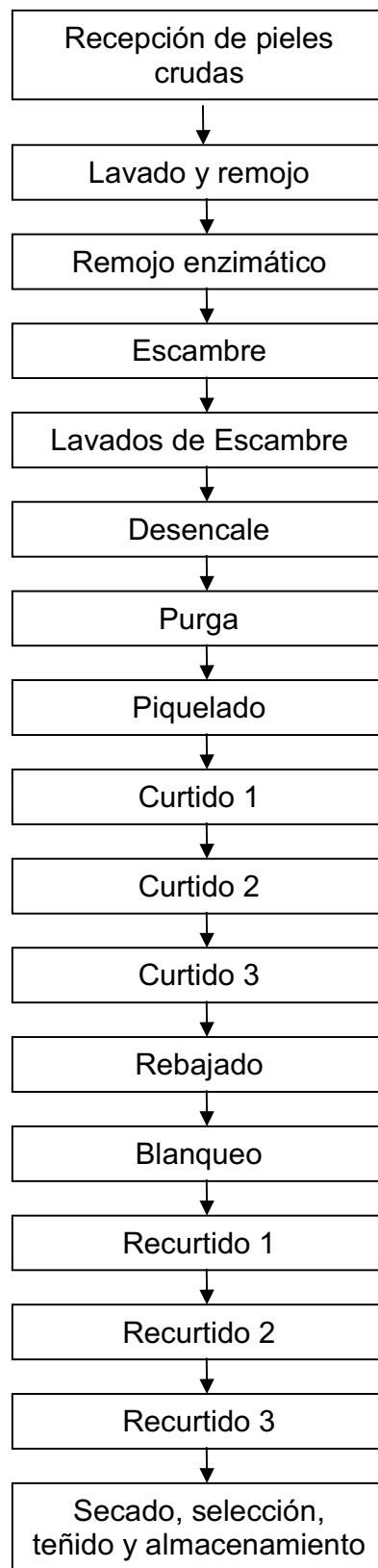


Figura N. 13 Diagrama de Flujo

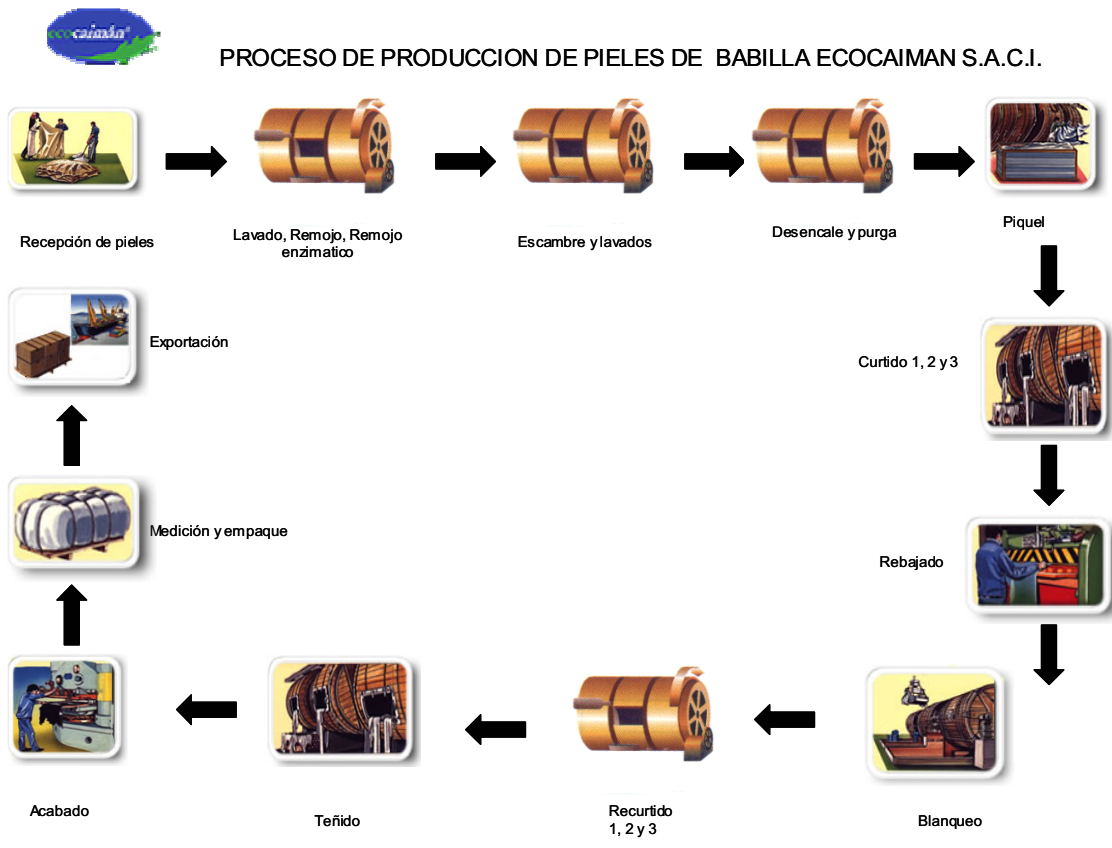


Figura 14. Proceso de producción

4. VALORACIÓN DE IMPACTOS

Ya que el proceso de curtición demanda grandes cantidades de insumos como agua, energía eléctrica, energía fósil, y productos químicos, es importante cuantificar estas cantidades por etapa ya que ello nos permite determinar los posibles impactos generados.

Para esto se realizó una medición en planta de cada uno de los insumos requeridos para el procesamiento de la piel, tomando como base 1 tonelada de piel terminada, lo que corresponde aproximadamente a 3750 unidades de pieles, divididas en los dos cortes de la siguiente manera:

- 700 kg corresponden a pieles en corte horn back (lomo) equivalente en promedio a 2625 unidades
- 300 kg corresponden a pieles en corte belly (barriga) equivalente en promedio a 1125 unidades

4.1 ETAPA DE RIBERA

Como se describió anteriormente, en esta etapa el cuero es preparado para ser curtido, en ella es limpiado y acondicionado asegurándole un correcto grado de humedad. La etapa de ribera comprende aquellos procesos que permiten la eliminación de escama 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 escambre. Este proceso emplea sulfuro de sodio y cal para eliminar la epidermis de la piel además de la escama. El proceso de piquelado comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido, mediante la utilización de ácido clorhídrico principalmente, que hace un aporte de protones, los que se enlazan con el grupo carboxílico, permitiendo la difusión del curtiente hacia el interior de la piel sin que se fije en las capas externas del colágeno.

Tabla N. 6. Consumo de insumos en la etapa de ribera

SUB ETAPA	INSUMO	CANTIDAD	CONSUMO DE AGUA (%)	CONSUMO DE INSUMOS (%)
LAVADO	Agua	12,6 m ³	7,5	-
REMOJO	Agua	12,6 m ³	7,5	1,2
	Tensoactivo y emulsificantes	63 Kg		
	Bactericida	15,75Kg		
REMOJO ENZIMATICO	Agua	12,6 m ³	7,5	0,93
	Cal	7,87kg		
	Carbonato sodio	4,72 kg		
	Enzima	25,2 kg		
	Tensoactivos y emulsificantes	15,75 kg		
	Bactericida	7,87 kg		
ESCAMBRE	Agua	12,6 m ³	7,5	3,16
	Cal	82 kg		
	Carbonato sodio	31,5 kg		
	Enzima de pelambre	66 kg		
	Sulfuro de sodio	28 kg		
LAVADOS DE ESCAMBRE	Agua	50 m ³	30,12	-
DESENCALE	Agua	12,6 m ³	7,5	0,48
	Cloruro de Amonio	13 kg		
	Tensoactivos	19 kg		
PURGA	Agua	22 m ³	13,25	2,64
	Enzima	28 Kg		
	Cloruro de Sodio	145 kg		
PIQUEL	Agua	31 m ³	18,67	91,56
	Sal	3000 kg		
	Ácido Clorhídrico	3000 kg		
TOTAL INSUMOS QUIMICOS	6552,66 kg		100%	100%
TOTAL CONSUMO DE AGUA	166 m³			

Fuente: El autor

Al iniciar esta etapa es importante revisar detalladamente el estado de descarnado de la piel. Ya que este es un proceso de gran cuidado pues del él depende la mejor acción de penetración de los agentes químicos, algunas pieles son sometidas nuevamente a un descarnado, de este proceso junto el proceso de clasificación de las pieles se obtienen residuos constituyentes de sal, grasas y recortes de piel. Una de las ventajas de este descarnado antes de remojo es que los residuos sólidos no contienen ningún tipo de agente químico, lo cual facilita su tratamiento.

Durante la etapa de escambre y sus posteriores lavados, la piel libera la escama gracias a la acción del sulfuro de sodio y una enzima ayudante, ya que se logra remover alrededor del 95% de la escama, esta constituye una residuo importante.

Tabla N.7 Residuos generados etapa de ribera

ETAPA DE RIBERA	RESIDUO GENERADO	CANTIDAD RESIDUO GENERADO Kg
Recepción de pieles	Sal, grasa, corte de piel	12,6
Escambre y lavados de escambre	Escamas	63
Total		75,6

Fuente: El autor

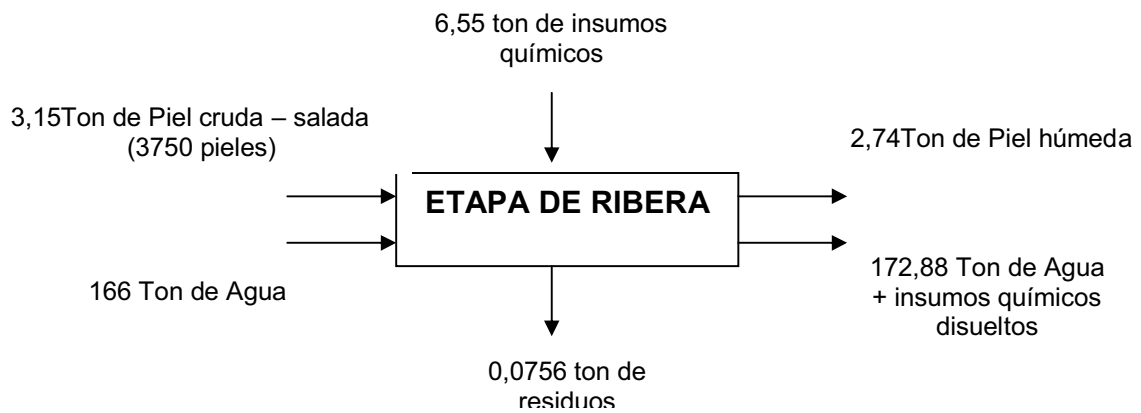


Figura N. 15 Balance de masa etapa de ribera

4.2 ETAPA DE CURTIDO

La etapa de curtido es el proceso por el cual se estabiliza el colágeno de la piel mediante agentes curtientes, transformándola en cuero, siendo las sales de cromo las más utilizadas. Genera un efluente con pH bajo al final de la etapa. Y su consumo de agua no es tan alto como en la etapa de ribera. Al final de esta etapa se tiene el conocido "wet blue", donde la piel es clasificada según el corte y el grosor deseado para su proceso de acabado.

Tabla N. 8. Consumo de insumos en la etapa de Curtido

SUBETAPA	INSUMO	CANTIDAD	CONSUMO DE AGUA(%)	CONSUMO DE INSUMOS (%)
CURTIDO 1	Agua	22 m ³	100	87,5
	Sal	3460 kg		
	Acetato de sodio	76 kg		
	Bicarbonato de sodio	132 kg		
	Ácido fórmico	25 kg		
	Tensoactivos	9 kg		
	Glutaraldehido	30 kg		
CURTIDO 2	Grasas	95 kg	-	9,5
	Sal de Cromo	122 kg		
	Basificantes	190 kg		
CURTIDO 3	Basificantes	63 kg	-	2,95
	Hiposulfito de sodio	63 kg		
TOTAL INSUMOS QUÍMICOS	4265 kg		100%	100%
TOTAL CONSUMO DE AGUA	22 m³			

Fuente: El autor

Una vez sometidas las pieles al proceso de curtición, se procede a seleccionar las de corte barriga o (belly), que son llevadas a un proceso de rebajado. En esta operación se ajusta el espesor del cuero a lo deseado. El objetivo principal es conseguir cueros de espesura uniforme, tanto en un cuero específico como en un lote de cueros. Además de producir un cuero con espesor deseado y uniforme, el proceso de rebajado hace que se abran las fibras, facilitando la introducción de productos químicos en el cuero en las operaciones siguientes. A los residuos provenientes de esta etapa se les denomina virutas de cromo.

Tabla N.9 Residuos generados etapa de curtido

ETAPA DE CURTIDO	RESIDUO GENERADO	CANTIDAD RESIDUO GENERADO Kg
Rebajado	Virutas de cromo	100

Fuente: El autor

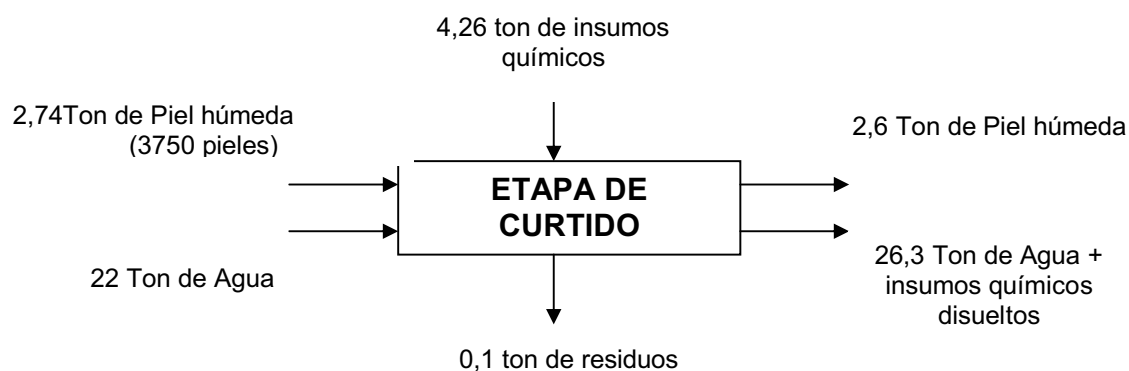


Figura N. 16 Balance de masa etapa de curtido

4.3 ETAPAS DE POST CURTIDO Y ACABADO

El recurtido es una de las operaciones más importantes porque influirá directamente en las etapas posteriores del proceso como el teñido y acabado además definirá las características finales del cuero y se tendrán cueros más llenos, con mejor resistencia al agua, mayor blandura así como mayor igualación de teñido. Para este tipo de pieles esta etapa de post curtido incluye una sub etapa de blanqueo, donde se busca retirar la pigmentación con la que cuenta la piel para posterior teñido.

El proceso de terminación consiste en la aplicación de anilinas o pigmentos dispersos en un binder, típicamente caseína o polímeros acrílicos o poliuretánicos, los que son aplicados a pistola o a cepillo. Actualmente los sistemas de terminación basados en el no uso de solventes, están siendo muy utilizados en este tipo de industrias.

Tabla N. 10. Consumo de insumos en las etapas de post curtido y acabado

SUBETAPA	INSUMO	CANTIDAD	CONSUMO DE AGUA(%)	CONSUMO DE INSUMOS (%)
BLANQUEO	Agua	31 m ³	26,7	23,45
	Ácido oxálico	38 kg		
	Sal	236 kg		
	Permanganato de Potasio	82 kg		
	Metabisulfito de sodio	236 kg		
	Ácido fórmico	15 kg		
RECURTIDO 1	Agua	19 m ³	16,4	18,6
	Ácido fórmico	19 kg		
	Sales recurtientes	315 kg		
	Basificante	148 kg		
RECURTIDO 2	Agua	19 m ³	16,4	32,65
	Desengrasante	25 kg		
	Recurtientes aniónicos	820 kg		
RECURTIDO 3	Agua	19 m ³	16,4	15,53
	Grasas aniónicas y aceites sulfonados	182 kg		
	Curtientes fenólicos	220 kg		
REMOJO Y TEÑIDO	Agua	28 m ³	24,1	9,73
	Tensoactivos y emulsificantes	126 kg		
	Anilinas ácidas	63 kg		
	Ácido fórmico	63 kg		
TOTAL INSUMOS QUÍMICOS	2588 kg		100%	100%
TOTAL CONSUMO DE AGUA	116 m³			

Fuente: El autor

Una vez los cueros se someten al proceso de recurtición estos son teñidos y posteriormente rebajados de acuerdo al proceso de acabado que desee el cliente, ya que en el rebajado que se hace cuando los cueros se encuentran en wet blue es un rebajado superficial y es igual para todas las pieles, aquí realmente se procederá a bajar el calibre al máximo según requerimientos.

Tabla N.11 Residuos generados etapa de post curtido

ETAPA DE POST CURTIDO YACABADO	RESIDUO GENERADO	CANTIDAD RESIDUO GENERADO Kg
Rebajado	Virutas de cromo teñidas	412

Fuente: El autor

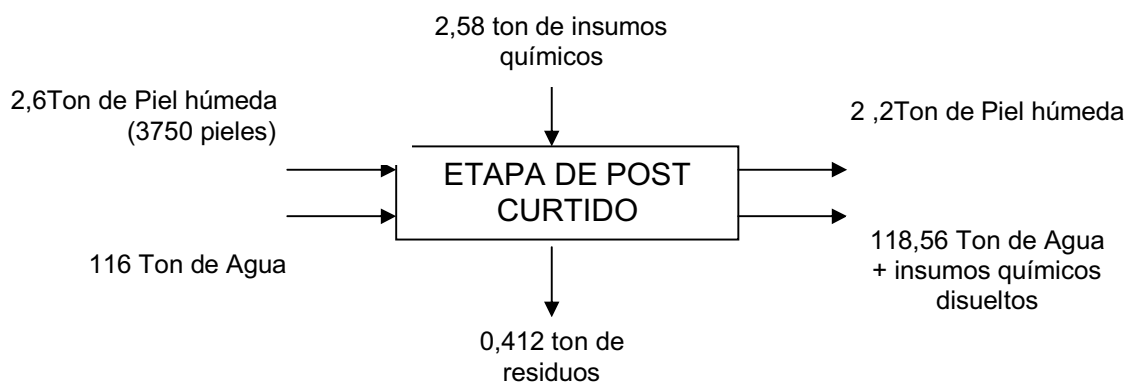


Figura N. 17 Balance de masa etapa de post curtido

Una vez culminada la etapa de post curtido la piel se somete a un proceso de secado, donde pierde gran parte de su humedad.

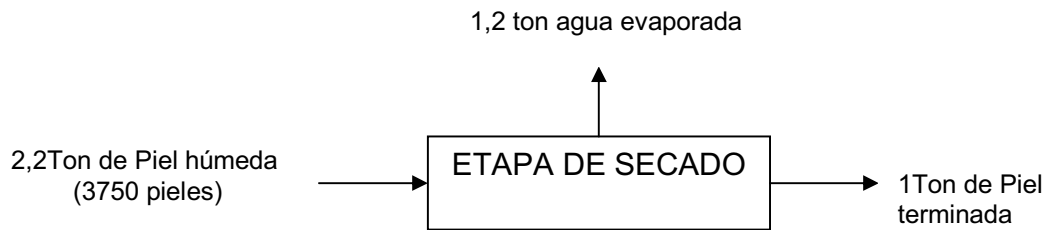


Figura N. 18 Balance de masa etapa de secado

4.4 CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA.

La energía eléctrica constituye uno de los insumos de mayor costo en los procesos productivos, por lo general nunca se hace hincapié en su consumo ni se llevan a cabo acciones que permitan su disminución. Sin embargo se hace evidente la minimización de consumo de este recurso como medida ambiental y económicamente necesaria. La eficiencia energética se define como la habilidad de lograr objetivos de producción, empleando la menor cantidad de energía posible. Una mayor eficiencia en el uso de los recursos energéticos, además de reducir costos de producción, contribuye a disminuir los niveles de contaminación ambiental, desde la fuente primaria de energía hasta el punto final de consumo.

La mayor parte de la energía eléctrica utilizada se debe al accionamiento de motores, e iluminación. Para la generación de energía térmica se tiene como combustible gas natural. El impacto de la producción de energía térmica, esta relacionado principalmente con la emisión de gases generados por la combustión,

entre ellos, anhídrido carbónico (CO₂) , monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), y partículas, todos ellos denominados gases de efecto invernadero debido a su efecto sobre el cambio climático.

Tabla N.12 Consumo de energía eléctrica

Base de calculo 1 ton de piel terminadas aproximadamente 3750 pieles

ETAPA	SUB ETAPA	KW H	PORCENTAJE
RIBERA	LAVADO	-	16,7
	REMOJO	23,65	
	REMOJO ENZIMATICO	37,8	
	ESCAMBRE	88,2	
	LAVADOS DE ESCAMBRE	57	
	DESENCALE	34	
	PURGA	53	
	PIQUEL	170	
	<i>SUBTOTAL</i>	<i>463,65</i>	
	CURTIDO	CURTIDO 1	
CURTIDO 2		157,5	
CURTIDO 3		53,55	
REBAJADO		318,15	
<i>SUBTOTAL</i>		<i>664,65</i>	
POST CURTIDO Y ACABADO	BLANQUEO	100	59,3
	RECURTIDO 1	85	
	RECURTIDO 2	116	
	RECURTIDO 3	126	
	REMOJO Y TEÑIDO	674	
	ACABADO	261,45	
	REBAJADO	214,7	
	SECADO	66,15	
	<i>SUBTOTAL</i>	<i>1643,3</i>	
CONSUMO TOTAL ENERGIA kwh/ ton producto		2771,6	100%

Fuente: El autor

* Nota: para esta tabla se asumió que un 30% de las pieles son de corte barriga las cuales son sometidas al proceso de rebajado

Tabla N.13 Síntesis de consumos, residuos y vertimientos por etapas

ETAPA	CONSUMO DE AGUA m ³	CONSUMO INSUMOS kg	RESIDUOS GENERADOS Kg	VERTIMIENTOS GENERADOS kg	CONSUMO DE ENERGIA kwh
RIBERA	166	6552,66	75,6	172,88	463,65
CURTIDO	22	4265	100	26,3	664,65
POST CURTIDO Y ACABADO	116	2588	412	118,56	1643,3

Fuente: El autor

Como se observa en la tabla anterior la etapa de ribera es la etapa en la cual se consume el 54% de toda la cantidad de agua a utilizar, así mismo se consume el 47% de los insumos químicos necesarios para el procesamiento de la piel. La etapa de postcurtido genera el 70% de los residuos a lo largo del proceso, además consume en promedio el 60% de la energía eléctrica necesaria. Aunque la etapa de curtido presenta niveles medios frente a las otras etapas, es necesario considerar que es allí donde se utilizan las sales de cromo, cuyo nivel de contaminación es elevado.

4.5 CONSUMO DE GAS NATURAL

Ya que solo desde hace un año la empresa realizó la conversión de la caldera a gas natural solo se presentan los consumos promedio mensuales para el año 2003.

Tabla N.14 Consumo de gas natural mensual

Mes	Unidades producidas	Consumo en kW h
Enero	5539	23948,99
Febrero	4973	20241,66
Marzo	6555	18358,42
Abril	3505	18933,25
Mayo	3506	20294,06
Junio	3813	21838,15
Julio	6812	24928,32
Agosto	5436	24597,11
Septiembre	4660	20200,45
Octubre	9890	19089,10
Noviembre	8824	28166,44
Diciembre	3259	18000,32
Consumo promedio kwh/unidad		3,87
Consumo promedio kwh/tonelada producto		14512,5

Fuente: el autor

Es importante resaltar que el vapor emitido por la caldera es aprovechado para el horno de calentamiento en la etapa de acabado, lo que logra una disminución importante de energía ya que se evita el uso de hornos eléctricos.

4.6 NIVELES DE RUIDO

Para verificar los niveles de presión sonora dentro de las instalaciones y producidos por los equipos de Ecocaiman S.A., la Unidad de Asistencia Técnica Ambiental para la Pequeña y Mediana Industria ACERCAR efectuó las mediciones correspondientes, reportados en la siguiente tabla, con un Sonómetro TESTO 815 de las siguientes características: Precisión +/- 1.5 dB (A) absolutos, ajuste de tiempo: rápido 125 ms; lento 1 s y abatimiento de precisión 0.1 dB (A), dejando ver que ninguno de los registros sobrepasa los niveles establecidos por la resolución 8321 de 1983 del Minsalud que establece que los niveles de presión sonora en zonas industriales no deben superar el valor de 75 dB, tanto en el día como en la noche.

Tabla N.15 Niveles de presión sonora

ZONA	INTENSIDAD (dB)
LABORATORIO	61.6
CORTADO	79.8
REBAJADO	76.1
BOMBO 1	80.3
BOMBO 2	69.1
BOMBO 3	78.5
BOMBO 4	74.5
BOMBO 5	70.0
BOMBO 6	73.6
PIQUEL	67.9
OFICINAS	65.2
MEDICIÓN	58.9
ALMACÉN TERMINADO	73.5
ALMACÉN CROSTA	58.8
ALMACÉN QUÍMICOS	50.0
PORTERIA	70.0

Fuente: Acercar

Respecto a la Resolución 8321 de 1983 del Minsalud, tampoco se están sobre pasando los niveles establecidos como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla N.16 Niveles de presión sonora Res.8321/83 Minsalud

Máxima duración	Nivel de presión sonora de exposición dB (A)
8 horas	90
7 horas	
6 horas	92
5 horas	
4 horas y 30 minutos	
4 horas	95
3 horas y 30 minutos	
3 horas	97
2 horas	100
1 hora y 30 minutos	102
1 hora	105
30 minutos	110
15 minutos o menos	115

Fuente: Acercar

4.7 MEDIDAS DE CONTROL

ECOCAIMAN se ha concientizado de que la prevención de la contaminación en las empresas se puede realizar con el análisis de la adopción de buenas practicas, generando beneficios adicionales que inciden en la competitividad de la propia empresa, generan mayor motivación a los empleados, y mejora la calidad de los

servicios ofrecidos. Por lo anterior se llevan a cabo las siguientes practicas operativas:

- Administración de inventarios: se realiza un seguimiento de la cantidad y movimiento de las materias primas y de productos intermedios y acabados. Esto permite reducir la cantidad de insumos que se pierden al llegar su caducidad. Así mismo el control de las pieles es estricto y organizado ya que se tiene la supervisión general del DAMA para el control de estas.
- Formulación estandarizada de cada una de las operaciones: Los procesos se llevan a cabo con base en formulaciones producto de ensayos de laboratorio que determinaron la mínima cantidad de insumos requeridos para garantizar una adecuada calidad del producto final.
- Control de calidad de insumos: una vez llegan los insumos a la planta se realiza un control de calidad de cada uno de ellos.
- Procedimientos establecidos de cada uno de los procesos: para cada una de las operaciones se tienen procedimientos que garanticen la calidad e igualdad del producto final siempre.
- Medición de parámetros de pH y temperatura para cada etapa: Ya que estos dos parámetros son los mas importantes para el control del proceso se tienen medidores electrónicos de pH y temperatura.
- Controladores de tiempo de rodamiento de fulones: Con el fin de asegurar que el tiempo del efecto mecánico que necesitan las pieles sea el

requerido, se tienen controladores de tiempo de rodamiento para cada uno de los fulones.

- Medidor general de flujo de agua para determinar la cantidad de agua entrante al fulón: Con base en las formulaciones, se determina la cantidad de agua necesaria para que el proceso se lleve a cabo. Posteriormente a través de un rotámetro se suministra la cantidad de agua requerida.
- Almacenamiento y manipulación de materiales: cada uno de los productos es almacenado de manera organizada teniendo en cuenta los productos químicos compatibles y las indicaciones del fabricante. Los recipientes vacíos de productos químicos son devueltos a su proveedor para su reutilización.
- Limpieza general de áreas de trabajo: Se realizan jornadas de limpieza general periódicas que permiten despejar las áreas de trabajo constantemente.
- Medicina preventiva y de trabajo: tiene como finalidad la promoción, prevención y control de la salud del trabajador protegiéndolo de factores de riesgo ocupacional, para esto se tienen jornadas con la ARP para analizar los riesgos relacionados con la patología laboral.
- Control de incendios: Para la prevención y control de incendios se tienen extintores ubicados estratégicamente en la planta, estos se recargan periódicamente y se ha capacitado a los empleados sobre su uso y la reacción ante cualquier emergencia.

5. CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES Y TRATAMIENTO

Debido a que los procesos de producción en su mayoría se realizan en medio acuoso, los principales contaminantes se encuentran en el agua residual. Estos son materia orgánica e inorgánica expresadas como DBO, DQO, sólidos suspendidos, sulfuro y cromo. Por tal razón para cada una de las etapas se realizó un análisis de los principales contaminantes presentes en las aguas residuales de los procesos con el fin de determinar las etapas mas criticas.

5.1 ETAPA DE RIBERA

Como se mencionó anteriormente, la etapa de ribera genera el 54% del total de los vertimientos, los efluentes descargados de esta operación contienen grasas, sal, proteínas y otros componentes orgánicos distintos al colágeno, los cuales contribuyen a una alta carga de demanda biológica de oxígeno y de sólidos suspendidos. Las escamas que están compuestas de queratina y son eliminadas por la acción del sulfuro y de la cal generan vertimientos de carácter básico. Las grasas que se encuentran en el tejido adiposo adherido a la carne de la piel , se saponifican parcialmente y van a parar a la descarga final.

El sulfuro es un anión altamente tóxico que debido a su carácter reductor en medio acuoso, provoca una drástica disminución del oxígeno del agua, lo que afecta la vida acuática. Cuando estas soluciones acuosas que lo contienen se les baja el pH, se desprende sulfuro de hidrógeno que al ser inhalado en determinadas concentraciones, puede llegar a ser mortal.

El sulfuro y el ácido sulfhídrico están siempre presentes en la solución de escambre, en menor o mayor cantidad, dependiendo del pH de la solución y de la concentración inicial de sulfuro de sodio. Las condiciones de basicidad o acidez harán que la reacción genere una mayor o menor concentración de estas especies. La presencia del sulfuro en el proceso de escambre, explica que este proceso, por si solo, sea responsable de la mayor parte de la toxicidad total del efluente.

Tabla N. 17 Características de los vertimientos etapa de ribera

ETAPA DE RIBERA	DBO (kg/ton)	DQO (kg/ton)	Sólidos susp (kg/ton)	Sólidos sedi (l/ton)	Sulfuro (kg/ton)	SAAM (kg/ton)	pH
LAVADO	56,43	94,5	14,97		8,2 x 10 ⁻²	N.D	7-10
REMOJO							
REMOJO ENZIMATICO							
ESCAMBRE	100,96	198,6	90,2	56,17	0,6	-	11-12
LAVADOS DE ESCAMBRE	66,34	96,4	60,3	45,4	0,3	3,2x10 ⁻³	10-11
DESENCALE	32,05	50,6	19,9	1,6		-	8-9
PURGA							
PIQUEL	40,8	71,79	37,17	N.D	-	-	0,5-1
TOTAL	296,58	511,89	252,54	103,17	0,98	3,2x10 ⁻³	-

Fuente: ECOCAIMAN (Lab Ingeniería Medioambiental)

5.2 ETAPA DE CURTIDO

En esta operación, los contaminantes más importantes también se encuentran en el efluente. El mas contaminante es el cromo, el cual, mayormente, esta en forma de Cr+3, cuya toxicidad es baja comparada con el Cr+6 y el Cr+4, los cuales son cancerigenos. El efluente además, tiene carácter ácido y contiene cloruro de sodio.

Tabla N. 18 Características de los vertimientos etapa de curtido

ETAPA DE CURTIDO	DBO (kg/ton)	DQO (kg/ton)	Sólidos susp (kg/ton)	Sólidos sedi (l/ton)	Grasas y aceites (kg/ton)	SAAM (kg/ton)	Cromo (kg/ton)	pH
CURTIDO 1	62,66	70,89	85	N.D	1,27	5,72X10-2	9,36	3,5-4
CURTIDO 2								
CURTIDO 3								

Fuente: ECOCAIMAN (Lab Ingeniería Medioambiental)

5.3 ETAPA DE POST CURTIDO

Algunas de las de operación de postcurtido, tienen una importancia relativamente baja en el aporte de la contaminación del efluente total de la curtiembre., sin embargo durante la etapa de recurtido existe un remante de cromo importante, así mismo durante la etapa de teñido se genera una gran parte de los tensoactivos del proceso. El aporte en cuanto a residuos sólidos es significativo, principalmente por las virutas provenientes del proceso de rebajado. Las operaciones de acabado

emplean aire principalmente para el pintado con spray y el secado. Los principales residuos de acabado son solventes orgánicos provenientes de las pinturas en forma gaseosas, algunos residuos sólidos como virutas, polvo de lijado de cuero y recortes. Algunos desechos de agua, son provenientes del lavado de equipos.

Tabla N. 19 Características de los vertimientos etapa de post curtido

ETAPA DE CURTIDO	DBO (kg/ton)	DQO (kg/ton)	Sólidos susp (kg/ton)	Sólidos sedi (ml/l)	Grasas y aceites (mg/l)	SAAM (mg/l)	Cromo (mg/l)	pH
BLANQUEO	28,3	33,1	13,1	0,1	-	-	-	3-4
RECURTIDO 1	35,2	62,4	17,2	4	1,36	-	5,37	2-3,5
RECURTIDO 2								
RECURTIDO 3								
REMOJO Y TEÑIDO	23,6	25,9	22,6	-	-	0,81	-	3,5-4,5
TOTAL	87,1	121,4	53,2	4,1	1,36	0,81	5,37	

Fuente: ECOCAIMAN (Lab Ingeniería Medioambiental)

Tabla N. 20 Características de los vertimientos por etapas

ETAPA	DBO (kg/ton)	DQO (kg/ton)	Sólidos susp (kg/ton)	Sólidos sedi (l/ton)	Grasas aceites (kg/ton)	Sulfuro (kg/ton)	SAAM (kg/ton)	Cromo (kg/ton)
RIBERA	296,58	511,89	252,54	113,94	-	0,98	3,2x10-3	-
CURTIDO	62,66	70,89	85	N.D	1,27	-	5,72X10-2	9,36
POST CURTIDO	87,1	121,4	53,2	4,1	1,36	-	0,81	5,37

Fuente: ECOCAIMAN (Lab Ingeniería Medioambiental)

Como se observa en la tabla anterior la etapa de ribera presenta el mayor aporte en cuanto a los parámetros de DBO, DQO, sólidos suspendidos y sedimentables.

Durante la etapa de postcurtido vemos el valor mayor de grasas y aceites debido a que es en esta etapa donde se agrega la mayor parte de las grasas utilizadas durante el proceso (recurtido 3), así mismo es allí donde se presenta el mayor aporte de tensoactivos ya que en la etapa de teñido el aporte de estos es significativo. Finalmente vemos que las etapas de curtido y recurtido generan un gran aporte de cromo al vertimiento respectivamente.

5.4 IMPACTOS GENERADOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Los residuos provenientes del proceso de curtición pueden causar efectos negativos sobre el medioambiente. 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.

5.4.1 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 los sistemas acuáticos, la toxicidad de los compuestos solubles del cromo, varía según la temperatura, dureza y acidez del agua y según las especies de organismos que hay. Cuando el agua contaminada con cromo se evapora y choca con una corriente de diferente temperatura, completa el ciclo del agua y se producen precipitaciones ácidas que contienen cromo (lluvias ácidas).

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.

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. Cuando los niveles de la DBO son altos, los niveles de oxígeno disuelto (OD) disminuyen porque el oxígeno que está disponible en el agua es consumido por las bacterias. Puesto que hay menos oxígeno disuelto disponible en el agua, los peces y otros organismos acuáticos tienen la posibilidad de no sobrevivir.

El *pH* es un parámetro de importancia que indica la intensidad de la acidez o alcalinidad del efluente. Generalmente los efluentes de las curtiembres presentan variaciones entre 1 y 12. 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. Los sulfuros que son potencialmente tóxicos por la posibilidad de generar sulfuro de hidrógeno a un pH bajo. Esta sustancia afecta al sistema nervioso.

Cromo. Metal pesado persistente que puede causar problemas a la salud humana en altas concentraciones. Las plantas usualmente absorben sólo Cromo (III). Esta clase de Cromo probablemente es esencial, pero cuando las concentraciones exceden cierto valor, pueden ocurrir efectos negativos. El

cromo, utilizado en curtiembres dentro de ciertos límites, es dudoso que sea nocivo para el medio ambiente. El principal problema reside en la posibilidad de transformación de éste en cromo hexavalente por oxidación. El Cr -6 es mucho más móvil y más tóxico. El cromo trivalente, que es utilizado en curtiembres, se convierte en hidróxidos insolubles en el agua y estas sales envejecen y se vuelven cada vez menos solubles, permaneciendo sólo una pequeñísima parte en solución. Además, sólo una pequeña parte de sales de cromo trivalentes puede ser absorbida por las plantas, por lo que el cromo no puede acumularse en la cadena alimentaría. Sin embargo, la tendencia general ha sido la de restringir cada vez más las regulaciones concernientes a este elemento, teniendo en cuenta el riesgo de oxidación a cromo hexavalente.

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.

SAAM: Los detergentes, aparte de ser tóxicos, producen reducción de la concentración de oxígeno disuelto y aumento de DBO. Los detergentes causan

problemas de espumas en aguas superficiales, lagos y en general en sitios de mezcla turbulenta de aguas residuales.

Olor. Se debe generalmente a la presencia de sustancias inorgánicas y u orgánicas disueltas, que poseen olor en si mismas. El olor característica de un agua séptica, se debe al desprendimiento de sulfuro de hidrogeno (H_2S) que se genera a partir de la reducción de sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaeróbicos.

5.4.2 Efectos sobre el alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales. Los efluentes de curtiembres descargados 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.

5.4.3 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.

En las plantas provoca lesiones en el sistema radicular. Las distintas especies y partes internas difieren en el modo de asimilarlo y en el tipo de lesiones que provoca. 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 cercano.

5.4.4 Efectos sobre la calidad del aire. Las "virutas de cromo" expuestas a altas temperaturas durante la incineración, emanan gases que se expanden por el aire contaminándolo con cromo hexavalente, la forma más tóxica de este metal. La descomposición de la materia orgánica, así como la emisión de sulfuro de las aguas residuales causan el característico mal olor de una curtiembre.

Las emisiones de sulfuro provenientes del escambre y de las aguas residuales, las emisiones de amoníaco y vapores de solventes que provienen de la etapa de

acabado, son fuentes importantes de producción de olores que pueden eliminarse mediante un buen control de las operaciones.

5.4.5 El impacto sobre la salud. El riesgo para la salud, en la planta, 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, 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. 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.

El cromo trivalente, tal como se lo encuentra en la naturaleza, en principio no es peligroso para el hombre. Pero si es sometido a altas temperaturas se convierte en cromo hexavalente, una sustancia que ingresa en el cuerpo a través de las vías respiratorias el agua o los alimentos y puede provocar gastroenteritis aguda, hepatitis aguda, dermatitis alérgica, laringitis crónica, úlcera gastroduodenal, conjuntivitis crónica, rinoфаринgitis crónica, perforación del tabique nasal y cáncer pulmonar. Los diversos compuestos del cromo hexavalente representan la mayor amenaza, especialmente debido a sus efectos genéticos. Los compuestos del Cr^{+6} actúan en casi todos los sistemas de ensayo diseñados para determinar sus efectos mutagénicos. El hecho de que atraviese la placenta significa un alto riesgo para los embriones y fetos.

El efecto carcinógeno de los compuestos del Cr^{+6} no sólo ha sido demostrado experimentalmente con animales, sino también ha sido confirmado por los resultados de estudios epidemiológicos realizados con grupos humanos expuestos a esta sustancia en su lugar de trabajo.

Las intoxicaciones agudas con compuestos del Cr^{+6} se manifiestan, por ejemplo, como lesiones renales. Las intoxicaciones crónicas pueden producir mutaciones

en el tracto gastrointestinal y acumulaciones en el hígado, el riñón, la glándula tiroidea y la médula ósea. El índice de eliminación es lento.

Por su parte, el cromo trivalente es un mineral que se encuentra abundantemente en los productos procedentes de la tierra como la fruta, las verduras, los productos lácteos, las carnes y, en un menor grado, la cerveza y el vino. Los aportes realizados a través de estos productos varían según la riqueza de las tierras de cultivo y las técnicas agrícolas empleadas. Al tratarse de un oligoelemento, su presencia es indispensable para el organismo debido a que regula el metabolismo de los azúcares y actúa sobre el control de la absorción de glúcidos y de la secreción de insulina, favoreciendo el paso de los glúcidos al interior de las células. El cromo trivalente tiene un importante papel en el metabolismo de los carbohidratos porque interviene específicamente en el metabolismo de la glucosa y en la acción de la insulina.

5.5 TRATAMIENTO DE LOS VERTIMIENTOS

Los residuos líquidos provenientes de las diferentes operaciones son conducidos a un tanque subterráneo con capacidad de 10 m³, es conveniente resaltar que todos los días se tienen combinaciones diferentes de las descargas de las etapas de acuerdo a la producción. Allí todas las aguas (a excepción de las provenientes de

los procesos de escambre, recurtido y curtido) se mezclan con el fin de obtener una igualación que permita su fácil tratamiento, y la disminución de picos de pH.

Posteriormente son conducidas a través de bombeo a un tanque con agitación mecánica, de capacidad de 10 m³ donde se realiza su tratamiento: Este tanque dispone de un desnivel para facilitar la salida de lodos, cuenta con un agitador construido en acero inoxidable y con tres aspas al final de eje que aseguran una mezcla uniforme. Así mismo fue dispuesto de tres válvulas ubicadas a lo largo de este para controlar el nivel de precipitación. El tratamiento que se realiza consiste en:

1. Se toma el pH inicial del agua y se adecua hasta llevarlo a un valor pH entre 7-7.5, ya sea con cal o con solución proveniente de la etapa de píquel (HCl).
2. Una vez obtenido este valor de pH se adiciona un coagulante (hidroxicloruro de aluminio), y posteriormente un floculante. Estas cantidades fueron calculadas mediante ensayos de jarras.

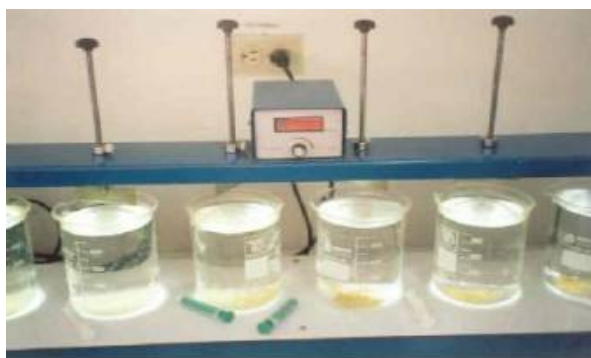


Figura N. 19 Ensayos de jarras

3. Se verifica el nivel del precipitado con la ayuda de las válvulas ubicadas a lo largo del tanque
4. Se espera la sedimentación (4 horas) y se descarga el sobrenadante obtenido al alcantarillado

Este tratamiento se realiza dos veces al día para un total de 20 m³ de agua tratada por día.

Los lodos obtenidos del tratamiento son conducidos a una cámara subterránea, allí son bombeados hacia un filtro de tres medios donde se procede a retirar un porcentaje de humedad.



Figura N. 20 Planta de tratamiento

Las características de la descarga son:

Tabla N. 21 Características de las descargas planta de tratamiento

PARÁMETRO	VERTIMIENTO CON TTO	RESOLUCIÓN 1074 DAMA
DBO5 mg/l	896	1000
DQO mg/l	1425	2000
Grasas y aceites mg/l	14,7	100
pH	7,7	5-9
Sólidos sedimentables ml/l	0,05	2
Sólidos suspendidos totales mg/l	26	800
Sulfuros mg/l	0,1	1
Tensoactivos mg/l	1,32	20
Cromo total mg/l	0,3	1

Fuente: El autor

En la tabla anterior se observa que el tratamiento fisicoquímico realizado cumple con los parámetros exigidos por el DAMA.

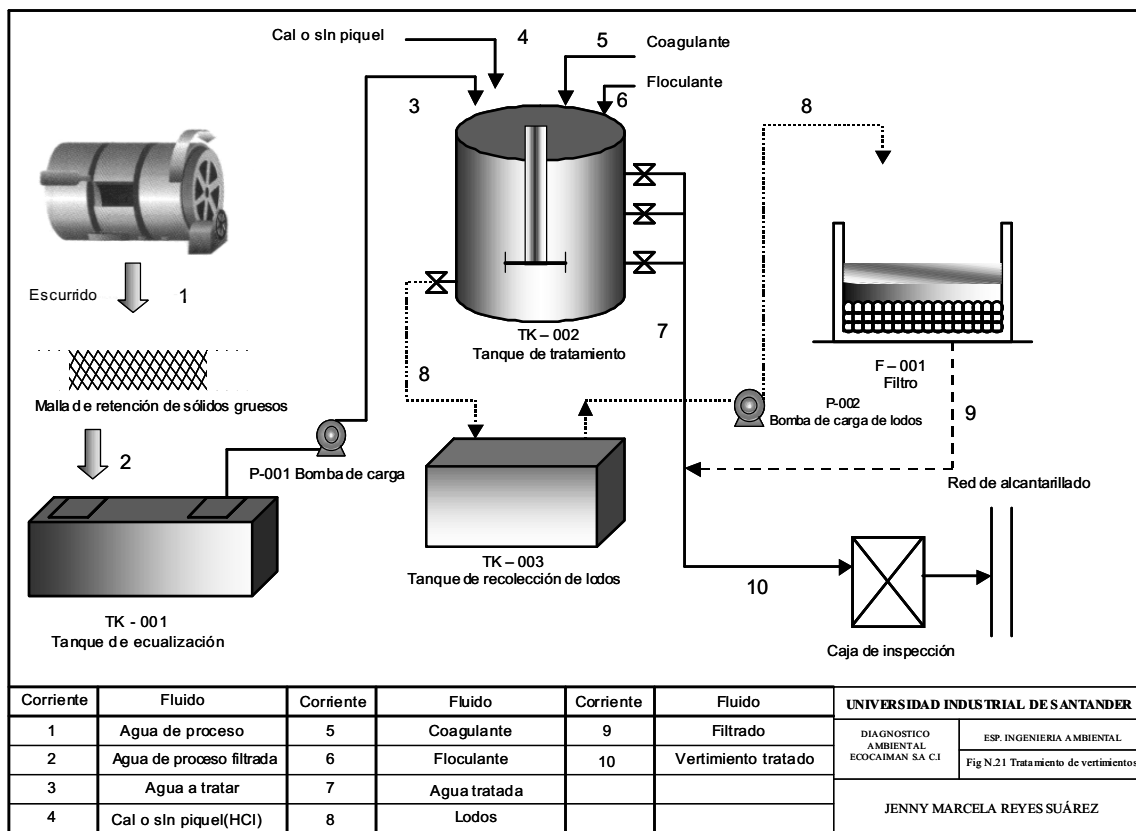


Figura N. 21 Tratamiento de vertimientos

Los vertimientos obtenidos en la etapa de escambre tienen un tratamiento especial, ya que por su alto contenido de sulfuros y su elevado pH, es conveniente su pretratamiento antes de ser arrojados al tanque de equalización. Estos son dispuestos en un tanque separado donde se lleva a cabo una oxidación (peróxido de hidrógeno) y posteriormente una sedimentación. Obteniéndose un sobrenadante con menor cantidad de sulfuro. Para la adecuación de los parámetros restantes este sobrenadante es conducido nuevamente a la planta de tratamiento

Tabla N. 22 Características de las descargas tratamiento de sulfuro

PARAMETRO	ESCAMBRE SIN TTO	ESCAMBRE TRATADO	Resolución 1074 DAMA
Sulfuros mg/l	48,2	1,9	1

Fuente: ECOCAIMAN

Aunque una vez tratado el escambre no se cumple con la legislación ambiental exigida, es necesario tener en cuenta que el volumen que se maneja es de 12,6 m³, los cuales una vez tratados no se arrojan completamente al sistema de tratamiento de vertimientos sino que se hacen pequeñas descargas diarias para que con la combinación de las aguas de otros procesos este parámetro se minimice.



Figura N.22 Tratamiento de escambre

Igualmente para los procesos de curtido y recurtido se dispone de un tratamiento aparte debido a su elevado contenido de cromo. Estos baños son recogidos separadamente y son sometidos a precipitación de la siguiente manera:

1. Se selecciona una base cualquiera, mientras mas fuerte sea la base, mayor ser la velocidad de precipitación y se obtendrá un lodo mas voluminoso, se añade lentamente la base (cal, NaOH) en un ligero exceso respecto a la relación estequiometrica con el cromo, y se realiza agitación continua. La reacción que se llevan a cabo allí es:



Es importante controlar el pH durante la precipitación teniendo como pH óptimos 8.5- 9, bajo condiciones estándar, el pH no debe exceder de 10 para evitar la redisolución del hidróxido de cromo (Cr(OH)_3). Fuera de este rango, tanto en medio ácido como básico, el cromo se redisuelve en forma de complejos de cromo:

- $(\text{Cr(H}_2\text{O)}_6)^{3+}$ en medio ácido y
- $(\text{Cr(OH)}_4)^-$ en medio básico

2. Esta precipitación se facilita con el uso de coagulantes (poli – electrolitos), con la ventaja de que estos formaran parte de los lodos

Tabla N. 23 Características de las descargas tratamiento de curtido y recurtido

PARÁMETRO	SIN TRATAMIENTO	TRATADO	RESOLUCIÓN 1074 DAMA
Curtido mg/l	425,45	1,2	1
Recurtido mg/l	278,23	1	1

Fuente: ECOCAIMAN

Como se observa en la tabla anterior a través de la precipitación se elimina la mayor parte de cromo presente en los vertimientos.



Figura N. 23 Tratamiento de baños de curtido y recurtido

Los lodos provenientes de la planta de tratamiento, de la precipitación de cromo y del tratamiento de los baños de escambre, son filtrados para retirar el porcentaje de humedad y luego son dispuestos en sacos para el relleno sanitario de Doña Juana.

Tabla N. 24 Cantidad de lodos generados por el tratamiento

PROCESO	CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS (ton/ mes)
Lodos de la planta de tratamiento	1,5
Lodos del tratamiento de cromo	0,7
Lodos del tratamiento de escambre	0,4
Total	2,6

Fuente: El autor

Las características de los lodos provenientes de la planta de tratamiento son :

Tabla N. 25 Características de los lodos provenientes planta de tratamiento

PARAMETRO	VALOR
Alcalinidad (gr CaCO ₃ /kg)	100
Contenido de humedad (%)	81,58
Cromo total(gr Cr/kg)	9,68
Fósforo total (gr P/kg)	16
Materia orgánica (gr MO/kg)	95
Nitrógeno total (gr N/kg)	15,7
PH	7,6
Sólidos volátiles (%)	8,06
Sulfuros (H ₂ S/kg)	1,4

Fuente: ANALQUIM LTDA

Aunque los lodos son sometidos a un proceso de filtrado el porcentaje de remoción de humedad es bajo, en los lodos hay un porcentaje elevado de cromo y sulfuro lo que dificulta su disposición.

5.6 EMISIONES ATMOSFERICAS

Desde hace 1 año ECOCAIMAN, realizo la reconversión de su caldera a gas, esto le permitió eliminar el consumo de ACPM por un combustible mas limpio.



Figura N. 24. Caldera

En la zona de acabado y en la zona de píquel, se cuenta con un extractor que permite la conducción de los vapores hacia el exterior de la planta. Así como un extractor general para la zona húmeda.



Figura N. 25. Extractor Zona de Acabado

Para el manejo adecuado de ácidos como el ácido clorhídrico se cuenta con un sistema de abastecimiento directo a las molinetas donde se lleva a cabo el proceso de píquel, el ácido es descargado por el carro tanque a un tanque de almacenamiento y posteriormente por tubería es conducido a la zona de píquel, esto permite la minimización de los vapores generados y proporciona un manejo mas adecuado.



Figura N. 26. Tanque de ácido clorhídrico

6. MEDIDAS GENERALES DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA

A continuación se describirán de manera general algunas medidas de producción mas limpias, tendientes a mejorar en gran parte el proceso productivo que se lleva a cabo en ECOCAIMAN SA CI. Aunque la empresa cumple en la actualidad con la normatividad ambiental exigida, es de su manifestación tomar una actitud mas proactiva con respecto al medio ambiente.

6.1 ETAPA DE RIBERA

6.1.1 Recepción de pieles. La sal común puede causar daños al ser incorporada a los cuerpos de agua. La magnitud del daño depende de la concentración final de la sal y del tipo de uso o destino que tengan dichos cuerpos de agua, así como del ecosistema en el que estos se encuentran. Por su gran solubilidad la sal no es fácil de eliminar, y en su caso puede ser una operación de alto costo. Por lo tanto se recomienda sea recuperada en estado sólido antes de ingresar al proceso. Aunque el salamiento es una operación que realiza el proveedor y protege la piel de la acción bacteriana durante la etapa de transporte, el exceso de sal con el que las pieles llegan constituye un residuo sólido de la curtiembre, por tal razón se deberá recomendar al zocriadero determinar la cantidad mínima de sal requerida

para el conservamiento de la piel. Para la recuperación de la sal en estado sólido las pieles pueden ser sacudidas antes de ingresar al proceso de remojo, esto disminuiría la cantidad de agua necesaria para el remojo y probablemente se podría disminuir el tiempo necesario para este.

La sal colectada se deberá poner en sacos y ser devuelta al proveedor para su reutilización.

6.1.2 Remojo. Un baño de remojo, después de ser utilizado para procesar una partida de pieles, todavía contiene una gran parte de la carga inicial de humectantes, bactericidas, etc, por lo que su reciclaje es factible y ventajoso.

Para reciclar los baños residuales de remojo se recomienda:

- Enviar a un tanque de almacenamiento previa filtración de material grueso (escamas, trozos de piel, etc)
- Añadir al baño residual de remojo la cantidad de agua necesaria para reconstituir su volumen inicial, se podrían utilizar las aguas de desencalado y purga como agua de reposición
- Dosificar la adición de los reactivos químicos para mantener la concentración requerida de estos productos en el baño de remojo reciclado

- Para eliminar los sólidos suspendidos se podrían airear los baños residuales, ya que la espuma generada puede atrapar los sólidos suspendidos
- Los baños de remojo pueden utilizarse también para la preparación de la solución de escambre

Con la implementación de esta medida se reduciría el consumo de agua para el remojo y a su vez el aporte de la carga contaminante total, así mismo se reduciría el consumo de reactivos químicos. Si se usan los baños residuales de desencale y purga, sus sales pueden mejorar el remojo favoreciendo el hinchamiento de la piel y facilitando la penetración de los reactivos químicos durante el escambre. Igualmente con el reciclaje el contenido de sal en la solución irá aumentando por lo que podría disminuir el uso de bactericidas.

6.1.3 Reciclaje de los baños de escambre. Las aguas provenientes del escambrado son ricas en sulfuro y cal, por lo que son aptas para su reuso en un nuevo ciclo. Sin embargo los sólidos suspendidos y parte de los sólidos disueltos son un problema para su reciclaje, para lo cual la eliminación de sólidos sedimentables deberá seguirse haciendo por medio de rejillas al desaguar el fulón. El agua de escambre debe contenerse en un tanque recolector donde se debe añadir la cantidad de agua necesaria para reponer el volumen inicial del baño, esta pérdida es debido a los derrames, a la evaporación y a la absorción de agua en las pieles. Para reponer esta pérdida de agua se puede utilizar parte del agua

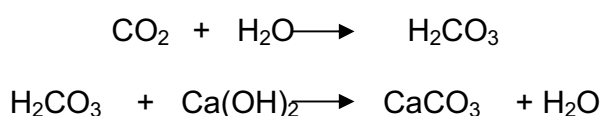
mas sucia proveniente de los lavados de escambre (primeros lavados) del ciclo anterior. La parte mas limpia de los lavados (últimos lavados) puede utilizarse para iniciar los lavados de escambre de la actual operación.

Se deberán hacer los correspondientes análisis para calcular las cantidades de reactivos químicos necesarios para reponer las concentraciones originales del baño, al termino de la operación se volverá a recuperar el agua residual del proceso de escambre repitiéndose el ciclo. El baño o parte de este que ya no pueda ser reciclado debe ser previamente tratado para su descarga final a la planta de tratamiento.

Con la aplicación de esta medida se reduce la cantidad de la descarga de agua contenidas de sulfuro y cal, además de reducir la materia orgánica presente en el efluente, así mismo constituye un ahorro en la utilización de insumos.

6.1.4 Desencale. Desde el punto de vista económico y ambiental es deseable reducir las sales de amonio presentes en esta etapa, por tal razón se han realizado investigaciones que promueven a realizar el desencalado con dióxido de carbono o la sustitución de sales de amonio por ácidos débiles. La implementación de algunas de estas medidas hace necesario un estudio de costos y beneficios ambientales para la empresa en caso de su aplicación.

El desengale con dióxido de carbono es una tecnología limpia muy difundida que reduce el impacto ambiental causado por las sales de amonio convencionales. Si no es posible el desengalado eficiente usando solo dióxido de carbono, se puede usar reactivos adicionales que no contengan amonio como sales de ácidos débiles. La reacción de dióxido de carbono con la cal es la siguiente:



La adición de CO_2 se lleva a cabo hasta agotar la cal, provocando la disminución del pH y la precipitación de la cal en forma de carbonato de calcio, que debe ser separado del efluente mediante filtración después de concluido el desengalado y luego, disponerse adecuadamente. El método consiste en:

- Hacer burbujear el CO_2 en el baño. En fulones puede ser inyectado a través de un embolo, la cantidad de CO_2 adicionada fluctúa en el rango de 1 – 1,2% sobre el peso de las pieles. Entre las opciones de aprovisionamiento de CO_2 , se tienen cilindros de alta presión o el CO_2 gaseoso proveniente de la caldera. Para esto deberá compararse los costos del gas frente a los costos de los reactivos de amonio empleados para el desengale.
- Se deben controlar las temperaturas para la operación ya que el desengalado con CO_2 es más rápido entre 32 – 35°C, a temperaturas mayores se corre el riesgo de que la piel se deteriore.

- Se debe controlar también el pH de la operación ya que el CO₂ produce una disminución de pH, si el pH baja drásticamente al haber un remanente de sulfuro se formara sulfuro de hidrógeno que en algunos casos puede alcanzar concentraciones altamente toxicas.

Uno de los problemas de desencalado con CO₂ es su mayor tiempo de penetración que con las sales de amonio, ya que en el caso de la piel de babilla esta posee un calibre grueso comparado con el cuero vacuno se deberán agregar pequeñas cantidades de sales de amonio para prevenir tiempos de reacción muy largos.

Con esta medida se puede reducir la cantidad de DBO descargada en el efluente, los beneficios económicos dependerán del costo entre el CO₂ y los reactivos de amonio, sin embargo, se pueden generar ahorros importantes en el tratamiento del DBO y el DQO.

La sustitución de sales de amonio por ácidos orgánicos débiles tales como el ácido bórico, el lactato de magnesio y ácidos orgánicos como el ácido láctico, ácido fórmico y el ácido acético o los esteres de ácidos orgánicos deben ser sometidos a ensayos que garanticen la calidad del desencalado, en algunos casos se han encontrado efectos positivos en la calidad del producto.

6.2 ETAPA DE CURTIDO

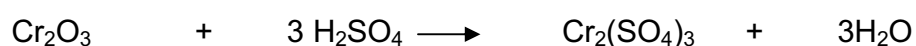
Ya que los parámetros de pH, temperatura, tiempo y acción mecánica son controlados adecuadamente en la curtiembre y así mismo estos corresponden a ensayos experimentales que garantizan una correcta operación, no se propondrá como medida, el estudio de estos parámetros.

El reciclaje de los baños residuales de curtido al cromo es una práctica que ha adquirido gran importancia en los últimos años, ya que se pretende reducir el consumo de cromo y la descarga en el efluente.

En el procesamiento de pieles vacunas este licor reciclado se utiliza generalmente para el curtido del descarte, sin embargo se han logrado buenos resultados al utilizar este baño nuevamente para el curtido de la flor. La eficiencia del reciclaje dependerá de la eficiencia del curtido, de la técnica de reciclaje empleada, del volumen residual del baño recolectado, de la carga de cromo y de la cantidad de materia orgánica y sales acumuladas. Si el agotamiento del cromo en el primer baño de curtido es mayor al 80% deberá evaluarse la factibilidad del reciclado de los baños cuando la concentración de cromo en el licor es baja. Así como para el reciclaje de los baños de escambre, es necesario agregar una cierta cantidad de insumos que se perdieron en el baño original, para el reciclaje de los baños de curtido se deberá realizar el mismo procedimiento basado en ensayos.

6.2.1 Recuperación de cromo. El método mas empleado en la recuperación de cromo para su reutilización consisten en la precipitación en medio alcalino y luego su redisolución en medio ácido. Ya que en la actualidad ECOCAIMAN cuenta con el procedimiento de precipitación de cromo, es conveniente estudiar la factibilidad de su reutilización en un nuevo ciclo de curtido. Para la recuperación de cromo se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

- Filtrar los baños residuales a procesar y remover las grasas sobrenadantes
- Precipitar los baños con el procedimiento actual
- Controlar el pH de la precipitación el cual no debe exceder a 10 para evitar la redisolución de hidróxido de cromo como $\text{Cr}(\text{OH})_3$
- Una vez realizada la precipitación el residuo filtrado se disuelve en ácido sulfúrico concentrado, usando cerca de 2 kg de ácido por kg de trióxido de cromo equivalente del residuo, con agitación permanente hasta alcanzar un pH de 2,5., si es necesario, se debe suministrar calor para alcanzar la temperatura de mezcla cerca al punto de ebullición. La redisolución depende fundamentalmente de la antigüedad y pureza del residuo filtrado. Es recomendable redissolver el residuo lo más pronto posible, ya que este se vuelve cada vez menos soluble conforme pasa el tiempo. La reacción que se lleva a cabo en esta operación es:



- La presencia de una concentración moderada de compuestos orgánicos contenidos en los baños de curtido (grasas, enmascarentes auxiliares de alta fijación, taninos, biocidas y otros), no afecta adversamente a la precipitación de cromo y su redisolución. Sin embargo, estos compuestos presentes en baños de cromo recuperados, pueden causar algunos problemas en la coloración del cuero. Los polímeros floculantes no interfieren en la reutilización del cromo. Otros contaminantes presentes se descomponen por la acción del ácido sulfúrico caliente durante la etapa de solubilización.

6.3 ETAPA DE POST CURTIDO

En la etapa de postcurtido es importante el control de la temperatura, la mas baja oferta posible de reactivos y la mas alta concentración de los mismos, ya que esto contribuye a un alto agotamiento de los reactivos utilizados en estas operaciones. La adición de polímeros anfóteros mejora enormemente el agotamiento de reactivos químicos en el teñido y el engrasado, reduciendo de esta manera la DBO en forma significativa.

Si bien es cierto que un pH bajo al final de las operaciones de pos curtido es un factor muy importante para lograr un alto grado de fijación de los agentes de teñido y engrasado, por debajo de pH 4 se corre el riesgo de lixiviar cantidades apreciables de cromo fijado en el cuero. Para curtido de piel vacuna el 50% del

romo lixiviado ocurre en la operación de recurtido, 20% en la operación de teñido y 30% en la operación de engrasado.

Los licores engrasantes pueden ser una causa de la contaminación de efluentes, especialmente en la producción de cueros de reptiles ya que requieren grandes cantidades de licores engrasantes que mejoren su blandura. Se debe tener en cuenta una adecuada selección del tipo de engrasante, ya que este puede reducir la contaminación debida a solventes orgánicos o a compuestos orgánicos clorados. Un factor importante para asegurar un alto agotamiento de engrasantes es terminar el engrasado a un pH bajo pero no menor a 4 para evitar la disolución y lixiviación de cromo en los cueros.

En la etapa de teñido es importante minimizar la cantidad de colorantes y reactivos utilizados, además de seleccionar colorantes de alto agotamiento. Así mismo evitar el uso de benzidina y otros colorantes azo así como de colorantes halogénicos los cuales deben ser reemplazados para evitar la liberación de compuestos orgánicos halogenados absorbibles (AOX). El uso de colorantes vinil sulfonio reduce esta emisión. El uso de amonio como agente penetrante, puede ser sustituido en parte por ayudantes de penetración de la piel a través de:

- Neutralización controlada utilizando sintanos neutralizantes
- El uso de reactivos aniónicos de curtido sintético previo al teñido
- La utilización de un baño de teñido frío por un periodo corto

- Control de pH en la sección transversal del cuero antes de la adición de los tintes
- Terminar el teñido a un pH bajo inferior a 4 para evitar la disolución y lixiviación del cromo contenido en el cuero.

En la etapa de acabado, dependiendo del producto final existen operaciones como el pulido y rebajado las cuales contribuyen a niveles de emisiones de polvos elevadas. El polvo asociado a esta operación contiene una cantidad apreciable de reactivos utilizados en el curtido del cuero, incluso la exposición a operaciones con polvo pueden dar lugar a mayores niveles de cromo en el cuerpo de los operarios que la exposición en operaciones húmedas como curtido al cromo. Es importante la implementación de un sistema de recolección de polvo o extracción que permita una operación segura para el trabajador. Comúnmente los ciclones son utilizados como sistemas colectores de polvos, sin embargo esta alternativa debe ser evaluada, de acuerdo con la infraestructura y adecuación.

Desde hace algunos años las casas comerciales de productos para cuero han incrementado en su mercado productos de acabado a base de agua, cuya utilización es ambientalmente mas saludable ya que el uso de productos a base de solventes orgánicos son perjudiciales para la salud.

6.4 TRATAMIENTO DE LOS VERTIMIENTOS

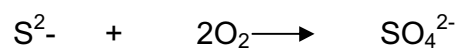
El tratamiento que se lleva a cabo en ECOCAIMAN S.A. parte de la base de la separación de los efluentes mas contaminantes del proceso: el curtido, recurtido y escambre. Los cuales se tratan de manera independiente para eliminar el contenido de cromo y de sulfuro respectivamente. Así mismo se tiene un control de sólidos gruesos a través de rejillas lo que facilita el tratamiento final de los efluentes.

La oxidación de sulfuro contenido en el baño de escambre es tratada en la actualidad con peroxido de hidrógeno, sin embargo este es un gran formador de espuma la cual captura los sólidos y hace mas difícil su precipitación. Existen otras técnicas para la eliminación de sulfuro en el efluente, las cuales podrían ser valoradas técnica y económicamente para su implementación, entre estas tenemos:

- Oxidación por aireación: Los sistemas de aireación utilizan el oxígeno del aire para oxidar diferentes sustancias como el sulfuro. El oxígeno es un gas relativamente poco soluble en agua, por lo que se requiere mantener la mas alta concentración de oxígeno en el agua mientras la reacción de oxidación progresa. Para tal efecto el tamaño de las burbujas de aire debe ser el mas pequeño posible, a fin de incrementar la velocidad de disolución del oxígeno, ya que:

- La superficie de contacto entre las burbujas de aire y la solución a oxidar, será mayor
- El tiempo que les tome en ascender y dejar la solución, también será mayor.

La dosis de oxígeno necesaria depende de varios factores, como la concentración de sulfuro, la temperatura, el tamaño de las burbujas y el tiempo de contacto, entre otros. La cantidad estequiométrica de oxígeno requerido, es:



Para disminuir el tiempo de reacción, se puede agregar un catalizador, generalmente sulfato de magnesio, en cantidades que fluctúan entre 0,5 y 1 kg por cada metro cúbico de agua residual a tratar. La cantidad óptima debe obtenerse por pruebas experimentales.

En los sistemas más comunes y sencillos, el aire, generado por un compresor, es introducido desde el fondo del tanque de aireación, a través de tubería o de una plataforma perforada cuyos orificios debe tener un diámetro pequeño. Este tanque debe tener por lo general el doble del volumen de los efluentes a tratar. Estos sistemas sencillos deben evaluarse experimentalmente antes de su implementación ya que toman demasiado tiempo para alcanzar un rendimiento óptimo.

Existen en el mercado equipos mas sofisticados basados en la formación de microburbujas que incrementan la superficie y el tiempo de contacto entre el aire y la solución. Entre los más empleados están los inyectores de aire, discos de aireación y paletas aireación.

- Inyector de aire: Esta compuesto por un motor eléctrico (N.3 en la figura) el cual se halla por encima de la superficie del agua, y lleva acoplado un eje hueco (N.4 en la figura), en cuyo extremo inferior existe un tubo eyector (N.2 en la figura) y en cuya base opera una pequeña hélice sumergida en el agua (N.1 en la figura). El empuje sobre el líquido que genera la hélice al girar a gran velocidad, crea un vacío que succiona aire a través del eje hueco y lo dispersa través del tubo eyector en el seno del líquido. El aire se mueve a través del eje hueco, sale del tubo expulsor y se dispersa en el agua en forma de finas burbujas (en promedio 2mm de diámetro)

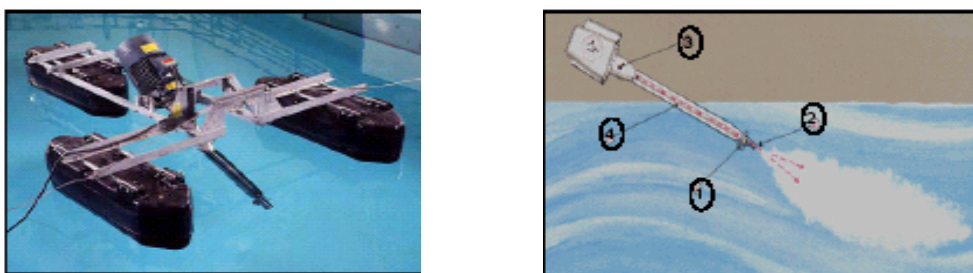


Figura N.27 Inyector de aire

Otro mecanismo de aireación, tipo inyector de aire, es llamado ‘‘Flo Get’’, el cual esta compuesto de una electrobomba sumergible y un tubo venturi.

Usa el mismo principio de eyección de agua para aspirar aire (venturi), mezclándolos en una zona muy turbulenta y generando burbujas finamente divididas que se dispersan en el líquido. Como resultado, se obtiene una elevada velocidad de transferencia de oxígeno.

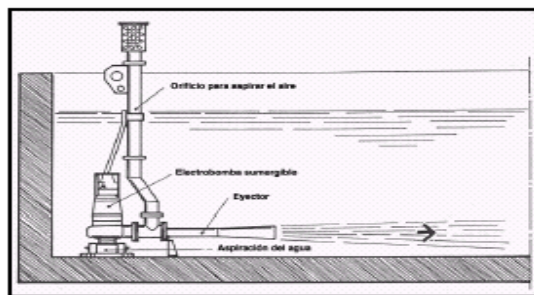


Figura N.28 Inyector tipo “Flo Get”

En los mecanismos que utilizan discos de aeración, el aire se hace pasar por unos discos de cerámica o por un diafragma elástico con orificios pequeñísimos, de manera que produzcan microburbujas con un alto incremento de la superficie de contacto entre el aire y el agua, aumentando así la transferencia de oxígeno al agua. Un disco de aeración, denominado “Radial Jet”, está constituido por un motor sumergible y una unidad hidráulica acoplada a un disco giratorio, que lleva en su interior difusores en forma de estrella. El disco giratorio tiene un diseño especial de doble aspiración. La entrada superior está en contacto directo con el líquido, mientras que la entrada inferior está acoplada elásticamente a un tubo por donde se aspira el aire. La acción del bombeo de líquido en la zona inferior crea una condición de estabilidad y elevada depresión, con lo que se consigue aspirar el aire. Éste es mezclado

violentamente con el agua en los canales del disco giratorio y, posteriormente, expulsado en forma de finas burbujas.

- Sistemas con paletas de aeración: Un sistema típico que opera con paletas de aireación consta de una pequeña plataforma flotante, con un motor en posición vertical, que mueve unas paletas para mezclar el aire con el agua, de tal manera de aumentar la superficie de contacto entre éstos.

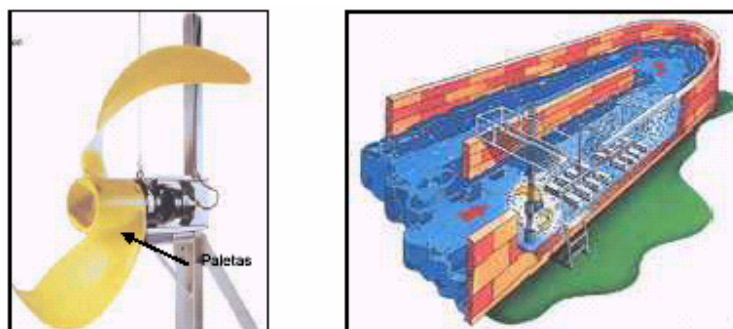


Figura N.29 Sistema con paletas de aireación

Una vez oxidado el sulfuro de los líquidos de pelambre y de sus lavados, se procede a precipitar las proteínas disueltas y en suspensión provenientes de la piel. La precipitación de las proteínas se logra cuando se alcanza su punto isoeléctrico a un pH determinado. La mayoría de las proteínas alcanzan este punto a un pH de alrededor de 5.5, por lo que el pH de la solución oxidada debe bajarse a este valor, usando, ya sea, soluciones de ácido sulfúrico preparadas para este fin, o las aguas residuales ácidas (efluentes ácidos) provenientes del piquelado y/o del curtido. Para

completar la remoción de las proteínas, éstas deben ser floculadas mediante la adición de sulfato de aluminio. Para mezclar soluciones o aguas ácidas con las de escambre, debe asegurarse que la totalidad del sulfuro haya sido oxidado.

Para comprobar que todo el sulfuro ha sido oxidado, se puede realizar una prueba simple. A una muestra de la solución oxidada, se adiciona un poco de sal de cobre (II), por ejemplo sulfato de cobre (cristales de color celeste), disuelta en agua. Si hay presencia de sulfuro, éste precipitará como sulfuro de cobre, de color negro (turbio); de lo contrario, no habrá precipitado.

La precipitación de proteínas y su posterior filtrado, puede reducir en un 50% la carga de DBO en el efluente. Más aún, la proteína recuperada puede ser utilizada como abono (por su alto contenido en nitrógeno) o, alternativamente, en la preparación de alimento balanceado para animales. En ambos casos, se debe asegurar que las proteínas no contengan sulfuro.

6.5 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS GENERADOS

En general las curtiembres presentan dos tipos de residuos sólidos:

- Orgánicos provenientes de la piel o los materiales empleados en la fabricación del cuero (albúminas)

- Inorgánicos: como sales insolubles de calcio, cromo y productos para el tratamiento de los efluentes.

Dado que las operaciones mayormente se llevan a cabo en fase líquida, estos residuos se encuentran generalmente en forma de lodos, los lodos también provienen de los procesos de precipitación.

La importancia de deshidratar lodos radica en que, si éstos son dispuestos en la tierra, varias de las sustancias contenidas en dichos lodos pueden lixiviarse e incorporarse en las aguas subterráneas y contaminarlas. El cromo y los sulfuros no son un problema tan grave ya que tienen una solubilidad limitada. Sin embargo, el cloruro de sodio y el sulfato de sodio, entre otros, son el problema mayor.

La composición de los lodos varía en función de las operaciones, del tipo de tratamiento que se da a la piel en todo el proceso del curtido y en el sistema de tratamiento de efluentes. Existen diferentes métodos para el secado de los lodos, en la actualidad ECOCAIMAN cuenta con un filtro de tres medios para la eliminación de la humedad contenida, sin embargo solo se logra remover aproximadamente el 20% de la humedad. Este método presenta grandes ventajas ya que es un método sencillo y de bajo costo, sin embargo toma mucho tiempo, el cual podría verse reducido con el acople de un sistema de ventilación forzada. Existe otro método igualmente práctico como es el secado en hornos, este es un método rápido y se pueden lograr lodos con un porcentaje de menos del 10% de

humedad. En algunas curtiembres se usa el calor generado por la radiación de la caldera para este método.



Figura N 30. Secado de lodos

Un método mas moderno es el filtrado a presión, este es mucho mas rápido que los anteriores y puede ser operado automáticamente, sin embargo el costo es considerablemente mayor.

Por lo anterior es necesario optimizar el método de secado de los lodos para reducir al máximo su porcentaje de humedad. Sin embargo la selección de alguno de estos métodos necesitará una evaluación económica y de espacio, antes de su implementación.

Los lodos de escambre pueden ser utilizados como abono mediante compostaje con otros materiales que pueden contribuir con nitrógeno y carbono. Estos deben estar libres de sulfuro para que puedan ser incorporados al suelo.

Los residuos sólidos generados como son residuos de descarte y trozos de piel cruda, pueden utilizarse en diferentes procesos industriales, como en la elaboración de alimentos para animales, en la elaboración de jabones, barnices etc. Ya que estos residuos no contienen ningún elemento químico facilita su comercialización y disposición.

Los residuos provenientes del dividido en wet blue y teñido, pueden ser utilizados para guantes de trabajo, pelotas y artesanías, fabricación de ladrillos, o para ser mezcladas con arcilla antes de introducir los ladrillos al horno, ya que estas produce ladrillos mas livianos y una coloración mas rojiza. Sin embargo se desconoce aún cual podría ser el efecto de Cr(III) cuando se somete a altas temperaturas.

Existe una discusión permanente, y que se realiza desde hace bastante tiempo, es si los residuos que contienen cromo deben o no ser clasificados y manejados como residuos peligrosos. La clasificación del Cr(III), según la Dosis Letal LD50, es parecida a la de la sal común. En la Unión Europea, estos residuos no están clasificados como peligrosos. Por su parte, el Cromo (VI) es tóxico (irrita la piel, y se piensa que es cancerígeno). En los suelos, el Cr(VI) se reduce rápidamente a Cr(III) y, en la naturaleza, solamente existe como Cr(III). Cuando el cromo precipita en el efluente, los lodos contendrán hidróxido de Cr (III), que es un compuesto insoluble. Sin embargo, la solubilidad de este hidróxido depende del pH y puede redisolverse, tanto en medio ácido, como en medio básico, pudiendo causar la contaminación de suelos y cuerpos de agua. Sin embargo, otra

investigación realizada en la Unión Europea, sobre disposición de residuos de curtiembres que contienen cromo, concluye que no hay migración u oxidación del Cr (III) ni se produce contaminación de aguas subterráneas.

6.6 EMISIONES ATMOSFERICAS Y GENERACIÓN DE RUIDO

Aunque en las curtiembres la contaminación atmosférica no es un problema de tanto impacto como el de la contaminación hídrica , los problemas relacionados con la contaminación atmosférica y generación de ruido tienen que ver mas con los programas de seguridad industrial. ECOCAIMAN lleva a cabo un programa de seguridad en este aspecto, sin embargo la concientización y correcta utilización en el uso de los materiales de seguridad por parte de los empleados es una medida que puede minimizar cualquier riesgo que se pueda presentar por este hecho. Así mismo la utilización de productos en base agua y la correcta manipulación de los productos en presentación en forma de polvos, son aspectos de gran importancia.

Ya que en la etapa de acabado se presenta un punto critico, es indispensable tener allí un sistema de extracción que garantice las medidas de seguridad necesarias de esta operación.

Para la minimización de ruido es conveniente evitar el uso de engranajes y ser reemplazado por poleas, se debe garantizar una adecuada protección acústica para los trabajadores.

6.7 AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA

La calidad del agua usada en el proceso de curtición tiene una influencia directa sobre la calidad del cuero producido. La composición del agua, así como las variaciones frecuentes de ésta, pueden perjudicar las operaciones normales de la curtiembre, la calidad del producto o la salud de los trabajadores. Por esas razones, se deben tomar precauciones para evitar problemas, mediante controles periódicos de los principales parámetros. El control puede lograrse a través de un programa de monitoreo de la calidad del agua, que puede ser anual, ya que se utiliza agua proveniente del acueducto.

Según el Vademecun de la BASF la calidad del agua requerida puede variar dependiendo del tipo de operación, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N. 26. Calidad del agua requerida para distintas operaciones en curtiembres

OPERACIÓN	CALIDAD DEL AGUA
Remojo.	Una dureza media ¹¹ es aceptable. No es conveniente un elevado
Pelambre.	La dureza no perjudica al pelambre con cal y sulfuro, pero sí al enzimático.
Lavado después de pelambre. Desencalado y purgado (o rendido).	Con un elevado contenido de carbonato, existe el peligro de formación de "manchas de cal" y en el purgado perjudica la acción enzimática.
Piquelado y curtido al cromo	La dureza es aceptable.
Teñido y engrase.	Es favorable el empleo de agua blanda exenta de hierro.

Fuente: Vademecun para el Técnico en Curtición, BASF

¹ Rango de dureza total del agua : de 0-150 mg de CaCO₃/l = dureza baja, de 150– 300 mg CaCO₃/L = dureza media; de 300 mg CaCO₃/L en adelante = dureza alta

Debido a que el consumo de agua es importante para el procesamiento del cuero es necesario adelantar un programa de ahorro de agua cuyas actividades pueden contemplar lo siguiente:

6.7.1 Concientizar y capacitar el personal. Se debe concienciar y capacitar al personal sobre la importancia de conservar el recurso agua y, por ende, de la necesidad de hacer un uso racional del mismo. Debe existir el convencimiento de que el agua es un insumo importante y valioso, que tiene un costo que afecta la rentabilidad de la empresa, y que la mayor parte del agua utilizada en el predio se convierte en agua residual, que debe ser tratada, también a costo de la empresa. La gerencia debe estar involucrada en el programa de ahorro de agua. Sin apoyo de los más altos niveles de la empresa, un programa de esta naturaleza no dará buenos resultados.

La capacitación de los empleados debe estar dirigida a introducir prácticas de uso eficiente del agua, tales como: el uso de cepillos y raspadores de goma, para todas las operaciones de limpieza de pisos, en lugar del chorro de agua de una manguera, que solo debe usarse para el lavado final; la dosificación correcta del volumen de agua requerido en las operaciones de producción y en los lavados de pieles.

6.7.2 Identificar y reparar o evitar pérdidas de agua por fugas o rebalses.

Normalmente, las fugas ocurren en tuberías, mangueras, válvulas, grifos, inodoros, tanques de almacenamiento y otros. Las actividades mencionadas deben realizarse en todas las áreas de la planta, incluyendo el sistema de abastecimiento de agua de la planta, áreas de producción, baños, oficinas, etc.

Asimismo, se debe identificar la presencia de fugas y pérdidas mientras la curtiembre no está trabajando. Una vez por semana o por mes, la empresa debería leer el medidor principal de agua al final del día de trabajo, y luego a primera hora de la mañana siguiente, a fin de calcular el volumen de agua consumida durante la noche. El volumen de agua consumido por una planta mientras ésta no está en funcionamiento, es generalmente igual al volumen de agua desperdiciada por fugas, rebalses o usos de agua ajenos a la producción.

6.7.3 Captar agua de lluvia. Aprovechar el agua de lluvia captándola y almacenándola. Para evaluar la factibilidad de esta medida, debe consultarse la precipitación pluvial de la zona donde está instalada la planta.

6.7.4 Instalar equipos ahorradores de agua en toda la planta. Por ejemplo, grifería de cierre temporizado, pistola de cierre automático para mangueras, válvulas reguladoras de presión, válvulas con flotadores de cierre para tanques de

almacenamiento de agua, duchas de bajo caudal, etc. Existen en el mercado diferentes tipos de ahorradores de agua como estos:



Figura N. 31 Dispositivos ahorradores de agua

6.7.5 Utilizar baños cortos. Se entiende por “baño corto” a un baño preparado con un volumen de agua reducido. Esta medida permite reducir el consumo de reactivos y el tiempo de operación, ya que con soluciones más concentradas se obtiene mayores agotamientos y se acelera la penetración de los reactivos químicos en la piel/cuero. Asimismo, los baños cortos reducen el volumen del efluente y, por ende, los costos de su tratamiento final. No obstante, debe tenerse cuidado con el uso de baños cortos, ya que éstos pueden incrementar el desgaste de la estructura de los fulones y disminuir su vida útil, debido a que las pieles/cueros golpearán con mayor fuerza las paredes del fulón.

6.7.6 Programa de buenas prácticas operativas (good housekeeping).

Algunas de las medidas importantes relacionadas con buenas prácticas operativas, son:

- Establecer un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria, especialmente de la rebajadora, así como de las tuberías, válvulas, etc., para contribuir a mejorar la calidad del producto y minimizar sus pérdidas y de los insumos.
- Establecer un sistema de recolección de derrames y su disposición adecuada.
- Contar con pisos planos y lisos en todos los ambientes de la planta, para facilitar la limpieza de los pisos con escobas.
- Colectar aceites y grasas provenientes de la lubricación de los engranajes de los fulones para reutilizarlos o disponerlos adecuadamente.

6.8 USO EFICIENTE DE LA ENERGIA.

Como se explicó anteriormente el consumo de energía constituye un recurso altamente importante en el proceso de curtido. Para la disminución del consumo se deberá tener en cuenta lo siguiente:

6.8.1 Planificar la producción con respecto al consumo de energía eléctrica.

Con una adecuada programación en la que se establezca la mayor capacidad de los fulones para su utilización, se tendrá que a mayores volúmenes de producción, los consumos específicos de energía son menores. Con esta adecuada programación se reducirá el consumo específico de otros insumos, tales como agua y gas, con la consecuente disminución de los costos específicos de producción en relación a estos. Así mismo la disminución del consumo en energía eléctrica, disminuirá el impacto ambiental que conlleva su generación.

6.8.2 Otras medidas relativas al uso eficiente de energía eléctrica.

- Instalar medidores de energía eléctrica en secciones específicas de la planta, particularmente donde los consumos de energía sean elevados o sean de uso permanente. Por ejemplo, colocar medidores en las bombas de suministro de agua, en la zona húmeda y en el cuarto de máquinas
- Monitorear del consumo de energía eléctrica en las operaciones más importantes. Esto permite una adecuada asignación de costos y facilita el control de fallas y usos no eficientes de la energía.
- Registrar las lecturas diarias de todos los medidores instalados, a fin de ejercer un control del consumo de energía y potencia. Esto permite el manejo manual de la demanda máxima.
- Realizar el mantenimiento periódico de todas las instalaciones eléctricas (cables, tableros, etc).

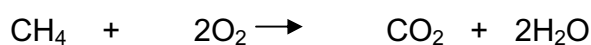
- Reemplazar o adecuar el funcionamiento de motores y otros equipos sobredimensionados.
- Redimensionar y adecuar las instalaciones eléctricas. Por ejemplo, conductores con diámetros inadecuados y longitudes excesivas.
- Balancear las cargas de cada fase (es decir, igualar las potencias en uso de cada fase).
- Ajustar las conexiones eléctricas para disminuir pérdidas de energía y minimizar el riesgo de accidentes en la planta.

6.8.3 Medidas relativas al uso de energía térmica.

6.8.3.1 Optimizar el uso de la caldera. Una regulación y control permanente de la caldera, permitirá optimizar su funcionamiento, alargar su vida útil y, en consecuencia, generar importantes ahorros económicos, además de disminuir las emisiones de gases con efecto invernadero. Para optimizar el funcionamiento de la caldera, se debe tomar las siguientes medidas:

6.8.3.1.1. Mantener una relación óptima de la mezcla aire-combustible. Una relación aire-combustible óptima es vital para un eficiente proceso de combustión. Una mezcla con gran exceso de aire, provoca el enfriamiento de los gases de combustión, con la consecuente disminución de la eficiencia en la transferencia de

calor. Por otro lado, una mezcla “rica en combustible” (falta de aire) causa una combustión incompleta, con la emisión de combustible parcialmente quemado a través de la chimenea. Para cada tipo de combustible, existe una relación aire-combustible óptima. Por ejemplo, para el gas natural, el exceso de aire adecuado oscila entre el 10 a 15% respecto a la relación estequiométrica:



Para regular el funcionamiento óptimo de una caldera, es aconsejable el uso de un equipo denominado “analizador de gases”. Existen en el mercado empresas que pueden prestar este servicio de análisis. Así mismo, se puede mejorar el rendimiento de la caldera, midiendo los flujos de aire y de combustible, así como la temperatura de los gases de combustión a la salida de la chimenea. Para esto, es necesario disponer de medidores de flujo del combustible y del aire, y de una termocupla o de un termómetro que registre temperaturas de hasta por lo menos 250 °C. Si la temperatura de los gases de la chimenea está por debajo de 140 °C, es posible que exista un exceso de aire mayor al recomendado. Un alto contenido de monóxido de carbono en los gases, indica combustible no quemado o defecto de aire. En ambos casos se debe regular el flujo de combustible y el de aire, hasta encontrar la relación óptima Otra manera de detectar un exceso o defecto de aire es observando el color de la llama; si ésta presenta una coloración amarilla -rojiza, significa que existe defecto de aire; mientras que si se nota una llama azul, entonces es posible que el flujo de aire sea el correcto. Sin embargo, cuando la

llama es azul, es difícil distinguir si existe un exceso de aire, debiéndose, cruzar esta información con la temperatura de la chimenea.

6.8.3.1.2 Ejecutar un programa continuo de mantenimiento de la caldera.

Realizar inspecciones técnicas de la caldera en forma periódica, así como verificar el buen funcionamiento del quemador. Un incorrecto alineamiento de éste puede provocar malas mezclas aire-combustible. Asimismo, debe efectuarse una limpieza periódica de los tubos por donde pasa el agua o los gases de combustión, ya que la presencia de cualquier obstrucción o agente extraño en ellos, reduce la eficiencia del intercambio de calor y, por lo tanto, el rendimiento de la caldera.

6.8.3.2. Reducir las pérdidas de energía térmica por falta de aislamiento.

La falta de aislamiento en los sistemas de aprovisionamiento y distribución de energía térmica (caldera, tuberías de vapor y de condensados, acoples, tanques, etc.) ocasiona pérdidas de calor por convección e, incluso, por radiación, a través de las superficies externas que se encuentran a alta temperatura (por ejemplo, partes de la cámara de combustión y ductos expuestos). Adicionalmente, temperaturas superiores a los 90 °C en las superficies de tuberías y equipos, representan riesgos para el personal y, en algunos casos, peligros de incendio.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Una vez evaluadas cada una de las etapas del proceso se concluyó que la etapa de ribera presenta los niveles de DBO, DQO, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables y sulfuro, mas altos durante todo el proceso, esto debido a que estos efluentes contienen gran cantidad de sal, grasas, carne y otros componentes orgánicos de la piel que contribuyen a una alta carga de la demanda biológica de oxígeno y de sólidos suspendidos. Igualmente es en esta etapa donde se realizan las operaciones necesarias para retirar todo el material hecho de queratina (escamas), con la ayuda de sulfuro de sodio y un álcali. El sulfuro constituye uno de los principales contaminantes de este efluente, sin embargo ECOCAIMAN realiza el proceso de escambre con la ayuda de enzimas los que disminuye su consumo. Es también la etapa de ribera donde se consume el 54% del agua requerida para el proceso y el 47% de los insumos por lo cual constituye un efluente de carácter importante desde el punto de vista ambiental.
- La etapa de curtido tiene como principal afectación la utilización de sales de cromo para la transformación de las pieles en cuero. El consumo de agua es menor con respecto a las otras etapas, sin embargo las descargas son de carácter ácido y el hecho que contengan sales de cromo constituyen desde el punto de vista ambiental un impacto significativo, por su posible transformación de cromo trivalente a hexavalente, el cual es cancerígeno y

tiene propiedades acumulativas. Los residuos generados durante la etapa de rebajado, deben tener una disposición adecuada ya que igual que las pieles contienen sales de cromo.

- Los procesos de recurtido y acabado se realizan como etapa final para reafirmar la curtición y definir las características finales del cuero tales como: suavidad, flexibilidad, tacto, calibre, color, etc. Las operaciones llevadas a cabo generan el mayor consumo de energía del proceso (59%), así mismo la cantidad de residuos generados representa el 79% del total, ya que al rebajar el calibre del cuero se obtienen virutas de cromo teñidas que son dispuestas al relleno Doña Juana. Durante la etapa de acabado las emisiones a la atmósfera son controladas a través de extractores y protección respiratoria. Las descargas líquidas provenientes de esta etapa contienen la mayor parte de tensoactivos, grasas y aceites y un remante de cromo proveniente de la etapa de recurtido.
- ECOCAIMAN lleva a cabo medidas de control que facilitan un manejo adecuado de los insumos y materias primas, así mismo cuenta con equipos de medición de los parámetros más importantes durante el proceso, lo que garantiza una calidad adecuada del producto y un correcto aprovechamiento de cada uno de los materiales utilizados en este. Además provee a los trabajadores equipos de seguridad y programas de medicina preventiva que disminuyen el riesgo de un impacto nocivo para la salud de sus empleados.

- En la actualidad ECOCAIMAN S.A. CI cuenta con un sistema de tratamiento de sus vertimientos que le permite el cumplimiento de la normatividad ambiental exigida por el DAMA. El sistema de tratamiento se basa en la separación de los baños de escambre, curtido y recurtido para el tratamiento individual de los parámetros de sulfuro y cromo respectivamente. La empresa cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales donde se lleva a cabo un tratamiento primario de coagulación –sedimentación, los lodos generados por la planta así como los obtenidos por el tratamiento de los baños de curtido, recurtido, y escambre, son sometidos a filtración en donde se les retira un 20% de humedad; estos los junto con los demás residuos del proceso son dispuestos en sacos para envío al relleno sanitario.
- Como medidas para minimizar los impactos generados se propone reutilizar los baños de remojo, escambre, lavados de escambre y curtido, ya que el agotamiento de estos baños no es total y es factible su reutilización, lo que disminuirá la cantidad de sulfuro, cromo, cal y materia orgánica presente en el efluente.
- Se propone el desencale con dióxido de carbono con el fin de reducir las sales de amonio utilizadas en esta etapa, previo a la implementación de esta medida se deben evaluar los tiempos de reacción ya que el dióxido de carbono necesita tiempos de reacción muy largos, si es necesario se deberá combinar el desencale con CO₂ y la utilización de ácidos orgánicos débiles para mejorar la operación.

- Ya que ECOCAIMAN cuenta con los equipos necesarios para el control de pH, se recomienda realizar análisis de laboratorio para determinar el pH óptimo para la finalización de las operaciones de curtido, recurtido y teñido, con el fin de evitar la lixiviación de cantidades importantes de cromo en el efluente, lo que no solo influiría en materia ambiental sino que podría afectar la calidad del producto.
- Para cada una de las etapas se recomienda utilizar agentes de alto agotamiento para garantizar que el producto agregado efectúe la acción deseada sobre las pieles y no se disponga con los efluentes, esto influirá notoriamente en la calidad del cuero y además en el consumo de productos y costos de tratamiento de los efluentes.
- Para la etapa de teñido es importante evitar el uso de benzidina, colorantes azo y halogénicos ya que son cancerígenos y pueden afectar la salud de los empleados. Debido a que es en esta etapa donde se presenta el mayor consumo de tensoactivos es recomendable valorar la cantidad mínima necesaria para lograr el efecto deseado.
- Se recomienda estudiar otras técnicas como la de oxidación por aireación, para la eliminación de los sulfuros presentes en la etapa de escambre, ya que se podría obtener una mayor efectividad en tratamiento de este parámetro.
- Evaluado el porcentaje de humedad que se le retira a los lodos provenientes de la planta de tratamiento, es importante considerar la

adecuación de un sistema de ventilación forzada que permita obtener tortas de lodos mas secas en menor cantidad de tiempo.

- Debido a que en la actualidad no se le da ningún tratamiento a los residuos sólidos generados, se recomienda adelantar campañas de reciclaje y de comercialización de los residuos ya que se podrían utilizar para la elaboración de otros productos como ladrillos, pelotas, guantes, etc.
- Es importante adelantar campañas que promuevan la concientización del personal sobre los recursos utilizados tales como: agua, luz, y gas, ya que sin la colaboración de estos las medidas que se deseen implementar no tendrán éxito. El departamento de producción deberá planificar la producción teniendo en cuenta el consumo de energía eléctrica y energía térmica pues esto promoverá el mejor aprovechamiento de estos insumos disminuyendo el impacto ambiental debido a su generación.
- Aunque se cuentan con sistemas de extracción en las zonas de píquel, acabado, y zona húmeda, es importante evaluar la efectividad de estos ya que las emisiones de vapores y material particulado pueden afectar gravemente la salud de los empleados

BIBLIOGRAFIA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE -
Cálculos Proexport-Colombia

CÁMARA NACIONAL DE INDUSTRIAS BOLIVIANAS. Guía técnica para la
producción más limpia para curtiembres. Bolivia, 2002. 237 p

CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA Y TECNOLOGÍAS
AMBIENTALES. Casos de aplicación de producción más limpia en Colombia.
Medellín: CNPMLYTA, 2002.

CEPIS, Informe técnico sobre la minimización de residuos en una curtiembre.
Bolivia, 1997.

CONAMA. Guía para la prevención y el control de la contaminación industrial.
Chile. 1999. 230 p.

DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE
Guía Ambiental para el sector de curtiembre. Bogotá: DAMA, 2000. 130 p

DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE.
Términos de referencia para la elaboración del estudio de factibilidad de la planta de tratamiento de efluentes del sector de San Benito, localidad de Tunjuelito de la Ciudad de Santa fe de Bogotá. Bogotá: DAMA, 1999.

DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE
Valoración del impacto ambiental de la pequeña y mediana industria. Bogotá: DAMA. 1996.

JICA – DAMA. Estudio de prevención de la contaminación Industrial por la promoción de tecnologías de producción mas limpias en Santa fe de Bogotá. Bogotá: DAMA. 1999.

MILLER, Stuart, Reporte técnico para la industria de curtiembres en el Perú, Lima, 1999.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO, INTEGRACIÓN, Y
NEGOCIACIONES COMERCIALES INTERNACIONALES. Propuesta de LMP para el subsector curtiembres. Lima. 2001

URIBE, Eduardo. La pequeña y mediana industria y su relación con las regulaciones y las instituciones ambientales en Colombia. Bogotá: DAMA. 1995

VILA, Miguel. Evolución de la industria de curtidos, disminución de la contaminación, sistemas de depuración, ahorro y recirculación de agua y tecnologías emergentes. Bogotá. 2002

Para la elaboración del presente documento se consultaron las siguientes direcciones en internet:

www.basf.com

www.cueroamerica.com

www.cueronet.com

www.edym.com/CDpiel/docs/apendices/lexic02.html

www.proexport.com.co

www.wcmx.org.uk/CITES/spanish/index.html