



Facultad de Química-Farmacía

Departamento de Ingeniería Química

Trabajo de Diploma

Título: Evaluación del Impacto Ambiental de la producción de Rebajo Guante Hidrofugado mediante la utilización del Análisis de Ciclo de Vida.

Autora: Lic. Juliet Alonso Collado.

Tutoras: MSc. Pastora de la C. Martínez Nodal.
Ing. Gretel González López.

Asesora: Dra. Elena Rosa Dominguez.

Santa Clara 2009



PENSAMIENTO



“La naturaleza inspira, cura, consuela, fortalece y prepara para la virtud al hombre y el hombre no se halla completo ni se revela a sí mismo, ni ve lo invisible sino en su íntima relación con la naturaleza”

José Martí

DEDICATORIA

A mis padres

A mi hermano

A Valentín

A mi chiquitico (Ignacito)

A mis siempre compañeras de aula

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de corazón a tantas personas que me han ayudado, brindando su apoyo desinteresado para que pudiera alcanzar este sueño, en especial a mis tutoras.

A todos muchas gracias

RESUMEN

Resumen:

El presente trabajo se desarrolló en la Unidad Empresarial de Base (UEB) "La Raupereza" perteneciente a la Empresa de Tenería Villa Clara (TENEVIC), situado en el poblado de Zuluetas, municipio de Remedios. En esta instalación se realiza el proceso productivo del Rebajo Guante Hidrofugado (RGH), el cual generan emisiones, que deben ser tomadas en consideración cuando se desea evaluar su efecto sobre el medio ambiente. Solo con una **Evaluación del Ciclo de Vida** se tendrá una valoración cuantitativa del impacto ambiental que ocasionan estas instalaciones.

El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto ambiental asociado a la producción de RGH mediante la aplicación de la metodología del Eco-indicador 99 y usando el software SimaPro v 7.1 de Pre Consultant, a partir de la información brindada por el diagnóstico ambiental efectuado, que permitió la confección de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema para la Unidad Funcional considerada que fue 1 Kg de piel y proponer alternativas de producción más limpia que permitan minimizar los mismos. Con las propuestas de de alternativas de P+L se logran disminuir significativamente los impactos ambientales ocasionados por el proceso de RGH.

ABSTRACT

Abstract

The present work was developed in the Enterprise Unit (UEB basic) "La Raupereza" pertaining to the Tannery Enterprise Villa Clara (TENEVIC), located in the town of Zuluetas, municipality of Remedies. In this installation the productive process of Rebajo Guante Hidrofugado is realized (RGH), which generates emissions, those that must be considered when it is desired to evaluate his effect on the environment. With a **Life Cycle Evaluation** of the quantitative valuation the environmental impact will only be had that causes these facilities.

The objective of this work is to evaluate the associate environmental impact to the production of RGH by means of the application of the methodology of Echo-indicator 99 and using software SimaPro v 7,1 of Pre Consultant, from the information offered by the carried out environmental diagnosis, that allowed the preparation of an inventory of the entrances and excellent exits of the system for the Functional Unit considered that was 1 kg of skin and to propose alternatives of production cleaner than allow to diminish the same. With the proposals of P+L alternatives they are managed significantly to diminish the environmental impacts caused by the RGH process.

ÍNDICE

Índice

Introducción	1
Capítulo I: Revisión Bibliográfica	4
1.1 Panorámica general sobre la situación ambiental.....	4
1.1.1 En Cuba.....	4
1.1.2 En la provincia de Villa Clara	5
1.1.3 En el sector del curtido de las pieles.....	6
1.2 Generación de residuos y sus efectos.....	7
1.3 ¿Cómo mejorar el desempeño ambiental de las empresas?	12
1.4 Metodologías para evaluar impactos ambientales.....	12
1.4.1 Prácticas de producciones más limpias	13
1.5 Análisis del ciclo de vida (ACV).....	17
1.5.1 Antecedentes del ACV.....	17
1.5.2 Metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV).....	18
Conclusiones Parciales.	20
Capítulo II: Diagnóstico Ambiental en la UEB “ La Raupereza ”	211
2.1 Datos generales de la UEB “ La Raupereza ”	21
2.1.1 Desempeño ambiental de la UEB “La Raupereza”	22
2.1.1.1 Los principales problemas ambientales generados por la UEB.....	23
2.2 Descripción del proceso tecnológico del procesamiento de Rebajo Guante Hidrofugado (RGH) e identificación de sus residuos	23
2.2.1 Residuales líquidos. Caracterización.....	27
2.2.2 Gestión de los residuos sólidos	27
2.3 Balance de materiales fundamentales en la UEB	28
2.4 Emisiones de ruidos.....	37
2.5 Materias primas.....	37
2.5.1 Agua.....	37
2.5.1.1 Fuente de abasto de agua.....	38
2.5.1.2 Consumo de agua del 2006-2008	38
2.5.1.3 Consumos de agua para cada operación del proceso productivo	38
2.5.2 Productos químicos	39
2.5.2.1 Desechos Peligrosos.....	40
2.6 Manejo de la Energía	40
2.6.1 Portadores energéticos del 2006 - 2008	40
2.6.2 Distribución de las fuentes de energía	40
2.6.2.1 Consumo de energía eléctrica	41
2.6.2.2 Emisiones atmosféricas	41
Conclusiones Parciales.	42
Capítulo III: Evaluación de Impacto Ambiental en el proceso de producción de RGH.45	
3.1 Evaluación de impacto ambiental en el proceso de producción de RGH mediante la aplicación del ACV.....	45
3.2 Alternativas que eprmitan reducir el impacto ambiental ocasionado al medio ambiente por la producción de RGH	51
3.2.1 Cambios de procedimientos	52
3.2.1.1 Batanado de pieles saladas antes del remojo.....	52
3.2.1.3 Pelambre con recuperación de pelo.....	53
3.2.1.4 Reciclaje de las aguas residuales del pelambre.....	53
3.2.1.5 Separación de baños residuales del pelambre y del curtido al cromo... 54	
3.2.1.6 Segregación del sulfuro de los efluentes	55
3.2.1.7 Serrajes vacunos en tripa	55

3.2.1.8 Reciclaje de los licores de piquelado	55
3.2.1.9 Técnicas de alto agotamiento de cromo.....	55
3.2.1.10 Determinación correcta del peso en todo el proceso.....	56
3.2.1.11 Uso de sistemas de baños cortos	56
3.2.2 Recuperación de material.....	57
3.2.2.1 Reciclaje de alta tecnología del sulfuro	57
3.2.2.2 Reutilización de subproductos del descarnado en verde	57
3.2.2.3 Reciclaje de residuos para producción de fertilizantes	57
3.2.2.4 Recuperación de carnazas y recortes encalados.....	58
3.2.3 Buenas prácticas ambientales (BPA)	58
3.2.3.1 Gestión just-in-time	588
3.2.3.2 Limpieza periódica para controlar problemas de olores.....	59
3.2.3.3 Control y usos del agua del proceso	59
3.2.4 Sustitución de productos químicos	60
3.2.4.1 Minimización del impacto de los efluentes del recurtido.....	60
3.2.4.2 Reducción del uso de amonio en el desencalado	60
3.2.5 Mejora de las instalaciones externas complementarias.....	61
3.3 Evaluación de las alternativas para disminuir el impacto ambiental el la producción de RGH.....	61
Conclusiones Parciales.....	66
Conclusiones.....	67
Recomendaciones	68
Bibliografías	69

INTRODUCCIÓN

Introducción

Todos los procesos de la vida se caracterizan por los continuos cambios que en ellos ocurren; de esto no escapan la ciencia y la tecnología. En la medida en que los cambios han tenido lugar en las esferas socio-económica, políticas y culturales, también han ocurrido en la estrategia a la problemática ambiental.

Han sido muchos los esfuerzos que ya se han materializado en la comprensión de la relación compleja e independiente entre la actividad humana y el medio ambiente **(Latina, 2006)**.

La aplicación rigurosa de disposiciones legales para controlar las emisiones industriales en los países desarrollados ha provocado que algunas industrias, sobre todo las más contaminantes, cierren sus puertas o se trasladen a otros países que les brindan facilidades para el desarrollo de sus actividades productivas. En América Latina, la falta de legislación ambiental y el bajo costo de la mano de obra propiciaron la instalación de estas industrias, lo que ha afectado negativamente la calidad ambiental de la Región de América Latina y el Caribe. **(Espinosa, 2009)**

En Cuba existen fuentes puntuales de contaminación, donde el 70% de las mismas corresponden a instalaciones industriales y agropecuarias, destacándose la industria azucarera y sus derivados, la actividad agropecuaria y las industrias básica y alimenticia, como sectores productivos de mayor incidencia, en el deterioro del saneamiento ambiental y de las condiciones en los diferentes territorios.

Basado en la importancia que nuestro país le ha dado a estos problemas, se ha venido trabajando en una Estrategia Ambiental Nacional como concepción integral para el logro del desarrollo sostenible en el país, constituyendo la base sobre la cual se proyectarán las acciones en el campo de la Producción Más Limpia, por lo que deberá incluir explícitamente este concepto y promover su aplicación sistemática, para fortalecer los programas y esfuerzos nacionales de lucha contra la contaminación, mejora la gestión ambiental y económica de las empresas. La integración y potenciación de los instrumentos de gestión ambiental vigentes en el país constituyen un elemento imprescindible para su implementación exitosa. **(Martínez, 2003)**

Las Estrategias Sectoriales y Territoriales, en las cuales se identifican los principales problemas ambientales y se establecen los planes y programas de acción en cada sector de la economía y territorio, respectivamente, deberán introducir este nuevo enfoque como vía para disminuir las cargas contaminantes emitidas al medio ambiente y mejorar la eficiencia económica de las empresas.

En la actualidad la gestión ambiental ha venido trazando nuevas vías, para mejorar las condiciones ambientales de productos. La Empresa Pré Consultant, ha trazado métodos analíticos más prometedores como es el: Análisis de Ciclo de Vida (ACV) Esta es una de las

herramientas aplicables, siendo muy empleada en países desarrollados y especialmente en Europa. Para la evaluación de impactos que propone el ACV como metodología general, se requiere el empleo de un Ecoindicador que señale el impacto provocado. El Eco-indicador 99 permite llevar a cabo este proceso, apoyándose para el cálculo del mismo en el software profesional SimaPro v 7.1 de Pre Consultant. En sentido general este método consiste en evaluar cada uno de los impactos ambientales generados a lo largo de la vida del producto. Para nuestro país los niveles de contaminación actuales comienzan a ser significativos y se ha tomado conciencia de que las empresas tienen que mejorar su desempeño ecológico. **(Márquez, 2007)**

Uno de los sectores con alta carga de contaminación que tiene el mundo y Cuba no está exenta del mismo es el de las curtiembres, por la gran generación de residuales con altos contenidos de materia orgánica y concentraciones que pueden alcanzar niveles tóxicos de sustancias tales como sulfuro y cromo trivalente el cual requiere de urgente atención para minimizar el impacto de sus desechos.

Por lo que creemos que en este sector industrial se pueden obtener producciones más limpias; proponiendo, nuevas estrategias en los procesos productivos, y el uso adecuado de los recursos, desde la perspectiva renovable, la cual es la principal tarea a desarrollar.

En este trabajo se plantean el problema científico, la hipótesis y los objetivos:

Problema científico:

No existe un estudio de evaluación de impacto ambiental en la producción de Rebajo Guante Hidrofugado (RGH), que permita cuantificar los daños que provoca sobre el medio ambiente este proceso y así poder proponer mejoras que mitiguen los mismos, para lograr un producto lo más ecológico posible.

Hipótesis General:

Con la realización de una Evaluación de Ciclo de Vida en el proceso productivo de RGH, se puede obtener una valoración cuantitativa del impacto ambiental que ocasiona sobre el medio ambiente la producción de Rebajo Guante Hidrofugado (RGH), lo que permite proponer alternativas para mitigar los posibles daños ocasionados.

Objetivo General:

Evaluar el impacto ambiental asociado a la producción de RGH en la Unidad Empresarial de Base (UEB) "La Raupereza" y proponer alternativas de producción más limpia que permitan minimizar los mismos.

Objetivos Específicos:

1. Conocer la situación ambiental de la UEB "La Raupereza" mediante la realización de un diagnóstico ambiental empresarial.

2. Evaluar el impacto ambiental del proceso actual mediante el ACV, auxiliándose del software SimaPro v 7.1 de Pre Consultant.
3. Proponer alternativas que permitan reducir paulatinamente los impactos provocados por el proceso y realizar un análisis comparativo antes y después de las alternativas propuestas.

CAPÍTULO I

Capítulo I: Revisión Bibliográfica

En el curso de los años la humanidad se ha ido desarrollando a un ritmo bastante acelerado. De igual forma el hombre ha modificado la manera de vestir, las costumbres alimenticias y hasta su forma de pensar, que en algunas ocasiones manifiesta la degradación de esa sensibilidad que lo caracterizaba en sus inicios, cuando estaba consciente del valor inestimable de la tierra y velaba celosamente por su cuidado, porque sabía que dañándola a ella, a las plantas, contaminando el aire y haciendo desaparecer los animales, terminaría la vida y empezaría la lucha por la imposible supervivencia.

Por lo que la protección y cuidado del medio ambiente es una preocupante que está asediando desde hace muchos años a la humanidad. A escala mundial existen grandes problemas que permanecen aún sin resolver. (Morales, 1999)

1.1 Panorámica general sobre la situación ambiental

A continuación se exponen los problemas ambientales fundamentales en Cuba, Villa Clara y en el sector del curtido.

1.1.1 En Cuba

La situación ambiental del país no puede dejar de enmarcarse dentro del proceso histórico, económico y social por el que se ha transitado y por su vinculación y efectos producidos sobre el medio ambiente.

Las profundas transformaciones económicas y sociales logradas por el proceso revolucionario, condujeron a cambios favorables en las condiciones de vida de la población y consecuentemente un incremento en las acciones en la protección y conservación de los recursos naturales, los que son considerados como patrimonio de todo el pueblo. Paralelo a estos logros han existido errores y deficiencias, dados fundamentalmente por la insuficiente conciencia, conocimientos y educación ambiental, la carencia de una mayor exigencia en la gestión, la limitada introducción y generalización de los resultados de la ciencia y tecnología, la aún insuficiente incorporación de la dimensión ambiental en las políticas, planes y programas de desarrollo y la ausencia de un sistema jurídico lo suficientemente integrador y coherente. Por otra parte, la carencia de recursos materiales y financieros ha impedido alcanzar niveles superiores de protección ambiental, lo que se ha agudizado en los últimos años por la situación económica en la que se ha visto inmerso el país, debido a la pérdida de las relaciones comerciales con el antiguo campo socialista y el sostenido e incrementado bloqueo económico de Estados Unidos. Sin embargo, en tanto la capacidad para aprender y extraer experiencias de las dificultades, es también consustancial a nuestro proceso, la idea de la sostenibilidad lejos de debilitarse se ha reforzado, ya que hemos adquirido mayor conciencia y nuevas habilidades para emplear de modo racional nuestros recursos, trabajando en la búsqueda de

mayor eficiencia en los nuestros procesos productivos sobre la base de la calificación técnica y científica de los trabajadores.

La creación en 1994 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente dio lugar a un importante impulso a la política y la gestión ambiental nacional. Este trascendental cambio institucional, impuso a su vez la necesidad de revisar los marcos estratégicos y regulatorios del país, en materia de medio ambiente. Es sobre la base de cubrir estas exigencias que se desarrolló la Estrategia Ambiental Nacional (EAN), cuyo diseño comenzó en 1995, prolongándose hasta mediados del año 1997 en que resultó aprobada por el Gobierno. La visión del nuevo ciclo de la Estrategia Ambiental Nacional (2005/2010 y aprobada en octubre 2006) es alcanzar un estadio superior en la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, haciendo un uso eficaz de los recursos financieros y materiales de que dispone el país, en aras de alcanzar las metas de un desarrollo económico y social sostenible.

Cuba ha ratificado los principales Convenios Ambientales Internacionales y ha expresado la voluntad política de contribuir a la mejora del medio ambiente nacional, regional y global, lo que se ha traducido en el cabal cumplimiento de los compromisos contraídos internacionalmente en el ámbito nacional. La Estrategia Ambiental Cubana representa una contribución importante al desarrollo sostenible y es en esencia, una estrategia de continuidad. La idea de la sostenibilidad es intrínseca a los principios socialistas que sustenta nuestro modelo revolucionario.

De esta manera, un elemento que marca la diferencia y caracteriza la visión de Cuba sobre este tema, apunta a las ventajas que el socialismo como sistema ofrece para el desarrollo de una política ambiental efectiva, en particular por el papel decisivo del Estado y las ventajas de una economía planificada, con capacidad para proyectar de forma armónica y a largo plazo, el uso de los recursos. Su concepción ético-social, el entorno social solidario que engendra y la integralidad conceptual en el funcionamiento del gobierno, así como las ventajas que ofrece la propiedad social, repercuten de modo positivo en la protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales. No obstante, al igual que en otros países, existen determinados problemas ambientales, que se han identificado como: degradación de los suelos (relacionado fundamentalmente con la salinización, infertilidad y desertización de determinadas zonas), deforestación (existencia de áreas con bajo índice de cubierta forestal e incidencia de los incendios forestales), contaminación, pérdida de la diversidad biológica y carencia de agua.

1.1.2 En la provincia de Villa Clara

El territorio villaclareño no puede excluirse de la problemática ambiental del país, donde la contaminación de las aguas terrestres y las marino-costeras, el deterioro del saneamiento y condiciones ambientales en asentamientos humanos, la degradación de los suelos, la deforestación y la pérdida de la biodiversidad, son los principales problemas a enfrentar en el camino del desarrollo sostenible.

Las transformaciones económico-sociales del territorio han provocado impactos negativos en una u otra dirección como consecuencia una situación compleja, la que tenemos que enfrentar. Por ello, se cuenta con la Estrategia Provincial de Medio Ambiente (EPMA) la cual rectorea la política medioambiental en Villa Clara, a partir de la evaluación de los problemas ambientales del territorio y traza las pautas para la prevención, minimización y solución de ellos a través de programas e instrumentos, con vistas a la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, a fin de alcanzar un desarrollo económico y social sostenible, elevando la calidad de vida del pueblo villaclareño. Los principales impactos de la EPMA se han identificado en una revolución positiva en la Política y la Gestión Ambiental y en la creciente conciencia social acerca de los problemas ambientales del territorio, estableciéndose prioridades y líneas de acción que sirven de base al trabajo y la proyección ambiental de diferentes sectores, organismos, instituciones y entidades, así como de la ciudadanía en general. En este sentido lo más importante es que los ciudadanos tomen conciencia y entiendan que su bienestar y confort personal inmediato no son lo único que importa ni lo más importante. Todos debemos entender que sin ambiente, sin suelo, sin agua, no hay prosperidad económica que dure ni dominio que valga la pena. **(Cañizares, 2006)**

1.1.3 En el sector del curtido de las pieles

Tradicionalmente se ha considerado a la industria de la piel como una actividad contaminante en la que se producen cantidades relativas grandes de agua residual y residuos sólidos poco aprovechables. Sin embargo, puede argumentarse que la industria de la piel simplemente está utilizando un subproducto de la industria alimenticia, ya que buena parte de la piel se elabora de las pieles de animales sacrificados para abastecer a la industria de la carne. Solamente entre el 20 – 30% del peso de las pieles se convierten en cueros terminados, el resto debe tratarse para su recuperación y desecho.

Los contaminantes del procesamiento de la piel se emiten a los tres medios diferentes: agua, suelo y aire. Aunque las tenerías están asociadas a problemas de olor significativos, la mayor parte de la carga contaminante de la producción de la piel tiene que ver con desechos sólidos y líquidos.

- ❖ Los efluentes líquidos tienen las características principales: un alto contenido de materia oxidable y son tóxicas.
- ❖ Los desechos sólidos comprenden materia orgánica putrescible o piel pre-curtida o curtida.
- ❖ Las emisiones a la atmósfera se dan principalmente en la etapa de acabado y en menor grado, pero igualmente problemática, en la etapa de encalado por los gases H₂S.

Más de 80% de la contaminación orgánica, calculada como DBO, tiene su origen en los procesos de ribera (10% del remojo, 70% del depilado y encalado y 3% del desenclado y

rendido). La alcalinidad y el sulfuro surgen de los procesos de encalado y depilado, mientras que durante los procesos de encalado se genera nitrógeno amoniacal. (Martínez, 2003)

La etapa del remojo también aporta aproximadamente 60 % de la de salinidad total del efluente debido a la sal que se emplea para conservar el cuero. La cantidad de contaminación que se encuentra en los efluentes de tenería en las distintas etapas del procesamiento aparece en la **Tabla 1.1** y **Tabla 1.2** en Kg. de desechos por toneladas de cuero en crudo salado.

Tabla 1.1: Contaminación por tonelada de cuero en crudo mojado-salado en un proceso convencional.

Parámetros	Promedio/Rango	Fuente principal
Cloruro	160 – 350 kg	Sal de curado
Nitrógeno total	10 – 40 kg	Proteínas del corium, pelo, etc. En el remojo y encalado, sales de amonio en el desencalado.
Sulfuro	5 – 9 kg	Encalado, pelo y sulfuros.
Sulfato	40 kg	Sulfatos usados, oxidación de los sulfuros y sulfitos.
Alcalinidad	pH 10	Encalado
Sólidos totales	300 – 1000 kg	Pelo, pedazos de piel, tierra, químicos.
Sólidos suspendidos (S.S.)	70 – 200 kg	Residuos de pelo y piel, cal y químicos insolubles.
Cenizas en los S.S.	60 – 150 kg	Cal y químicos insolubles.
Cromo	4 - 6 kg	Exceso de agente curtiente de cromo.
Grasa	10 – 100 kg	Grasa de la piel y grasas del proceso.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	75 – 90 kg	Residuos de proteína, sulfuro, curtientes vegetales.
Demanda química de oxígeno (DQO)	900 – 220 kg	Curtientes vegetales, no curtientes y otros químicos reductores.

Tabla 1.2: Distribución de la contaminación del efluente según las distintas etapas del procesamiento convencional de la piel en Kg/T cuero en crudo (peso salado).

Parámetros	ETAPAS DEL PROCESO					TOTAL
	Remojo	Depilado	Desencalado Rendido	Píquel curtido	Humedad después del tratamiento	
Sólidos totales	170	125	45	175	65	580
Cenizas totales	150	75	35	160	30	450
S.S.	15	60	3	5	7	125
DBO ₅	10	30	3	3	14	60
DQO	40	85	6	14	30	175
Amoniaco	-	0.3	4.1	0.5	-	5.5
Sulfuro	-	6	-	-	1	6
Cromo	-	-	-	5	5	6
Cloruro	82	12	8	56	-	163

(Mesa nacional del sector del curtido, 2004; Bornhardt, 2006)

1.2 Generación de residuos y sus efectos

Las operaciones y procesos de las curtiembres generan residuos líquidos y sólidos que se distinguen por su elevada carga orgánica y presencia de agentes químicos que pueden tener

efectos tóxicos, como es el caso del sulfuro y el cromo. Las variaciones en cuanto al volumen de los residuos y a la concentración de la carga contaminante se presentan de acuerdo a la materia prima procesada y a la tecnología empleada. Las operaciones y procesos de mayor importancia por la generación de residuos son:

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

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

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

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

Desencalado. Proceso donde se remueve la cal y el sulfuro de la piel para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido y en el que se emplean volúmenes considerables de agua. Entre los compuestos químicos que se emplean están los ácidos (sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico, bórico y mezclas), las sales de amonio, el bisulfito de sodio y el peróxido de hidrógeno.

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

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

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

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

son potencialmente contaminantes y de bajo pH. Los curtidos minerales emplean diferentes tipos de sales de cromo trivalente (Cr+3) en varias proporciones. Los curtidos vegetales para la producción de suelas emplean extractos comerciales de taninos. Otros agentes curtientes son los sintanos.

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

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

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

Recorte de acabado. Esta operación permite darle un aspecto uniforme al cuero. Genera restos de cuero terminado, los que aportan retazos de cuero con contenido de Cr+3 cuando el curtido ha sido al cromo. (<http://www.sofofa.cl/ambiente/documentos/curtiembre.pdf>).

a) Efectos sobre los cuerpos de agua

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

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

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

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

pH. Es un parámetro de importancia que indica la intensidad de la acidez o alcalinidad del efluente. Generalmente los efluentes de las curtiembres presentan variaciones entre 2,5 y 12,0. Las variaciones de pH afectan considerablemente la vida acuática de las corrientes receptoras.

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

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

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

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

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

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

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

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

b) 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.

c) Efectos sobre el suelo

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

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

d) Efectos sobre la calidad del aire

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

Las emisiones de sulfuro provenientes del pelambre y de las aguas residuales, las emisiones de amoníaco y vapores de solventes que provienen del desencalado y de la etapa de acabado, así como las carnazas y grasas del descarte, son fuentes importantes de producción de olores que podrían eliminarse mediante un buen control de las operaciones de la industria.

e) El impacto sobre la salud

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

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

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. (<http://www.monografias.com/trabajos10/tegen/tegen.shtml>)

1.3 ¿Cómo mejorar el desempeño ambiental de las empresas?

En Cuba el trabajo en materia de P+ L ha tenido auge a partir del año 2001, en que se han desarrollado múltiples experiencias en el sector empresarial, en especial en el azucarero, frutícola y alimentario, sobre todo en ese último, se reportan muy buenas experiencias en entidades como la Ronera Santa Cruz, la Cervecería Tímina y la Molinera de Trigo Turcios Lima, donde se han obtenido ahorros de materias prima, insumos, electricidad, agua, así como disminución del volumen y la peligrosidad de los residuales líquidos y sólidos generados.

La especialista del Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA), perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), explicó que esa estrategia de PML, responde a un programa internacional creado bajo la iniciativa conjunta de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Consideró que es un proyecto que realmente ha alcanzado un impacto positivo en el quehacer empresarial de Cuba, ya que algunas de las experiencias exitosas que exhibe el país han sido en el contexto de la ejecución de iniciativas vinculadas a ese programa.

Sin embargo aun cuando hay mayor interés del sector empresarial para mejorar su gestión ambiental, realmente todavía es una práctica que no está generalizada, pese a que muchas entidades realizan revisiones ambientales iniciales o diagnósticos con ese fin, y han formulado su sistema de gestión ambiental. ((Latina, 2006); <http://www.aagtic.org.ar/>)

1.4 Metodologías para evaluar impactos ambientales

Haciéndose necesario seleccionar un método que por sus características permita evaluar impactos ambientales, desde las materias primas hasta el producto a obtenerse con el fin de proponer mejoras para obtener un producto lo más ecológico posible.

Para poder determinar si una sustancia es perjudicial o no para el medio ambiente, lo debemos probar con toda la evidencia científica de la que disponemos el impacto de todas las materias primas, el consumo de energía, la contaminación del aire, del agua y el suelo, el mantenimiento, reciclaje y gestión de residuos para cualquier material utilizado. **(Márquez, 2007)**

1.4.1 Prácticas de producciones más limpias

Hasta hace poco tiempo atrás, los temas de contaminación industrial eran enfrentados como un problema de disponibilidad de tecnologías para realizar el tratamiento "al final del proceso", así la pregunta era "que hacer" con los residuos, una vez que ya han sido generados. Esta manera de enfrentar el problema "al final del proceso", puede dar el resultado esperado, pero ha demostrado ser de un alto costo.

La Producción Limpia enfrenta el tema de la contaminación industrial de manera preventiva, concentrando la atención en los procesos productivos y la eficiencia en el uso de las materias primas e insumos, para identificar mejoras en los procesos que se orienten a conseguir niveles de eficiencia que permitan reducir o eliminar los residuos, antes que estos se generen. La experiencia internacional comparada ha demostrado que, a largo plazo, la Producción Limpia es más efectiva desde el punto de vista económico, y más coherente desde el punto de vista ambiental, con relación a los métodos tradicionales de tratamiento "al final del proceso". Las técnicas de Producción Limpia pueden aplicarse a cualquier proceso de producción, y contempla desde simples cambios en los procedimientos operacionales de fácil e inmediata ejecución, hasta cambios mayores, que impliquen la sustitución de materias primas insumos o líneas de producción más limpias y eficientes.

En consecuencia la inversión en sistemas de tratamiento sigue representando un costo para la empresa sin mayores beneficios desde el punto de vista productivo, sin embargo la inversión en Producción Limpia conlleva un importante potencial de beneficios económicos a través de una mayor eficiencia en los procesos productivos. Por lo tanto una consecuencia inmediata y cuantificable, por la empresa al implementar medidas de Producción Limpia, se pueden obtener a través de una reducción de los costos de tratamiento de los desechos y consumos de materia prima y/o insumos al lograr una reducción de los desechos y las mermas, y facilitando el cumplimiento de las regulaciones ambientales vigentes.

Por lo expuesto anteriormente, se entiende que Producción Limpia corresponde al uso de procesos, prácticas o productos que permiten usar eficientemente la energía, el agua, materias primas e insumos, así como reducir o eliminar la generación de sustancias causantes de

contaminación en su propia fuente de origen, permitiendo al mismo tiempo proteger la salud y los recursos naturales a través de la conservación y del incremento en la eficiencia. Así la Producción Limpia le permite a las empresas reducir la contaminación en sus fuentes de origen y a utilizar en forma más eficiente la energía y el agua, lo que conduce a su vez, a una reducción en los costos de producción y a mejorar la calidad de sus productos.

En este sentido la estimación del daño ambiental y la promoción de tecnologías de desarrollo limpio se dirigen a garantizar la incorporación y el liderazgo del sector empresarial en el diseño y montaje de programas de prevención de la contaminación y de reconversión industrial de manera tal la función de ANAM y las otras organizaciones gubernamentales del sistema integrado de gestión ambiental en el proceso se restrinjan a actuar como entes catalizadores y reguladores, con responsabilidades claramente definidas. En el caso de los bienes o servicios destinados al consumo nacional, un mecanismo similar se puede ir desarrollando de manera gradual mediante el montaje de normas e incentivos económicos que aumenten la rentabilidad de procesos o productos precursores de impactos ambientales mínimos

[\(http://www.panamacom.com/\)](http://www.panamacom.com/).

En la práctica la aplicación del concepto de *Producción Más Limpia (P+L)*, tanto en los sistemas actuales de producción como en los productos y servicios, no significa una "sustitución en sentido estricto por otros diferentes", sino "mejorarlos continuamente", bajo el entendido que las nuevas tecnologías serán más limpias. Por esto, se diferencia claramente la Producción Limpia y la P+L al tener la segunda un componente de mejoramiento continuo, asemejando un proceso **PHVA** (planear, hacer, verificar, actuar).

En este contexto, la tecnología limpia es sólo un elemento integral, pero parcial, dentro del concepto de **P+L**, ya que éste incluye otros elementos como las actitudes y prácticas gerenciales de mejoramiento continuo de la gestión ambiental (ISO 14000, por ejemplo) y de calidad (ISO 9000), empresarial o administrativa.

Con la aplicación de producciones más limpias en el quehacer empresarial, se logran importantes mejoras ambientales y económicas, que redundan en beneficio de la sociedad. Para profundizar en esa materia, Negocios en Cuba ofrece a sus lectores algunas valoraciones de una experta, la ingeniera Carmen Terry Berro, coordinadora de la Red Nacional de Producción Más Limpia (PML).

Según su opinión, la práctica de PML es una estrategia que se aplica en la gestión ambiental empresarial a fin de mejorar el desempeño ambiental y económico de las entidades y reducir los riesgos para el entorno y los seres humanos, y consiste fundamentalmente en minimizar la generación de residuos que se producen en los procesos productivos y actividades, y de esa forma tratar de emplear de manera más racional y eficiente las materias primas, insumos y recursos naturales, entre otros.

Algunos obstáculos han limitado la introducción y aplicación de esa práctica en diferentes sectores de la economía nacional, y entre ellos mencionó la falta de conocimiento y poca percepción de los beneficios económicos y ambientales que reporta y la carencia de recursos materiales y financieros. Pero, sin embargo, aseveró, eso no ha sido óbice para que presentemos alentadores resultados. (*Latina, 2006*)

a) Herramientas de la Producción más Limpia.

Los especialistas ambientales en los últimos años han desarrollado herramientas y habilidades que pueden ayudar en la implementación general de acciones de producción más limpia.

La implementación de *producción más limpia* puede llevarse a cabo en muchos puntos del ciclo de vida de un producto o de un proceso. Muchas profesiones y funciones diferentes contribuyen en esta tarea, pero cada una tiene variadas opciones de intervención. Cada participante utiliza diferentes herramientas para diagnosticar, evaluar e intervenir.

Debido a que las evaluaciones, los diagnósticos y las auditorías, por lo general, son básicas para tomar decisiones de modo efectivo, existen algunos procedimientos clave que ayudan a emprender las iniciativas de *producción más limpia*, dentro de los que se encuentra:

Evaluación del Impacto Ambiental (EIA): Procedimiento que tiene por objeto evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables, que serían la consecuencia de planes, programas y proyectos de obras o actividades, mediante la estimación previa de las modificaciones del ambiente que traerían consigo tales obras o actividades y, según proceda, la denegación de la licencia necesaria para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. Incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas.

Evaluación de Tecnología Ambiental (ETA): Analiza los efectos de la tecnología sobre el medio ambiente, especialmente la salud humana, los sistemas ecológicos y los recursos.

La evaluación de tecnología ambiental es parte de una valoración tecnológica. Es una herramienta analítica que se utiliza para ayudar a comprender el impacto del uso de una nueva tecnología en una industria, región, país o sociedad.

Una evaluación de tecnología ambiental incluye:

- Evaluaciones ambientales estratégicas, las cuales estudian las implicaciones ambientales de las políticas, planes y programas que afectan el desarrollo y uso de la tecnología;
- Evaluaciones de impacto ambiental para instalaciones o proyectos específicos;
- Pruebas ambientales de los efluentes o las emisiones ambientales de tecnologías específicas;

- Evaluaciones de riesgo ambiental, las cuales indican los riesgos a la salud humana o a los sistemas ecológicos por métodos cuantitativos o cualitativos, y
- Análisis de ciclo de vida del producto, el cual evalúa los impactos ambientales de un producto desde la adquisición de la materia prima, continuando con su uso hasta su disposición final.

Evaluación Química: Determina el potencial de una sustancia química para causar daños debido a su toxicidad y la eco toxicidad inherente en ella.

La evaluación química hace uso de fuentes de información que muestran un panorama de los posibles efectos tóxicos inherentes a una sustancia química. La información de las "Hojas de Datos de Material Seguro" (MSDS) y el Programa Internacional sobre Seguridad Química (IPCS), por ejemplo, sirven como base para evaluar los peligros que puede ocasionar un químico en la salud humana y en la calidad del medio ambiente.

Auditoria de desechos: La auditoria de desechos es un informe detallado de los desechos que produce una industria, una planta, un proceso o una operación unitaria. Una auditoria de desechos requiere de la generación del balance de materiales de cada escala de operación. Ésta, debe dar como resultado la identificación de los desechos, su origen, cantidad, composición y potencial de reducción. Otros términos que se utilizan con frecuencia y que tienen más o menos el mismo enfoque y objetivos son: auditoria de emisiones y desechos, evaluación de prevención de emisiones y desechos y auditoria de minimización de desechos.

Auditoria de energía: La auditoria de energía identifica los costos y las cantidades físicas de los insumos de energía utilizados, las tendencias anuales por Unidades Básicas Empresariales, desglosando los consumos según el portador energético empleado y los planes y estrategias establecidos para el ahorro y uso eficiente de estas fuentes de energía.

Auditoria de riesgos: La auditoria de riesgo identifica todas las áreas vulnerables y peligros específicos en el nivel de sitio y de planta, y también examina y evalúa con detalle los estándares de todas las facetas de una actividad en particular.

Como resultado de la auditoria, se formula y pone en práctica un plan de acción, seguido de una evaluación y una mejora continua del programa de manejo de riesgos.

Auditoria ambiental: La Auditoria Ambiental es una herramienta de gestión que abarca una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva sobre el desempeño de una organización ambiental, la gerencia y el equipo. Algunas veces, la expresión eco-auditoria se utiliza en lugar de auditoria ambiental.

Una auditoria ambiental ayuda a salvaguardar el ambiente apoyándose y justificándose con leyes y regulaciones nacionales y con estándares y políticas de la empresa. (Cuadernillo de las Naciones Unidas), (Introduction of industrial ecology in enterprises).

Evaluación de Ciclo de Vida (ECV): Es una evaluación amplia y un inventario sistematizado de los efectos ambientales de dos o más actividades alternativas. La evaluación involucra un espacio y tiempo definidos, incluyendo todos los pasos y productos relacionados con las actividades del ciclo de vida: "de la cuna a la tumba". (González, 2008)

1.5 Análisis del ciclo de vida (ACV)

Precisamente esta herramienta de producción más limpia fue la seleccionada para la realización de nuestra investigación.

1.5.1 Antecedentes del ACV

El primer estudio en este terreno fue desarrollado por Coca-Cola en 1969 con el objetivo de analizar los empaques de los refrescos. Los primeros trabajos en los 60's se enfocaban en la demanda de energía en los sistemas productivos. Esta clase de estudios relacionados con la energía recibió mayor atención a partir de la crisis energética en los años 70. El término utilizado fue "Análisis de Perfil Ambiental y de Recursos".

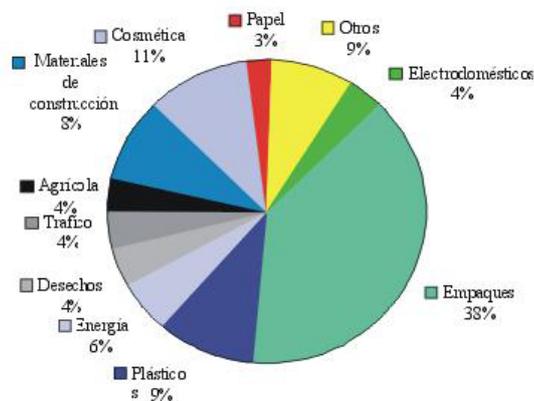
En Europa, los primeros estudios de comparación ecológica de productos, que en ese entonces eran llamados ecobalance, (1974, Suiza). Estos estudios presentaban una metodología que evaluaba las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de empaque.

Uno de los países en donde se desarrollaron más casos de ACV fue Alemania. La fuerza generadora de esto, fue el problema de los desechos sólidos.

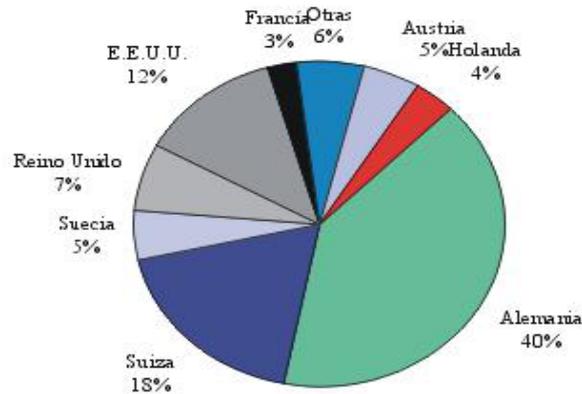
Los primeros casos de ACV desarrollados en Alemania, datan de 1984/85, y fueron establecidos para envases de bebidas y papel higiénico.

Más de 3000 estudios fueron publicados antes de 1994. Algunas de las estadísticas sobre estos estudios se muestran en las gráficas siguientes:

- Productos analizados en estudios de ACV



- Contribución individual de cada país al número de estudios de ACV



En la segunda mitad de los años 80, el ACV se había convertido en una herramienta competitiva muy usada en las áreas de producción y mercadeo.

El primer taller de metodología de ACV fue iniciado por la Sociedad de Química y Toxicología Ambiental (SETAC) en Vermont (1990), tomó además la iniciativa para establecer reglas para el ACV aprobadas internacionalmente y de esta forma se creó el “código de práctica” en 1993 en Sessimbra (Portugal).

En mayo de 1997, el grupo 5 del comité técnico ISO/TC 207 pasó la norma ISO14040: Análisis del Ciclo de Vida, Principios y Aplicaciones, la cual fue aprobada por 60 países. El ACV es ahora la herramienta de análisis ambiental más utilizada que posee un estándar internacional.

<http://www.monografias.com/trabajos29/ciclo-sistema/ciclo>

En la literatura consultada no existe evidencia de la utilización del ACV en la curtición de las pieles en Cuba.

1.5.2 Metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV)

a) Definición del ACV.

Es un proceso objetivo: para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía como los vertidos de todo tipo al entorno; para determinar el impacto de ese uso de materia y energía y de esas descargas al medio ambiente; y para evaluar y llevar a la práctica oportunidades de realizar mejoras ambientales.

El estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de: extracción y procesamiento de materias primas; producción, transporte y distribución; uso, reutilización y mantenimiento; reciclado y disposición final (ISO.14040:1999, 1999)

b) Esquema metodológico de un ACV.

El Análisis del Ciclo de Vida se divide en cuatro etapas fundamentales:

1. Definición de objetivos y ámbito del estudio
2. Análisis de inventario
3. Evaluación de impacto
4. Fase de interpretación

1. Definición de objetivos y ámbito del estudio.

Es la primera fase del estudio y probablemente la más importante, puesto que en ella se establecen los cimientos sobre los cuales se construirá el resto del ACV: la definición del propósito del estudio, la definición del ámbito del estudio, el establecimiento de una unidad funcional y el establecimiento de un procedimiento para garantizar la calidad de los datos. Cabe remarcar que, si durante el estudio aparece información que así lo aconseje, estos elementos se pueden redefinir o reconsiderar.

Propósito del estudio: cuál es la razón para realizar el ACV, qué tipo de decisiones se tomarán en base a los resultados del ACV, si éstos se utilizarán de manera únicamente interna, o también externa (por ejemplo, para informar a la opinión pública o a la Administración), son algunas de las razones que deben considerarse.

Ámbito del estudio: define el sistema, sus límites (conceptuales, geográficos y temporales) y los parámetros que lo caracterizan (materias primas consumidas, consumo energético, productos, subproductos, residuos y emisiones). Asimismo, se deben establecer los requisitos de los datos que se utilizarán, las hipótesis clave y las limitaciones del estudio.

Unidad funcional: se debe establecer una unidad funcional de cuantificación, basada en la prestación proporcionada por el servicio o producto.

Metodología utilizada: Se deberá especificar que metodología se ha utilizado.

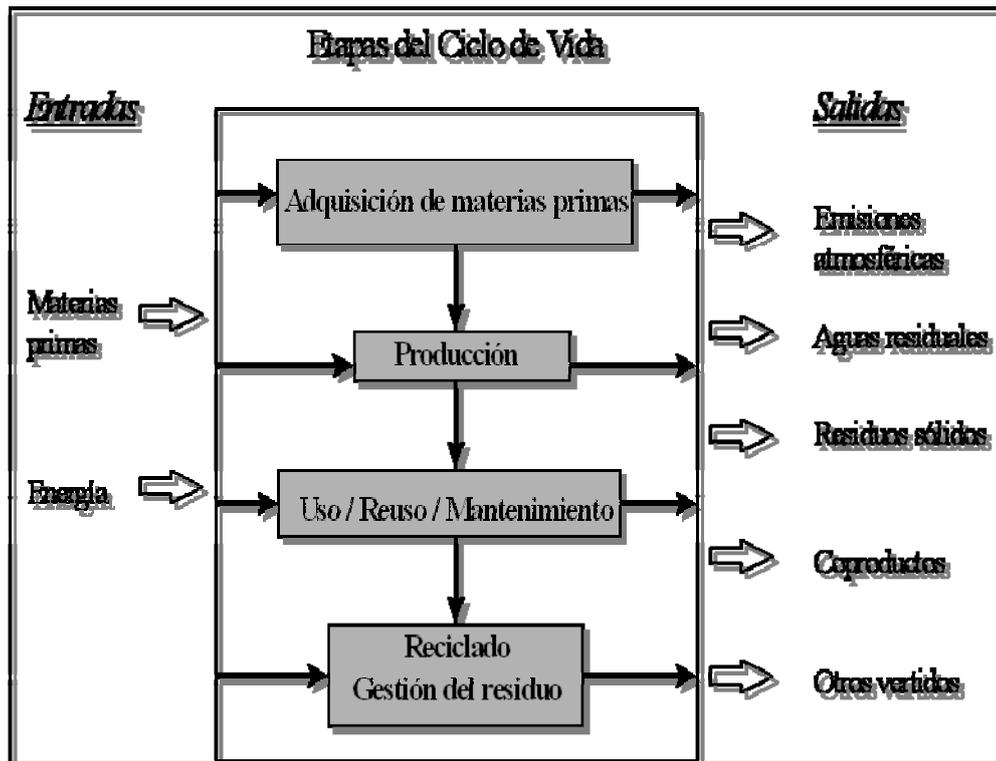
Procedimiento para garantizar la calidad de los datos: se propone la utilización de indicadores de calidad que garanticen la fiabilidad de los datos utilizados y en consecuencia, de las decisiones basadas en ellos.

Formato del informe final: se describirá la estructura e información que contendrá el informe final así como el soporte físico del informe: informe escrito, soporte informático, conferencia, etc.

2. Análisis de Inventario

La etapa de inventario es básicamente un proceso técnico de recogida de datos para cuantificar las entradas y salidas al sistema (es decir, la energía y materia consumidas, las

emisiones al aire, agua y suelo, y los coproductos resultantes durante el ciclo de vida completo de un producto, proceso o actividad).



Para facilitar y clarificar el estudio, se divide el sistema en diversos subsistemas (adquisición de recursos, fabricación, uso, gestión de residuos y transporte entre etapas), y los datos que se obtienen quedan agrupados en diversas categorías dentro de una tabla de inventario.

3. Evaluación de Impacto

La fase de evaluación de impacto ambiental es un proceso que pretende identificar y caracterizar los efectos sobre el medio ambiente del objeto de estudio, utilizando los resultados obtenidos durante la fase de inventario.

Esta es una fase complicada, que aún se encuentra en proceso de perfeccionamiento, y se divide en tres etapas:

Clasificación. Los datos procedentes del análisis de inventario son agrupados en diversas categorías en base al impacto sobre el medio al cual pueden contribuir (p.ej. agotamiento de recursos, nutrificación del suelo y de las aguas, efecto invernadero, erosión, etc).

Caracterización. Se produce el análisis/cuantificación y, si es posible, la agregación, del impacto producido por los agentes contaminantes dentro de una categoría de impacto (p.ej. ¿qué acidifica más, el SO₂ o el NO₂ ? y ¿cuánto más?)

Valoración. Los datos de las diferentes categorías de impacto son ponderados (p.ej. cuántas veces más o menos debe preocupar el impacto de erosión que el de lluvia ácida), para que puedan ser comparados entre sí, y agregados con la finalidad de obtener un resultado único o

índice ambiental. Es importante que esta fase esté basada en gran parte en informaciones sobre valores y preferencias sociales.

[\(<http://www.autodesk.es/adsk/servlet/item>\)](http://www.autodesk.es/adsk/servlet/item)

4. Interpretación del Estudio

Es la última fase del ACV, donde se presentan de manera sintética los resultados obtenidos a lo largo del estudio y se identifican y jerarquizan las opciones para reducir los impactos o las cargas ambientales del sistema. Permite ya generar estrategias de mejora, sobretodo en lo concerniente al diseño y rediseño de productos.

5. Revisión crítica: se realiza para asegurar la calidad del estudio y verificar que en él:

- Los datos concuerdan con los objetivos planteados.
- Las interpretaciones reflejan las limitaciones del estudio.
- El informe es transparente.
- En caso de realizarse, debe especificarse el tipo de revisión y el equipo que la llevará a cabo. (**Zerquera, 2005**)

- **Conclusiones Parciales.**

- 1.El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) se puede considerar como una de las mejores herramientas de producción más limpia por dar la posibilidad de establecer prioridades que permiten definir estrategias con el fin de mejorar las condiciones medioambientales.
- 2.Se ha demostrado que aplicación del ACV en diferentes productos es un método de mucha utilidad tomando gran auge en los últimos tiempos, por otra parte en la industria tenera no se reportan estudios, por lo que es necesario desarrollar esta herramienta en este sector, sobre todo en la Raupereza establecimiento perteneciente a la mayor Empresa Tenera de Cuba.
- 3.Con la aplicación del ACV en el sector del curtido se podrán determinar los principales impactos ambientales y proponer medidas medioambientales para obtener un producto lo más ecológico posible.

CAPÍTULO II

Capítulo II: Diagnóstico Ambiental en la UEB "La Raupereza"

Para la realización del diagnóstico ambiental en la Unidad Empresarial de Base(UEB) "La Raupereza" se tuvieron en cuenta aspectos contenidos en la metodología para la realización de diagnósticos ambientales y la verificación del cumplimiento de los indicadores establecidos en la resolución del CITMA 135/2004 del 2006 para la obtención del "Reconocimiento Ambiental Nacional" (RAN) correspondiente al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental y los componentes esenciales contenidos en la NC 14040 "Análisis del Ciclo de Vida (ACV)".

Cuyo diagnóstico se desarrolló para conocer de forma general los principales focos contaminantes debido a los altos consumos de agua del proceso productivo del Rebajo Guante Hidrofugado (principal producto confeccionado por esta entidad) y a la gran generación de residuos líquidos con alta carga orgánica y sobre todo a la generación de residuos sólidos que en su totalidad no tienen disposición final.

2.1 Datos generales de la UEB "La Raupereza"

La UEB "La Raupereza" es uno de los tres establecimientos que pertenecen a la Empresa de Tenería Villa Clara (TENEVIC); esta unidad es la más pequeña de TENEVIC pero cumple una función primordial dentro de esta empresa dedicando su producción fundamental al procesamiento del RGH con destino al mercado nacional para confeccionar los guantes cañeros para las Zafras.

Dentro de esta UEB se encuentran ubicadas las siguientes áreas de trabajo:

- Almacén de Saladero.
- Brigada de Pre-Curtido.
- Brigada de Curtido.
- Brigada de Pre-Acabado y Acabado.
- Brigada de Mantenimiento.

Cuenta con una plantilla de 14 trabajadores y las categorías ocupacional se muestra a continuación:

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| • Dirigentes: 2 | • Servicios: 1 |
| • Técnicos: 3 | • Operarios: 8 |

Destacándose el potencial científico a continuación:

- | | |
|----------------------------|--|
| • Nivel superior: 2 | • Nivel medio superior: 1 |
| • Nivel medio: 6 | • Nivel 9^{no} grado: 5 |

La empresa a la cual pertenece esta UEB cuenta con la contabilidad certificada según (SISCON) desde el año 2000, hace siete años se encuentra en perfeccionamiento empresarial, y tiene avalado el Sistema de Gestión de la calidad según las ISO 19000 desde el 2005,

razones por la cual se han recibido varias auditorías de ratificación de avales obteniendo resultados satisfactorios.

El cumplimiento de la producción en los tres últimos años de esta fábrica se muestra a continuación, donde se puede ver con claridad que la misma ha tenido un gran incremento siendo siempre superior a la planificada sobre todo en el 2008 (mejor año productivo de los últimos tiempos), logro que se debe fundamentalmente a la estabilidad de los contratos y al perfeccionamiento empresarial:

Tabla 2.1: Cumplimiento de la producción en el período comprendido entre el 2006 – 2008.

Producción	u/m	2006		2007		2008	
		Plan	Real	Plan	Real	Plan	Real
RGH	Mm ²	32.9	33.0	34.0	36.0	37.0	40.0
	Mkg	11290	11330	11700	12350	12700	13700

Tabla 2.2 Cumplimiento de la producción en el último trimestre del 2008.

Producción	u/m	Octubre-Diciembre	
		Plan	Real
RGH	Mm ²	9.0	12.0
	Mkg	3080.0	4120.0

2.1.1 Desempeño ambiental de la UEB “La Raupereza”

TENEVIC se ha propuesto mejorar su desempeño ambiental para contribuir a la conservación del medio ambiente, por lo que trabaja en base a lograr la integración del sistema de gestión de calidad, medio ambiente y protección e higiene de los trabajadores, este último será implantado en este establecimiento y paulatinamente se irá extendiendo a los dos restantes de dicha empresa.

En la entidad se han llevado a cabo acciones encaminadas a una mayor gestión ambiental, entre ellas podemos citar:

- Definición de una política integrada (**Anexo # 1**), e instrumentación de una Estrategia Integrada de Ciencia Innovación Tecnológica y Medio Ambiente.
- Objetivos de trabajo y su implementación para el año acordes con la estrategia formulada, los que incluyen por cada área de resultados claves, objetivos generales y criterios de medidas.
- Introducción de nuevos conceptos que permiten un mejor aprovechamiento de algunos residuos sólidos que representan ingresos a la empresa.
- Creación del cargo de especialista en Ciencia Innovación Tecnológica y Medio Ambiente.
- Existencia y conocimiento de documentos normativos y rectores de las actividades ambientales por parte de la dirección de la empresa.

2.1.1.1 Los principales problemas ambientales generados por la UEB

- Válvulas abiertas constantemente por la fuerza del agua.
- Los residuos líquidos generados (con elevada carga contaminante) son vertidos sin tratamiento alguno a una laguna que se encuentra en las cercanías de la UEB.
- Malos olores propios del proceso productivo.
- Generación de residuos sólidos cromados y no cromados con poca demanda.
- Almacenamiento de residuos sólidos en las afueras del centro y dentro de las áreas de trabajo.
- Residuos de cloruro de sodio contaminado con bacterias y hongos no aprovechables, los cuales son almacenados sin tener disposición para ellos.
- La capacitación ambiental del personal productivo es insuficiente para implementar tareas de producciones más limpias y lograr una debida disciplina tecnológica.

2.2 Descripción del proceso tecnológico del procesamiento de Rebajo Guante Hidrofugado (RGH) e identificación de sus residuos

La industria del cuero utiliza como materia prima fundamental la piel de ganado bovino, que además de pelo, que es inerte del colágeno, relativamente resistente al ataque bacteriano, contiene: sangre, linfa, tejido celular y tejido adiposo (fácilmente putrescible) ; razón por la cual es necesaria la conservación de éstas antes de ser introducidas al proceso tecnológico. Normalmente la conservación consiste en un proceso de deshidratación parcial mediante la introducción de sal u otros productos. En esta industria en particular las pieles se reciben conservadas por salado normal; este tipo consiste en extender el cloruro de sodio en grano sobre el lado carne de la piel fresca y dejarla un tiempo necesario para su disolución y posterior difusión hacia su interior. **(González, 2008)**

El proceso de producción de cuero utilizado en esta fábrica se puede clasificar en 3 etapas fundamentales:

Precurtido	Curtido	Preacabado y acabado
<ul style="list-style-type: none"> • Selección, clasificación y recorte. • Lavado1 • Remojo-Pelambre • Lavado 2 • Descarnado y recorte 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavado 3 • Desencalado-Rendido • Lavado 4 • Piquelado,curtición y neutralización • Exprimido • Selección en azul • Dividido de los cueros curtidos • Recorte del rebajo culata • Dividido del rebajo • Calibrado del rebajo • Recorte del rebajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Recurtición y neutralización del rebajo culata • Engrase ,hidrofugación y fijación del rebajo culata • Exprimido del rebajo guante hidrofugado • Secado del rebajo guante hidrofugado • Abatanado del rebajo guante hidrofugado • Se lección por grados de calidad • Pesaje y enfalde

➤ Precurtido

1. Clasificación recorte y emplanchado.

Las pieles saladas llegan a la tenería por medio de camiones, las mismas son conservadas por cloruro de sodio y luego clasificadas por peso y área de aprovechamiento.

También son recortadas para eliminar todas las partes inservibles que traen de los mataderos como: rabos, tetas etc, logrando así más capacidad y calidad productiva para las restantes operaciones. (NC:41-25., 1983)

2. Remojo – Pelambre

El remojo es la primera operación a que se somete las pieles en la fabricación y consiste en tratarlas con aguas dentro de una tina, molineta, o bombo. El objetivo del remojo es limpiar las pieles de todas las materias extrañas y devolverles la hidratación e hinchamiento que tenían cuando eran pieles frescas. La complejidad de la operación de remojo depende fundamentalmente del método de conservación.

Los métodos empleados para lograr el aflojamiento del pelo son del tipo químico y enzimático y en la mayoría de ellos se aprovecha la mencionada escasa resistencia de las proteínas de la capa basal de la epidermis frente a las enzimas y a los álcalis y/o sulfuros. El tipo de pelambre utilizado en nuestra fábrica es el de cal intensificada con la adición de sulfuro, el cual acelera los procesos de aflojamiento capilar.

3. Descarne y recorte en cal

El principal objetivo de esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo. Dichos tejidos deben quitarse en las primeras etapas de la fabricación, con el fin de facilitar la penetración de los productos químicos aplicados en fases posteriores y tener un espesor lo más regular posible para la adecuada realización de los procesos que le siguen.

4. Recortado

Estas pieles recortadas se pesan y se llevan al bombo de curtición para comenzar esta etapa.

Residuos sólidos en el proceso: restos de piel que contienen carnaza, grasas y excremento, sal producto de la conservación (operación de clasificación por peso) y residuos sólidos de carnaza y grasas con gran porcentaje de humedad (operación de descarne), pelos producto de la operación de pelambre etc.

Residuos líquidos en el proceso: grandes volúmenes de agua que arrastran consigo tierra, cloruros y materia orgánica, así como sangre y estiércol, hidróxido de sodio y desengrasantes (operación de remojo), Además de la presencia de productos químicos, el efluente tiene un elevado pH = 11 a 12.

Este proceso emplea un gran volumen de agua y la descarga de sus efluentes representa el mayor aporte de carga orgánica.

➤ Curtido

1. Desencalado y rendido

La cal durante el apelmbrado se encuentra combinada con la piel de distintas formas:

- Combinada por enlace salino con los grupos carboxílicos del colágeno.
- Depositada en forma de lodo sobre las fibras.

-En forma de jabones cálcicos formado por saponificación de grasas.

Como una operación previa al desencalado se realiza un lavado de las pieles en tripa con el objetivo de eliminar los restos de cal y sulfuros que se depositan sobre las fibras y las disueltas en los líquidos interfibrilares, así como otras suciedades que traen los procesos anteriores.

El desencalado es la operación que sirve para eliminar la cal y productos alcalinos del interior de la piel.

Por otra parte el objeto del rendido es lograr por medios de enzimas proteolíticas un aflojamiento y ligera peptización de las estructuras del colágeno, pelo y grasas, como efecto secundario que en tanto no han sido eliminadas en las operaciones precedentes.

2. Piquelado

El piquelado puede considerarse como un complemento del desencalado e interrupción definitiva del efecto enzimático del rendido; además se prepara la piel para la posterior operación de la curtición.

Esta etapa es muy importante en lo que respecta a la operación posterior de curtición, ya que si la piel no estuviera piquelada, el pH sería elevado y las sales del agente curtiente mineral adquirirían una elevada basicidad reaccionando rápidamente con las fibras del colágeno, lo que produciría una sobrecurtición en las capas más externas, que dificultaría la difusión del curtiente en las capas internas, produciendo una contracción en la capa de flor y una precipitación sobre la flor del agente mineral hidrolizado.

3. Curtición y Neutralización

La curtición del cromo puede realizarse en baño nuevo o bien utilizando todo o parte del píquel. En el primer caso, como las pieles son ácidas y al iniciarse el proceso no están curtidas, hay que añadir sal común al agua para evitar que las pieles se hinchen lo que perjudicaría su calidad. Cuando se utiliza el baño de píquel este ya contiene el cloruro de sodio necesario para evitar el hinchamiento de las pieles.

Hoy día en un mismo bombo se realizan las operaciones de desencalado, rendido, piquelado y la curtición, y esta se inicia pocas horas después de haber empezado el píquel. De esta manera en un período mas corto pueden transformarse las pieles en tripa en pieles curtidas (cuero).

La finalidad de esta operación es la estabilización irreversible de las preceaderas sustancias de la piel. En esta operación las propiedades físico-químicas cambian totalmente pasando la piel al estado de cuero.

La principal acción del neutralizado es eliminar parte del exceso de ácido sulfúrico que procede del piquelado o bien se ha producido en el cuero al cromo al fijarse la sal de cromo, transformándolo en una sal neutra o bien sustituyéndolo por un ácido más débil que tenga menos acción sobre las fibras. Esta operación eleva el pH del cuero y con ello sustituye la carga positiva y facilita la penetración de los productos aniónicos en las operaciones de recurtición, tintura y engrase. (BASF., 1976)

Exprimido

El cuero curtido al cromo, contiene entre un 70-75% de agua y para poderlo trabajar bien en las operaciones de dividido y rebajado es necesario reducir la humedad a un 50-55%.

Esto significa la eliminación de la mayor parte del agua que se halla en las fibras del cuero y es realizada en la máquina de exprimir.

5. Dividido de los cueros

Los cueros son divididos para separar la piel del rebajo y destinar cada una de estas partes a la confección de diferentes específicos.

En este establecimiento es utilizado solamente el rebajo y la piel es transportada a las restantes fábricas de TENEVIC para hacer distintos acabados por contar ellas con un mejor equipamiento.

6. Recorte del rebajo

Ya una vez obtenido el rebajo es recortado y separado cada una de sus partes utilizando para nuestro proceso solamente el rebajo culata.

7. Dividido y calibrado del rebajo culata

Luego el rebajo culata es dividido y calibrado con el objetivo de obtener el grosor deseado.

8. Recorte del rebajo

Se recorta el rebajo para eliminar las partes inservibles para las futuras operaciones.

Residuos sólidos en el proceso: En esta etapa se generan principalmente residuos sólidos como el aserrín que contiene Cr+3 en aquellos cueros que han tenido un curtido mineral, así como recortería producto de los recortes de las partes inservibles de la piel y el rebajo; representando la mayor generación de residuos sólidos con alto contenido de humedad.

Residuos líquidos en el proceso: los residuos líquidos que se generan en esta etapa contienen diferentes tipos de sales de cromo trivalente (Cr+3) en varias proporciones. El efluente de la operación de piquelado, contiene elevadas concentraciones de cloruros y ácidos (sulfúrico y fórmico), que le confieren una elevada acidez con pH de 2.5 -3.

➤ Pre-acabado y acabado

1. Recurtición y neutralización del rebajo culata

La recurtición en las tenerías puede ser de diferentes formas: mineral (sales de cromo), vegetal (mimosa, quebracho y castaño) y sintética (fenólicos y resínicos).

En nuestro caso es utilizada la recurtición con sales de cromo porque con ella se obtiene un mejor tacto al producto final, mejora resistencia al desgarre, mejor hidrofugación para el caso del rebajo, se logra mejor capacidad de retención del lavado etc.

Una vez recurtido disminuye el pH del baño siendo necesario incrementarlo para las futuras operaciones, por lo que se realiza una neutralización para alcanzar un pH sobre 4.0 - 4.5.

2. Engrase, hidrofugación y fijación del rebajo

En estas operaciones los elemento fibrosos deshidratados por la curtición se cubren con una capa de grasa, que por cierto efecto lubricante hace blando el rebajo, dándole determinado

tacto, estas operaciones tienen gran influencia en las propiedades físicas del rebajo como: extensibilidad, resistencia al desgarre, impermeabilidad cualidades que debe tener para el uso que se le dará en un futuro.

3. **Exprimido y secado:** su función fundamental es eliminar % de humedad del RGH.
4. **Abatanado:** Hay que efectuar un abatanado para lograr flexibilidad en el rebajo, ya que producto de las operaciones de secado este ha perdido esta propiedad.
5. **Saneado:** se le realiza un saneado al rebajo una vez listo para eliminar las partes inservibles que quedaron producto de las operaciones mecánicas.
6. **Selección por grados de calidad:** se selecciona por grados de calidad según las normas establecidas.
7. **Pesaje y enfalde:** se pesa y se hace una conversión a metros (forma en que está pactada con el cliente para su comercialización) y se enfaldan.

Residuos sólidos en proceso: En esta etapa la generación de residuos sólidos es menor, solo subproducto del saneado final.

Residuos líquidos en proceso: los residuos líquidos que se generan en esta etapa contienen diferentes tipos de sales de cromo trivalente (Cr+3) en varias proporciones, grasas producto de las operaciones de engrase e hidrofugación. El efluente de la operación de fijación es incorporado al medio con un pH aproximado de 3.8.

El diagrama de flujo correspondiente al proceso productivo se encuentra detallado en el **Anexo # 2**.

2.2.1 Residuales líquidos. Caracterización

Los residuales líquidos de la industria son vertidos sin tratamiento alguno por una zanja hasta una laguna de oxidación sin condición ninguna que se encuentra en las cercanías de esta fábrica. La caracterización de estos fue realizada utilizando el método de muestras compuestas durante un día de producción, considerando que no existe una desagregación de las corrientes residuales en cada etapa del proceso.

Los resultados obtenidos a raíz de esta caracterización aparecen en la **Tabla 2.4 el Anexo # 3**, viéndose que la industria es altamente contaminante según la norma cubana NC. 27 Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado.

2.2.2 Gestión de los residuos sólidos

En este establecimiento de la piel salada añadida a proceso solo un % llega a convertirse en piel terminada, la cual es procesada a partir de la operación de dividido por las otras dos fábricas de TENEVIC y aquí se procesa el rebajo de la piel salada; que genera grandes cantidades de residuos sólido que afectan al entorno.

Esta UEB por la gran cantidad de residuos sólidos que genera diariamente tiene planes con vista a la disposición de ellos tratando de darle un uso lo más lo más útil posible; por lo que se han llevado a cabo diferentes trabajos encaminados a su aprovechamiento como:

- Los recortes en sal son contratados con accesorios de calzado para la fabricación de colas, a 240\$/t.
- La viruta de cromo es utilizada por la entidad en un 40 % y el resto se vende a accesorios de calzado para conglomerados a 300.00\$/t
- El recorte de cuero terminado se vende para la confección de objetos artesanales, a 246.00\$/t.
- El sub. producto refraccionado y centro cromo se vende a 240.00\$/t.
- La sal proveniente del saladero (125 kg. /día), es recuperada y reincorporada al proceso (Piquelado).

De los residuos sólidos generados existe un plan de reutilización de los mismos para disponerlos a la venta, pero en la práctica esto no se comporta de esta forma por causas ajenas al establecimiento y los residuos quedan en áreas exteriores e interiores de ella, obstruyendo el paso, provocando mal olor entre otros impactos negativos al medio.

2.3 Balance de materiales fundamentales en la UEB

Este estudio está encaminado a determinar los flujos residuales (líquidos y sólidos) en cada etapa del proceso de producción del RGH.

Para los balances se utilizaron las hojas de cálculo o fórmulas tecnológicas suministradas por la firma CROMOGENEA y se realizó un promedio de los datos obtenidos por las últimas partidas corridas efectuadas en este establecimiento, las cuales nos proporcionaron todos los datos utilizados a continuación.

Nomenclatura utilizada en los balances (**Tabla 2.5, Anexo # 4**).

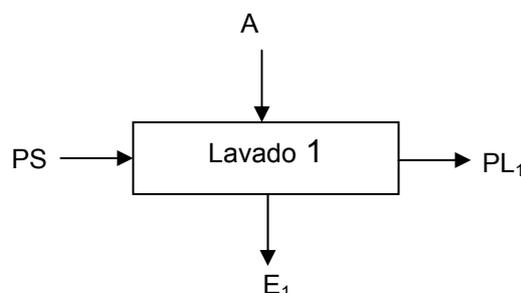
Cartas tecnológicas utilizadas en la producción de RGH (**Tablas 2.6, 2.6.1 y 2.6.2 en el Anexo # 5**).

Datos promediados de las últimas partidas corridas realizadas a la producción de RGH (**Tabla 2.7, Anexo # 6**)

Diagrama de bloque del proceso de RGH en el **Anexo # 7**.

Balance # 1: Lavado 1

Objetivo: Eliminar en gran medida las materias extrañas y sal producto del proceso de conservación de la piel para que esta quede lo mas limpia posible para la operación de remojo y pelambre.



Entrada al bombo:

- Cantidad de piel salada : 1500 kg (**PS**)
- Cantidad de agua: 3000 kg (**A**)

Salida del bombo:

- Humedad de la piel remojada: 8%
- Cantidad de piel remojada: $1500 \text{ kg} * 1.08 = 1620 \text{ kg}$ (**PL₁**)
- Densidad: 1000 kg/m^3 (**d_{ef}**)

Balance total

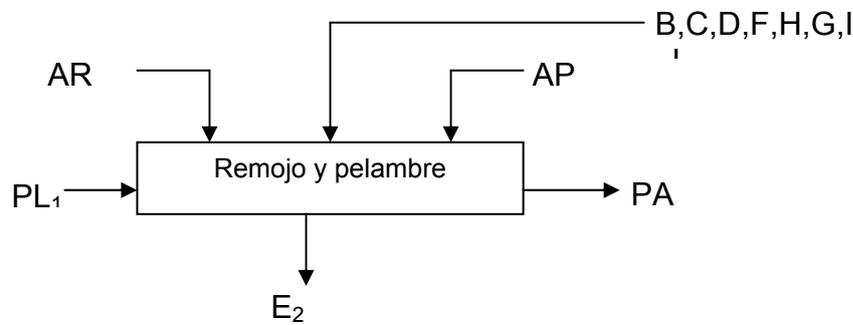
$$PS + A = PL_1 + E_1$$

$$E_1 = 2880 \text{ kg} = 2880 \text{ kg} / 1000 \text{ kg/m}^3 = 2.88 \text{ m}^3$$

Volumen del efluente: 2.88 m³ (E₁)

Balance # 2: Remojo y pelambre

Objetivo: El objetivo del remojo y pelambre es limpiar las pieles de todas las materias extrañas, devolverles la hidratación e hinchamiento que tenían cuando eran pieles frescas y eliminar del corium la epidermis con el pelo y producir un aflojamiento de la estructura fibrosa del colágeno con el fin de prepararla para los procesos de curtición.



Entrada al bombo:

- Cantidad de piel a la entrada : 1620 kg (PL1)
- Cantidad de agua remojo: 1800 kg (**AR**)
- Cantidad de agua pelambre: 1200 kg (**AP**)
- Cantidad de Sulfhidrato de sodio: 10.5 kg (**B**)
- Cantidad de Sulfuro de sodio: 22.5 kg (**C**)
- Cantidad de Cal hidratada: 45.0 kg (**D**)
- Cantidad de Carbonato de sodio: 1.5 kg (**F**)
- Cantidad de Aseptante DMC: 0.6 kg (**H**)
- Cantidad de Celesal CN: 3.0 kg (**G**)
- Cantidad de Humectol rapid: 7.5 kg (**I**)
- Cantidad de Ribelsal PLE: 22.5 kg (**J**)

Salida del bombo:

- Humedad de la piel remojada: 44 %
- Cantidad de piel apelambrada : 2032.8 kg (**PA**)

$$PA = PL_1 * \%H - P = 1620 \text{ kg} * 1.44 - 300 = 2032.8 \text{ kg}$$

- Densidad: 1028 kg/m^3
- La cantidad de pelo representa de un 17 – 20 %, de la piel salada
- Cantidad de pelo = 300 kg (**P**)

$$m_{pelo} = 1500 * 0.2 = 300 \text{ kg}$$

Balance total

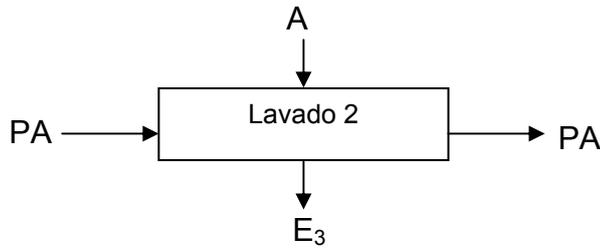
$$PL_1 + AR + AP + B + C + D + E + F + H + G = PA + E_2$$

$$E_2 = 2700.3 \text{ kg} / 1028 \text{ Kg/m}^3 = 2.63 \text{ m}^3 = 2630 \text{ L}$$

Volumen del efluente = 2.63 m³ (E₂)

Balance # 3: Lavado 2

Objetivo: Que la piel quede lo mas limpia posible para la operación de descarne.



Entrada al bombo:

- Cantidad de piel apelambrada : 2032.8 kg **(PA)**
- Cantidad de agua : 8132 kg **(A)**

Salida del bombo:

- Cantidad de piel apelambrada: 2032.8 kg **(PA)**
- Densidad: 1006 kg/m³ **(d_{ef})**

Balance total

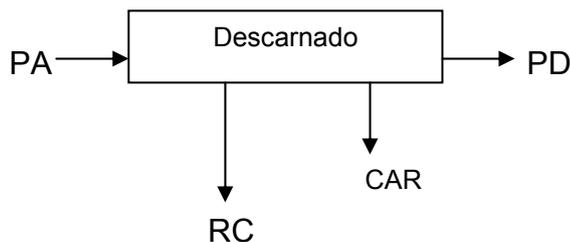
$$PA + A = PA + E_3$$

$$E_3 = 8132 \text{ kg} = 8132 \text{ kg} / 1006 \text{ kg/m}^3 = 8.0 \text{ m}^3$$

Volumen del efluente: 8.0 m³ (E₃)

Balance # 4: Descarnado

Objetivo: El principal objetivo de esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo.



Entrada al bombo:

- Cantidad de piel apelambrada : 2032.8 kg **(PA)**

Salida del bombo:

- Por datos industriales la carnaza representa el 21.0 % de la piel salada y el recorte de carnaza representa el 5%

- Cantidad de carnaza: 315.0 kg **(CAR)**

$$CAR = PS * 0.315 = 1500 * 0.315 = 315.0 \text{ kg}$$

- Cantidad de recorte carnaza: 42 kg **(RC)**

$$RC = PS * 0.05\% = 1500 * 0.05 = 75 \text{ kg}$$

- Cantidad de piel descarnada: 1642.8 kg **(PD)**

Balance total

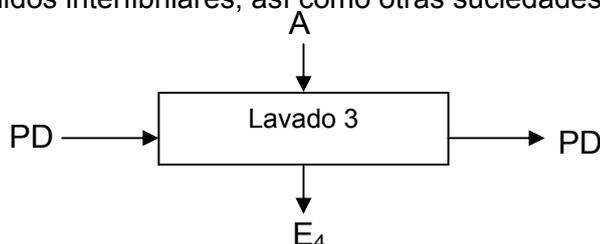
$$PA = PD + CAR + RC$$

$$PD = PA - CAR - RC$$

$$PD = 1642.8 \text{ kg}$$

Balance # 5: Lavado 3

Objetivo: Eliminarle los restos de cal y sulfuros que se depositan sobre las fibras y las disueltas en los líquidos interfibrilares, así como otras suciedades que traen los procesos anteriores.



Entrada al bombo:

- Cantidad de piel descarnada : 1642.8 kg (**PD**)
- Cantidad de agua : 3285.6 kg (**A**)

Salida del bombo:

- Cantidad de piel salida: 1642.8 kg (**PD**)
- Densidad: 1000 kg/m³ (**d_{ef}**)

Balance total

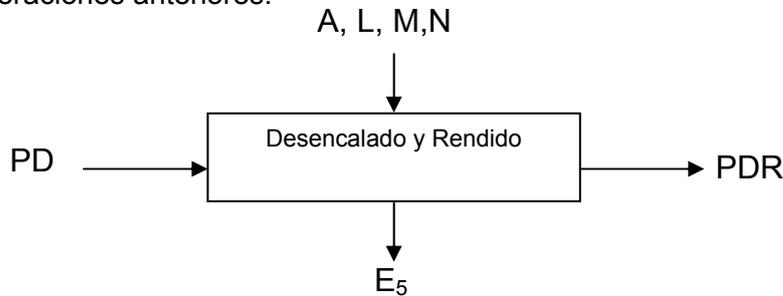
$$PD + A = PD + E_4$$

$$E_4 = 3285.6 \text{ kg} = 3285.6 \text{ kg} / 1000 \text{ kg/m}^3 = 3.29 \text{ m}^3$$

Volumen del efluente: 3.29 m³ (E₄)

Balance # 6: Operación desencalado y rendido

Objetivo: Eliminar la cal y productos alcalinos del interior de la piel, y por lo tanto la eliminación del hinchamiento alcalino de la piel apelmabrada y lograr por medio de enzimas proteolíticas un aflojamiento y ligera peptización de las estructuras del colágeno, al mismo tiempo se introduce una limpieza de la piel del resto de la epidermis, pelo y grasas, que no han sido eliminadas en las operaciones anteriores.



Entrada al bombo:

- Cantidad de piel descarnada : 1642.8 kg (**PD**)
- Cantidad de agua : 821.4 kg (**A**)
- Cantidad de Sulfato de amonio : 33.6 kg (**L**)
- Cantidad de Celesal INP : 3.36 kg (**M**)
- Cantidad de Tripsol doble : 6.72 kg (**N**)

Salida del bombo:

- Cantidad de piel desencalada y rendida: 1642.8 kg (**PDR**)
- Densidad : 308.4 kg/m³

Balance total

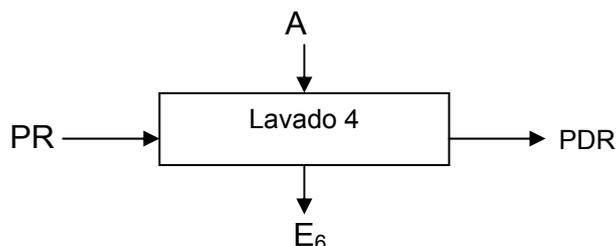
$$PD + A + L + M + N = PDR + E_5$$

$$E_5 = 865.08 \text{ kg} = 865.08 \text{ kg} / 308.4 \text{ kg/m}^3 = 2.81 \text{ m}^3$$

Volumen del efluente: 2.81 m³ (E₅)

Balance # 7: Lavado 4

Objetivo: Eliminar los restos de productos químicos del proceso anterior.



Entrada al bombo:

- Cantidad de piel desencalada y rendida : 1642.8 kg (**PDR**)
- Cantidad de agua : 3285.6 kg (**A**)

Salida del bombo:

- Cantidad de piel desescalada y rendida :1642.8 kg (**PDR**)
- Densidad : 1000 kg/m³

Balance total

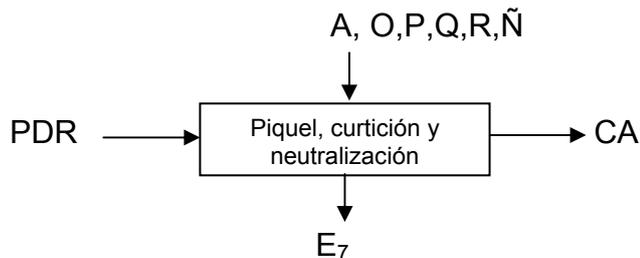
$$PDR + A = PDR + E_6$$

$$E_6 = 3285.6 \text{ kg} / 1000 \text{ kg/m}^3 = 3.29 \text{ m}^3$$

Volumen del efluente: 3.29 m³ (E₆)

Balance # 8: Piquel, curtición y neutralización

Objetivo: Eliminar totalmente el álcali de la piel e incluso el combinado, lograr la estabilización irreversible de las perecederas sustancias de la piel, y elevar el pH del cuero.



Entrada al bombo:

- Cantidad de piel desescalada y rendida = 1642.8 kg (**PDR**)
- Cantidad de agua :821.4 kg (**A**)
- Cantidad de Ácido fórmico: 10.08 kg (**O**)
- Cantidad de Sulfato de cromo: 100.8 kg (**P**)
- Cantidad de Aseptante WB: 1.68 kg (**Q**)
- Cantidad de Plenatol SBR-2 : 20.16 kg (**R**)
- Cantidad de Cloruro de sodio: 100.8 kg (**Ñ**)

Salida del bombo:

- Cantidad de cuero curtido: 1692.09 kg (**CA**)
- Densidad: 1927.5 kg/m³
- 3% de hinchamiento

$$PDR * 1.03 = 1692.09 \text{ kg}$$

Volumen del efluente: 0.53 m³ (E₇)

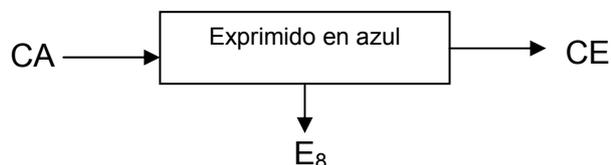
Balance total

$$PDR + A + O + P + Q + R + \tilde{N} = CA + E_7$$

$$E_7 = 1005.63 \text{ kg} / 1927.5 \text{ kg/m}^3 = 0.53 \text{ m}^3$$

Balance # 9: Exprimido en azul

Objetivo: Eliminar humedad hasta llegar a un 50% de esta.



Entrada a la máquina de exprimir:

- Cantidad de cuero curtido: 1692.09 kg (**CA**)

Salida de la máquina de exprimir:

- Humedad del cuero 50%
- Cantidad de cuero exprimido (**CE**):1200 kg

$$CE = 80 \% PS = 1500 \text{ kg} * 0.8 = 1200 \text{ kg}$$

- Densidad: 1927.5 kg/m³

Balance total

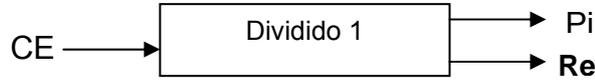
$$CA = CE + E_8$$

$$E_8 = 492.09 \text{ kg} / 1927.5 \text{ kg/m}^3 = 0.26 \text{ m}^3$$

Volumen del efluente: 0.26 m³ (E₈)

Balance # 10: Dividido 1

Objetivo: Dividir la piel para separar la piel del rebajo.



Entrada a la máquina dividir:

- Cantidad de cuero exprimido: 1200 kg **(CE)**

Salida de la máquina dividir:

- Piel con relación a la piel salada **(Pi)** : 825 kg

$$Re = 45 \% PS = 1500 \text{ kg} * 0.55 = 825 \text{ kg}$$

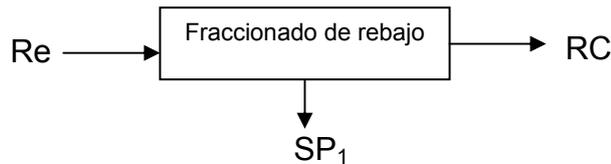
- Rebajo con relación a la piel salada **(Re)** : 675 kg

$$Re = 45 \% PS = 1500 \text{ kg} * 0.45 = 675 \text{ kg}$$

Nota: La piel es utilizada por las restantes fábricas de TENEVIC para confeccionar otros específicos, esta UEB solo procesa el rebajo para la producción de RGH.

Balance # 11: Fraccionado del rebajo

Objetivo: Fraccionar el rebajo para separar la culata del subproducto.



Entrada:

- Cantidad de rebajo: 675.0 kg **(Re)**

Salida:

- Cantidad de rebajo culata : 236.2 kg **(RC)**

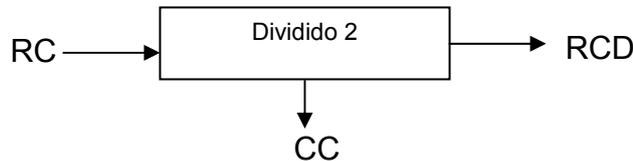
$$RC = 35 \% Re$$

- Cantidad de sub-producto: 438.75 kg **(SP₁)**

$$RC = 65 \% Re$$

Balance # 12: Dividido 2

Objetivo: Dividir el rebajo culata para lograr el espesor deseado.



Entrada a la máquina de dividir:

- Cantidad de rebajo culata: 236.2 kg **(RC)**

Salida de la máquina de dividir:

- Cantidad de rebajo culata dividido: 200.77 kg **(RCD)**

- Cantidad de centro cromo: 35.43 kg **(CC)**

$$CC = 15 \% RC = 0.15 * 236.2 \text{ kg} = 35.43 \text{ kg}$$

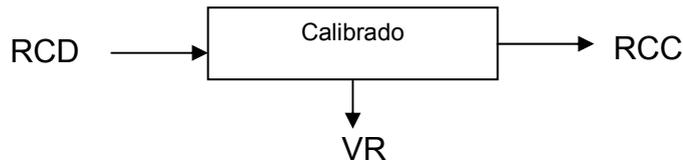
Balance total

$$RC = RCD + CC$$

$$RCD = 200.77 \text{ kg}$$

Balance # 13: Calibrado

Objetivo: Lograr uniformidad en el calibre deseado.



Entrada a la máquina de calibrar:

- Cantidad de rebajo culata dividido (RCD) :200.72 kg (**RC**)

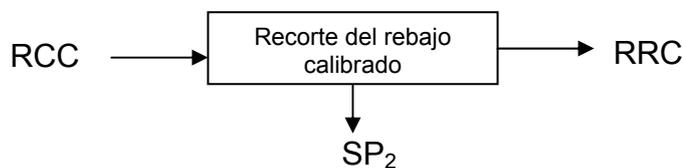
Salida de la máquina de calibrar:

- Cantidad de rebajo culata calibrado:200.77 kg (**RCC**)
- Cantidad de viruta de rebajo: 18.07 kg (**VR**)

$$VR = 9 \% RCD = 0.09 * 200.72 \text{ kg} = 18.07 \text{ kg}$$

Balance # 14: Recorte del rebajo calibrado

Objetivo: Eliminar partes inservibles para comenzar el proceso de teñido.



Entrada:

- Cantidad de rebajo culata calibrado: 182.7 kg (**RCC**)

Salida:

- Cantidad de rebajo culata recortado:181.97 kg (**RRC**)
- Cantidad de sub producto 2: 0.73 kg (**SP₂**)

$$SP_2 = 0.4 \% RRC = 0.004 * 181.97 \text{ Kg} = 0.73 \text{ kg}$$

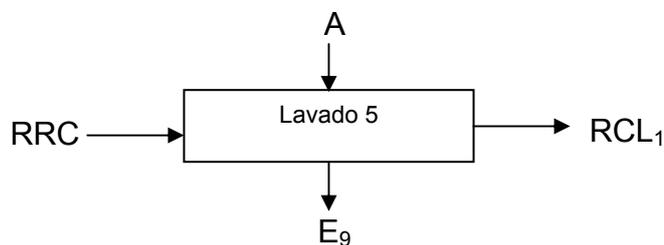
Nota: de aquí en lo adelante comienza el proceso de recurtición teñido y engrase y se toma una nueva base de cálculo, porque el mismo es desarrollado en otros bombos que no tienen la misma capacidad que los mencionados con anterioridad.

Base de cálculo: 700 kg/bombo

1 día de producción

Balance # 15: Lavado 5

Objetivo: Limpiar el rebajo culata para eliminar restos de las operaciones anteriores.



Entrada al bombo:

- Cantidad de rebajo culata recortado:700 kg (**RRC**)
- Cantidad de agua: 1400 kg (A)

Salida del bombo:

- Cantidad de rebajo culata lavado1: 700 kg (**RCL₁**)
- Densidad: 1000 kg/m³

Balance total

$$RRC + A = RCL_1 + E_9$$

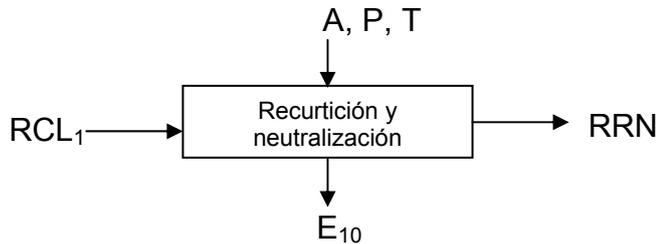
$$E_9 = 1400 \text{ kg} / 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$E_9 = 1.4 \text{ m}^3$$

Volumen del efluente: 1.4 m³ (E₉)

Balance # 16: Recurtición y neutralización

Objetivo: Recurtir y lograr un pH entre 4.0 4.5.



Entrada al bombo:

- Cantidad de rebajo culata lavado1:2100 kg (**RCL₁**)
- Cantidad de agua: 700 kg (**A**)
- Cantidad de sulfato de cromo: 14 kg (**P**)
- Cantidad de bicarbonato de sodio: 10.5 kg (**T**)

Salida del bombo:

- Cantidad de rebajo recurtido y neutralizado: 2102.1 kg (**RRN**)
- Humedad 1 %

Balance total

$$RCL_1 + A + P + T = RRN + E_{10}$$

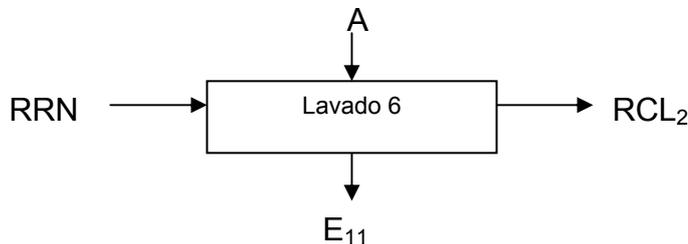
$$E_{10} = 722.4 \text{ kg}/1000 \text{ kg/m}^3$$

$$E_{10} = 0.73 \text{ m}^3$$

Volumen del efluente: 0.73 m³ (E₁₀)

Balance # 17: Lavado 6

Objetivo: Limpiar el rebajo recurtido y neutralizado para la futuras operaciones.



Entrada al bombo:

- Cantidad de rebajo recurtido y neutralizado:2102.1 kg (**RRN**)
- Cantidad de agua: 1400 kg (**A**)

Salida del bombo:

- Cantidad de rebajo culata lavado 2: 2102.1 kg (**RCL₂**)
- Densidad: 1000 kg/m³

Balance total

$$RRN + A = RCL_2 + E_{11}$$

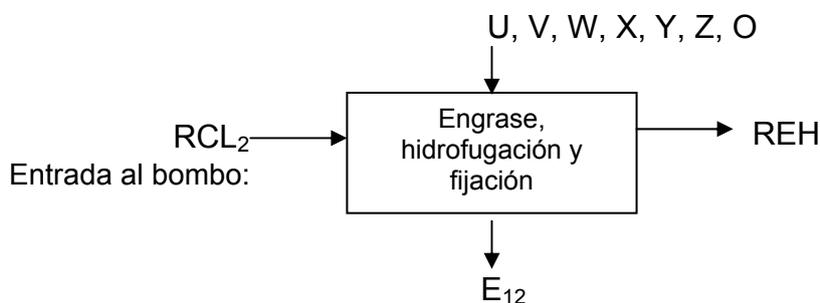
$$E_{11} = 1400 \text{ kg}/1000 \text{ kg/m}^3$$

$$E_{11} = 1.4 \text{ m}^3$$

Volumen del efluente: 1.4 m³ (E₁₁)

Balance # 18: Engrase, hidrofugación y fijación

Objetivo: Lograr flexibilidad en el rebajo.



Entrada al bombo:

- Cantidad de rebajo culata lavado 2: 2102.1 kg (**RCL₂**)
- Cantidad de Fosfol SC- 10: 14 kg (U)
- Cantidad de Fosfol 70: 14 kg (V)
- Cantidad de Fibra 100: 49 kg (W)
- Cantidad de Sebo: 38.5 kg (X)
- Cantidad de Jabón Split: 38.5 kg (Y)
- Cantidad de Hidrofugante parafinado: 49 kg (Z)
- Cantidad de Ácido fórmico: 3.5 kg (O)

Salida del bombo:

- Cantidad de rebajo engrasado e hidrofugado: 2144.15 kg (**REH**)
- Humedad 2 %

$$REH = RCL_2 * 1.02 = 2144.15 \text{ kg}$$

Balance total

$$RCL_2 + U+V+W+X+Y+Z+O = REH + E_{12}$$

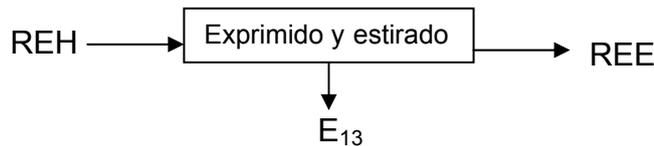
$$E_{12} = 1644.5 \text{ kg} / 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$E_{12} = 1.64 \text{ m}^3$$

Volumen del efluente: 1.64 m³ (E₁₂)

Balance # 19: Exprimido y estirado

Objetivo: Eliminar humedad hasta alcanzar un 45 % de esta.



Entrada a la máquina de exprimir:

- Cantidad de rebajo engrasado e hidrofugado: 2102.1 kg (**REH**)

Salida del bombo:

- Cantidad de rebajo exprimido y estirado: 1180 kg (**REE**) pesado
- Humedad 45 %
- Densidad:

Balance total

$$REH = REE + E_{13}$$

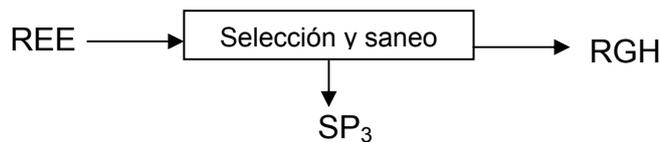
$$E_{13} = 964.15 \text{ kg} / 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$E_{13} = 0.964 \text{ m}^3$$

Volumen del efluente: 0.964 m³ (E₁₃)

Balance # 20: Selección y saneo

Objetivo: Seleccionar por grados de calidad según las normas establecidas y cortar las partes que quedan sueltas producto de las operaciones mecánicas anteriores.



Entrada:

- Cantidad de rebajo exprimido y estirado: 1180 kg (**REE**) pesado

Salida:

- Cantidad de rebajo guante hidrofugado: 1168.20 kg (**RGH**)
- Cantidad de subproducto 3: 11.8 kg (SP₃)

$$SP_3 = 1 \% * RGH = 0.01 * 1168.20 \text{ kg} = 11.68 \text{ kg}$$

Resumen de los balances de materiales **Tabla 2.8, Anexo # 8.**

2.4 Emisiones de ruidos

Las mediciones de ruido se realizaron según la norma cubana **NC-019-01-04**. Ruido. Requisitos generales higiénicos sanitarios, o **NC-019-001-14**. Metodología de medición en los puestos de trabajo, la cual establece el procedimiento para efectuar las mediciones.

Según documentos encontrados en la Dirección de Recursos Humanos de TENEVIC, las mediciones fueron realizadas con el empleo de un sonómetro CESVA SC - 20 C integrador – premediador clase 1 de gran fiabilidad y fácil utilización. Fueron seleccionados aquellos sitios donde se encuentran los equipos cuya actividad generan ruidos. Estos son:

1. Máquina de descarnar
2. Área de bombos pre – curtido y pelambre
3. Área de bombo piso
4. Máquina de exprimir y estirar

Como variables para evaluar el nivel de ruido al que están expuestos los trabajadores, en cada una de las áreas seleccionadas, se emplearon las siguientes:

L_{eqT} – Nivel equivalente continuo fluctuante o nivel de presión sonora continuo equivalente.

L_{ma} – Nivel sonoro máximo. Es el valor extremo por exceso del nivel sonoro (pico) según perfil cronológico.

L_{90} – Percentil 9. Son los valores que se han superado un 90% del tiempo de la medición de la L_{MAX} en decibeles. Como ponderación de frecuencia se utilizó A, con el objetivo de obtener un reflejo de la audición humana dB (A).

Según las mediciones realizadas se pudo observar que:

1. Solo en el área de bombo piso, los niveles sonoros son inferiores a 85 dB que es el valor permitido por la norma de ruido (NC.19-01-04-80, 1980) (82,8 dB contra 85 dB por norma)
2. El resto de las áreas con niveles superiores a 85 dB se consideran ruidosas y con riesgo de la pérdida auditiva del trabajador.
3. El área de mayor nivel sonoro es la máquina de descarnar.
4. En la etapa de Ribera el área de mayor nivel sonoro es donde se encuentra la máquina de descarnar y el área de bombos de Pre-curtido.

(Documentos de la Dirección de recursos Humanos UEB "La Raupereza")

2.5 Materias primas

2.5.1 Agua

El agua es una de las materias primas más utilizada en el proceso de producción de cuero, debido fundamentalmente a que sus procesos químico-físicos así lo requieren; como es el caso de las operaciones de lavados que son las que generan mayor cantidad de este producto, pues generalmente se realizan en forma continua.

2.5.1.1 Fuente de abasto de agua

Esta unidad utiliza como fuente de abasto un manantial que se encuentra aproximadamente a 1 km de la entidad el cual hace fluir el agua por gravedad hasta una cisterna y esta la hace llegar de la misma forma a las diferentes área de la fábrica, no existiendo ninguna bomba dentro del proceso.

Con respecto a las redes de abasto de agua, son en su mayoría de hierro, no se encuentran en muy mal estado técnico, solo que la fuerza de agua hace que aparezcan roturas en las válvulas.

2.5.1.2 Consumo de agua del 2006-2008

A continuación se relacionan los consumos de agua de los años comprendidos entre el 2006 – 2008, así como el gasto en dicha etapa.

Fuente: Documentos de TENEVIC.

Tabla 2.9: Consumo de agua y gastos que representa en el período comprendido entre los años 2006-2008.

Años	Consumo de agua (m ³ /año)	Precio (\$/m ³)	Gasto (\$/año)
2006	5 535.0	0.10	553.50
2007	6 056.5	0.10	605.65
2008	6 729.5	0.10	672.95

Base de cálculo: 250 días laborables/año

Consumo diario para 2006 = 5 535.0 m³ /250 días = 22.14 m³ /día

Consumo diario para 2007 = 6 056.5 m³ /250 días = 24.23 m³ /día

Consumo diario para 2008 = 6 729.5 m³ /250 días = 26.92 m³ /día

Consumiéndose diariamente entre los años 2006-2008 como promedio alrededor de 24.43 m³, existiendo un aumento lógico de 22.14 – 26.92 m³ debido al incremento en la producción, representando un gasto promedio de 2.44 \$.

A continuación se muestra el consumo de agua para cada operación dentro del proceso productivo.

2.5.1.3 Consumos de agua para cada operación del proceso productivo

➤ Precurtido , para 1500 Kg/bombo

Nota: Diario se procesa un bombo de pieles saladas.

Tabla 2.10: Consumo de agua para cada operación del proceso productivo

Procesos	Consumo (m ³ /bombo)	% del Total de la fábrica
Lavado 1	3.0	11
Remojo- Pelambre	3.0	11
Lavado 2	8.0	29
Total	14.0	51

➤ Curtido , para 1642.87 Kg/bombo

Nota: Diario se procesa un bombo de pieles apelambradas.

Procesos	Consumo (m ³ /bombo)	% del Total de la fábrica
Lavado 3	3.28	12
Desencale y rendido	0.82	3
Lavado 4	3.28	12
Piquel, curtición y neutralización	0.82	3
Total	8.2	30

➤ Pre- acabado para 700 Kg/bombo

Nota: Diario se procesa un bombo de rebajo culata.

Procesos	Consumo (m ³ /bombo)	% del Total de la fábrica
Lavado 5	1.4	5
Recurtición y neutralización	0.7	3
Lavado 6	1.4	5
Total	3.5	13

Proceso	Consumo (m ³ /día)	% del Total de la fábrica
Agua Limpieza	1.6	6

Como se muestra en las tablas anteriores las áreas que más agua consumen son pre-curtido y curtido (Etapa de Ribera) y dentro de ellas en los lavados con entrada y salida llegando a representar un 64% del total consumido por la fábrica.

2.5.2 Productos químicos

En este tipo de industrias debido al tipo de proceso productivo se necesitan gran cantidad de productos químicos usándose de forma continua, lo que la industria presenta una serie de riesgos en cuanto a la manipulación y almacenamiento de estos, es por ello que los proveedores de quimicales se ven obligados a brindar las fichas de seguridad de los mismos, ver **Anexo # 9**: Ficha de seguridad de uno de los productos usados. (Mc. Cann, 2000), así como de los principios activos usados en el **Capítulo III, Anexo # 10**.

Para reducir el aporte adicional a la carga contaminante que ocasiona el consumo de productos químicos, la entidad tiene una política definida con respecto a la adquisición de productos no dañinos al medio ambiente, siempre que el proceso y las características del mismo lo permitan, se han ido sustituyendo productos agresivos al medio ambiente por otros menos tóxicos, teniendo en cuenta la calidad del producto final.

El almacenamiento es adecuado cumpliendo con las normas vigentes al respecto, se efectúa por parte de la dirección económica un buen movimiento de inventario no existiendo productos industriales ociosos y caducos.

En la empresa existe un procedimiento de compra por el cual se trabaja con el objetivo de garantizar el suministro de químicos para este proceso productivo que tiene un régimen continuo, ver en la **Tabla 2.11 en el Anexo # 10**: consumo y sobre consumo de productos químicos del último trimestre del 2008, etapa en la que se produjo mayores volúmenes de producción de ese año; cuestión que afecta no solo en el plano económico si no también al medio ambiente por el aporte adicional a la carga contaminante emitida durante el proceso productivo.

2.5.2.1 Desechos Peligrosos

En la actualidad en este establecimiento no existen desechos con la categoría de peligrosos según la resolución **87/99 “Control de Desechos Peligrosos”**.

2.6 Manejo de la Energía

El ahorro de los portadores energéticos es una tarea primordial para las empresas cubanas, en esta UEB se han tomado medidas para lograrlo.

2.6.1 Portadores energéticos del 2006 - 2008

Tabla 2.12: Comportamiento de los portadores energéticos en los últimos años.

Portadores energéticos	u/m	2006		2007		2008	
		Plan	Real	Plan	Real	Plan	Real
Energía eléctrica	Mwh	21.3	18.3	20.0	18.2	23.1	14.6
Diesel	ML	6.7	3.0	1.4	1.0	1.2	0.9
Gasolina	ML	2.4	1.3	1.4	0.8	1.0	0.7
Aceite	ML	0.4	0.3	0.5	0.5	0.5	0.4
Grasa	kg	56.0	29.0	36.0	29.0	35.9	10.0

Mostrándose un ahorro de los portadores energéticos entre lo planificado y lo consumido, logro que ha tenido la unidad a raíz de un plan de medidas que se trazó para este fin.

2.6.2 Distribución de las fuentes de energía

Todos los portadores energéticos se utilizan indirectamente en el proceso excepto la energía eléctrica que es la principal fuente de energía utilizada:

- ✓ Energía eléctrica

La Energía eléctrica se consume en los siguientes puntos principales:

- Motores de maquinaria del proceso productivo.
- Alumbrado.
- Otros consumidores menores.

2.6.2.1 Consumo de energía eléctrica

La electricidad constituye el portador energético de mayor demanda, con un consumo para la alimentación a 110 volt y 220 volt.

A continuación se muestra el consumo de energía eléctrica de la UEB objeto de estudio durante los años comprendidos entre el 2006 – 2008.

Tabla 2.13: Consumo de electricidad en los últimos años.

Año	Consumo (MWh/año)	Precio (USD/MW)	Gasto (USD/año)
2006	18.3	132	2 415.6
2007	18.2	136	2 475.2
2008	14.6	145	2 117.0

Base de cálculo: 250 días laborables/año

Consumo diario para 2006 = 18.3 MWh /250 días = 0.08 MWh /día

Consumo diario para 2007 = 18.2 MWh /250 días = 0.08 MWh /día

Consumo diario para 2008 = 14.6 MWh /250 días = 0.07 MWh /día

Consumiéndose diariamente entre los años 2006 - 2008 como promedio alrededor de 0.06 MWh.

2.6.2.2 Emisiones atmosféricas

Considerando los 3 últimos años evaluados en el orden económico significó un gasto en USD y en el orden ambiental aportó un valor significativo indirecto de dióxido de azufre (SO₂), de nitrógeno (NO₂) y de carbono (CO₂), además de otras emisiones a la atmósfera ya que según (Devon, 2003) teóricamente, cada 1000 Kwh de electricidad generada, se emiten a la atmósfera 8 lbs. de SO₂, 5 lbs. de NO₂ y más de 1400 lb. de CO₂ de emisiones gaseosas; contribución indirecta significativa al calentamiento global y formación de lluvias ácidas.

Tabla 2.14: Emisiones gaseosas producto del consumo de electricidad.

Año	Consumo MWh/año	NO ₂ . lbs	SO ₂ . lbs	CO ₂ lbs
2006	18.3	91.5	146.4	25620.0
2007	18.2	91.0	145.6	25480.0
2008	14.6	73.0	116.8	20440.0

Dentro de los gases emitidos a la atmósfera se encuentran el NO₂, SO₂, CO₂, de estos el de mayor impacto es el CO₂, por ser uno de los principales gases invernaderos, ya que según (Martínez, 2003), tiene una contribución actual al efecto invernadero de un 50%. Unido a la poca vegetación existente en las áreas aledañas a la entidad, resulta mayor el desequilibrio, aumenta la concentración media de CO₂ en la atmósfera y por tanto mayor será el aporte al efecto invernadero. Este mismo efecto lo provoca el NO₂, pero su contribución al efecto invernadero es un 6%, por lo tanto su impacto es menor. Además se tuvieron en cuenta las emisiones producto de proceso de combustión que se lleva a cabo en la caldera de acuerdo a estudio realizados según se muestra en la tabla resumen en el **Anexo # 13**

Conclusiones Parciales.

Del diagnostico ambiental realizado podemos concluir que:

1. No han sido suficientes las acciones encaminadas a una mayor gestión ambiental y prácticas de minimización y P+L en la entidad objeto de estudio.
2. Se genera un volumen total de efluentes líquidos de 26.32 m³/día, los cuales no tienen disposición final, aportando gran cantidad de carga orgánica al medio.
3. Las etapas del proceso que más generación de residuos líquidos tienen son las de pre-curtido y curtido (22.2 m³/día), representando un 81% del total de efluente vertidos al medio.
4. Existe una gran generación de residuos sólidos llegando a obtenerse 1239.78 Kg /día, los cuales en su totalidad no tienen disposición final, viéndose la necesidad de buscarle solución a esta deficiencia.
5. Las operaciones que mayor consumo de agua representan para la entidad son los lavados con entrada y salida de esta (17.56 m³/día) representando un 64 % del consumo total.
6. Las operaciones de las etapas de pre- curtido y curtido son consideradas ruidosas porque sus niveles sonoros están por encima de los 85 dB que es el valor permisible que establece la norma. Solo en el área de bombo piso, los niveles son inferiores (82 dB), pero muy cercanos al valor limite.
7. El consumo promedio de agua de la fábrica en los últimos tres años es de 24.43 m³/día, con un gasto promedio de 2.44 \$/día.
8. Existe un sobre consumo de productos químicos es debido fundamentalmente a ajustes de formula, roturas de equipos, etc representando una carga adicional contaminante.
9. Debido al consumo de electricidad y quema de combustibles se emiten a la atmósfera indirecta y directamente, cantidades considerables de CO₂, SO₂ y NO₂, que contribuyen al calentamiento global y formación de lluvias ácidas.

CAPÍTULO III

Capítulo III: Evaluación de Impacto Ambiental en el proceso de producción de RGH.

3.1. Evaluación de impacto ambiental en el proceso de producción de RGH mediante la aplicación del ACV.

En este capítulo se utiliza el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) como herramienta para evaluar el impacto ambiental que provoca el proceso de producción de RGH. La información proveniente de la Evaluación del Ciclo de Vida puede ayudar a centrar los esfuerzos y disponer de una estrategia en la toma de decisiones para proponer mejoras al proceso con vistas a obtener un producto orgánico desde el punto de vista ambiental y para de esta forma contribuir a obtener producciones más limpias en el sector del curtido, cuyo proceso no ha sido tratado en nuestro país hasta el momento.

A continuación se exponen las fases del ACV según la Norma ISO 14040 y otros autores (*Márquez 2007 y NC-ISO 14040 1999*)

1. Definición de objetivo y alcance.

1.1. Objetivo.

El objetivo de esta investigación es aplicar la metodología propuesta convirtiéndola en una herramienta para evaluar el impacto ambiental provocado por el proceso productivo del RGH en la UEB La Raupereza, que permitan la tomar decisiones, para proponer mejoras desde el punto de vista ambiental y de esta forma mitigar los impactos negativos que se ocasionan al medio ambiente.

2. Alcance.

2.1. Descripción del sistema en estudio.

La producción de RGH consta de tres etapas fundamentales, pre-curtido, curtido y per-acabado y acabado, la descripción del proceso aparece en el **Capítulo II, epígrafe 2.2. y Anexo # 7.**

2.2. Unidad funcional.

Se tomará como unidad funcional 1 Kg de piel, realizando el estudio para los últimos tres meses del 2008 los cuales alcanzaron una producción de 4 120 000 kg de piel.

2.3. Límites del sistema.

En la **figura 1** se muestra los límites del sistema que se tienen en cuenta para realizar el ACV y las emisiones para el ciclo de vida completo de la producción de RGH. En este estudio no se incluyó la transportación de las materias primas.

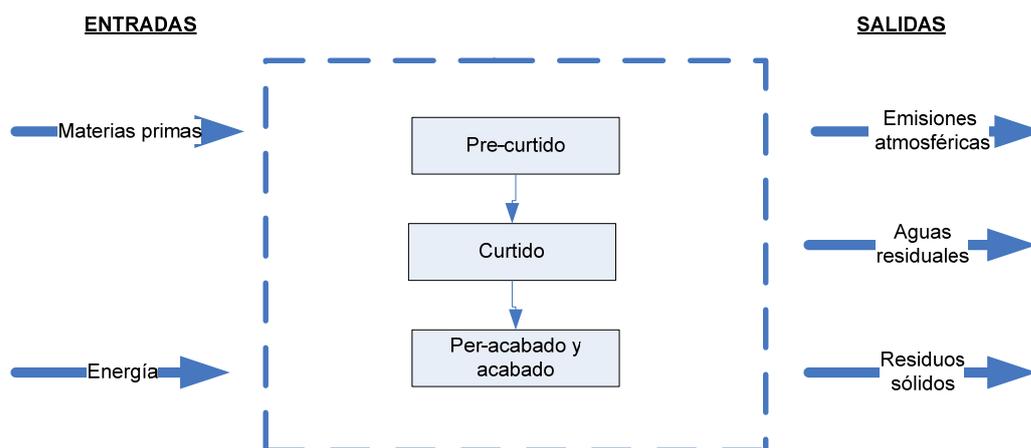


Figura 1: Diagrama de los límites del sistema de producción de RGH

2.4. Tipo de impacto a evaluar metodología e interpretación.

Para el análisis del ACV se utilizará el programa Simapro v 7.1 empleando el método del Eco-indicador 99 que tiene en cuenta 11 categorías de impacto y tres categorías de daños. Para de esta forma demostrar cuales son las etapas de mayor impacto ambiental durante todo el ciclo de vida y proponer mejoras.

2.5. Requisitos de la calidad de los datos.

Los datos fueron extraídos de documentos existentes en la Empresa de Tenerife Villa Clara y de los balances de materiales efectuados en el Capítulo II, epígrafe 2.3, llevando los resultados de estos últimos a una misma unidad funcional (1kg de piel) con vista a un mejor análisis para proponer alternativas.

3. Análisis de inventario.

Según **Contreras (2007)**, en el análisis de inventario del ciclo de vida (ICV), se cuantifican los consumos de materias primas y energía junto con los residuos sólidos, emisiones a la atmósfera y vertidos al agua derivados de todos los procesos que están dentro de los límites del sistema, en relación con la unidad funcional seleccionada. El nivel de detalle que se alcanza en el inventario depende de la disponibilidad de los datos y el nivel de complejidad con que se obtengan, pudiéndose aplicar una aproximación o simplificación de los mismos en los casos que sea necesario.

3.1. Inventario industrial.

Los cuestionarios se realizaron para los meses (Octubre, Noviembre y Diciembre), de mayor producción del año 2008 (4 120 MKg de piel), los datos de primer plano del proceso se calcularon a partir de los balances de masa, tomando como base un 1kg de piel y los datos fundamentales contemplados en el diagnóstico ambiental realizado. Los datos de fondo se toman de las bases de datos Ecoinvent V 1.01. En los **Anexos # 12 y 13** aparece un resumen del inventario realizado en el proceso de producción de RGH

4. Evaluación del impacto.

4.1. Caracterización y valoración de la producción de RGH.

En la **figura 2** se puede apreciar el perfil ambiental de acuerdo a las categorías de impacto del Eco-indicador 99 expresadas en mPt (milipuntos) del proceso actual de la producción de 1 kg de piel RGH producida, así como los datos tabulados en la **tabla 1**.

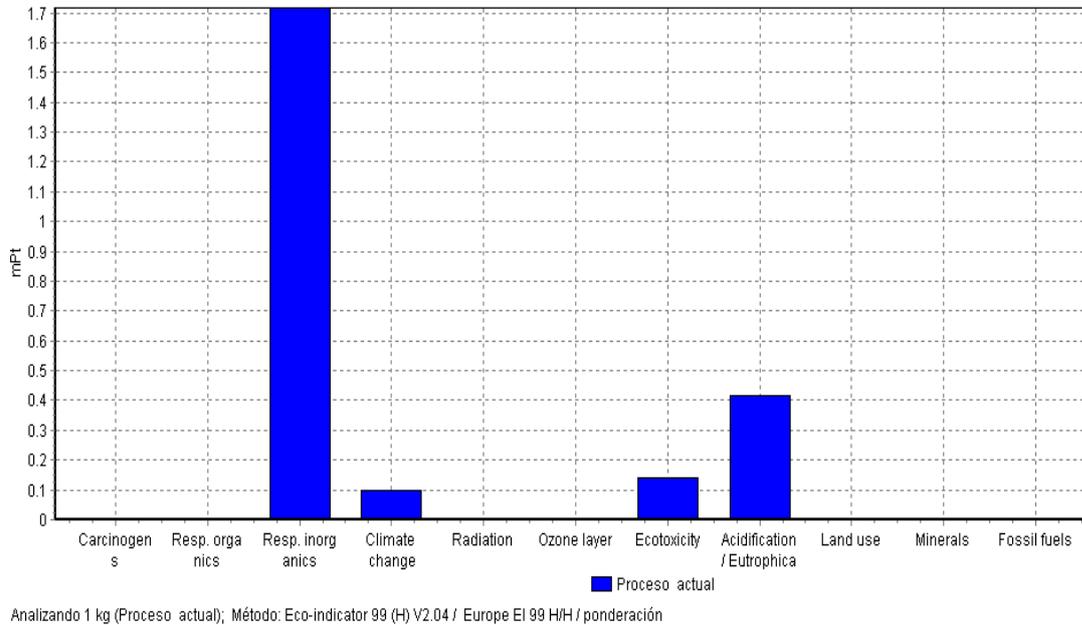


Figura 2. Perfil ambiental del proceso actual de acuerdo a las categorías de impacto. Unidad funcional 1 kg de piel.

Tabla 1. Contribución a las categorías de impacto. Unidad Funcional 1 kg de piel.

Título:	Analizando 1 kg (Proceso actual)	
Método:	Eco-indicador 99 (H) V2.04 / Europe EI 99 H/H	
Indicador:	Ponderación	
Por categoría de impacto:	Sí	
Omitir categorías:	Nunca	
Modo relativo:	No	
Categoría de impacto	Unidad	Proceso actual
Total	mPt	2.374931
Respiración de inorgánicos	mPt	1.716631
Cambio climático	mPt	0.100457
Ecotoxicidad	mPt	0.142539
Acidificación/ Eutroficación	mPt	0.415303

Como se puede apreciar el uso de gran cantidad productos químicos en el proceso, incluyendo el cromo, provoca la emisión de compuestos inorgánicos al medio influyendo en las categorías respiración de inorgánicos (1.716631mPt) y acidificación – eutroficación (0.415303 mPt), en menor valor significativo se encuentran las categorías: cambio climático (0.100457 mPt) y ecotoxicidad (0.142539 mPt).

Respiración de inorgánicos

En esta categoría el mayor impacto está dado por las emisiones provenientes del proceso de pelambre debido principalmente al sulfuro de sodio que en medio líquido y a pH bajos formando el ácido sulfhídrico ($H_2S_{(ac)}$) el cual a bajas concentraciones genera olor desagradable y en alta concentración puede ser muy tóxico, además están las emisiones de SO_2 , NO_2 y CO_2 producto de la combustión que ocurre en la caldera.

Acidificación/ Eutroficación

En esta categoría el mayor impacto (eutroficación) esta dado por la presencia de Nitrógeno (orgánico y amoniacal) y fosfatos en el efluente, el cual es vertido al suelo sin tratamiento alguno. Estos compuestos son beneficiosos al suelo ya que son en su mayoría son nutrientes, pero muy perjudiciales a las aguas subterráneas, pues al pasar al manto freático por lixiviación, las mismas son contaminadas (eutrificadas) constituyendo un serio problema para la salud, pues el municipio Remedios se abastece fundamentalmente de aguas subterráneas.

La acidificación esta dada fundamentalmente por la descarga continua de efluentes muy ácidos (pH= 2.5 -3.0) y con una alta salinidad debida fundamentalmente al cloruro de sodio proveniente de la conservación de las pieles y como producto de las emisiones de NO_2 producto de la combustión en calderas.

Ecotoxicidad.

En esta categoría los mayores impactos están dados por todas las emisiones líquidas donde están presentes compuestos inorgánicos entre ellos el cromo, metal pesado persistente que puede causar problemas a la salud humana en altas concentraciones y compuestos orgánicos como el Fosfol SC-10 (hidrocarburo sulfoclorado), Plenatol SBR-2 (composición organometálica) considerados compuestos tóxicos, además de las emisiones gaseosas explicadas anteriormente, que tienen efecto tóxico sobre el medio ambiente a corto y largo plazo.

Cambio Climático

En esta categoría el mayor impacto esta dado por la emisión de dióxido de carbono a la atmosfera proveniente del proceso de combustión que se lleva a cabo en la caldera que existe en el establecimiento.

En la **figura 3** se puede apreciar el perfil ambiental de acuerdo a las categorías de daño del Eco-indicador 99 expresadas en mPt (milipuntos) del proceso actual de la producción de 1 kg de piel RGH producida, así como los datos tabulados en la **tabla 2**

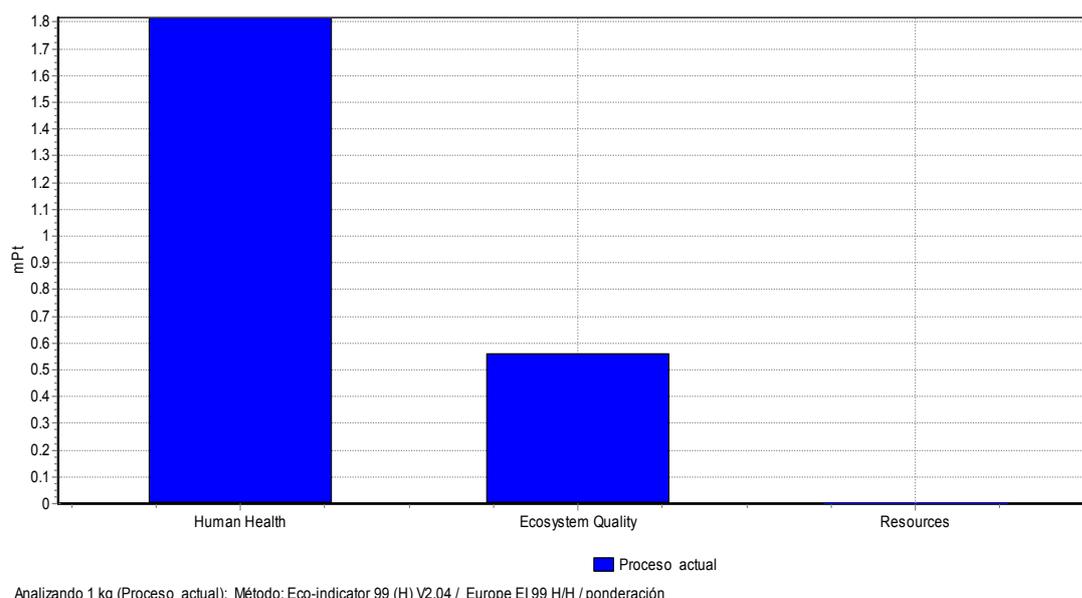


Figura 3. Perfil ambiental del proceso actual de acuerdo a las categorías de daño. Unidad funcional 1 kg de piel.

Tabla 2. Contribución a las categorías de daño. Unidad funcional 1 kg de piel.

Título:	Analizando 1 kg (Proceso actual)	
Método:	Eco-indicador 99 (H) V2.04 / Europe EI 99 H/H	
Indicador:	Ponderación	
Por categoría de impacto:	No	
Omitir categorías:	Nunca	
Modo relativo:	No	
Daño de categoría	Unidad	Proceso actual
Total	mPt	2.374931
Salud Humana	mPt	1.817088
Calidad del ecosistema	mPt	0.557842

Como se puede observar en la **figura 3 y tabla 2** la mayor contribución del proceso de RGH a las categorías de daños esta dada el uso de gran cantidad productos químicos en el proceso a la categoría salud humana con un valor de 1.817088 mPt, esto está dado porque la utilización de los mismos genera emisiones a la atmosfera el agua y el suelo que inciden sobre la salud de los trabajadores que están directo a la producción y de la población de manera indirecta, le sigue la categoría calidad del ecosistema con un valor 0.557842 mPt dada fundamentalmente por la contaminación del mismo debido a las emisiones líquidas y gaseosas del proceso.

Puntuación total a las categorías de impactos.

En la **figura 4** se puede apreciar la puntuación total a las categorías de impactos del Eco-indicador 99 expresadas en mPt (milipuntos) del proceso actual de la producción de 1 kg de piel RGH producida.

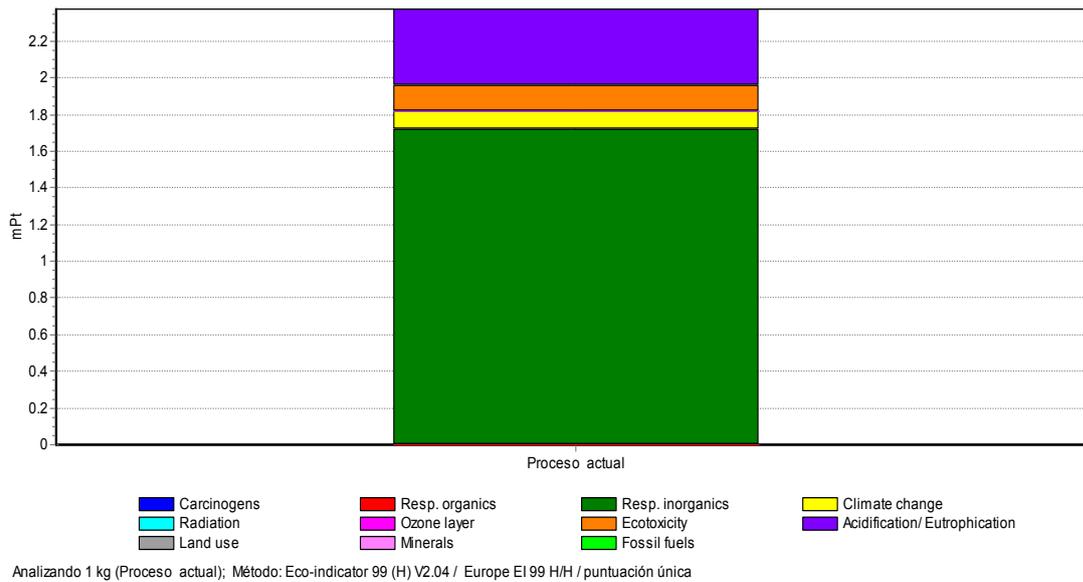


Figura 4. Puntuación total a las categorías de impacto analizando 1kg de piel.

Para evaluar el impacto ambiental generado por el proceso de producción de RGH se escogió los tres meses de mayor producción (producción total: 4 120 MKg de piel).

A continuación se realiza el Análisis de Contribución Total y los resultados se muestran en la figura 5.

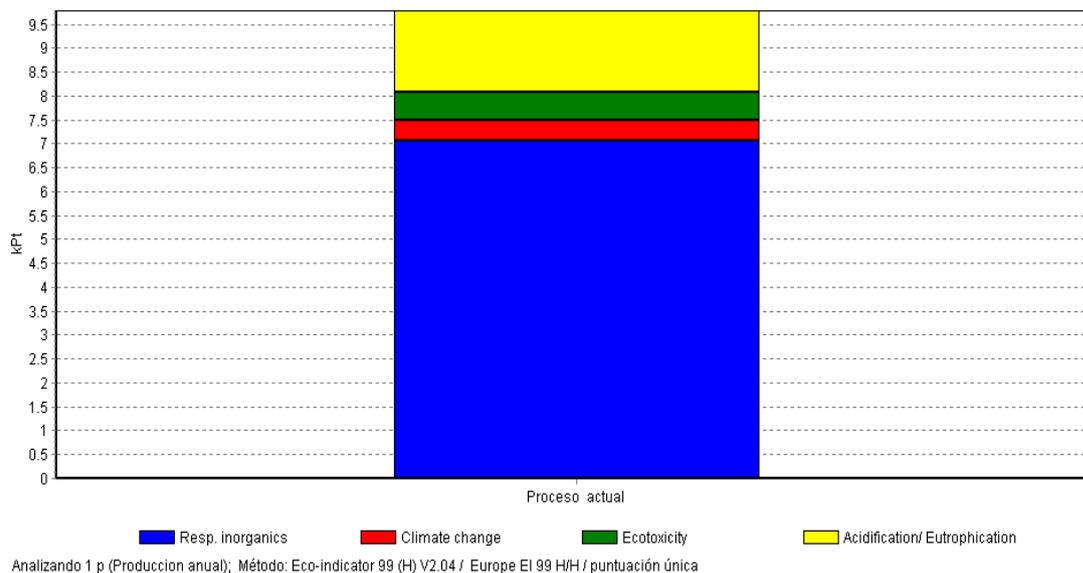


Figura 5. Puntuación total a las categorías de impacto analizando los tres meses de mayor producción.

Como se puede observar se produce un Impacto Ambiental Total de magnitudes considerables, debido al alto impacto que se produce a la categoría de Respiración de inorgánicos. Estos resultados demuestran la necesidad de tomar medidas con urgencia para mitigar estos impactos.

3.2. Alternativas que permitan reducir el impacto ambiental ocasionado al medio ambiente por la producción del RGH.

Una vez estudiado el perfil ambiental del proceso de RGH del Establecimiento Tenero “La Raupereza” e interpretados sus resultados, el paso siguiente es la propuesta de alternativas que permitan disminuir el impacto ambiental provocado por el mismo.

Estas alternativas estarán encaminadas a disminuir los consumos de productos químicos, agua, electricidad, las emisiones líquidas y sólidas en el proceso, al ser vertidas al medio sin tratamiento alguno.

Para ello es necesario tener en cuenta diferentes factores para la aplicación de opciones como:

- Tecnologías disponibles.

Estas alternativas están encaminadas a la minimización, que incluyen la reducción de la contaminación en origen y el reciclaje interno, formando parte de una estrategia de producción más limpia, que incluiría otras medidas complementarias respetuosas con el medio ambiente, como los tratamientos al final de línea.

Medidas y procedimientos necesarios para la implementación de las alternativas.

Estas medidas se dividen en tres grupos fundamentales:

1. Control dentro de las plantas y cambios de procedimiento.
2. Prevención de la contaminación mediante buenas prácticas ambientales.
3. Optimización de las instalaciones externas complementarias.

Este control se puede conseguir aplicando algunas de las categorías descritas a continuación:

a) Cambios de procedimiento

Los cambios de procedimiento son las modificaciones aplicadas a las operaciones básicas de producción de una tenería. Los principales objetivos, aparte de estos cambios, se realizan para minimizar el impacto medioambiental, reduciendo las materias primas o el consumo de agua mediante la aplicación de nuevos procedimientos.

b) Recuperación y reciclaje de materias

Se aplican las medidas de recuperación y/o reciclaje de materiales para reducir los costos de producción y los niveles de contaminación. Esto puede representar a la larga un éxito ya que se minimizan los gastos y el impacto medioambiental.

c) Las buenas medidas ambientales

Se basan en prácticas generales de gestión y en decisiones de sentido común que pueden aplicarse fácilmente en una instalación.

d) Sustitución de productos químicos

El objetivo de la sustitución química es reemplazar unos productos químicos que tienen un potencial contaminante elevado o características tóxicas por otros que causen un menor impacto medioambiental. Normalmente, el costo de sustitución de los productos químicos es menor que el costo de desechar los tóxicos contaminantes desde unas instalaciones de descarga a través del tratamiento a final de línea. De todas maneras, se tienen que evaluar los

productos químicos para cerciorarse de que no se sustituya un problema de contaminación por otro. Además, se debe tener en cuenta que cualquier sustitución química puede influir en la calidad del producto final, que es el cuero. (Martínez, 2003, CAR/PL, 2000)

3.2.1 Cambios de procedimientos

3.2.1.1 Batanado de pieles saladas antes del remojo

Categoría: Cambio de procedimiento y recuperación de material (sal).

Descripción: Reducción de la presencia de sales libres en exceso en pieles saladas para limitar la salinidad de las aguas residuales generadas durante el remojo. Para disminuir la salinidad, se realiza un agitado de los cueros a mano antes del mismo. Esta sencilla operación disminuye hasta un 30% el contenido de sal en las pieles. Existen métodos avanzados basados en el uso de un “bombo perforado” con agitación interna.

Aspectos a considerar:

El principal problema es la gestión posterior de la sal como residuo, aunque se considera la posibilidad de su reutilización en otras operaciones del proceso; se debe agitar los cueros con cuidado para evitar posibles daños en la materia prima (ej. el despedazado de pieles en pelo).

Beneficios medioambientales:

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes.

3.2.1.2 Descarnado en verde

Categoría: Cambios de procedimiento

Descripción: El descarnado de pieles en pelo después del remojo, reduce el peso total de estas y así, reduce también la cantidad de productos químicos necesarios y de agua requeridos en las etapas posteriores. Con este procedimiento se elimina entre un 14 – 18 % del peso de la piel, deduciéndose el consumo total de energía eléctrica en de un 10-15 % .Este método tiene la ventaja de que el subproducto obtenido, al no tener productos químicos, es útil para la producción de grasas (triglicéridos), de proteínas o para abonos.

Aspectos a considerar:

Este método debe aplicarse con cuidado ya que puede provocar posibles daños mecánicos en la piel de animales pequeños, al no regularse lo suficiente la presión de la máquina, o si se descarnan pieles mal lavadas y con estiércol pegado.

Beneficios medioambientales:

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción del nivel de productos químicos dentro de los efluentes;
- Reducción de residuos sólidos peligrosos.
- Reducción del consumo de energía eléctrica.

3.2.1.3 Pelambre con recuperación de pelo

Categoría: Cambios de procedimiento.

Descripción: La eliminación del pelo en forma sólida reduce sustancialmente el nivel de contaminación causado por el pelo (por ej. sólidos en suspensión, sólidos disueltos, sólidos totales, DBO, DQO, etc) de las aguas residuales. Esta iniciativa permite también un reciclaje más fácil de las aguas residuales. Con esta práctica pueden obtenerse disminuciones del orden del 40 %, en los baños de ribera, con respecto al método convencional de pelambre a pelo perdido.

Aspectos a considerar:

Se necesita un mayor control y una vigilancia adicional; evitar disolver el pelo en productos químicos, realizar una buena selección de productos químicos y usar filtros mecánicos para sacar el pelo de las aguas residuales.

Beneficios medioambientales:

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes;
- Reducción de los fangos y residuos sólidos peligrosos.

3.2.1.4 Reciclaje de las aguas residuales del pelambre

Categoría: Cambios de procedimiento / recuperación de material

Descripción: Se puede reciclar el agua de aclarados y de lavados en otros procesos donde la concentración de productos químicos sea baja, y no afecte el procedimiento en curso.

El lavado del calero puede reciclarse para empezar con un nuevo licor de cal. Esta operación puede reducir considerablemente el consumo de agua.

Otra idea es realizar un reciclado directo de la cal / licores de sulfuro con licores perdidos después de cada ciclo. Este sistema puede aplicarse, principalmente, si se efectúa una decantación y se usa un filtro cepillado, para sacar los desechos sólidos y de pelo. Se puede llegar hasta un 40% de ahorro de sulfuro y un 60% de ahorro de cal y disminuir hasta un 30 % los sólidos sedimentables.

Aspectos a considerar:

Su aplicación, en el caso de tenerías antiguas o pequeñas puede encontrar dificultades, a pesar de ello, pueden incorporarse fácilmente si se crean las condiciones necesarias.

Es importante tener en cuenta que con una criba eficaz, la concentración proteínica en el reciclaje de licor no supone un gran problema. Es aconsejable vigilar atentamente el procedimiento. El uso de este reciclado no necesita un tratamiento posterior. De vez en cuando, seguirá siendo necesario descargar licores.

Beneficios medioambientales:

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;

- Reducción de los productos químicos usados.

3.2.1.5 Separación de baños residuales del pelambre y del curtido al cromo

Categoría: Cambios de procedimiento.

Descripción: La separación de los baños residuales del pelambre y del curtido evita la generación accidental de H₂S, considerado un gas sumamente letal que puede causar daños graves en la salud de los seres humanos. Por lo que se recomienda separar los baños residuales después del pelambre. Cualquier mezcla accidental de este baño con residuales líquidos ácidos generaría un gas muy tóxico: sulfuro de hidrógeno (H₂S), siempre que el pH descienda de 7,5.

Se propone diseñar, un conducto de aguas residuales, de tal manera que asegure la separación de corrientes.

Aspectos a considerar:

Se necesita espacio para colocar estas instalaciones; se recomienda verter los dos baños en lugares diferentes para evitar cualquier mezcla accidental.

Los baños de sulfuro pueden ser fácilmente oxidables con peróxido, meta bisulfito sódico o bisulfito sódico.

Beneficios medioambientales:

- Reducción y eliminación de la formación de gases peligrosos.

3.2.1.6 Segregación del sulfuro de los efluentes

Categoría: Cambios de procedimiento

Descripción: La disminución de las concentraciones de sulfuros de los efluentes permite limitar la corrosión de las tuberías, reduce los olores y previene accidentes provocados por la mezcla de licores de otros efluentes.

La solución de sulfuro-cal y los lavados del pelambre pueden recolectarse sin la contaminación de otras soluciones. Estos residuos recolectados pueden almacenarse en cubas y los sulfuros pueden oxidarse por aire con un catalizador de sulfato de manganeso. Es un método eficaz, ya que puede destruir el contenido de sulfuro entre 4 y 8 horas. La solución de cal, sin sulfuros, puede usarse para neutralizar los residuos de ácido ajustando el pH a un nivel aceptable.

Aspectos a considerar:

La vigilancia del transporte de los licores del pelambre debe ser muy estricta para evitar que se mezclen con los licores de cromo y para evitar la generación de vapores H₂S.

Beneficios medioambientales:

- Reducción del nivel de los productos químicos encontrados en los efluentes;
- Reducción de los olores nocivos.

3.2.1.7 Serrajes vacunos en tripa

Categoría: Cambios de procedimiento.

Descripción: El dividido de las pieles en tripa justo después del pelambre mejora la capacidad de absorción química de los productos químicos usados, lo que conlleva un ahorro en las

cantidades de estos en las etapas posteriores. Además hay una disminución de las necesidades de agua, del volumen de aguas residuales y de los residuos sólidos con cromo.

Aspectos a considerar:

Asegurarse de que la calidad del curtido corresponde a las necesidades de los clientes ya que el dividido realizado en las etapas iniciales puede afectar a la textura final del producto y a su resistencia.

Beneficios medioambientales:

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducciones de los niveles de productos químicos encontrados en los efluentes;
- Reducción de los residuos sólidos.

3.2.1.8 Reciclaje de los licores de piquelado

Categoría: Cambios de procedimiento, recuperación de material

Descripción:

Esta técnica consiste en recuperar el licor de piquelado y volverlo introducir en el proceso, de este licor recuperado se puede volver a usar el 50% en las etapas posteriores.

Aspectos a considerar:

Se sustituirán los licores reciclados del piquelado por unos nuevos después de un número determinados de usos para evitar una disminución de la calidad final del curtido.

Beneficios medioambientales:

- Reducción del consumo de agua.
- Reducción de la generación de aguas residuales.
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes.
- Reducción del 10% de productos químicos usados.

3.2.1.9 Técnicas de alto agotamiento de cromo

Categoría: Cambios de procedimiento.

Descripción:

Se puede aumentar la fijación del cromo mediante una combinación de prácticas que conduzcan a la disminución del cromo en las agua residuales a niveles mínimos; usando baños mas cortos, manteniendo las temperaturas iniciales óptimas del baño, incrementando el tiempo de curtido optimizando el pH y elevando la temperatura final de la curtición.

Aspectos considerar:

Se deberá usar un medidor de pH portátil así como un termómetro que ayudara a controlar el curtido al cromo; por lo que el curtidor tendrá que cerciorarse de que su equipo funciona correctamente y de que todas las lecturas son ciertas.

Beneficios medioambientales:

- Reducción del consumo de agua
- Reducción de la generación de aguas residuales.

- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes.
- Reducción de residuos sólidos.
- Reducción del 50 % del cromo en los efluentes
- Reutilización del baño de cromo.

3.2.1.10 Determinación correcta del peso en todo el proceso

Categoría: Cambios de procedimiento

Descripción:

Una manera de limitar el consumo de materia prima se basa en determinar los pesos correctos de las pieles o cueros ante de cada proceso y tratar de calcular el peso exacto de los productos químicos en cada etapa; lo cual puede ahorrar hasta el 10 % de productos y reducir el consumo de agua.

Puntos a tener en cuenta:

Es necesario que las básculas estén siempre limpias para evitar reacciones de vidas a los diferentes productos químicos utilizados ya que se pesan pieles o cueros en diferentes etapas.

Beneficios medioambientales:

- Reducción del consumo de agua
- Reducción de la generación de aguas residuales
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes
- Reducción de productos químicos utilizados
- Reducción de energía eléctrica

3.2.1.11 Uso de sistemas de baños cortos

Categoría: Cambios de procedimiento

Descripción:

Esta técnica necesita cantidades más pequeñas de agua para poder obtener los mismos resultados, los métodos similares permiten ahorrar mayores, se pueden modificar el equipo para utilizar baños cortos por ejemplo de 40-80 % en lugar de los tradicionales que corresponden de 100-250 %, además de ahorrar el agua se puede ahorrar también productos químicos pudiendo combinarse con lavados discontinuo con la de baños cortos, ahorrándose por este concepto hasta un 70 % del agua.

Puntos a tener en cuenta:

La temperatura superior de los productos en los bombos, debida a una mayor fricción y a un menor efecto refrigerante, no es siempre aceptable, desde el punto de vista técnico y quizás habrá que realizar ajustes adicionales.

Beneficios medioambientales:

- Reducción del consumo de agua
- Reducción de la generación de aguas residuales.
- Reducción de productos químicos utilizados

3.2.2 Recuperación de material

3.2.2.1 Reciclaje de alta tecnología del sulfuro

Categoría: Recuperación de material.

Descripción: Reciclar el sulfuro usado, encontrado en las aguas residuales, puede limitar el impacto medioambiental del efluente.

Se puede resumir este procedimiento de eliminación de la siguiente manera: los licores se acidifican y el gas H₂S que se libera, se recoge en una solución de sosa cáustica para su siguiente utilización.

Aspectos a considerar:

Este sistema requiere instalaciones inoxidable para evitar cualquier fuga de gas letal, y un gran control, se puede aplicar más fácilmente este sistema en instalaciones nuevas que tengan un espacio adecuado.

Beneficios medioambientales

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales;
- Reducción del nivel de los productos químicos en de los efluentes;
- Reducción de olores nocivos.

3.2.2.2 Reutilización de subproductos del descarnado en verde

Categoría: Recuperación de material.

Descripción: Se pueden volver a utilizar los subproductos del descarnado verde como materias primas en otras industrias. Por ejemplo, para la obtención de grasas o alimentación animal. Esta alternativa reducirá la cantidad total de residuos sólidos generados en las tenerías en un 25 %.

Los residuos sólidos generados en el descarnado verde no contienen, normalmente, ningún producto químico y pueden utilizarse como materia prima en la industria de la obtención de grasas industriales u otras alternativas de empleo.

Aspectos a considerar:

Para maximizar la calidad de la materia prima, se deben separar los residuos sólidos necesarios para la industria de obtención de grasas, de los residuos generados en otras etapas (por ej. recortes, arena, otros desperdicios, etc).

Se puede conseguir un método de bajo costo para la recogida de todo el descarnado verde que minimice los gastos de transporte.

Beneficios medioambientales:

- Reducción de los residuos sólidos;
- Reducción de los residuos sólidos peligrosos.

3.2.2.3 Reciclaje de residuos para producción de fertilizantes

Categoría: Recuperación de material.

Descripción: Los subproductos generados en el descarnado pueden reutilizarse para otros fines. Esta medida reduce la cantidad total de residuos sólidos. Algunos residuos sólidos del curtido pueden tener propiedades útiles que podrían mejorar la calidad del suelo. Por lo tanto, ciertos residuos sólidos pueden usarse como fertilizantes en el sector agrícola. Ejemplo: residuos sólidos provenientes del descarnado verde que pueden utilizarse en: producción de grasas y plantas de compost.

Aspectos a considerar:

Para maximizar la calidad de la materia prima, se separan los residuos sólidos requeridos para la industria de fertilizantes de los otros tipos de residuos generados en otras etapas y que no se necesitan (por ej. rebajaduras con cromo, recortados con cromo, etc).

Se puede disponer de un sistema de bajo costo para la recogida de los residuos sólidos a fin de minimizar los costos de transporte. Instalar la producción de cola, lo más cerca posible de las industrias del curtido;

Debido a la posible descomposición de los subproductos del descarnado, la conservación de estos residuos sólidos podría causar algunos problemas si no se utilizan rápidamente.

Beneficios medioambientales:

- Reducción de los residuos sólidos.

3.2.2.4 Recuperación de carnazas y recortes encalados

Categoría: Recuperación de material.

Descripción: Otra opción para reducir el nivel de residuos sólidos generados en el curtido consiste en recuperar las carnazas y los recortes encalados para la producción de cola y grasa. Los productores de cola pueden utilizar el descarnado y los recortes generados después del pelambre como materia prima para la producción de cola y grasa.

Aspectos a considerar:

Para maximizar la calidad de la materia prima, se tiene que separar los residuos sólidos para la industria de la cola de los otros residuos generados en las otras etapas (por ej. recortes con cromo, y otros desperdicios como las rebajaduras, etc).

Se puede disponer de un sistema barato para la recogida de todo el descarnado y los recortes encalados para minimizar los costes de transporte. Instalar la producción de cola lo más cerca posible de las industrias del curtido.

Beneficios medioambientales

- Reducción de los residuos sólidos;
- Reducción de los residuos sólidos peligrosos

3.2.3 Buenas prácticas ambientales (BPA)

3.2.3.1 Gestión just-in-time

Categoría: Buenas prácticas.

Descripción: La aplicación de esta estrategia permite disminuir las cantidades de productos químicos y de pieles y cueros almacenados. Se consigue, de esta manera, la reducción de

olores y de accidentes debidos al excesivo almacenamiento de productos químicos y de pieles o cueros. No solamente se obtienen ventajas medioambientales, sino que también se consigue un ahorro de espacio al disminuir la zona de almacén hasta llegar al que se necesita realmente. Esta técnica se efectúa asegurándose de que los productos necesarios para la producción de curtido se reciben en el momento de su uso y no se almacenan durante largos períodos de tiempo.

Aspectos a considerar:

Asegúrese de que los proveedores realizan un seguimiento estricto de las necesidades de los clientes y de las materias primas disponibles. Esta estrategia optimizará y acortará el tiempo necesario para la producción del curtido y asegurará que las materias primas estén siempre disponibles cuando se necesiten.

Beneficios medioambientales:

- Reducción de los olores nocivos.

3.2.3.2 Limpieza periódica para controlar problemas de olores

Categoría: Buenas prácticas.

Descripción: Si se realiza una limpieza periódica de los equipos, se limitará el nivel de olores generados por la acumulación de residuos o por los vertidos de las aguas residuales.

Un ejemplo para aplicar este método consiste en adquirir un recolector del descarnado, bueno y eficaz, situado al lado de la máquina de descarnar. Este sistema dará lugar a una mejor recogida del descarnado gracias a la disminución del lavado innecesario y de la generación de olores. Asimismo, un lavado periódico del equipo reducirá los olores provocados por la acumulación de residuos o por los vertidos de aguas residuales.

Aspectos a considerar:

Hay que limpiar el equipo regularmente. Aunque la limpieza se deba realizar en determinados momentos, no debe, por ello, molestar el trabajo de los empleados (por ej. la limpieza de la máquina de descarnado, cuando hay otros empleados trabajando al lado, puede provocar accidentes.)

Beneficios medioambientales:

- Reducción de los olores nocivos.

3.3.3.3 Control y usos del agua del proceso

Categoría: Buenas prácticas.

Descripción: Se puede reducir hasta un 50% el consumo de agua y la generación de aguas residuales si se efectúa un buen mantenimiento y un control de los usos del agua.

- Se debe tener un control estricto y periódico de las instalaciones para evitar pérdidas accidentales en el manejo de los lotes de productos químicos y supervisión de la red de vertidos.
- Realización de las reparaciones que deban realizarse y el mantenimiento adecuado.

- Control para asegurar la reducción de la suciedad en las áreas de producción por medios no acuosos previo a la limpieza con agua. De esta manera, se evitarán: lavados innecesarios.
- Limpiezas y lavados a puerta cerrada y en discontinuo.
- Se pueden tener en cuenta otras medidas para reducir el uso del agua, como la utilización de nuevas tecnologías de control, diseñadas para reducir el consumo del agua con controladores de los niveles de líquido, indicadores de corrientes, el control de la dureza del agua y válvulas automáticas para cortar el paso del agua.

Aspectos a considerar:

El control adicional de los procesos debería limitarse a las verificaciones necesarias. (Consumo del agua, calidad del agua, controles de escapes, etc.)

Beneficios medioambientales:

- Reducción del consumo de agua;
- Reducción de la generación de aguas residuales.

3.2.4 Sustitución de productos químicos

3.2.4.1 Minimización del impacto de los efluentes del recurtido

Categoría: Sustitución química

Descripción:

Se puede efectuar un recurtido seleccionando los agentes de productos químicos con un contenido bajo de monómeros, asimismo con un pH adecuado y controlando la temperatura, optimizando el agotamiento y así limitando la cantidad final de los residuales de los productos químicos en las descargas residuales seleccionando los agentes de productos químicos.

Beneficios medioambientales:

- Reducción de la generación de aguas residuales.
- Reducción del nivel de productos químicos en los efluentes.

3.2.4.2 Reducción del uso de amonio en el desencalado

Categoría: Sustitución química.

Descripción: Mediante la sustitución de sales de amonio, se reduce el nivel de amoniaco en las aguas residuales.

Se puede llevar a cabo una serie de alternativas para limitar el uso de sales de amonio. Con ello mejorará la calidad final y reducirá el nivel de nitrógeno en los efluentes. Se pueden usar ácido bórico, lactato de magnesio, ácidos orgánicos, como el ácido láctico, el ácido fórmico, etc, para sustituir al amonio usado.

Otra técnica consiste en la utilización de dióxido de carbono (CO₂) en el desencalado para limitar el uso de las sales de amonio. Esta operación permite disminuir hasta un 75% el nitrógeno amoniacal. Además de las disminuciones de nitrógeno, los agentes del curtido al cromo funcionan mejor con pieles desencaladas con gas carbónico que con las sales, ya que

reducen la cantidad de los residuos de cromo en los efluentes del curtido. El CO₂ forma ácidos carbónicos que disuelven la cal residual.

Aspectos a considerar:

Evitar las entradas intermitentes de gas que forman carbonato; añadir bisulfito para evitar la formación de H₂S.

Beneficios medioambientales:

- Reducción del nivel de los productos químicos en los efluentes;
- Reducción de los residuos sólidos peligrosos;
- Reducción de olores nocivos.

3.2.5 Mejora de las instalaciones externas complementarias

Teniendo en cuenta que solamente entre el 20 y el 25% del peso inicial de las pieles en pelo son transformadas en piel, el 75 - 80% restante corresponde a agua o residuos sólidos generados durante los procedimientos de curtición. El vertido de dichas cantidades de residuos puede considerarse como un impacto adicional en el medio ambiente, sobre todo en el caso de algunos residuos sólidos como: recortes, virutas cromadas y residuos sólidos provenientes de las operaciones de los bombos. (*CAR/PL, 2000; Carabias, 1999; OPS/CEPIS/POB, 1996; Comisión, 1997; Elementos, 1999; Iglesias, 1997; PNUMA/ROLAC, 2000; Martínez Nodal, 2003*)

3.3. Evaluación de las alternativas para disminuir el impacto ambiental de la producción del RGH.

Para evaluar la efectividad de las medidas propuestas se realizara una comparación de las condiciones actuales del proceso que se lleva a cabo en dicho establecimiento con el proceso después de aplicadas las alternativas propuestas.

Como se puede observar en las **figuras 6 y 7** existe una disminución del impacto después de las alternativas propuestas de P+L, tanto en % como en milipuntos en las diferentes categorías analizadas. Esto está dado porque se logra disminuir los consumos y emisiones al medio, haciendo el proceso más eficiente.

En la **tabla 3** se muestran los valores que corresponden con la **figura 7** para las distintas categorías de impacto.

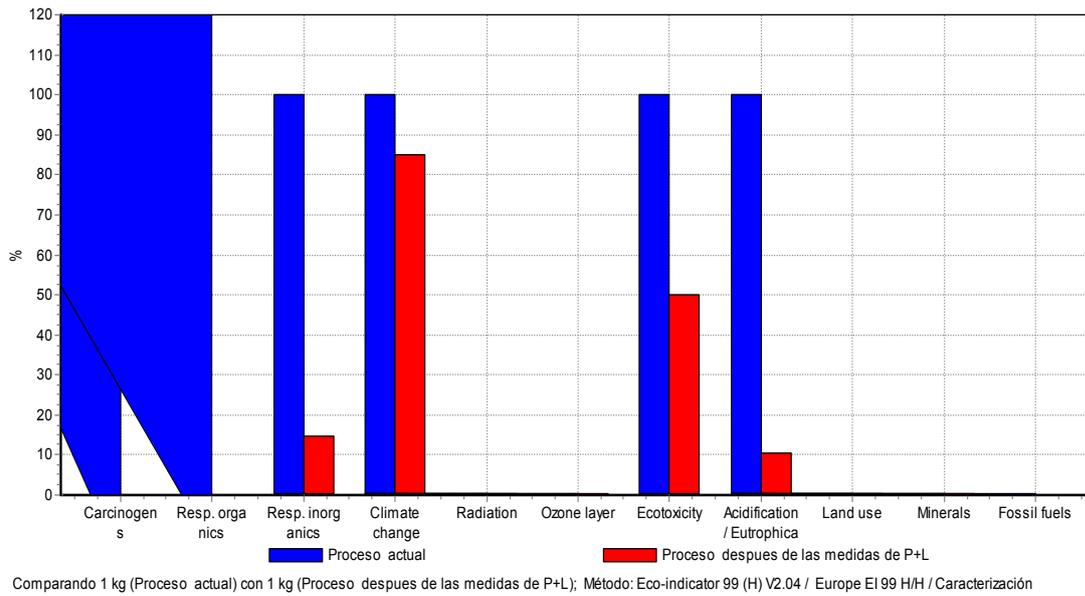


Figura 6: Comparación del proceso actual y el proceso después de las alternativas propuestas. Expresado en %. Analizando 1 Kg de piel.

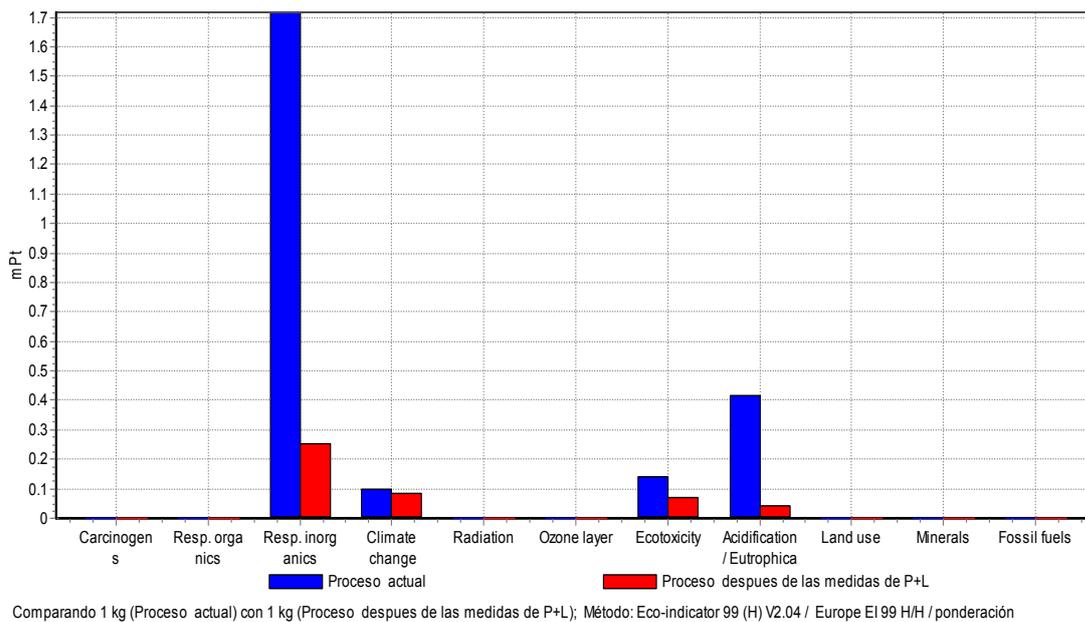


Figura 7: Comparación del proceso actual y el proceso después de las alternativas propuestas. Expresada mPt. Analizando 1 kg de piel.

Las disminuciones más significativas en 11 de las categorías de impacto analizadas, son en la categoría de respiración de orgánicos disminuyendo el impacto de 1.716631 a 0.255 puntos, lo que representa un 85 % y Acidificación/ Eutroficación 0.415303 a 0.0436 puntos representando un 90% en esta categoría. Otras reducciones menos apreciables son en la categoría cambio climático que varía de 0.100457 puntos a 0.0854 puntos, y la categoría ecotoxicidad de

0.142539 a 0.0713 puntos. En la **figura 8** se puede apreciar con mayor claridad lo anteriormente planteado.

Tabla 3: Resultado del análisis de las alternativas propuestas

Título:	Comparando 1 kg (Proceso actual) con 1 kg (Proceso después de las alternativas)		
Método:	Eco-indicator 99 (H) V2.04 / Europe EI 99 H/H		
Indicador:	Ponderación		
Por categoría de impacto:	Sí		
Omitir categorías:	Nunca		
Modo relativo:	No		
Categoría de impacto	Unidad	Proceso actual	Proceso después de las alternativas P+L.
Total	mPt	2.374931	0.455
Respiración de inorgánicos	mPt	1.716631	0.255
Cambio climático	mPt	0.100457	0.0854
Ecotoxicidad	mPt	0.142539	0.0713
Acidificación/ Eutroficación	mPt	0.415303	0.0436

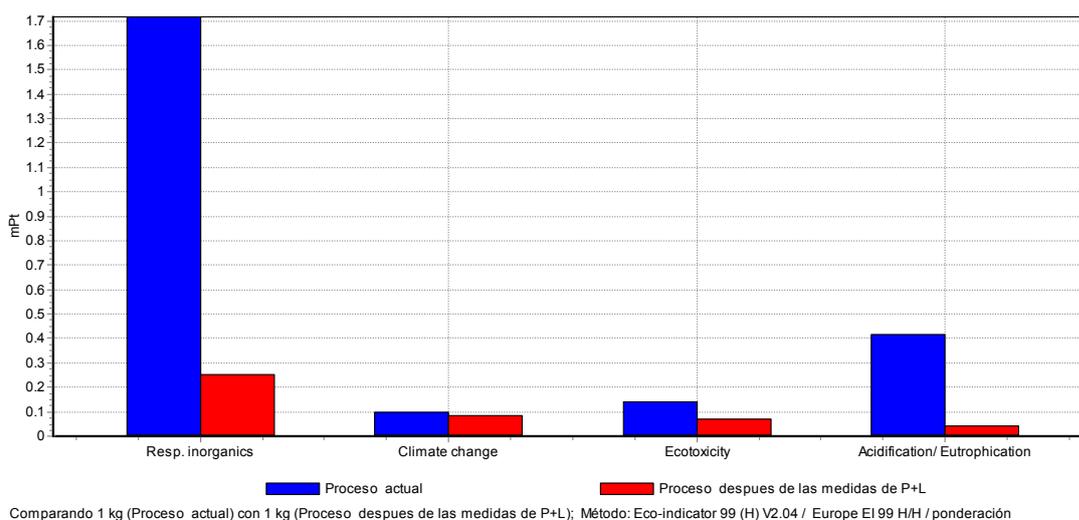


Figura 8: Comparación del proceso antes y después de las alternativas propuestas de P+L analizando un 1 kg de piel.

Puntuación total a las categorías de impactos.

En la **figura 9** se puede apreciar la puntuación total a las categorías de impactos del Eco-indicador 99 expresadas en mPt (milipuntos) del proceso actual y después de las alternativas propuestas de P+L de la producción de 1 kg de piel RGH producida.

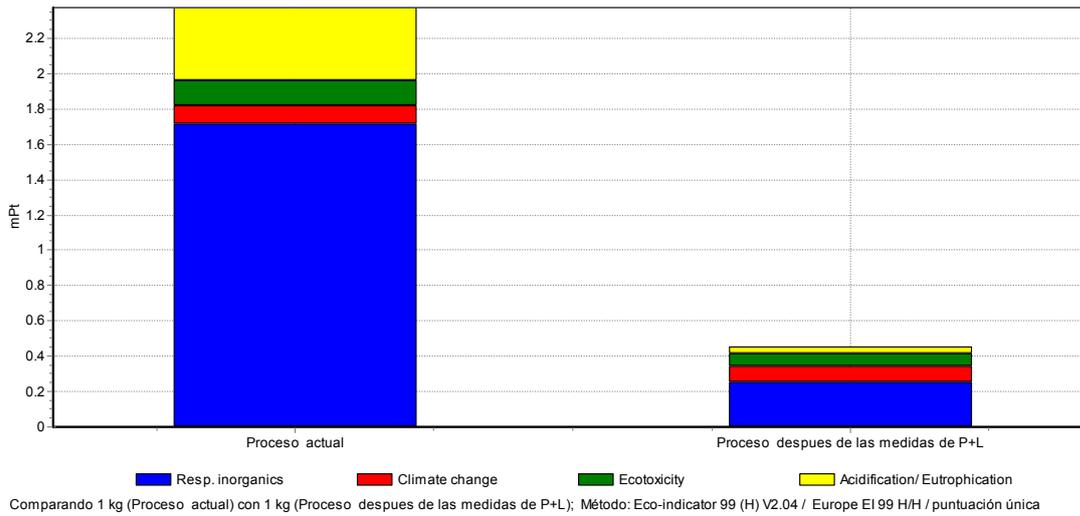


Figura 9. Puntuación total a las categorías de impacto, para el proceso actual y después de las alternativas propuestas de P+L, para 1 kg de piel.

Puntuación total a las categorías de daños.

En las **figuras 10 y 11** se puede apreciar la puntuación total a las categorías de daños del Eco-indicador 99 expresadas en mPt (milipuntos) del proceso actual y después de las alternativas propuestas de P+L de la producción de 1 kg y de los tres meses de mayor producción de RGH (4 120 MKg).

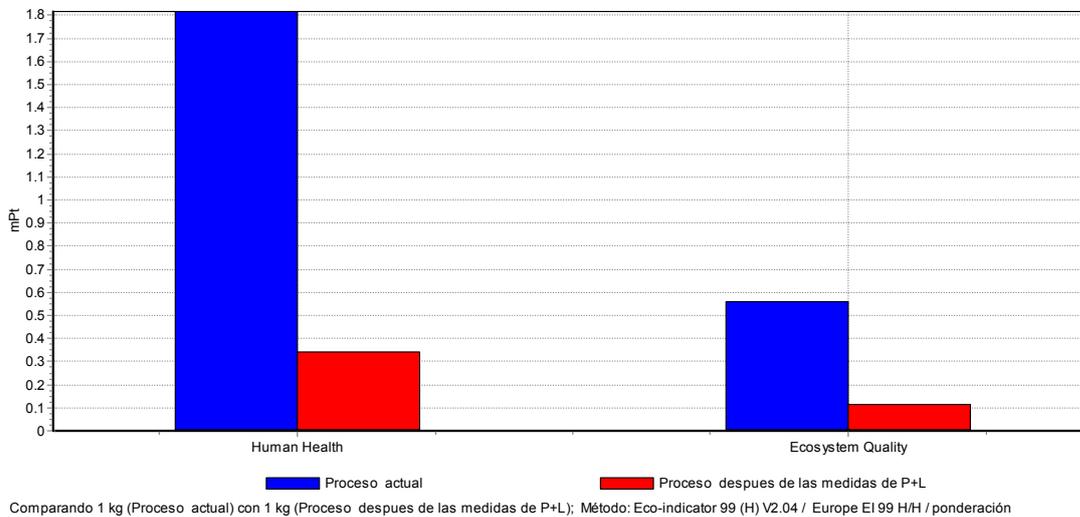


Figura 10. Puntuación total a las categorías de daños, para el proceso actual y después de las alternativas propuestas de P+L, para 1 kg de piel.

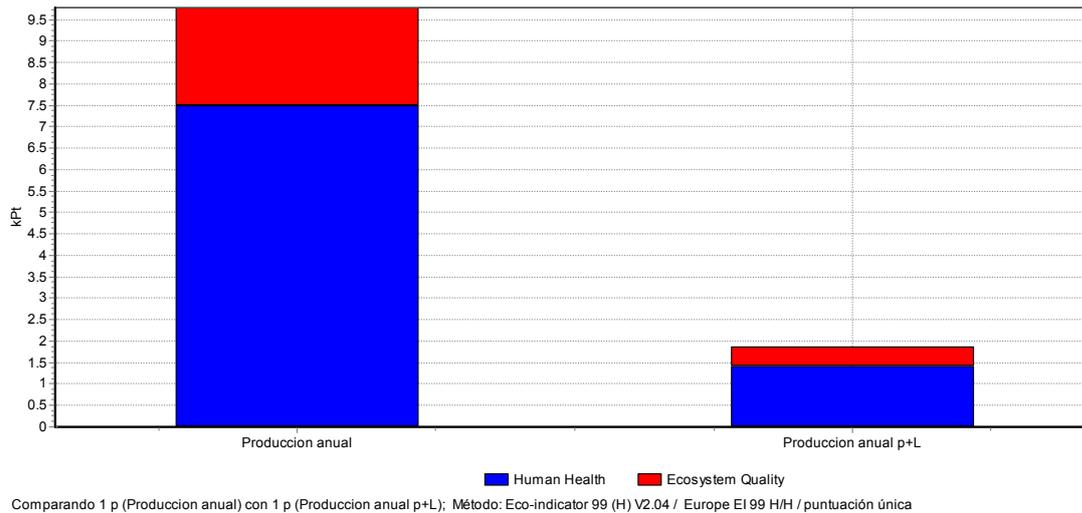


Figura 11. Puntuación total a las categorías de daños, para el proceso actual y después de las alternativas propuestas de P+L, para los tres meses de mayor producción de RGH.

Como se puede observar en las **figuras 10 y 11** se logran disminuciones significativas en las categorías de daños saluda humana y calidad del ecosistema con las propuestas de alternativas de P+L.

Es necesario aclarar que tanto el agua como los residuos sólidos no se contemplan en la metodología del Ecoindicador 99 pero con las alternativas propuestas de P+L y las buenas prácticas ambientales implementadas se logra una reducción significativa en ambos indicadores, según se muestra en la tabla resumen que aparece en el **Anexo #12 y # 13**.

Conclusiones Parciales.

1. Mediante la metodología desarrollada en este capítulo de ACV, el empleo del software profesional Simapro v 7.1 y el uso del Ecoindicador 99, se pueden evaluar los impactos ambientales provocados por el proceso de RGH, lo que permite proponer alternativas de P+L al mismos.
2. El uso de de gran cantidad productos químicos en el proceso actual de RGH es el de mayor influencia sobre las categorías de impacto: respiración de inorgánicos, acidificación – eutroficación y en menor valor significativo, cambio climático y ecotoxicidad y dentro de las categorías de daño, salud humana y calidad del ecosistema.
3. Las disminuciones más significativas en 11 de las categorías de impacto analizadas después de las alternativas propuestas de P+L son: respiración de orgánicos y Acidificación/ Eutroficación y en las tres categoría de daño: salud humana y calidad del ecosistema.

CONCLUSIONES

Conclusiones

1. Mediante el diagnóstico ambiental realizado se pudo conocer la situación medioambiental actual del proceso de Rebajo Guante Hidrofugado perteneciente a la UEB "La Raupereza.
2. Mediante el empleo de Eco-indicador 99 en el ACV se determinan los impactos medioambientales del proceso de RGH, calculando las diferentes categorías de impacto y de daño consideradas en el mismo.
3. Con las propuestas de alternativas de P+L se logra reducir los impactos provocados al medio ambiente por el proceso Rebajo Guante Hidrofugado perteneciente a la UEB "La Raupereza perteneciente al municipio Remedios.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones

1. Incluir dentro del Análisis de Ciclo de Vida la transportación de las materias primas utilizadas en el proceso de RGH.
2. Realizar este estudio en los restantes establecimiento de TENEVIC.

BIBLIOGRAFÍAS

Bibliografías

1. ACADEMIA, E. (2006) Hacia un consumo sustentable
2. AUTORES, C. D. (1967) La Industria Tenera.
3. AUTORES, C. D. (2000) Evaluación del estado de la técnica sobre tecnologías para el tratamiento de residuales de cromo y el proceso de pelambre en tenerías. Volumen I.
4. AUTORES, C. D. (2001) Curso de Capacitación, tratamiento de efluentes y manejo de AS. Parte B Volumen
5. AUTORES, C. D. (2002a) Contaminación y gestión de residuos. Volumen II. Cuba.
6. AUTORES, C. D. (2002b) Contaminación y gestión de residuos. Volumen III. Cuba.
7. (ANDI), A. N. D. I. (2004) MESA NACIONAL DEL SECTOR DE CURTIDO Y PREPARADO DE CUEROS
8. BASF. (1976) ABC de la Curtición Cuero al Cromo para Empeine. 1ra edición. Pág. 24-39.
9. BASF. (1970) Vademécum para el técnico en curtición. 1ra edición. Pág. 48.
10. BASF. (1995) Pocket Book for the Leather Technologist. Pág. 1-28.
11. BAYER (1990) Curtir, teñir, acabar.
12. BLC., L. T. C. (2006) Curso de capacitación sobre el tratamiento de efluentes y manejo de res. Pág. 10-45; 68-120.
13. BLE., L. T. C. (2006) Curso de capacitación sobre tecnologías limpias. Pág. 56-87.
14. BORNHARDT, C. (2006) Reducción del impacto ambiental generado por efluentes de la industria de curtiembre
15. CANTERA, C. S. Y. O. (2005) Reutilización de licores de pelambre.
16. CAÑIZARES PENTÓN, G. (2006) Propuesta de aplicación práctica de una metodología para la elaboración del diagnóstico ambiental en la Oficina Territorial de Normalización de VC.
17. CAR/PL (2000) Diseño y aplicación de un programa de buenas prácticas ambientales en la industria.
18. CAR/PL (2001) Oportunidades de prevención de la contaminación en el sector del curtido en la región mediterránea.
19. COMES, E. R. (2005) Piel Vacuna. Barcelona, .
20. CUERO, F. M. D. Q. Y. T. D. (2005) XV Encuentro nacional técnico de curtiduría. Federación mexicana de químicos y técnicos del cuero, A.C.
21. CUERO, F. M. D. Q. Y. T. D. (2007) XVI Encuentro nacional técnico de curtiduría. Federación mexicana de químicos y técnicos del cuero, A.C.
22. Centro de actividades regionales para la producción más limpia.
23. CONTRERAS, M. A. (2007) Metodología para el Análisis de Ciclo de Vida combinada con el análisis energético. . Tesis de doctorado. Universidad Central de Las Villas.
24. DEVON, M. (2003) Trabajo de diploma

25. Plan propuesta para la minimización de residuos en la fábrica de muebles clínicos Heriberto Mederos. UCLV.
26. ESPINOSA, L. (2009) Evaluación de impacto ambiental en la Unidad Empresarial de Base "Patricio Lumumba" de Caibarién
27. Trabajo de Diploma.
28. GONZÁLEZ, G. L. (2008) Compendio de producciones más limpias aplicadas en TENEVIC.
29. ICC, P. H. S. A. (1991) International chamber of commerce (ICC) effective Environmental auditin.
30. ISO.14041.2000 (2000) Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición del objetivo, alcance y análisis de inventario. .
31. ISO.14040:1999 (1999) Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y estructura. NC XX 2001. (Proyecto). Vertimiento de aguas residuales a las costas y aguas marinas. Especificaciones. .
32. ISO.14042.2001 (2001) Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Evaluación del impacto del ciclo de vida.
33. ISO.14043.2001 (2001) Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Interpretación del ciclo de vida.
34. ISSN: 0252-7987 (1996) REPINDEX 60: MANEJO AMBIENTAL DEL CUERO.
35. LAHSTEIN, D. H. F. Z. S. (1997) Tecnologías modernas para la optimización del proceso de curtición al cromo.
36. LATINA, P. (2006) Impactos ambientales.
37. MÁQUEZ GÓMEZ, I. (2007) Tesis para optar por el grado de Master en Seguridad tecnológica y ambiental de los procesos químico. Análisis del ciclo de vida en la producción del zumo de mango ecológico.
38. MARTINEZ NODAL, P. (2003) Tesis presentada en opción al grado científico de Master en Ingeniería en Saneamiento Ambiental. Alternativas tecnológicas que permitan alcanzar producciones más limpias en el Establecimiento 101, Tenería "Patricio Lumumba" del Municipio Caibarién.
39. MC. CANN, M. (2000) Cuero, pieles y calzado. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.
40. MORALES SUÁREZ, L. (1999) Trabajo de Diploma. Propuesta de combinación del trabajo docente y extradocente para el tratamiento de la Química Orgánica en el preuniversitario con un enfoque ambiental.
41. NAGEL, B. (2005) Manual de Gestión Ambiental Empresarial.
42. NC.19-01-04-80 (1980) Ruido. Requisitos generales higiénicos sanitarios.
43. NC: 41-25. (1983) Pieles de bovino, porcino, ovino y equino. Especificaciones de calidad.
44. NC.27:1999 (1999a) Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.

45. NC.27:1999 (1999b) Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas terrestres y Alcantarillado. Especificaciones.
46. NC.41.07. (1997) Determinación del contenido de humedad y pH.
47. NC.93-00-001 (2001) Sistemas de Normas para la Protección del Medio Ambiente, (SNPMA).
48. NC.93-02-1975 (1975) Agua potable. Requisitos sanitarios y de muestreo.
49. NC.93-11-86 (1986) Requisitos de calidad y protección sanitaria de las fuentes de abasto de agua destinada al consumo humano.
50. NC.348:2004 (2004) Cuero. Cuero de Ganado Bovino en Azul. Requisitos.
51. NC: 41-25. (1983) Pieles de bovino, porcino, ovino y equino. Especificaciones de calidad.
52. REVISTA "CIENCIA, I. Y. D. V., NO. 3 (2002) Revista "Ciencia, Innovación y Desarrollo". Volumen 7, No. 3.
53. UNITS, S. A. (2005) Cromogenia – Units, S.A.Pág. 1-45.
54. ZERQUERA BALBUENA, G. (2005) Técnicas de evaluación de impacto ambiental.

Sitios en Internet consultados

<http://www.sofofa.cl/ambiente/documentos/curtiembre.pdf>

<http://www.monografias.com/trabajos10/tegen/tegen.shtml>)<http://www.aaqtic.org.ar/>

<http://www.panamacom.com/>.

<http://www.monografias.com/trabajos29/ciclo-sistema/ciclo>

<http://www.autodesk.es/adsk/servlet/item>

ANEXOS

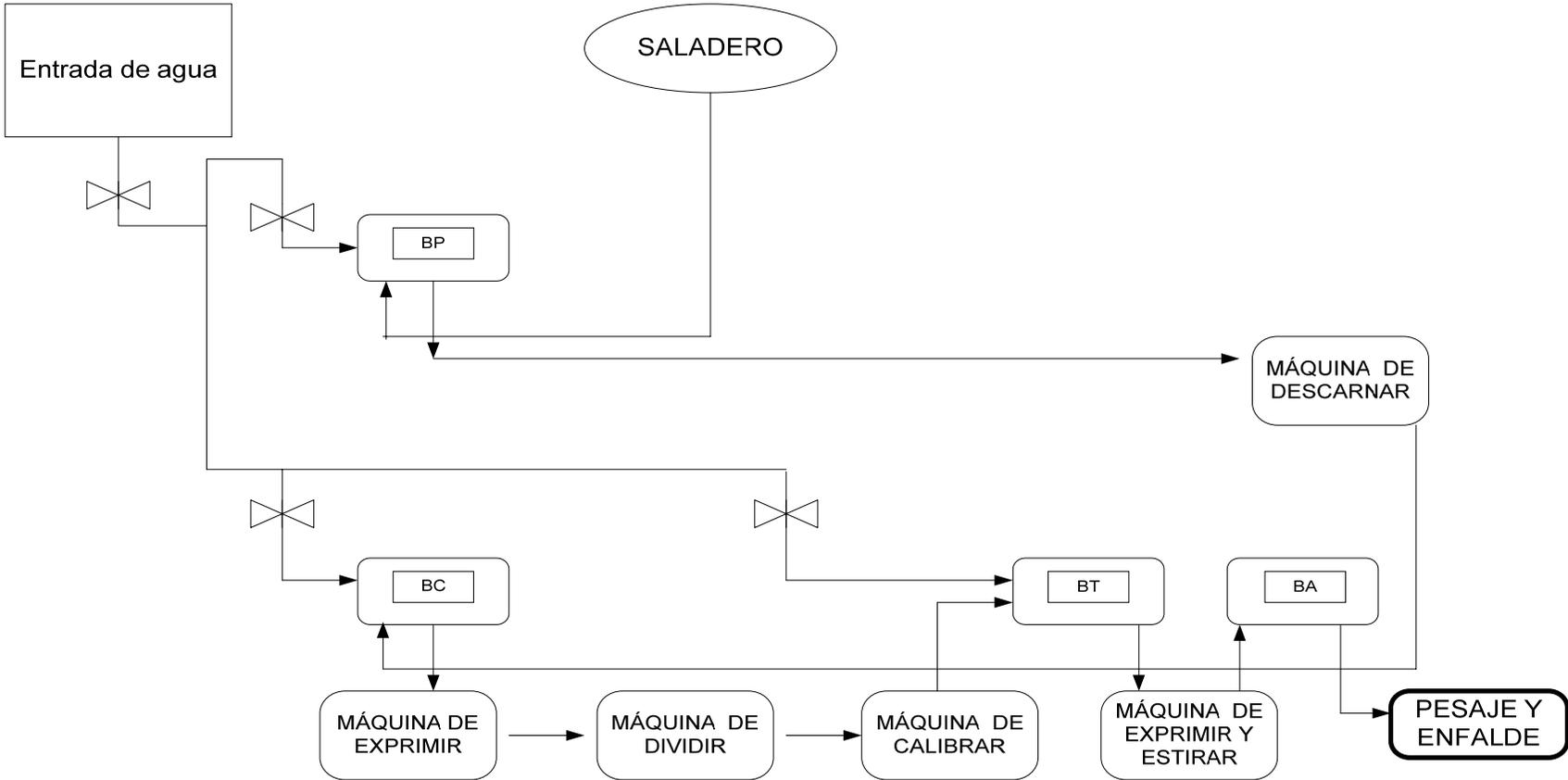
Anexo # 1: Política Ambiental

La Empresa Nacional de Tenerife Villa Clara "TENEVIC" se inserta dentro de la Política Nacional sobre la base de su naturaleza productiva, satisfaciendo las necesidades sociales a través de la producción de bienes de consumo.

A partir de la identificación de los impactos que se generan en nuestro proceso productivo con el medio ambiente, se comienza la instrumentación de la Estrategia Ambiental con su plan de acción así como proyectos que conlleven a la disminución de la carga contaminante y programas encaminados a la Educación Ambiental de la Empresa, garantizando un desarrollo sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras como lo impone nuestro país.

La dirección de la Empresa está responsabilizada y comprometida en administrar sus recursos para que de forma económica se de cumplimiento a las legislaciones vigentes (Norma Cubana obligatoria XX-1999 "Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado" y la Ley 81 de Medio Ambiente)

Anexo # 2: Diagrama de flujo tecnológico



Leyenda:

BP: Bombo de pelambre BC: Bombo de curtido BT: Bombo de teñido BA: Bombo de abatanar

Anexo # 3: Resumen de la caracterización de los residuales líquidos de la UEB " La Raupereza "**Tabla 2.4:** Caracterización de residuales líquidos.

Análisis	u/m	Resultados
Temperatura	°C	22,60
pH	u	7,25
Conductividad	µs/cm	6600,0
Alcalinidad	kg/día	37,03
Sólidos totales	kg/día	591,96
Sólidos sedimentables	kg/día	2,52
Sólidos suspendidos	kg/día	38,95
DQO	kg/día	11,84
DBO ₅	kg/día	5,26
Grasas	kg/día	12,44
Cr total	kg/día	0,04
Cl	kg/día	98,43
S	kg/día	5,97
Ca	kg/día	8,55
NH ₄	kg/día	0,01
NO ₂	kg/día	0,0003
NO ₃	kg/día	0,0658

Anexo # 4: Nomenclatura utilizada en los balances de materiales.**Tabla 2.5:** Nomenclatura

Nombre	Símbolo
Ácido fórmico	O
Agua	A
Agua del pelambre	AP
Agua del remojo	AR
Aseptante BW	Q
Aseptante DMC	H
Bicarbonato de sodio	T
Cal hidratada	D
Carbonato de sodio	F
Carnaza	CAR
Centro cromo	CC
Ceسال INP	M
Ceسال CN	G
Cloruro de sodio	Ñ
Cuero curtido	CA
Cuero exprimido	CE
Efluente 1	E ₁
Efluente 2	E ₂
Efluente 3	E ₃
Efluente 4	E ₄
Efluente 5	E ₅
Efluente 6	E ₆
Efluente 7	E ₇
Efluente 8	E ₈
Efluente 9	E ₉
Efluente 10	E ₁₀
Efluente 11	E ₁₁
Efluente 12	E ₁₂
Efluente 13	E ₁₃
Fibra 100	W
Fosfol SC-10	U
Fosfol 70	V
Hidrofugante parafinado	Z
Humectol rapid	I
Jabón split	Y
Plenatol SBR-2	R
Piel	Pi

Nombre	Símbolo
Piel apelmabreada	PA
Piel descarnada	PD
Piel lavada 1	PL ₁
Piel salada	PS
Piel descalcada y rendida	PDR
Rebajo	Re
Rebajo culata	RC
Rebajo culata dividido	RCD
Rebajo culata calibrado	RCC
Rebajo culata lavado1	RCL ₁
Rebajo culata lavado2	RCL ₂
Rebajo culata recortado 1	RRC ₁
Rebajo culata recortado 2	RRC ₂
Rebajo engrasado e hidrofugado	REH
Rebajo exprimido y estirado	REE
Rebajo guante hidrofugado	RGH
Rebajo recurtido y neutralizado	RRN
Recorte de la carnaza	RC
Ribelsal PLE	J
Sebo	X
Sub producto 1	SP ₁
Sub producto 2	SP ₂
Sub producto 3	SP ₃
Sulfato de amonio	L
Sulfato de cromo	P
Sulfhidrato de sodio	B
Sulfuro de sodio	C
Tripsol doble	N
Viruta de rebajo	VR

Anexo # 5: Cartas tecnológicas utilizadas en el proceso productivo del RGH

Tabla 2.6: Carta tecnológica del proceso de pelambre.

Operación	Productos	%	Observaciones
Lavado	A	200	
Remojo	A	60	Rotar 40-50 min y drenar
	F	0.1	
	H	0.04	
	G	0.1	Rotar 60 min Ph=9.5
	I	0.5	Rotar 180 min, corte blanco, °Be=3.8, Ph=9.5-10.0
Pelambre	J	1.0	
	A	40	Rotar 30 min
	J	0.5	
	B	0.7	Rotar 40 min, reposo pH=12.5
	D	1.0	
	G	0.2	
C	1.5		
D	2.0	Rotar 60 min, reposo , rotar 10 min c/2 horas durante 10 horas.	
Lavado	A	400	Drenar

Tabla 2.6.1: Carta tecnológica del proceso de curtido.

Operación	Productos	%	Observaciones
Lavado	A	200	Rotar 10-15 min y drenar
Desencale - rendido	A		Rotar 90 min
	L	1.5	
	M	0.1	Rotar 15 min
	N	0.4	Rotar 20 min, control con fenofaleina (inoloro) Ph=8.5-9.0
Lavado	A	200	Drenar baño
Piquel	A	50	Rotar 10-15 min, °Be=7.5
	Ñ	6.0	
	O	0.6	Rotar 4 horas, corte amarillo con bromocresol, pH=2.8-3.2
Curtición	P	6.0	Rotar 2 horas, Ph= 2.8-3.4
	Q	0.1	
Neutralización	R	1.2	Rotar 6 horas, Ph= 3.6-3.9

Tabla 2.6.2: Carta tecnológica del proceso de teñido.

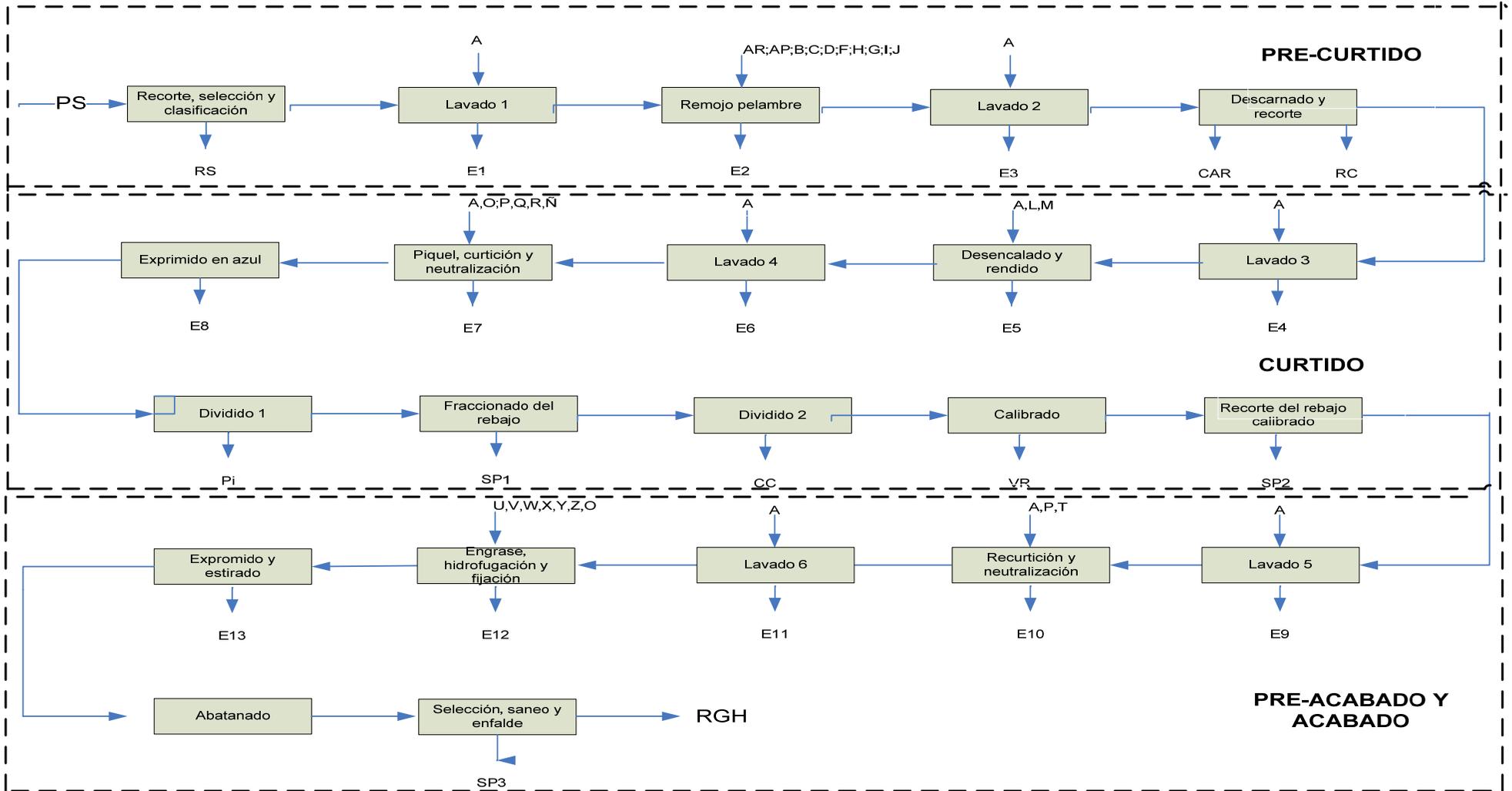
Operación	Productos	%	Observaciones
Lavado	A	200	Rotar 20 min y drenar
Recurtición y neutralización	A	100	Rotar 45 min
	P	2	
	T	1.5	Rotar 45 min y reposar durante la noche, al otro día pH= 4.0-4.5,drenar
Lavado	A	200	Rotar 10 min, drnar
Engrase, hidrofugación y fijación	U	2.0	Rotar 45 min
	V	2.0	
	W	7.0	
	X	5.5	
	Y	5.5	
	Z	7.0	
	O	0.5	Rotar 20 min, Ph=3.8-4.0, descargar el bombo

Anexo # 6: Datos promediados obtenidos a partir de partidas corridas efectuadas en la fábrica.

Tabla 2.7: Partidas corridas.

Indicadores	Kg	% con relación a la piel salada
Cantidad de piel salada a proceso	1500	-
Peso de la piel sin recortar	1550	-
Peso de la piel recortada	1500	97
Peso del recorte en sal	46	3
Peso después de pelambre	2040	136
Peso de la carnaza	315	21
Peso del recorte de la carnaza	75	5
Peso de la piel descarnada y recortada	1650	110
Peso del cuero exprimido	1200	80
Peso del cuero dividido	825	55
Peso del rebajo sin fraccionar	675	45
Datos a partir del rebajo		
Indicadores	Kg	% con relación al rebajo
Peso del rebajo sin fraccionar	675	45
Peso del rebajo fraccionado	236	35
Peso del subproducto 1	439	65
Peso del rebajo dividido	200	85
Peso del centro cromo	35	15
Peso del rebajo calibrado	183	91
Peso de la viruta del rebajo	18	9
Peso del rebajo recortado	182	99.6
Peso del recorte del rebajo	0.7	0.4

Anexo # 7: Diagrama de bloque del proceso de RGH.



Anexo # 8: Resumen de los residuales líquidos y sólidos generados al medio.**Tabla 2.8** Resumen del balance de materiales.

Operación	Consumo de agua m ³	Generación de residuales	
		Sólidos Kg	Líquidos m ³
Recorte, clasificación y selección	-	45.00	-
Lavado 1	3.0	-	2.88
Remojo - pelambre	3.0	300.00	2.63
Lavado 2	8.0	-	7.8
Descarnado	-	390.00	-
Lavado 3	3.28	-	3.28
Desencalado y rendido	0.82	-	2.81
Lavado 4	3.28	-	3.28
Piquel, curtición y neutralización	0.82	-	0.53
Exprimido en azul	-	-	0.26
Dividido 1	-	-	-
Fraccionado del rebajo	-	438.75	-
Dividido 2	-	35.43	-
Calibrado	-	18.07	-
Recorte del rebajo calibrado	-	0.73	-
Lavado 5	1.4	-	1.40
Recurtición y neutralización	0.7	-	0.73
Lavado 6	1.4	-	1.40
Engrase, hidrofugación y fijación	-	-	1.64
Exprimido y estirado	-	-	0.96
Selección y saneo	-	11.80	-
Agua Limpieza	1.6	-	-
Total	27.30	1239.78	26.32

Anexo # 9: Ficha de Seguridad del PLENATOL SBR-2.



CROMOGENIA-UNITS, S.A.

FICHA DE SEGURIDAD

Según Directiva 91/155/CEE

1 - IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

Nombre comercial

PLENATOL SBR/2 22250000

Uso de la sustancia o preparado

Productos para la industria de curtidos

Empresa

Cromogenia Units, S.A.
Farell, 9
08014 Barcelona

Teléfono emergencia

(93) 264.34.50
(93) 432.94.00
(93) 264.37.00
Instituto Nacional de Toxicología: (91) 562.04.20

2 - COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Composición química

Mezcla de sales orgánicas y minerales con propiedades basicificantes

Componente	Nº INECS	Nº CAS	Concentración	Clasificación	Frases Riesgo
------------	----------	--------	---------------	---------------	---------------

3 - IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Peligros para el hombre

Ninguno conocido

Peligros para el medio ambiente

Ninguno conocido

4 - PRIMEROS AUXILIOS

Contacto piel - Síntomas y efectos

Un prolongado contacto puede producir ligera irritación en pieles sensibles

Primeros auxilios

Lavar la zona con grandes cantidades de agua y jabón

Contacto ojos - Síntomas y efectos

Irritación leve y temporal

Primeros auxilios

Lavar los ojos inmediatamente con agua y durante al menos 15 minutos, levantando ocasionalmente los párpados

Inhalación - Síntomas y efectos

DH0802 22250000 PLENATOL SBR/2
Edición 2 Edición 5 Diciembre 2003

Página de 5



CROMOGENIA-UNITS, S.A.

FICHA DE SEGURIDAD

Según Directiva 91/155/CEE

Datos no disponibles

Primeros auxilios

Trasladar al afectado al aire fresco

Ingestión - Síntomas y efectos

Datos no disponibles

Primeros auxilios

Enjuagar la boca. Solicitar asistencia médica

5 - MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Agentes de extinción

Todos son válidos

Equipo de protección

Aparato respiratorio independiente (SCBA) con visor que cubra la cara o equivalente

Riesgos del incendio

Puede generar componentes irritantes

No debe usarse

6 - MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Individuales

Evitar el contacto con el sólido derramado

No respirar el polvo

Medio ambiente

Proteger las alcantarillas y cursos de agua de entradas de producto contaminante

Métodos de limpieza

Recoger la máxima cantidad posible de producto derramado

Eliminar el resto con agua. Eliminar el agua utilizada según las prescripciones locales vigentes.

7 - MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación

Evitar la formación de polvo

Evitar el contacto con ojos y piel

Almacenamiento

Mantener el envase bien cerrado y en lugar seco

No requiere especiales condiciones de almacenamiento

8 - CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Medidas de orden técnico

Ver información proporcionada en el apartado anterior



CROMOGENIA-UNITS, S.A.

FICHA DE SEGURIDAD

Según Directiva 91/155/CEE

Valores límite

Normas biológicas

Protección respiratoria

Usar mascarilla si hay formación de polvo

Protección cutánea

Usar guantes de goma

Protección ojos

Usar gafas de protección contra el polvo

9 - PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto	Polvo blanquecino
Olor	No
pH	9,0 - 9,5 (sol. 5%)
Densidad	Aprox. 0,65 g/cc (d.aparente)
Viscosidad	
Solubilidad	Parcialmente soluble en agua
T° Ebullición	
T° Fusión	
Pto. inflamación	n.a.
Otros	

10 - ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Reacciones peligrosas

Ninguna conocida

Condiciones a evitar

La humedad puede apelmazar el producto

Materias a evitar

Ninguna conocida

Productos descomposición peligrosos

Ninguno conocido



CROMOGENIA-UNITS, S.A.

FICHA DE SEGURIDAD

Según Directiva 91/155/CEE

11 - INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda

Ninguna conocida

Efectos crónicos

Ninguno conocido

12 - INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Movilidad

El producto es parcialmente soluble en agua y puede ser transportado a considerables distancias si se permite su entrada en cursos de agua

Degradabilidad

C.O.D. : 200 mgr Oxígeno / gr

Toxicidad acuática

Otros

13 - ELIMINACIÓN

La eliminación de residuos debe ser conforme a los requerimientos de la legislación vigente. Consultar a las autoridades locales

14 - TRANSPORTE

UN Producto no sujeto a las regulaciones de transporte de mercancías peligrosas.

ADR/RID: IA TA: IMDG:	CLASE	Cod: Em- S:	GRUPO EMBALAJE	ETIQUETA
-----------------------------	-------	----------------	----------------	----------

15 - INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Pictograma

Frases de riesgo

Frases de consejo



CROMOGENIA-UNITS, S.A.

FICHA DE SEGURIDAD

Según Directiva 91/155/CEE

S7 Manténgase el recipiente bien cerrado
S22 No respirar el polvo

Contiene :

Observaciones

16 - OTRAS INFORMACIONES

Esta ficha de seguridad ha sido elaborada conforme a :

- Directiva 88/379/CEE y posteriores modificaciones sobre 'Clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos'
- Directiva 91/155/CEE y posteriores modificaciones
- Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR)
- Reglamentación para el Transporte Aéreo de Mercancías Peligrosas, actualizada (IATA)
- International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code)

Esta ficha de seguridad modifica, respecto a la versión anterior, los siguientes apartados :

1

Los detalles y recomendaciones que contiene están basados en nuestra experiencia sobre el producto descrito, todos ellos dados de buena fe. Al manipularlo se deberá prestar mucha atención sobre los riesgos eventuales derivados de aplicaciones distintas a aquella para la que ha sido concebido.

Anexo # 10: Resumen del consumo de productos químicos.**Tabla 2.11:** Sobre consumo y sobre gasto de productos químicos de Octubre –Diciembre /2008.

Productos	Octubre		Noviembre		Diciembre		Sobre consumo (kg)	Sobre gasto (\$)
	Plan	Real	Plan	Real	Plan	Real		
Carbonato de sodio	30	30	30	30	22,5	22,5	-	-
Celesal CN	60	60	60	60	45	45	-	-
Aseptante DMC	12	15	12	12	9	10,8	4,8	20,76
Humectol Rapid	150	150	150	150	112,5	112,5	-	-
Ribelsal PLE	450	450	450	450	337,5	337,5	-	-
Sulfhidrato de sodio	210	210	210	210	157,5	157,5	-	-
Sulfuro de sodio	450	450	450	450	337,5	337,5	-	-
Cal didratada	900	1125	900	1215	675	720	585	62,54
Sulfato de amonio	672	672	672	672	504	504	-	-
Celesal INP	67,2	67,2	67,2	67,2	50,4	50,4	-	-
Tripsol doble	134,4	134,4	134,4	134,4	100,8	100,8	-	-
Cloruro de sodio	2016	2016	2016	2016	1512	1512	-	-
Ácido fórmico	271,6	339,5	271,6	312,3	203,7	271,6	176,5	193,13
Sulfato de cromo	2016	2016	2016	2016	1512	1512	-	-
Aseptante WB	33,6	42	33,6	38,6	25,2	25,2	13,4	129,15
Plenatol SBR-2	403,2	302,4	403,2	282,24	302,4	302,4	-	-
Sulfato de cromo	280	280	280	280	210	210	-	-
Bicarbonato de sodio	210	294	210	252	157,5	178,5	147	54,47
Fosfol SC-10	280	364	280	322	210	210	126	288,18
Fosfol 70	280	378	280	294	210	224	126	288,18
Fibra 100	980	833	980	735	735	686	-	-
Sebo industrial	770	693	770	693	577,5	539	-	-
Jabón Split	700	700	700	700	525	525	-	-
Hidrofugante parafinado	980	980	980	980	735	735	-	-
Total							1178.70	1036.41

Anexo # 11: Relación de productos usados y sus composiciones.

Pre-curtido

- Aseptante DMC: dimetildiocarbamato sódico
- Celesal CN: tensoactivo biodegradable
- Humectol rápid: tensoactivo

Curtido

- Celesal INP: alcoholes grasos etoxilados
- Tripsol doble: enzimas
- Aseptante WB:tiocianometil-tiobenzotiazol(TCNTB)
- Plenatol SBR-2: composición organometálica

Pre-acabado y acabado

- Fosfol SC-10: hidrocarburo sulfoclorado
- Fosfol 70: aceite sulfatado
- Fibla 100: grasa cruda
- Sebo industrial: sebo animal
- Jabón Split: sebo industrial
- Hidrofugante parafinado: cera de parafina y cera de caña

Anexo # 12: Inventario de los materiales de entrada antes y después de las alternativas.

MATERIALES DE ENTRADA	Unidades	Cantidad (antes)	Cantidad (después)
ETAPA I. Precurtido.			
PROCESO UNITARIO. Clasificación, recorte y emplanchado			
Piel salada	kg	1.0000	1.0000
PROCESO UNITARIO. Remojo y pelambre			
Agua lavado 1	m3/kg piel	0.0020	0.0006
Agua remojo y pelambre	m3/kg piel	0.0020	0.0006
Agua lavado 2	m3/kg piel	0.0053	0.0016
AGUA TOTAL	m3/kg piel	0.0093	0.0028
Sulfuro de sodio	kg/kg piel	0.0150	0.0090
Sulfhidrato de sodio	kg/kg piel	0.0070	0.0063
Cal didratada	kg/kg piel	0.0300	0.0270
Carbonato de sodio	kg/kg piel	0.0010	0.0009
Dimetildiocarbamato sódico	kg/kg piel	0.0004	0.0004
Tensoactivo biodegradable	kg/kg piel	0.0020	0.0018
Tensoactivo	kg/kg piel	0.0050	0.0045
Amina secundaria	kg/kg piel	0.0150	0.0090
PROCESO UNITARIO. Descarnado y recorte			
Descarnado y recorte	kg/kg piel	0.0000	0.0000
ETAPA II. Curtido			
PROCESO UNITARIO. Desencale y rendido			
Agua lavado 3	m3/kg piel	0.0020	0.0006
Agua lavado 4	m3/kg piel	0.0020	0.0006
Agua desencale y rendido	m3/kg piel	0.0005	0.0001
Agua Piquel, curtición y neutraliza	m3/kg piel	0.0005	0.0001
AGUA TOTAL	m3/kg piel	0.0050	0.0014
Sulfato de amonio	kg/kg piel	0.0205	0.0102
Alcoholgraso etoxilado	kg/kg piel	0.0020	0.0018
Enzima	kg/kg piel	0.0041	0.0037
PROCESO UNITARIO. Piquel, curtición y neutralización			
Ácido fórmico	kg/kg piel	0.0061	0.0055
Sulfato de cromo	kg/kg piel	0.0614	0.0307
Tiocianometil-tiobentiazol	kg/kg piel	0.0010	0.0009
Organometálico	kg/kg piel	0.0123	0.011
Cloruro de sodio	kg/kg piel	0.0614	0.0552
ETAPA III. Preacabado y acabado			
PROCESO UNITARIO. Recurtición y neutralización			
Agua lavado 5	m3/kg piel	0.0020	0.0006
Agua lavado 6	m3/kg piel	0.0010	0.0013
Agua recurtición y neutralización	m3/kg piel	0.0020	0.0003
AGUA TOTAL	m3/kg piel	0.0050	0.0022
Sulfato de cromo	kg/kg piel	0.0200	0.0100
Bicarbonato de sodio	kg/kg piel	0.0150	0.0135
SULFATO DE CROMO TOTAL	kg/kg piel	0.0814	0.0407
PROCESO UNITARIO. Engrase, hidrofugación y fijación			
Hidrocarburo sulfoclorado	kg/kg piel	0.0200	0.0180
Aceite sulfatado	kg/kg piel	0.0200	0.0180
Grasa cruda	kg/kg piel	0.0700	0.0630
Sebo animal	kg/kg piel	0.0550	0.0495
Sebo industrial	kg/kg piel	0.0550	0.0495
Cera de caña y parafina	kg/kg piel	0.0700	0.0630
Ácido fórmico	kg/kg piel	0.0050	0.0045
CONSUMOS DEL PROCESO COMPLETO			
Agua de limpieza	m3/kg piel	0.0013	0.00032
Agua de las operaciones unitarias	m3/kg piel	0.0193	0.0064
AGUA TOTAL DEL PROCESO	m3/kg piel	0.0206	0.0067
Portadores energéticos			
Energía eléctrica	Mwh/kg piel	0.0000389	0.0000331

Unidad Funcional: 1 kg de piel

Para calcular el impacto ambiental del proceso se tomo la producción de rebajo guante hidrofugado (l la cual es de 4 120 000 kg de piel

Anexo # 13: Inventario de los materiales de salida antes y después de las alternativas.

MATERIALES DE SALIDA	Unidades	Cantidad (antes)	Cantidad (después)
ETAPA I. Precurtido.			
PROCESO UNITARIO. Clasificación , recorte y emplanchado			
Recorte en sal	kg/kg piel	0.0300	0.0225
PROCESO UNITARIO. Remojo y pelambre			
Efluente 1 lavado 1	m3/kg piel	0.0019	0.0010
Efluente 2 remojo y pelambre	m3/kg piel	0.0018	0.0009
Efluente 3 lavado 2	m3/kg piel	0.0052	0.0026
EFLUENTE TOTAL	m3/kg piel	0.0089	0.0045
Pelos	kg/kg piel	0.2000	0.1500
PROCESO UNITARIO. Descamado y recorte			
Carnaza	kg/kg piel	0.2100	0.1575
Recorte de la carnaza	kg/kg piel	0.0500	0.0375
RS TOTAL	kg/kg piel	0.2600	0.1950
ETAPA II. Curtido			
Efluente 4 lavado 3	m3/kg piel	0.0020	0.0010
Efluente 5 Desencale y rendido	m3/kg piel	0.0017	0.0009
Efluente 6 Lavado 4	m3/kg piel	0.0020	0.0010
Efluente 7 Piquel, curtición y neutralización	m3/kg piel	0.0003	0.0002
Efluente 8 Exprimido en azul	m3/kg piel	0.0002	0.0001
EFLUENTE TOTAL	m3/kg piel	0.0062	0.0032
RS 1 Fraccionado del rebajo	kg/kg piel	0.2871	0.2003
RS 2 Dividido 2 Centro cromo	kg/kg piel	0.0216	0.0162
RS 3 Viruta del rebajo Calibrado	kg/kg piel	0.0110	0.0082
RS 4 Recorte del rebajo	kg/kg piel	0.0004	0.0003
RS TOTAL	kg/kg piel	0.3001	0.2250
ETAPA II. Precabado y acabado			
Efluente 9 Lavado 5	m3/kg piel	0.0009	0.0004
Efluente 10 Recurticion y neutralizacion	m3/kg piel	0.0004	0.0002
Efluente 11 Lavado 6	m3/kg piel	0.0009	0.0004
Efluente 12 Engrase, hidrofugación y fijación	m3/kg piel	0.0010	0.0005
EFLUENTE TOTAL	m3/kg piel	0.0032	0.0015
RS 5 Exprimido y estirado	kg/kg piel	0.0814	0.0003
RS 6 Selección, saneo y enfalde	kg/kg piel	0.0814	0.0054
RS TOTAL	kg/kg piel	0.1228	0.0057
EMISIONES DEL PROCESO COMPLETO			
Emisiones gaseosas indirectas			
Dióxido de nitrógeno	lbs/kg piel	0.0002	0.00017
Dióxido de azufre	lbs/kg piel	0.0003	0.00025
Dióxido de carbono	lbs/kg piel	0.0540	0.0459
Carga contaminante emisiones líquidas			
Sólidos totales	kg/kg piel	0.3946	0.2367
Sólidos suspendidos	kg/kg piel	0.0259	0.0155
Sólidos sedimentables	kg/kg piel	0.0017	0.0012
DQO	kg/kg piel	0.0079	0.001
DBO ₅	kg/kg piel	0.0035	0.0047
Grasas	kg/kg piel	0.0083	0.0049
Cloruros	kg/kg piel	0.0650	0.0585
Sulfuro	kg/kg piel	0.0040	0.0036
Cromo +3	kg/kg piel	0.0000266	0.0000133
EFLUENTE TOTAL DEL PROCESO	m3/ka piel	0.0183	0.0092
RS TOTAL DEL PROCESO	kg/kg piel	0.6829	0.4257