Guía de producción más limpia para **el sector curtiembres de Bogotá**

Enfoque en vertimientos y residuos

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Gustavo Petro Urrego
Alcalde Mayor de Bogotá

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE
María Susana Muhamad González
Secretaria Distrital de Ambiente

Alberto Acero Aguirre
Subdirector de Ecourbanismo y Gestión Ambiental Empresarial

Equipo Técnico Programa Gestión Ambiental Empresarial
Luz Mireya Alarcón Guevara
Luis Alejandro Betancur Osorio
Ivonne Astrid Castellanos Cuellar
Germán Daniel García Rodríguez
Natalia Morales Noreña
Adriana Isabel Pinzón Muñoz
Diego Fernando Rodríguez Girón
Juliana Saavedra Vásquez

Diseño y Diagramación
Luz Dary Castañeda Monsalve

Corrección Editorial y de estilo
Viviana Vanegas Vásquez

ISBN 978-958-9387-97-9

Fotografías
Grupo de Gestión Ambiental, www.pixabay.com, vectores www.freepik.com

Agradecimientos a
Universidad de La Salle: Ing. Rosalina González Forero, Ph.D. y Semillero de Investigación en Zona Crítica (Camilo Ruíz Gómez, Daniel Granados y Alejandra Guerreros).

Universidad Piloto de Colombia: Ing Jesús Hernando Ramos y María Alejandra Manjarrez Sánchez estudiante programa administración y Gestión Ambiental.
Industria de Curtido La Sabana S.A.S. - Curtiembre Cáliz - Curtiembre Napas Luigi.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

50 AÑOS UNIVERSIDAD DE LA SALLE

Programa Gestión ambiental EMPRESARIAL

Tabla de contenido

Presentación 7

Capítulo 1. Contexto sectorial y ambiental 8

1.1 Diagrama de procesos 13

1.2 Recurso hídrico en el sector 18

Capítulo 2. Estrategias ambientales 20

2.1 Estrategias de producción más limpia 21

2.1.1 Estrategias generales al proceso productivo 23

2.1.2 Estrategias específicas por etapa unitaria 27

2.2 Estrategias de control 38

2.2.1 Tratamiento de agua residual en las industrias de curtiembres en Bogotá 38

2.2.2 Manejo de los residuos sólidos generados en las industrias de curtiembres en Bogotá 41

Capítulo 3. Instrumentos para la implementación 44

3.1 tasas contributivas 45

3.2 Incentivos tributarios 46

3.3 Sanciones 48

3.4 Programa Gestión Ambiental Empresarial 49

Capítulo 4. Legislación ambiental 50

4.1. Parámetros máximos permisibles para el sector 54

4.2 Registro de vertimientos 57

4.2.1 Solicitud de inscripción del registro de vertimientos 58

4.3 Permiso de vertimientos 59

4.3.1 Solicitud permiso de vertimientos 59

ANEXOS 65

REFERENCIAS 68

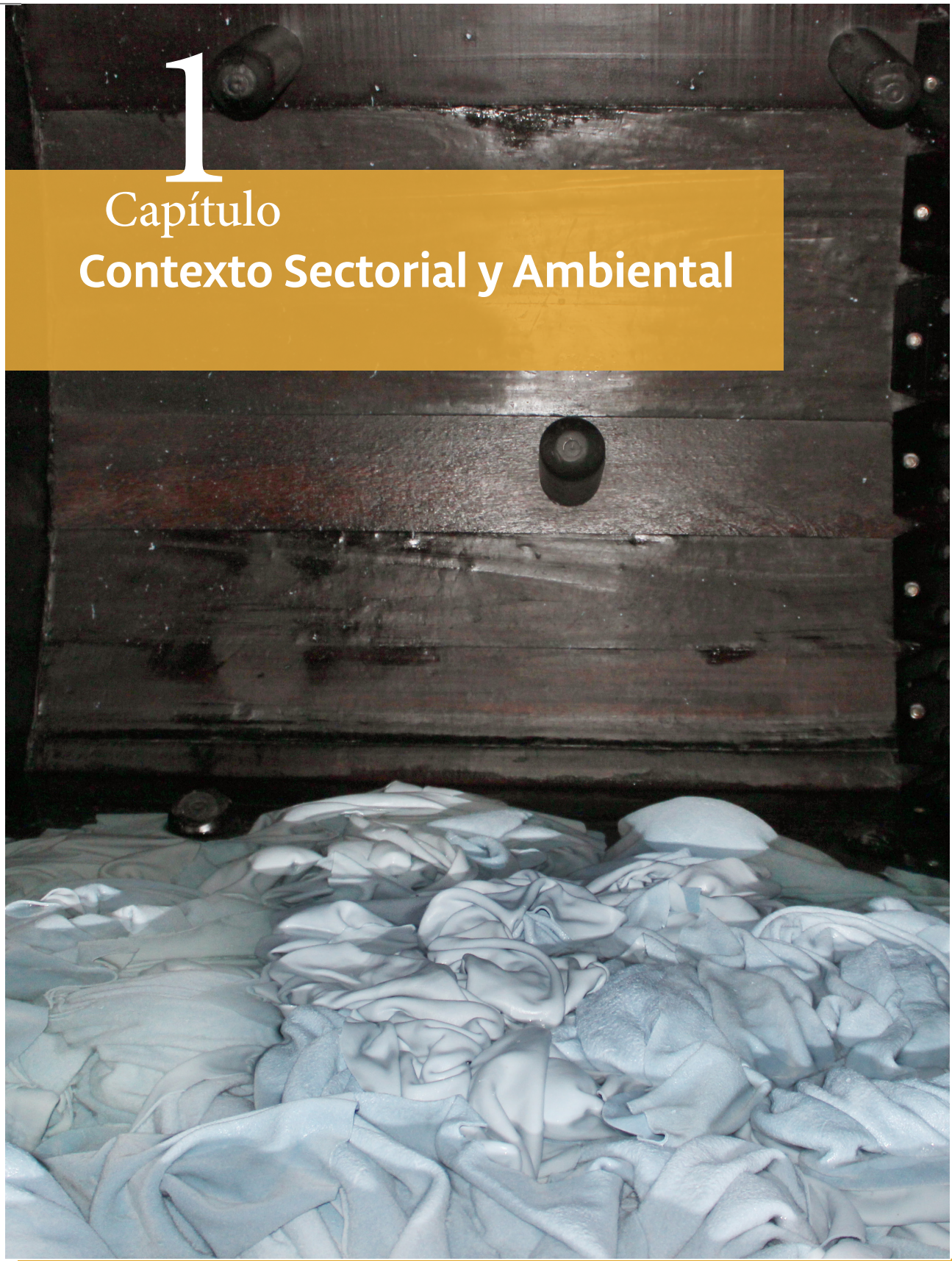
PRESENTACIÓN

La Secretaría Distrital de Ambiente - SDA, con el propósito de promocionar el desarrollo sostenible en Bogotá, fortalecer los procesos de producción y generar conciencia en los empresarios de la ciudad, ha desarrollado varias guías ambientales para la prevención, manejo y control de impactos ambientales en los sectores productivos.

En ese sentido el presente documento corresponde a la actualización de la "Guía ambiental para el sector curtiembres", la cual fue publicada en el año 2004 por el entonces Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA, hoy Secretaría Distrital de Ambiente. Esta guía proporciona conocimiento general del sector, presenta estrategias ambientales de prevención y control de los impactos ambientales y expone los instrumentos económicos y de gestión que promueven el uso de los recursos naturales. Así mismo, enuncia diferentes instrumentos económicos y de gestión que promueven el uso adecuado de los recursos naturales, así como la normatividad ambiental aplicable a esta actividad productiva en materia de residuos y de vertimientos no domésticos.

Para la actualización de esta guía se contó con la colaboración de los empresarios del sector curtiembres del barrio San Benito, quienes hicieron aportes desde su experiencia y con la perspectiva de establecer un proceso de producción más estructurado, contando con el apoyo de sus trabajadores para lograr el mejoramiento continuo dentro de sus organizaciones.

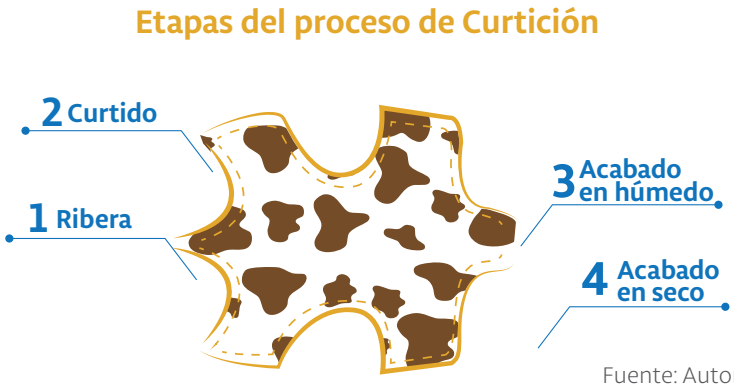
Esta publicación hace parte de las guías elaboradas durante el año 2015 por la Subdirección de Ecourbanismo y Gestión Ambiental Empresarial de la Secretaría Distrital de Ambiente, como la "Guía para la prevención, manejo y control de los vertimientos generados por el sector cárnico de la ciudad de Bogotá" y la guía "Ecomovilidad aplicada en las organizaciones", las cuales orientan en materia ambiental a los empresarios de los diferentes sectores, proporcionándoles estrategias de prevención y de control de la contaminación ambiental y herramientas para el mejoramiento de sus procesos productivos.



1 Capítulo
Contexto Sectorial y Ambiental

El curtido es el proceso de transformación de pieles de animales en cuero, como resultado de la estabilización de las fibras de colágeno de la piel con agentes curtientes, mediante la formación de complejos tipo quelatos. Este proceso se lleva a cabo con el fin de evitar su descomposición y facilitar su uso para la fabricación de productos de calzado, marroquinería, talabartería, tapizados, entre otros. En la figura 1 se enuncian las etapas del proceso de curtición.

Figura 1. Etapas del proceso de curtición.



Fuente: Autores.

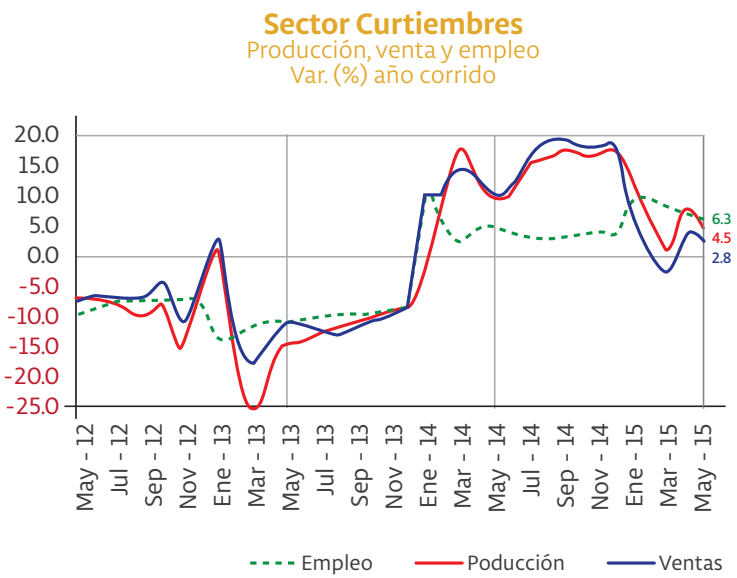
En Cundinamarca, esta actividad inició a mediados de los años 50 en los municipios de Villapinzón y Chocontá; años después se desplazó hacia la ciudad de Bogotá, estableciéndose en su gran mayoría en el barrio San Benito en la localidad de Tunjuelito.

Actualmente, la industria del curtido y recurtido de cueros está clasificada con los códigos 1511 y 1512, según el código industrial internacional uniforme – CIIU, versión 4.0.

Estudios del Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, presentaron que en el mes de enero de 2015 las líneas de mercancías que demostraron los mayores crecimientos en sus ventas fueron: calzado, artículos de cuero y similares del cuero (18,9%), entre otros.

Según la Muestra Mensual Manufacturera - MMM del DANE, la producción de cuero en Colombia registró un crecimiento de 4.5% para el periodo de enero a mayo de 2015. Respecto a las ventas se observa una variación positiva de 2.8% y la generación de empleo en este sector muestra un incremento de 6.3% en los primeros cinco meses de 2015, ver figura 2.

Figura 2. Producción, ventas y empleo sector curtiembres en Colombia (DANE, 2015).



Fuente: MMM - DANE

En los últimos años las exportaciones de piel y cuero como materia prima (salada y Wet-Blue[1]), han aumentado considerablemente. Para el caso de la piel salada se ha triplicado a nivel nacional en los últimos 6 años y la participación del mercado en Bogotá ha aumentado del 1,23% en el 2008 al 35,95% en el 2013, como se presenta a continuación:

Tabla 1. Comportamiento de las cantidades de cuero exportadas por Bogotá y Colombia 2008-2013, toneladas netas (DANE, 2015).

Año	Valor Exportaciones Bogotá (US$)	Valor Exportaciones Colombia (US$)	Participación de Bogotá en el total nacional
2008	128.335	10.436.717	1,23%
2009	296.972	5.713.691	5,2%
2010	3.120.000	12.516.306	24,93%
2011	4.354.785	22.724.836	19,16%
2012	12.239.610	34.605.358	35,37%
2013	25.204.896	70.112.376	35,95%

Fuente: Legiscomex./ Elaboración: SDE - SDDE

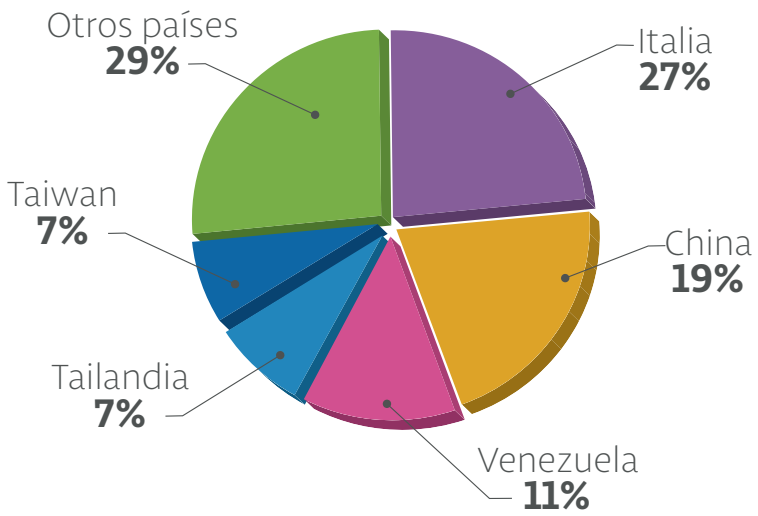
La exportación de piel salada y wet-blue genera efectos en la economía capitalina: por un lado el creciente flujo de exportaciones de materias primas indica que la producción manufacturera de agregación de valor, se lleva a cabo en los países demandantes.

De otra parte, el desabastecimiento de la industria de fabricación de calzado y marroquinería, implica un incremento en los precios del insumo, que es reflejado en el precio final de los productos haciéndolos cada vez menos competitivos (Secretaría de Desarrollo Económico, 2013).

[1] Cuero curtido al cromo con un alto contenido de agua y sin ningún tratamiento posterior.

Las exportaciones de piel salada y wet-blue en el primer semestre de 2015 asciendieron a 99.2 millones de dólares, con una disminución de 6% respecto al mismo periodo del año anterior. De estas US$11.2 millones corresponden a pieles saladas y US$ 49.9 millones a wet-blue. El principal país destino de las exportaciones de wet-blue es Italia con una participación del 27%, seguido de China 19% y Venezuela 11%, entre otros destinos, como se puede observar en la figura 3:

Figura 3. Principales países - exportación de wet-blue (DANE, 2015).



Fuente: DANE. Cálculos de ACICAM

En Colombia el mayor departamento exportador de wet-blue es Atlántico (31%), le sigue en orden de importancia Antioquia (30%) y Bogotá y Cundinamarca (24%).

Con relación a las importaciones de wet blue, el aumento del comercio internacional puede generar el riesgo de un posible desabastecimiento en el mercado interno de la materia prima; por tal razón es procedente entrar a analizar el com-

portamiento de las importaciones de cuero. Al revisar el volumen de estas se denota que la participación de Bogotá en las toneladas importadas ha disminuido en los últimos cuatro años, con un decrecimiento significativo en el año 2013, en el que se disminuye en casi 28 puntos porcentuales (Secretaría de Desarrollo Económico, 2013).

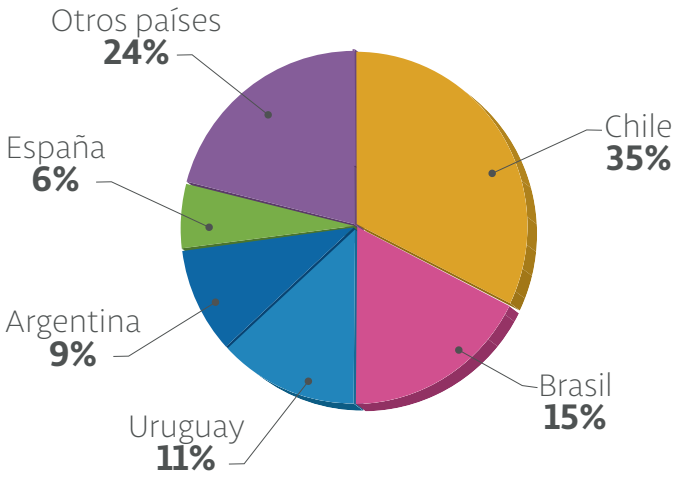
Tabla 2. Comportamiento de las cantidades de cuero importadas por Bogotá y Colombia 2008-2013 – Toneladas netas. (DANE, 2015).

Año	Toneladas Importadas por Bogotá	Toneladas Importadas por Colombia	Participación de Bogotá en el total nacional
2008	39.970	112.469	35,54%
2009	45.798	294.147	15,57%
2010	37.620	76.889	48,93%
2011	44.220	105.910	41,75%
2012	42.031	131.917	31,86%
2013	17.618	432.127	4,08%

Fuente: Legiscomex. / Elaboración: SDE - SDDE

Las importaciones de wet-blue durante enero a junio de 2015 ascienden a 5.5 millones de dólares con una caída del 2%, respecto al mismo lapso del año anterior, donde se registraron compras externas por 5.6 millones de dólares. El principal país de origen es Chile (35%), le siguen Brasil (15%), Uruguay (11%), Argentina (9%) y España (6%), ver figura 4.

Figura 4. Principales países - importación de cuero (DANE, 2015).



Fuente: DANE. Cálculos de Acicam

El departamento que más importa wet-blue en el país es Cundinamarca (incluye Bogotá con un 70%) y le sigue en orden de importancia Valle del Cauca (13%) y Antioquia (9%).

1.1. DIAGRAMA DE PROCESOS

La mayoría de las industrias de curtido tienen un proceso productivo similar. Los insumos químicos y su dosificación varían de acuerdo con los proveedores, la calidad de las pieles y el conocimiento del curtidor.

El procesamiento de las pieles empieza después del sacrificio animal y la comercialización de estas se realiza en dos presentaciones: pieles frescas y pieles saladas (Secretaría Distrital de Ambiente, 2010).

- Pieles frescas: Cuando el tiempo entre el sacrificio del animal y el procesamiento de las pieles es corto, el curtido se puede iniciar sin ningún pretratamiento.
- Pieles saladas: Las pieles son saladas para preservarlas y almacenarlas por tiempo prolongado e impedir la aparición de microorganismos que conllevan a su putrefacción. La preservación

se realiza principalmente por inmersión en salmuera o adición de sal común.

Si bien, el proceso de curtido de pieles presenta diversas etapas, según el lugar donde estas se originen, para la ciudad de Bogotá se pueden agrupar en cuatro etapas diferentes, así:

Etapa 1. Ribera: Prepara la piel para ser curtida (sea fresca o salada), se limpia y acondiciona, hasta que es dividida en dos capas. Las operaciones unitarias en la etapa de ribera son:

Figura 5. Operaciones unitarias en la etapa de ribera.

1. Recepción de materia prima:
Descargar y almacenar temporalmente las pieles, tanto frescas como saladas.

2. Pre - descarne:
Retirar de manera mecánica los restos de músculo y grasas de la piel, debe realizarse sobre la piel en tripa[2] y/o sobre la piel remojada.

3. Remojo:
Rehidratar la piel, eliminar la sal y otros elementos como sangre, excrementos y suciedad en general.

4. Pelambre y encalado:
Retirar el pelo y epidermis de las pieles, utilizando cal y sulfuro de sodio, esto produce un hinchamiento alcalino que permite abrir las fibras de colágeno y preparar las pieles para el curtido.

5. Descarne:
Eliminar de manera mecánica la grasa natural del tejido conjuntivo, a través de la máquina descarnadora.

6. Dividido:
Separar la piel en dos capas (flor y carnaza), mediante una cuchilla.

Fuente: Autores.

Etapa 2. Curtido: Prepara las pieles para ser transformadas en materiales fuertes y resistentes a la putrefacción por medio de agentes curtientes que se fijan en las fibras de colágeno, estabilizándolas a través de uniones cruzadas (es decir, uniones químicas entre fibras). La mayoría de las empresas utilizan las sales metálicas como agentes curtientes, principalmente las sales de cromo. Las operaciones unitarias en la etapa de curtido son:

[2] Piel apelambrada, descarnada y dividida o no, apta para su inmediato curtido.

Figura 6. Operaciones unitarias en la etapa de curtido.

1. Desencalado:
Remover la cal, el sulfuro y demás insumos alcalinos de la piel, utilizando principalmente sales de amonio, ácidos orgánicos tamponados, azúcares y melazas, ácido sulfoftálico, entre otros. Permite neutralizar la piel y detener su hinchamiento.

2.Purga enzimática:
Aflojar las fibras de colágeno con enzimas proteolíticas, pancreáticas y/o bacterianas y limpiar la piel de restos de epidermis, pelo y grasa no eliminados en operaciones anteriores.

3. Piquelado:
Llevar las pieles al pH requerido para el curtido (entre 2.8 y 3.5) con sal y ácidos (sulfúrico, clorhídrico o fórmico). Adicionalmente, detener cualquier tendencia al hinchamiento ácido y fijar las sales de cromo entre las células.

4. Curtido al cromo:
Transformar la piel en un producto resistente a la putrefacción (wet-blue), haciendo reaccionar el colágeno de la piel con el agente curtiente, principalmente con sales de cromo trivalente o taninos vegetales.

5. Escurrido:
Retirar la humedad, estirar las partes arrugadas y mantener un espesor uniforme.

6. Rebajado:
Dar un calibre final al wet blue, utilizando una máquina provista de cuchillas que giran a gran velocidad.

Fuente: Autores.

Etapa 3. Acabado en húmedo: Confiere las características de suavidad, color y tacto que son requeridos para cada tipo de cuero, de acuerdo con los requisitos del producto final.

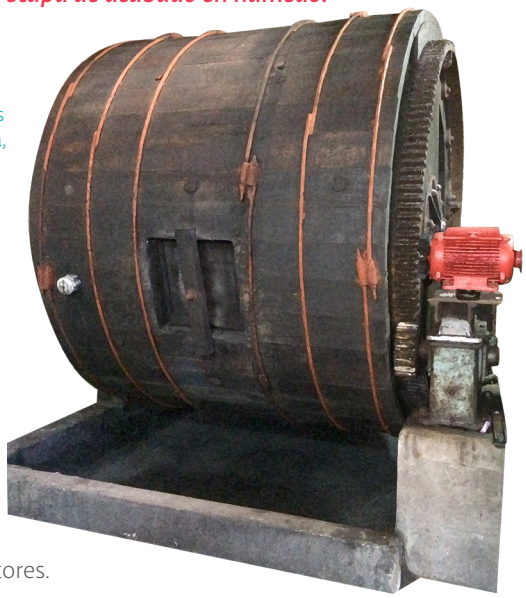
Para esta etapa se identifican los siguientes procesos y operaciones:

Figura 7. Operaciones unitarias en la etapa de acabado en húmedo.

1. Recurtido:
Conceder al wet-blue sus características finales, en cuanto a resistencia y firmeza, dependiendo de su uso final.

2. Teñido y engrase:
Proporcionar un color determinado, dar textura, llenura, suavidad y flexibilidad.

3. Escurrido:
Retirar la humedad y eliminar las arrugas del lado de la flor mediante rodillos con felpa.



Fuente: Autores.

Etapa 4. Acabado en seco: Otorga al cuero el aspecto final de color y brillo y permite controlar posibles imperfecciones del producto. Esta etapa se encuentra compuesta en general por las siguientes operaciones y procesos:

Figura 8. Escurrido.

Fuente: Autores - Industria de Curtido La Sabana SAS

Figura 9. Operaciones unitarias en la etapa de acabado en seco.

1. Secado:
Extraer un porcentaje considerable de humedad al wet-blue.

2. Ablandado:
Mitigar la firmeza del cuero para generar más suavidad.

3. Esmerilado:
Lijar para igualar y corregir defectos del lado de la flor.

4. Desempolvado:
Eliminar de la superficie del wet-blue el polvo fino residual de la operación de esmerilado.

5. Pigmentado:
Pintar la superficie del cuero por diferentes métodos.

6. Planchado:
Prensar el cuero en una placa caliente que puede ser lisa o tener figuras.

7. Lacado:
Lograr un terminado de calidad que protege al acabado.

8. Medido:
Determinar el área del cuero.

9. Almacenado:
Depositar el cuero terminado para su protección, uso y/o comercialización.

Fuente: Autores.

En el anexo 1 se presenta el diagrama de flujo del proceso productivo de curtido de manera detallada, indicando las entradas, salidas y los parámetros de vertimientos y residuos de mayor interés ambiental.

1.2 RECURSO HÍDRICO EN EL SECTOR

En la industria de curtiembres, los procesos más importantes para convertir la piel en cuero se efectúan sobre medios acuosos, es así como el proceso productivo genera una alta contaminación del recurso hídrico utilizado, al ser descargados al sistema

de alcantarillado del sector sin mayor tratamiento, ya que una parte de los insumos químicos manejados durante los procesos, así como los residuos sólidos que se generan, son vertidos al río Tunjuelito (Vásquez Daza, 2012).

Para las curtiembres de San Benito, la principal fuente de suministro de agua proviene de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, sin embargo existen empresas que cuentan con instalaciones para la recolección de agua lluvia, la cual es utilizada en algunas operaciones para disminuir el costo asociado a su producción.

El proceso de transformación de las pieles en cuero se caracteriza por su excesivo consumo de agua; en los países en vías de desarrollo se llega a alcanzar un valor de 100 metros cúbicos por tonelada de piel bruta salada procesada. Por otra parte, se emplean 442 kg de productos químicos por cada tonelada de piel procesada, la sección de mayor consumo es la de curtido equivalente a un 42% del proceso. De la generación total de residuos, que es de 696 kg por tonelada, el 21% contiene cromo (piel partida, recortes, polvo de lijado y virutas), el 7% es sal usada para la conservación de las pieles y el 72% corresponde a residuos libre de cromo (descarne, piel no usada, recortes y residuos de pelo) (Méndez Pampin, 2007).

Así mismo, las etapas de ribera y curtido generan la mayor carga contaminante porque aportan un 90% del efluente final, referidas por altas concentraciones de materia orgánica (expresada como Demanda Química de Oxígeno – DQO y Demanda Biológica de Oxígeno – DBO), cromo, sulfuro, grasas y aceites y sólidos, que en la mayoría de los casos son vertidos al alcantarillado sin un tratamiento adecuado.

En la etapa de acabados en húmedo, las operaciones y procesos unitarios de recurtido, tintura y engrase aportan solo un 5% de la contaminación total del efluente, principalmente por el contenido de DQO (Metropolitana, 1999).

El 5% restante de la generación del efluente está asociado al lavado final y a la limpieza de maquinaria y equipos, así como de las instalaciones (Arango Escobar & Alzate Tejada, 2004).

Por lo anterior, para reducir significativamente el consumo e impacto al componente hídrico, se hace necesaria la implementación de estrategias de producción más limpia, que no sólo previenen y minimizan la carga contaminante de los vertimientos y la generación de residuos, sino que mejoran y estandarizan la calidad del cuero, con los consecuentes beneficios económicos para la organización.

A continuación se presentan algunas estrategias ambientales.

2 Capítulo

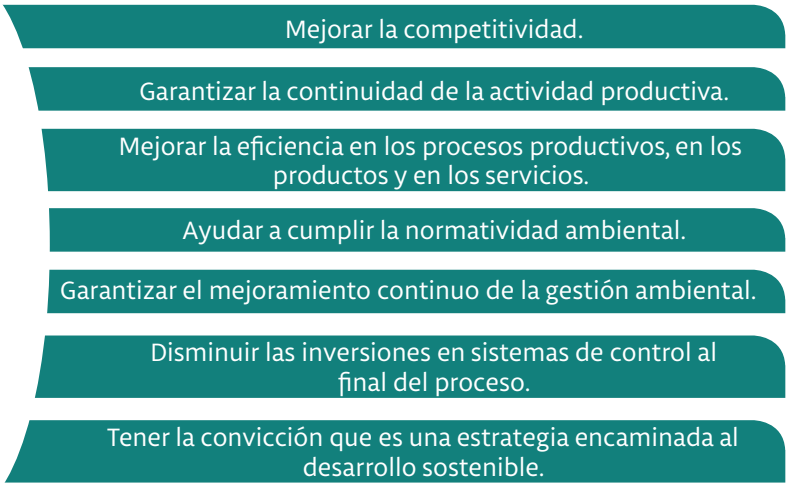
Estrategias ambientales

para prevenir y mitigar los impactos ocasionados por la generación de residuos y vertimientos en el sector curtiembres

2.1 ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La Producción Más Limpia – PML según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA es "la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente". Se encuentra orientada hacia el uso racional de los recursos naturales, la materia prima, la energía y la eliminación de sustancias tóxicas para reducir la carga contaminante de las emisiones y cantidades de desperdicios antes de su salida del proceso (CNPML, s.f.). Conforme a la Política Nacional de Producción Más Limpia desarrollada en el año 1997, por el entonces Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la adopción de la PML permite a las organizaciones obtener diferentes beneficios como se presentan en la figura 10.

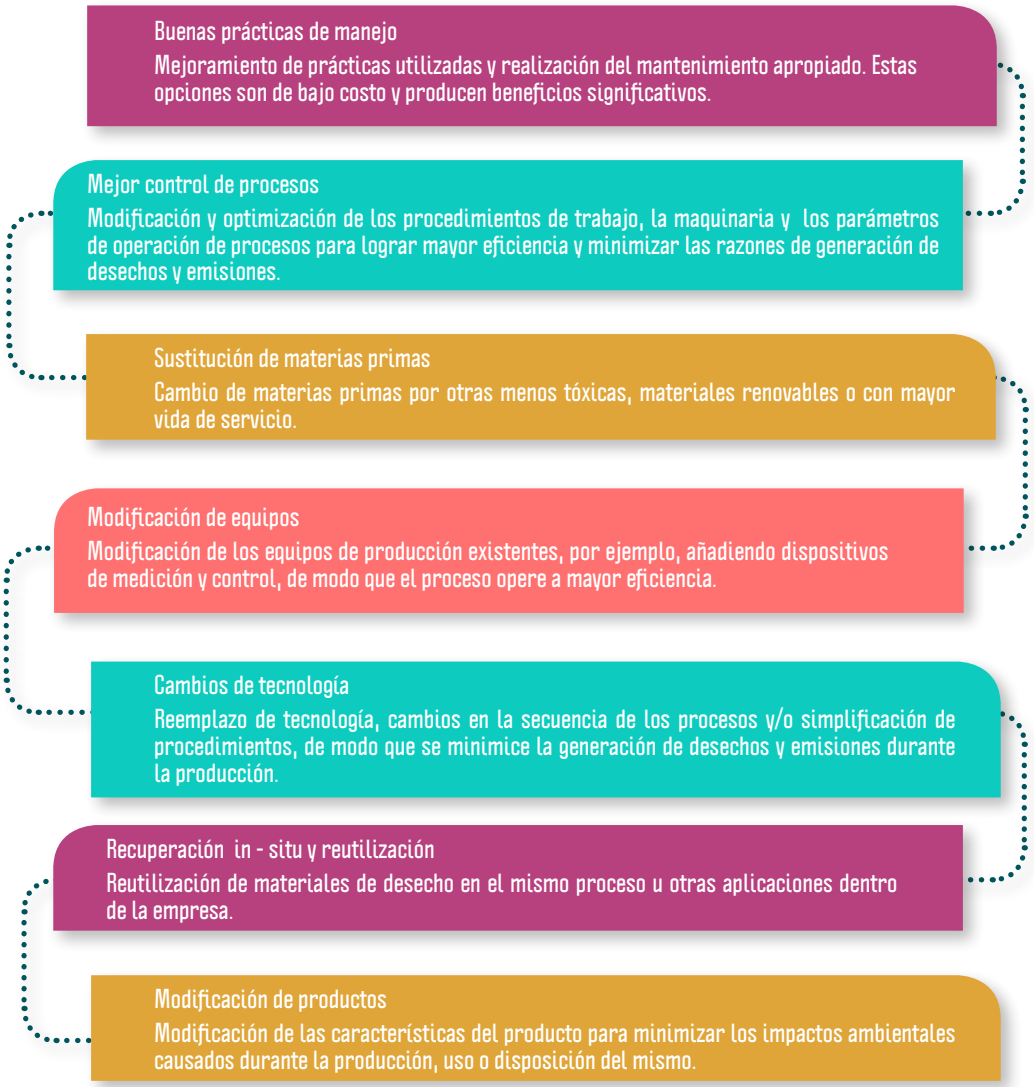
Figura 10. Motivaciones para la implementación de la producción más limpia.



Fuente: (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales - MARN, 1997).

En su objetivo de prevenir la contaminación y mejorar el desempeño ambiental en los productos, procesos y servicios, la PML se enfoca en las siguientes estrategias:

Figura 11. Estrategias de Producción Más Limpia.



Fuente: (MARN, 2010).

2.1.1 ESTRATEGIAS GENERALES PARA EL PROCESO PRODUCTIVO EN EL SECTOR CURTIEMBRES

A continuación se presentan algunas estrategias generales que pueden implementarse en el proceso productivo, buscando minimizar la generación de residuos, optimizar los procedimientos y las tecnologías y mejorar la calidad del producto (European Commission, 2003):

2.1.1.1 BUENAS PRÁCTICAS

Las estrategias relacionadas con las buenas prácticas operativas pueden ser las más simples de aplicar. Esta medida consiste simplemente en preguntarse sobre la real necesidad de cada baño, los tiempos de reacción, las concentraciones de los insumos, la cantidad de lavados, etc. (Universidad Nacional de Colombia, 2011).

BUENAS PRÁCTICAS

- Es indispensable el uso de medidores de agua para conocer los consumos y poder controlarlos.
- En caso de tener mangueras para el llenado de los bombos, reemplazarlas por tuberías de suministro conectadas directamente a los puntos de consumo, deben tener un sistema de válvula para controlar la salida de agua.
- Si se siguen utilizando mangueras, deben instalarse dispositivos de control de salida de agua para evitar desperdicios.
- Estas mangueras solamente deben usarse para limpieza o llenado de baldes o tanques para mezclar insumos. El barrido de pisos debe hacerse en seco.
- Es necesario realizar un mantenimiento preventivo que identifique a tiempo elementos defectuosos, abrazaderas, uniones de tubería, etc., para evitar el desperdicio de agua o tener que parar el proceso. Por ello debe designarse una persona que se encargue de revisar de manera periódica la red de agua.
- Debe adecuarse el sistema de recolección de aguas residuales, de manera que quede aislado del área de trabajo.
- Durante el proceso productivo de la industria curtiembre, es importante la separación de efluentes, con el fin de evitar la mezcla de aguas ácidas y alcalinas y facilitar su tratamiento al final de tubo.
- Es necesario eliminar los lavados con tapa de huecos y aumentar la presión en los mismos.
- En cualquier caso que sea posible, debe reutilizarse el agua de salida.
- Construir un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias.

BUENAS PRÁCTICAS

- Adaptar los procesos y equipos para trabajar con baños cortos.
- Emplear elementos de protección personal (botas de trabajo reforzadas, faja, gafas ajustables, guantes de nitrilo, mascarillas de protección respiratoria o con variedad de filtros según su uso, petos de trabajo impermeables, tapones de protección auditiva, entre otros).

2.1.1.2 MEJORAR EL CONTROL DEL PROCESO

El control de la calidad lleva a mejorar el producto final y a optimizar cada etapa, identificando problemas o condiciones por perfeccionar.

Durante todo el proceso productivo, se debe tener un control adecuado para que los productos químicos atraviesen la piel y garanticen una estructura de fibra abierta, suave y resistente, es decir se logre una mejor abertura y separación de las fibras.

Dentro de los parámetros a controlar en las diferentes etapas de producción están (Universidad Nacional de Colombia, 2011):

- El pH.
- La temperatura.
- La densidad.
- La prueba de ebullición.

Adicional a los controles en el proceso de producción, anteriormente mencionados, existen controles transversales inherentes a las instalaciones, donde se lleva a cabo el proceso productivo, los cuales se describen a continuación:

1. Control de bombos: los bombos son un elemento básico en el procesamiento de la piel. En función de cada operación, la velocidad de rotación varía, siendo las más comunes las siguientes:

Tabla 3. Control de Bombos

Remojo y pelambre	2-4 r.p.m
Desencalado y purga	6-8 r.p.m
Curtido	8-10 r.p.m
Recurtido, tintura y engrase	14-16 r.p.m
Batanado	18-20 r.p.m

Fuente: (Metropolitana, 1999)

2. Automatización e informatización de bombos: Esto genera las siguientes ventajas (Metropolitana, 1999):

- Disminución de la mano de obra.
- Facilidad de aplicación de programas complejos para reducir la contaminación, como son el control del volumen y temperatura del agua.
- Regularidad de los tratamientos químicos de las pieles.
- Calidad más constante en el producto.
- Ahorro de agua.
- Ahorro de energía.
- **3. Limpieza e higiene para prevenir el mal olor:**
- Limpieza de las rejillas.
- Limpieza del piso.
- Remoción y disposición de residuos sólidos al interior de las instalaciones.
- Cerrar el saladero, en forma relativamente hermética.
- Controlar el olor por la aspersión de bacterias que destruyen las bases químicas del olor.

4. Altos agotamientos de los baños: Para acercarse al ideal del agotamiento total se pueden adoptar las siguientes normas generales (EPA-CIATEC., 2006.):

- Seleccionar curtientes y colorantes de buena afinidad al cuero, lo cual debe ser consultado caso a caso con el proveedor.
- Aumentar la duración de los procesos.
- Llevar el pH de los baños a valores que den el máximo agotamiento.
- Trabajar con baños cortos. Esto permite reducir el consumo de productos y queda menos cantidad total de los mismos en las aguas residuales.
- Solicitar al proveedor las curvas de agotamiento de los productos que se emplean. Estas curvas son función de la concentración del pH, tiempo y temperatura, los cuales deben ajustarse, en lo posible en el proceso.

5. Control e inspección del cuero acabado (CAR, 2009): Es indispensable conocer las características que debe tener el producto que se fabricará con el cuero producido, se deben tener claras las referencias de los siguientes valores estéticos:

- Blandura o rigidez del cuero y en el conjunto.
- Tacto del cuero: Efecto tubo, resorte, elástico, etc.
- Olor: imperceptible, penetrante, etc.
- Transparencia, igualación y tacto del acabado.

- Quiebre requerido.
- Tipo de brillo: Charol, cristalino, brillante, semimate, mate, etc.
- Aspecto de la flor: Finura de poro, presencia de venas, grano de bombeado, forma del grabado, etc.
- Estado de la felpa, en nobuck, ante y afelpados.
- Apariencia del lado carne. Lijado, resinado, sin cortes, etc.
- Longitud y aspecto de la lana o pelo, en peletería.
- Compacidad, para suela.
- Requerimientos específicos del cliente.
- Efecto de clareo por doblado.
- Hidrofugación.

En la tabla 4 se listan las prácticas que deben ser evitadas para tener un proceso productivo eficiente y menos contaminante.

Tabla 4. ¿Qué se debe evitar para tener un proceso productivo eficiente y menos contaminante?

Causas relacionadas:	Efecto
Prácticas operativas	• Personal no calificado y falta de capacitación • Desmotivación de los empleados • Poco compromiso de la gerencia hacia el mejoramiento • Dependencia de mano de obra eventual
Insumos	• Baja calidad de materias primas • Escasez de materiales • Inadecuado almacenamiento de materia prima • Sistema inadecuado de compra y administración de materia prima
Tecnología	• Falta de mantenimiento de equipos e inadecuada operación • Mal diseño del proceso o del equipo • Mala disposición de las instalaciones • Tecnología obsoleta

Causas relacionadas:	Efecto
Residuos	• Inadecuada separación de residuos • Falta de un programa de reúso o reciclaje • Falta de estimación de costos por concepto de generación de residuos
Productos	• Proporción ineficiente entre los productos principales y secundarios • Inadecuadas especificaciones de calidad • Falta de uso de elementos de control • Poca atención al diseño e innovación de los productos

Fuente: Autores.

2.1.2 ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS POR ETAPA UNITARIA EN EL SECTOR CURTIEMBRES

A continuación se presentan algunas técnicas generales de PML que pueden implementarse en cada etapa del proceso de curtido, buscando minimizar la generación de residuos, optimizar los procedimientos y las tecnologías y mejorar la calidad del producto (European Commission, 2003):

Etapa 1 Ribera	
Recepción y almacenamiento de las pieles • Solicitar al matadero pieles descarnadas, esto genera ahorro en insumos químicos, agua y un mejor aprovechamiento de los residuos del descarne. • Descargar las pieles en una zona sin desagües. • Almacenar ordenadamente las pieles, doblar por la mitad y apilar sobre estibas. • Realizar medición y pesaje de insumos de materia prima y llevar el registro.	**Figura 12.** Recepción de materia prima. Fuente: Autores. Curtiembre Ecopieles y Servicios S.A.S.

Etapa 1 Ribera

Figura 13. Alistamiento de pieles frescas.

Fuente: Autores. Industria de Curtido La Sabana S.A.S.

Alistamiento

- Retirar el exceso de sal de las pieles para disminuir la cantidad y contaminación de agua y el tiempo en la etapa de remojo. Se realiza por sacudido mecánico (bombo) o sacudido manual (sacudirlas o barrerlas). La sal recuperada puede emplearse en industrias de cerámica y ladrillo.
- Los residuos que contengan materia orgánica durante el proceso se pueden utilizarse en la producción de biogás y de compostaje, por ejemplo: grasa subcutánea, recortes de pieles, unche, etc.
- Fomentar el trabajo con pieles frescas para disminuir el consumo de insumos químicos, la carga del vertimiento con relación a cloruros e iones sodio y aumentar el aprovechamiento de residuos orgánicos.

Predescarne o Moteo

- Valorizar los retales y el sebo y recortar piezas como cola, cojones, orejas, máscaras, tetillas y la grasa subcutánea, optimiza la capacidad de los bombos y reduce el consumo de agua e insumos, así como la concentración de grasas y carga orgánica en el efluente. Se utilizan para la producción de alimentos como gelatina y juguetes animales, en la industria de jabones e incluso en la industria cosmética como colágeno hidrolizado.

Figura 14. Recorte de colas, cojones, orejas.

Fuente: Autores. Industria de Curtido La Sabana S.A.S.

Etapa 1 Ribera	
Figura 15. Remojo de pieles. Fuente: Autores. Industria de Curtido La Sabana S.A.S.	**Remojo** • Reutilizar el baño de remojo mediante el menor consumo de agua e insumos en la operación de remojo. • Utilizar el segundo baño de lavado como primer baño de lavado en el siguiente lote de producción. • Eliminar tensoactivos fenólicos no-iónicos reduce la DQO y la toxicidad en los efluentes y los costos de producción, sin alterar la calidad final del producto. • Adicionar bactericidas, tensoactivos biodegradables y enzimas mejora la humectación de las pieles, reduce la carga de contaminantes en el agua (DQO) y minimiza los ataques bacterianos. Utilizar tensoactivos o enzimas que actúen como lipasas biodegradables. • Lavar en forma discontinua disminuye la cantidad y contaminación de agua consumida, para devolver a la piel su estado de hinchamiento natural (60-65% humedad) y eliminar la suciedad (barro, sangre, estiércol, microorganismos), así como sustancias proteicas solubles y agentes de conservación durante los enjuagues.

Etapa 1 Ribera

Pelambre y Encalado

- Recircular el baño de pelambre reduce la carga contaminante, ahorra el consumo de agua y de productos químicos (sulfuro y cal).
- Utilizar el pelambre ecológico con inmunización de pelo, lo remueve sin destruirlo para evitar que este se degrade y mezcle con las aguas residuales del proceso de pelambre. Disminuye la carga de materia orgánica (DBO y DQO) y sólidos suspendidos. El pelo recuperado puede emplearse como abono.
- Realizar el pelambre por embadurnado, el cual consiste en aplicar una pasta de un agente depilante sobre la piel y luego se arranca el pelo por métodos mecánicos o manuales. Reduce el consumo de agua y de sulfuro. La piel se lava para eliminar el producto depilante e impedir que continúe actuando. Antes de lavar, se requiere terminar el proceso en bombo o batea.
- Implementar el pelambre enzimático, reduce el consumo y vertimiento de sulfuro y de malos olores. Sin embargo, aumenta el consumo de agua, debido al enjuague adicional. El pelo recuperado puede emplearse en compostaje.
- Aplicar el pelambre con sulfuro ácido de sodio y cloruro de calcio evita el desecho del lodo de cal, reduce sólidos suspendidos y carga orgánica en el efluente. Recuperación y reutilización del pelo.

Figura 16. Pelambre.

Fuente: Autores. Industria de Curtido La Sabana S.A.S.

Etapa 1 Ribera	
Figura 17. Descarnado. Fuente: Autores. Curtiembre Napas Luigi	**Descarnado** • Realizar el predescarnado para obtener carnazas más limpias y mejorar su aprovechamiento. • Afilar las cuchillas cada vez que sea necesario para tener uniformidad en el corte.
Figura 18. Dividido. Fuente: Autores. Industria de Curtido La Sabana S.A.S.	**Desorillo y Dividido** • Recuperar trozos de piel en tripa y retal: estos residuos provenientes de recortes de piel o del dividido se pueden utilizar en la producción de cola para carpintería. Si se tratan correctamente y se eliminan residuos de sulfuro y cal pueden utilizarse en la preparación de gelatina, galletas para perro, industria cosmética o alimenticia como envoltura para los embutidos.

Figura 19. Predescarne manual.
Fuente: Autores. Curtiembres Varmen.

Etapa 2 curtido

Desencalado y purga enzimática

- Desencalar con ácidos orgánicos o inorgánicos, sus sales y/o sus ésteres: también llamado desencalado con productos libres de nitrógeno, considerados productos ecoamigables por ser de baja corrosividad y volatilidad. La operación no aporta amonio, nitrógeno ni cloruros a las aguas residuales, evitan el hinchamiento superficial, eliminan el olor característico del amonio y detienen el hinchamiento de las pieles.
- Desencalar con dióxido de carbono: se prescinde de las sales amónicas, por lo tanto se disminuye el nitrógeno amoniacal del efluente. Se realiza a través de uso de dióxido de carbono.
- Realizar el desencalado y purga en el mismo baño.
- Adicionar el bisulfito de sodio en una relación igual o menor al 0,5%.
- Realizar la purga con enzimas para el purgado de tipo pancreático en forma de polvo. Para evitar daños severos a la salud por la inhalación de estas enzimas, el personal encargado de la manipulación debe usar equipo de protección.

Figura 20. Desencalado.

Figura 21. Desencalado.

Fuente: Autores. Industria de Curtido La Sabana S.A.S.

Etapa 2 curtido	
Piquelado • Realizar el piquelado sin sal reduce la carga de cloruros y de iones sodio en el efluente del piquelado y evita su costoso y difícil tratamiento, utilizando un agente piquelante (polisulfona ácida modificada). • Implementar el piquelado con ácido orgánico ya que es una estrategia amigable con el ambiente, dado que no produce hinchamiento por lo que se disminuye el uso de sal. • Recircular el baño de piquelado: el licor es reincorporado en el mismo proceso y reduce el consumo de agua, sal y ácidos (fórmico, sulfúrico o clorhídrico). Previo al reciclaje del baño, las grasas y sólidos se filtran para prevenir posibles daños.	**Figura 22.** Piquelado. Fuente: Autores. Industria de Curtido La Sabana S.A.S.
Curtido • Aumentar el porcentaje de cromo fijado a la piel para obtener un alto nivel de agotamiento del cromo. La eficiencia del curtido es de aproximadamente 95%, reduce el consumo de agua y cromo, los residuos en el efluente y los costos para tratar este baño, al utilizar sales de cromo llamadas autobasificantes, 26% de Cr_2O_3 con 33% de basicidad y se logra aumentar la temperatura alrededor de 45°C.	**Figura 23.** Curtido al cromo. Fuente: Autores. Curtiembres Cáliz

Etapa 2 curtido	
Curtido • Recircular los baños de cromo y recuperar el cromo por medio de precipitación y redisolución: reduce el consumo de agua y cromo, así como la carga de sal y otros agentes del proceso en el efluente. Es necesario sedimentar o filtrar completamente los sólidos suspendidos y las grasas presentes en el baño, antes de su recirculación en el piquelado. • Realizar curtido vegetal: elimina el uso de agentes curtientes a base de sales minerales que resultan fuertes contaminantes del agua, del aire o del suelo, no se presentan residuos de cromo en el efluente. Sin embargo, los costos pueden aumentar y la calidad del producto puede ser menor al compararse con los resultados de un proceso de curtido con cromo.	**Figura 24.** Curtido. Fuente: Autores. Curtiembre Napas Luigi.
• Utilizar titanio o zirconio en vez de cromo para mejorar la calidad del vertimiento y el producto final. • Realizar controles a los procesos anteriores y posteriores al proceso de curtido en la etapa de acidulación o piquelado y revisar que el pH del baño se encuentre entre 2.8 y 3.2 aproximadamente.	**Figura 25.** Curtido. Fuente: Autores. Industria de Curtido La Sabana S.A.S.

Etapa 2 curtido	
• Realizar prueba de TG, pH y temperatura en el baño final de curtido antes de descargar el cuero del bombo. Si se presenta alguna falla en estas pruebas es necesario aumentar el tiempo de curtido o adicionar más basificante. • Usar baños cortos para mejorar la difusión del cromo en el cuero y el agotamiento del mismo en el baño. • Aumentar la temperatura progresivamente para finalizar el proceso con una temperatura de 35 a 40°C. • Usar basificantes de reacción lenta, para tener un pH final en el cuero de 3.7 a 3.9.	**Figura 26.** Curtido. Fuente: Autores. Curtiembre Napas Luigi.
Figura 27. Rebajado Fuente: Autores. Industria de Curtido La Sabana S.A.S.	**Rebajado** • Recuperar y valorizar las rebajaduras (viruta) de cuero: evita la contaminación de suelos y aguas, y genera un ingreso económico a la curtiembre. Algunas empresas la venden para la fabricación de cuero reconstituido o aglomerado, ladrillos y/o adhesivos.

Etapas 3 y 4 acabado en húmedo y en seco

Recurtido

- Usar productos sin amoniaco permite reducir el nitrógeno y la carga orgánica (DQO) en los efluentes.
- Hacer la recurtición lo más catiónica posible, es decir, a un pH suficientemente bajo.
- Realizar baños cortos.
- Combinar el uso de sulfitados con el de un catión o complejante recomendado para el tipo de cuero a producir.
- Emplear engrasantes de alto agotamiento.
- Sustituir sulfitados estables a electrolitos por ésteres fosfóricos altamente ablandantes.

Figura 28. Recurtido.

Fuente: Autores. Curtiembres Cáliz.

Figura 29. Teñido.

Fuente: Autores. Curtiembres Roma S.A.S.

Teñido

- Recircular el baño de teñido: reduce el consumo de agua y de tintes y/o anilinas y los residuos en el efluente. No requiere inversión especial en maquinaria o insumos. Se puede necesitar un compuesto adicional para sedimentar completamente los sólidos suspendidos o las grasas presentes en el baño.
- Sustituir los solventes orgánicos por sistemas basados en disoluciones acuosas.

Etapas 3 y 4 acabado en húmedo y en seco

Figura 30. Engrase.

Fuente: Autores. Curtiembres Roma S.A.S.

Engrase

- Sustituir aceites a base de parafinas sulfocloradas, debido a que generan el "AOX", combinaciones orgánicas de halógenos absorbibles por alcoholes y ésteres grasos biodegradables.
- Evitar utilizar aceites con posible contenido de Alquil-fenoles etoxilados (AFEO), debido a que los productos de descomposición que originan tienen toxicidad.
- Optimizar el agotamiento de los aceites para minimizar la DQO en los baños residuales que puedan generarse en esta etapa.

Figura 31. Secado.

Fuente: Autores. Curtiembres Varmen.

Secado

- Optimizar el proceso de escurrido a fin de extraer de los cueros la máxima cantidad de agua previo al secado.
- Utilizar máquinas para secado a baja temperatura que logra un bajo consumo de energía.

Esmerilado

- Recuperar el polvo de esmerilado, logra reducir la generación de emisiones atmosféricas y la generación de residuos sólidos, para vender a las industrias de cuero reconstituido o aglomerado, de generación de energía por incineración controlada y de compostaje.

Figura 32. Máquina desempolvadora.

Fuente: Autores. Curtiembres Roma S.A.S.

2.2 ESTRATEGIAS DE CONTROL

La PML no reduce al 100% el impacto ambiental generado, por lo que la solución más efectiva es combinar los procesos de producción más limpia con los tratamientos de efluentes contaminados, residuos sólidos y emisiones al aire (UNEP, 2006).

Por esto, para reducir los impactos ambientales generados por la operación de una curtiembre, además del mejoramiento de los procesos industriales, mediante la producción más limpia, también debe realizarse el tratamiento de efluentes a final de tubo.

Es importante resaltar que el tratamiento a final de tubo representa un gasto, sin retorno, mientras que los esquemas de prevención, minimización y reciclaje logran un ahorro en costos para las empresas.

2.2.1 TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LAS INDUSTRIAS DE CURTIEMBRES EN BOGOTÁ

Existen sistemas de tratamiento que disminuyen la carga contaminante de los vertimientos que se generan durante el proceso productivo, éstos se dividen principalmente en cuatro categorías, las cuales se describen a continuación:

1. Tratamiento preliminar

Operaciones físicas para retirar sólidos y materiales gruesos y/o flotantes, puede estar compuesto por:

Tanques de igualación: mantiene un caudal constante del agua a tratar.

- Rejillas: retira los componentes sólidos del agua.
- Desarenador: separa arenas y partículas más pesadas que los sólidos, a través de un tiempo de retención.
- Trampa de grasas: separa las grasas no emulsionadas de los componentes ligeros del agua residual.
- Flotación: fuerza la entrada de aire en el agua residual para que los sólidos suspendidos más livianos que el agua, asciendan a la superficie para ser removidos.

2. Tratamiento primario

Procesos físico-químicos básicos para remover la mayoría de contaminantes en las aguas residuales, como materia orgánica (DBO, DQO), sulfuros y cromo, a través de:

- Coagulación: se añaden productos químicos como el sulfato o cloruro de aluminio a las aguas residuales para que los sólidos en suspensión se adhieran los unos a los otros y precipiten.
- Floculación: se añaden productos químicos como polímeros a las aguas residuales en una mezcla lenta, para provocar la aglutinación de los sólidos en suspensión.
- Sedimentación: separa los sólidos del agua en un tanque, que por el tiempo de retención permite la precipitación de los mismos.

3. Tratamiento secundario

Procesos físico-químicos avanzados para reducir la cantidad de materia orgánica que pueda tener el agua residual:

- Lodos activados: las partículas gelatinosas de lodo quedan suspendidas en un tanque de aireación y reciben oxígeno para posteriormente ser sedimentadas.

4. Tratamiento terciario

Procesos químicos y/o biológicos para reducir los contaminantes químicos específicos, patógenos y parásitos. Puede estar compuesto por los siguientes sistemas:

- Nitrificación y desnitrificación: para la remoción del nitrógeno se realiza la oxidación biológica del nitrógeno del amoniaco a nitrato (nitrificación). Mediante la reducción, el nitrato es convertido a nitrógeno (desnitrificación) que es emitido a la atmósfera.
- Sedimentación y manejo de lodos: La forma y las dimensiones de los tanques y colectores son decisivas para lograr una buena tasa de sedimentación. Los tanques de sedimentación vertical son más eficientes y representan mayor costo efectivo que los horizontales. Pueden ser de acero, fibra de vidrio, concreto o madera.

Figura 33. Lecho de secado y almacenamiento de residuos.

Fuente: autores. Curtiembres Turín.

Posterior al tratamiento de las aguas residuales del proceso, se generan lodos, por lo que se requiere tener en cuenta:

1. El agua de los lodos debe ser extraida para reducir el volumen y el costo asociado con la disposición. Esto puede hacerse por secado simple o lechos de secado, dado que son útiles para pequeñas curtiembres porque requiere bajo capital en inversión, pero con labores intensivas respecto a operación y mantenimiento.
2. Los olores producidos pueden ser minimizados espolvoreando cal hidratada en la superficie del lecho y para evitar su descomposición durante el manejo, el lodo debe ser rápidamente secado previo al almacenamiento.
3. Finalmente, el aprovechamiento de los residuos sólidos generados por las empresas del sector curtiembres, depende de las características de los mismos, otorgadas en los procesos administrativos y/o productivos como son las materias primas e insumos químicos que maneja cada organización. Para identificar las características de peligrosidad de los mismos, se debe consultar el Decreto 1076 de 2015, sección 3, título 6 “Residuos peligrosos” (antes Decreto 4741 de 2005).

2.2.2 MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LAS INDUSTRIAS DE CURTIEMBRES EN BOGOTÁ

Los residuos sólidos que se generan en la industria curtiembre dependen de la materia prima e insumos, el proceso productivo y el producto final. Pueden clasificarse en:

Partiendo del manejo que se le de internamente a los residuos, se pueden generar ingresos o gastos económicos a la curtiembre, ya sea por la comercialización de los residuos aprovechables o por el pago de la disposición de los residuos peligrosos y de multas ambientales (Corporación de Desarrollo Productivo del Cuero, 2013).

En la **"Guía para la gestión y manejo integral de residuos en la Industria de Curtiembres y tenerías",** publicada por la Secretaría Distrital de Ambiente de manera conjunta con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se exponen las medidas para prevenir y minimizar la generación, las alternativas de valorización y las opciones de tratamiento y disposición final para cada residuo generado durante el proceso productivo. De igual forma, se propone la formulación del Plan de gestión integral de residuos - PGIR, que es responsabilidad del empresario tanto en su etapa de diseño como en su implementación. Sin embargo, a continuación se presenta de manera general algunos residuos de mayor impacto ambiental y las oportunidades de aprovechamiento:

Tabla 5. Identificación de residuos sólidos en el subsector de curtiembres y tenerías

Residuo	Punto de generación	Oportunidades de aprovechamiento o disposición
Envases (de insumos químicos, pinturas y solventes)	Recepción de materias primas	Se retornan al proveedor para reutilización y reenvase de los mismos insumos. Es necesario conservarlas en el mejor estado posible, sin hendiduras, golpes o contaminación cruzada.
Cartón, papel y plástico	Administrativos y recepción de materias primas	Se almacenan y se entregan a recuperadores o a empresas del servicio de aseo. (No debe estar contaminado con otras sustancias)
Lonas	Recepción de materias primas	Se emplean para la recolección de los lodos en los lechos de secado.
Sal recuperada	Alistamiento	Se puede usar en industrias de cerámica y ladrillo.
Residuos de predescarne (cola, cojones, orejas, máscaras, tetillas, grasa subcutánea o sebo, unche y carnaza)	Predescarnado, descarnado, pelambre y dividido	Se utilizan para la producción de alimentos como gelatina, juguetes de animales y jabones y en la industria cosmética como colágeno hidrolizado. El pelo recuperado puede emplearse como abono o para compostaje.
Residuos de pelambre y recortes de partes de piel no curtibles	Pelambre	Se utilizan para la producción de alimentos como gelatina y juguetes caninos.
Rebajaduras de cuero en wet-blue	Rebajado	Se usan en la fabricación de cuero reconstituido o aglomerado, generación de ladrillos y/o adhesivos.

Residuo	Punto de generación	Oportunidades de aprovechamiento o disposición
Retal de cuero en crosta y terminados, polvos de esmerilado	Acabado	Se pueden usar para realizar artesanías (manillas, pulseras, etc.); o vendidos a la industria de cuero reconstituido o aglomerado.
Lodos residuales desecados del proceso al cromo, de desencale y lodos de curtido mineral.	Tratamiento de los vertimientos industriales.	Se disponen para incineración o relleno en celda de seguridad.
Luminarias, tóners, pilas, baterías (RAEEs)	Administrativo	Se disponen con un gestor autorizado por el IDEAM.

Fuente: Adaptado de (Ambiente, Guía para la gestión y manejo integral de residuos. Industria de Curtiembres y Tenerías, 2010)

En el siguiente capítulo se describen los instrumentos económicos creados en el país para promover el uso adecuado de los recursos naturales, así como las acciones de prevención de la contaminación por vertimientos industriales, promoviendo la gestión ambiental como una herramienta para el desarrollo de la producción sostenible.

3 Capítulo

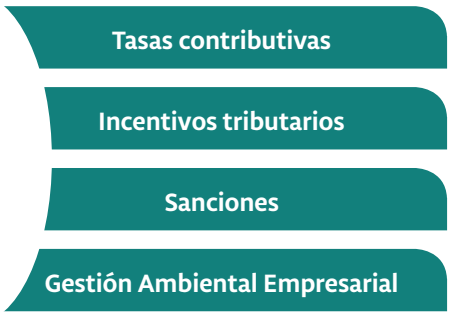
Instrumentos económicos

y de gestión que promueven el uso adecuado de los recursos naturales

El manejo inadecuado de los recursos ambientales ha generado una problemática creciente, haciendo necesaria la incorporación de herramientas que permitan promover estrategias y políticas que contribuyan a la minimización del impacto ambiental y a la generación de ganancias financieras, por lo que en Colombia se han creado diferentes incentivos tributarios para ser otorgados a la industria, promoviendo la implementación de tecnologías limpias y productivas, que busquen el mejoramiento del medio ambiente.

Las herramientas se encuentran clasificadas de la siguiente manera:

Figura 34. Clasificación Instrumentos Económicos.



Fuente: Autores

3.1 TASAS CONTRIBUTIVAS

Las tasas están definidas como contribuciones económicas que realiza una persona natural o jurídica por el uso de recursos naturales. En el ámbito ambiental existen las siguientes tasas:

Figura 35. Tasa retributiva y compensatoria.

a. Tasa retributiva y compensatoria

¿Qué es?

Corresponde al pago que deben hacer los usuarios por contaminantes en el recurso hídricos, con el objetivo de desarrollar un proceso de gestión ambiental integral para fomentar la descontaminación de los recursos hídrico, buscando la conservación de los recursos naturales.

¿A quién le aplica?

Están obligados a la presente tasa todos los usuarios que realicen vertimientos. El cobro de esta tasa no implica, bajo ninguna circunstancia, la legalización del respectivo vertimiento.

¿Qué normatividad existe sobre el tema?

- Ley 99 de 1993
- Decreto 3930 de 2010
- Ley 1450 de 2011
- Decreto 2667 de 2012

Fuente: Autores

Figura 36. Tasa por utilización de aguas.

b.Tasa por utilización de aguas

¿Qué es?

Es el cobro que se realiza a un usuario por la utilización del agua de una fuente natural, en virtud de una concesión de aguas. Se basa en los siguientes fundamentos:

1. Instrumento de gestión para la conservación y uso eficiente del agua.
2. Fuente de recursos financieros para inversiones ambientales que garanticen la renovabilidad del recurso.

¿Quién establece el valor?

La tasa es fijada por el gobierno nacional.

¿Qué normatividad existe?

- Decreto 99 de 1993.
- Decreto 155 de 2004.

Fuente: Autores

Figura 37. Tasa retributiva por vertimientos.

c. Tasa retributiva por vertimientos puntuales

¿Qué es?

Es un instrumento económico que cobra la autoridad ambiental competente a los usuarios, por la utilización del recurso hídrico como receptor de vertimientos puntuales directos o indirectos y se cobrará por la totalidad de la carga contaminante descargada al cuerpo de agua.

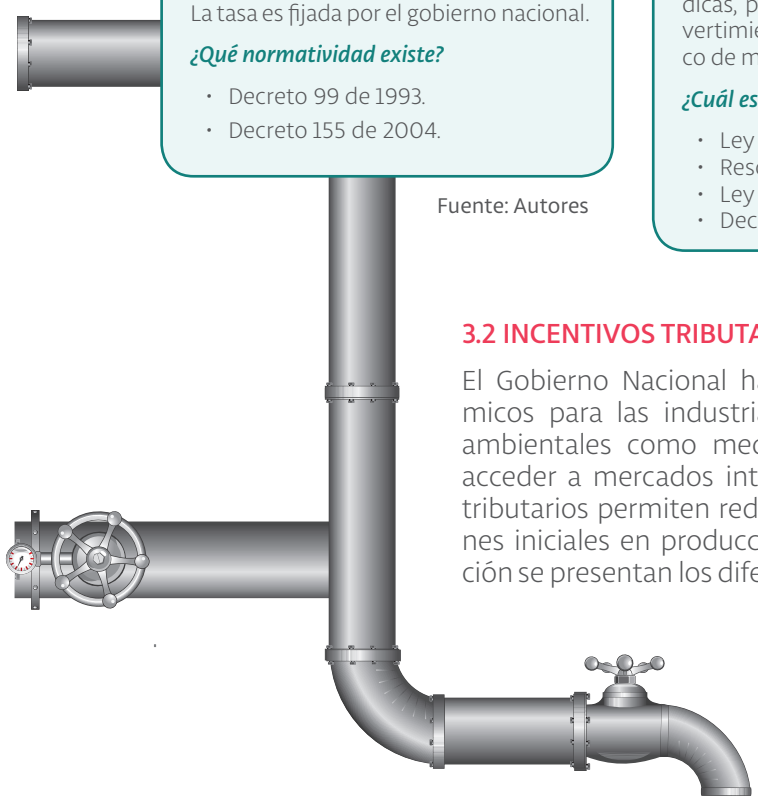
¿A quién le aplica?

A todas las personas naturales o jurídicas, públicas, o privadas que realicen vertimientos puntuales al recurso hídrico de manera directa o indirecta.

¿Cuál es la normatividad sobre el tema?

- Ley 99 de 1993.
- Resolución 081 de 2001.
- Ley 1450 de 2011.
- Decreto 2667 de 2012.

Fuente: Autores



3.2 INCENTIVOS TRIBUTARIOS

El Gobierno Nacional ha creado incentivos económicos para las industrias que realicen inversiones ambientales como medida de productividad para acceder a mercados internacionales. Los incentivos tributarios permiten reducir el costo de las inversiones iniciales en producción más limpia. A continuación se presentan los diferentes incentivos existentes:

1

Inversiones en control y mejoramiento ambiental
Resolución 136 de 2004 / resolución 0779 de 2012

Las personas jurídicas que realicen inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente, tendrán derecho a deducir anualmente de su renta, el valor de dichas inversiones realizadas en el respectivo año gravable, previa acreditación que efectúe la autoridad ambiental respectiva, en la cual se establecerán los beneficios ambientales asociados a dichas inversiones.

El valor a deducir por este concepto en ningún caso podrá ser superior al veinte por ciento (20%) de la renta líquida del contribuyente, determinada antes de restar el valor de la inversión. No aplica para aquellos proyectos objeto de una licencia ambiental que han sido requeridos por la autoridad ambiental.

2

Adquisición de equipos
Resolución 978 de 2007 / resolución 0778 de 2012

Los equipos y elementos nacionales o importados que se destinen a la construcción, instalación, montaje y operación de sistemas de control y monitoreo, necesarios para el cumplimiento de las disposiciones, regulaciones y estándares ambientales vigentes, podrán obtener la exclusión de impuesto sobre las ventas correspondiente, para ello, deberá acreditarse tal condición ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Aplica en la siguientes condiciones: a). Maquinaria y equipo que no se produzca en el país, destinados a reciclar y procesar basuras; depuración o tratamiento de aguas residuales; control de emisiones atmosféricas o residuos sólidos. b). Importación de bienes y equipos que se efectúen en desarrollo de convenios, tratados, o acuerdos internacionales. c). Importación de maquinaria y equipos destinados al desarrollo de proyectos o exportadores de certificados de reducción de emisiones de carbono y gases de efecto invernadero.

3

Modernización Empresarial BANCOLDEX

Las empresas que estén inmersas en el Plan de Reconversión Tecnológica, pueden aplicar a incentivos tributarios para los equipos que presenten dentro del plan, dichos incentivos serían la deducción en la renta y exclusión de IVA.

4

Plan de Reconversión a Tecnologías Limpias
Decreto 3930 de 2010

Mecanismo que promueve la reconversión tecnológica de los procesos productivos de los generadores de vertimientos que desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios, y que además de dar cumplimiento a la norma de vertimientos, debe dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

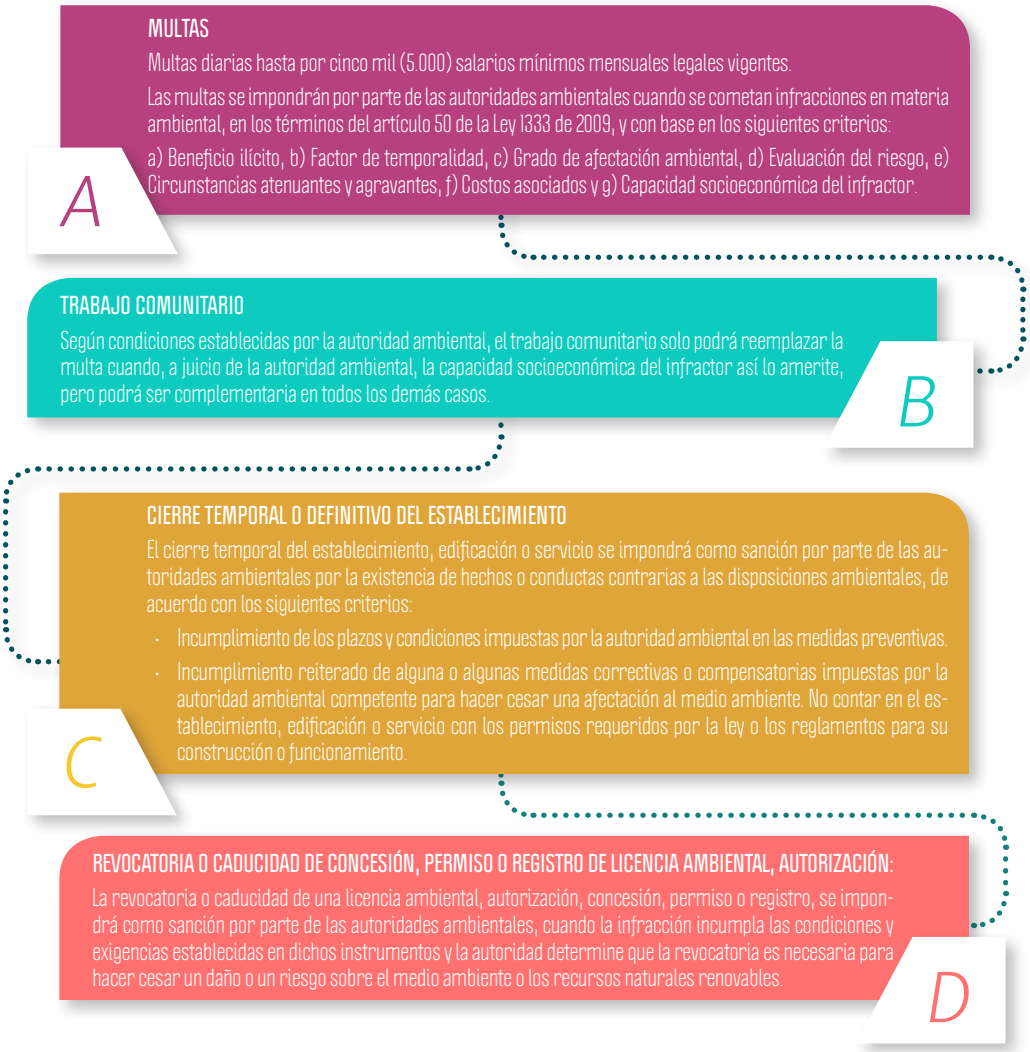
1. Reducir y minimizar la carga contaminante por unidad de producción, antes del sistema de tratamiento o antes de ser mezclada con aguas residuales domésticas.

2. Reutilizar o reciclar subproductos o materias primas, por unidad de producción o incorporar a los procesos de producción materiales reciclados, relacionados con la generación de vertimientos.

3.3 SANCIONES

En el año 2009 se estableció bajo la Ley 1333 el Régimen Sancionatorio Ambiental, donde se dictan las condiciones para las sanciones administrativas en materia ambiental, bajo el enfoque de la prevención, corrección y compensación, con el fin de garantizar el cumplimiento de la Constitución y los Tratados Internacionales. En la figura 38 se presentan los tipos de sanciones establecidos en la reglamentación nacional.

Figura 38. Régimen Sancionatorio Ambiental.



3.4 PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL

La Secretaría Distrital de Ambiente desarrolló e implementó el Programa de Gestión Ambiental Empresarial - GAE, como apoyo permanente a los empresarios de la ciudad de Bogotá, cuyo objetivo es fortalecer la gestión ambiental como principio del desarrollo sostenible, dentro de sus organizaciones.

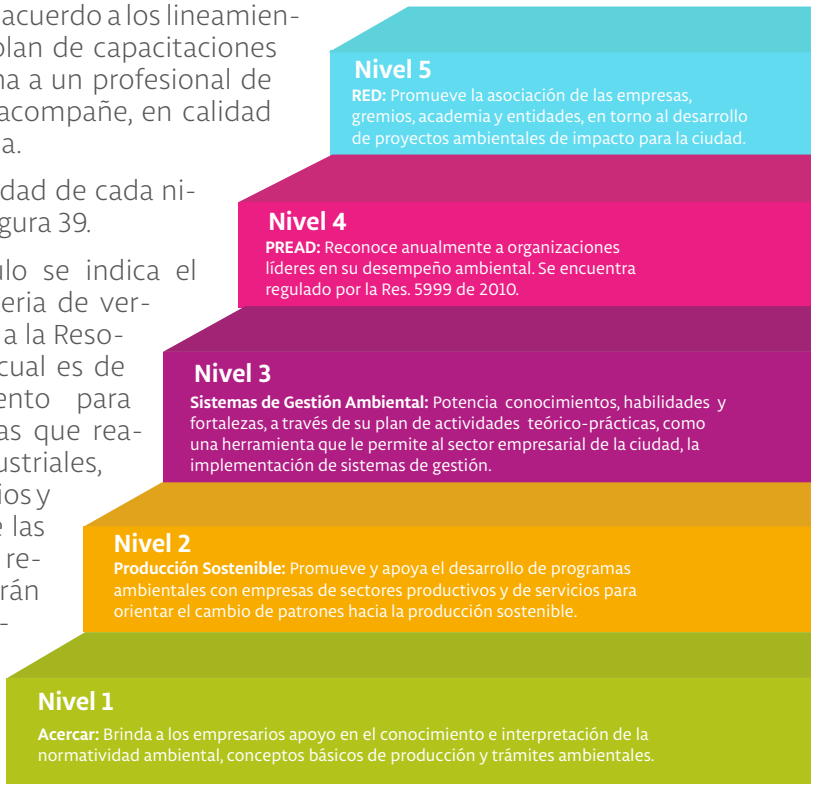
Participar en el programa GAE es voluntario y no tiene ningún costo, por lo que los empresarios de manera libre adquieren la responsabilidad para mejorar su desempeño ambiental. Este programa se fundamenta en la innovación permanente, con el fin de brindar un acompañamiento actualizado a las necesidades del mercado.

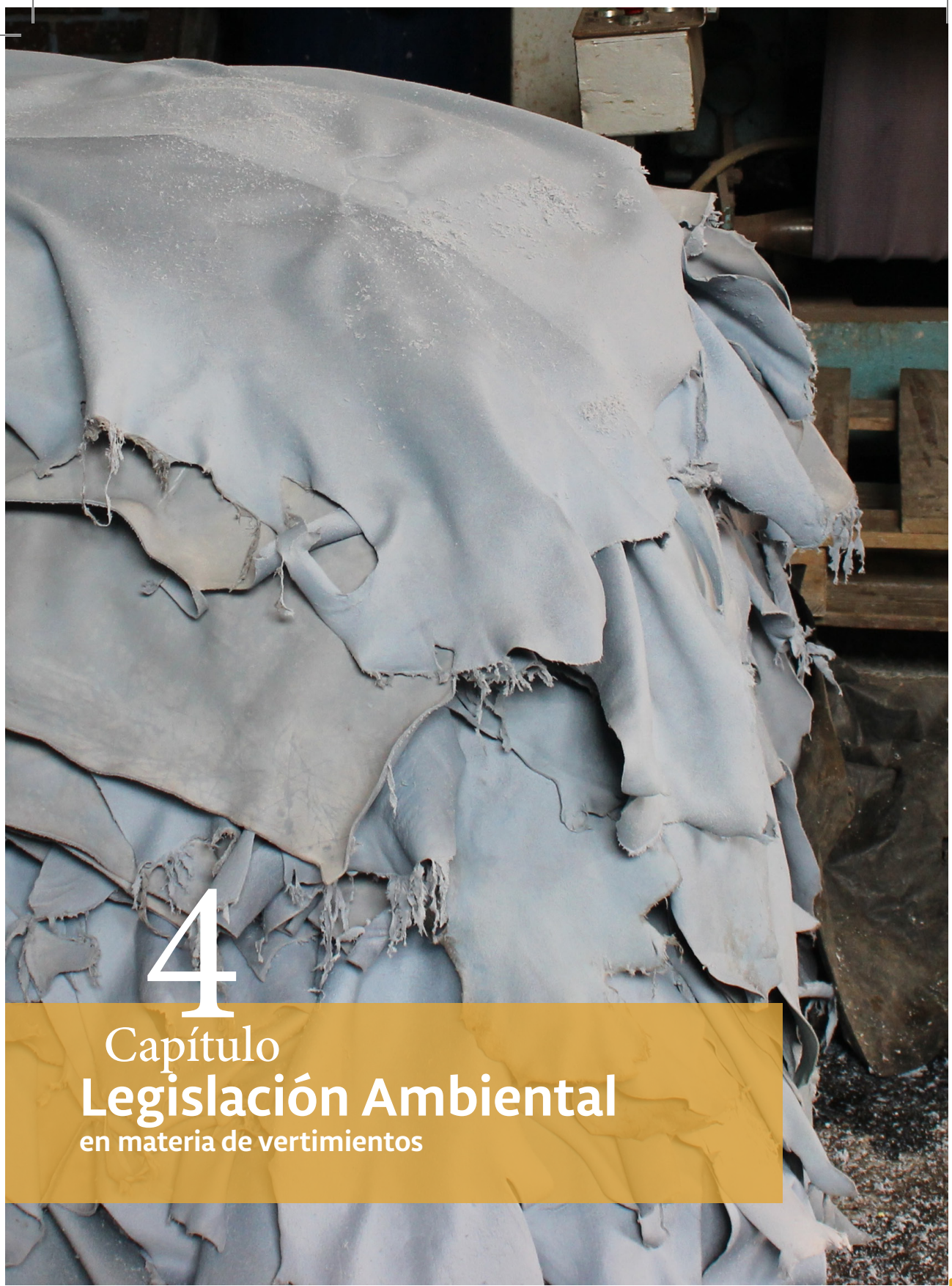
Cada nivel del programa se desarrolla en ciclos semestrales o anuales, de acuerdo a los lineamientos de operación y al plan de capacitaciones establecido y se designa a un profesional de la Secretaría para que acompañe, en calidad de tutor, a cada empresa.

El objetivo y funcionalidad de cada nivel se describen en la figura 39.

En el siguiente capítulo se indica el marco general en materia de vertimientos, actualizado a la Resolución 631 de 2015, la cual es de obligatorio cumplimiento para todas aquellas personas que realicen actividades industriales, comerciales o de servicios y que en el desarrollo de las mismas generen aguas residuales, las cuales serán dispuestas en un cuerpo de agua superficial o al alcantarillado público.

Figura 39. Programa GAE





4 Capítulo

Legislación Ambiental

en materia de vertimientos

Las autoridades ambientales, a nivel nacional y distrital, han expedido varias normas para garantizar el control y la reducción de la contaminación en los vertimientos de aguas residuales domésticas (ARD) y aguas residuales no domésticas (ARnD) o aguas de carácter industrial, que son dispuestas en el alcantarillado público o en diferentes cuerpos de agua, las cuales se encuentran resumidas en la figura 40.

Desde el año 1984 cuando se definieron los aspectos referentes a la gestión del recurso hídrico en el país, se establecieron por primera vez, y de manera conjunta entre los Ministerios de Agricultura y Salud, los límites máximos permisibles de vertimientos al sistema de alcantarillado de 155 sustancias de interés sanitario.

Para el año 1997, el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA, hoy Secretaría Distrital de Ambiente - SDA, tomando en consideración los límites establecidos en el Decreto 1594 de 1984,

Figura 40. Avance de la normatividad en vertimientos en Colombia.

- Decreto 2811: Código Recursos Naturales. — 1974
- Ley 9: Código Sanitario Nacional. — 1979
- Decreto 1594: Gestión del Recurso Hídrico. — 1984
- Resolución 1074: Determina estándares ambientales en materia de vertimientos a nivel Distrital. — 1997
- Resoluciones 3956 y 3957: Establecen la norma técnica para el control y el manejo de los vertimientos en el Distrito Capital. — 2009
- Decreto 3930: Gestión Integral del recurso hídrico. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. — 2010
- Resolución 631: Fija los niveles máximos permisibles para el vertimiento de sustancias a cuerpos de agua. — 2015

estableció bajo la Resolución 1074 de 1997, que quién vierta a la red de alcantarillado y/o cuerpo de agua localizado en su área de jurisdicción, deberá registrar sus vertimientos y a su vez estableció unas concentraciones máximas permisibles de 33 diferentes parámetros.

Con el objetivo de controlar y manejar los vertimientos realizados al recurso hídrico en el perímetro urbano de Bogotá, así como establecer las generalidades del permiso y registro de los mismos, la SDA expidió en el año 2009 las Resoluciones 3956 y 3957, en las que se reitera que solo se permite realizar vertimientos al alcantarillado público a las empresas que cumplan con las siguientes condiciones:

a) Viertan aguas residuales domésticas.

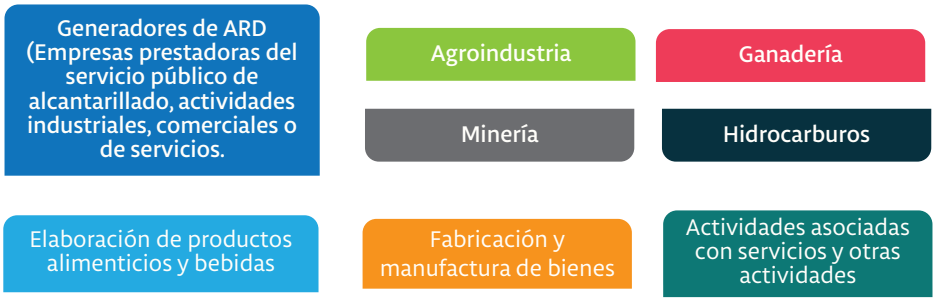
b) Viertan aguas residuales no domésticas y la SDA haya determinado que no requieren permiso de vertimientos.

c) Viertan aguas residuales y cuenten con permiso de vertimientos vigente.

En el año 2010 el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, estableció con el Decreto 3930 las disposiciones relacionadas con el uso del recurso hídrico, el ordenamiento del mismo y restringió los valores máximos permisibles de los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a las redes de alcantarillado público.

Actualmente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, reglamentando el artículo 28 del Decreto 3930 de 2010, generaron una nueva norma de vertimientos, la Resolución 631 de 2015, con la cual se busca garantizar la implementación del control efectivo de las sustancias contaminantes que llegan a los cuerpos de agua, permitiendo la descontaminación de ríos y quebradas y aumentando la oferta de agua limpia. En esta norma se contemplaron 56 parámetros y 73 actividades para 8 sectores productivos.

Figura 41. Sectores productivos establecidos en la Resolución 631 de 2015.



Esta Resolución es de obligatorio cumplimiento para todas aquellas personas que desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicios y que en desarrollo de las mismas generen aguas residuales, las cuales serán vertidas en cuerpos de agua superficial o a alguna red de alcantarillado público, su régimen transicional se encuentra especificado en la figura 42.

En caso que las empresas no cumplan con lo establecido en la normatividad legal vigente, la aplicación de sanciones, infracciones y penalidades se encuentran definidas en el Régimen Sancionatorio Ambiental, Ley 1333 de 2009.

Figura 42. Régimen transicional Resolución 631 de 2015

Empresas que cuenten con permiso de vertimientos y que cumplen los parámetros de la norma

La Resolución entró en vigencia a partir de enero de 2016, pero si se implementa un plan de reconversión a tecnologías limpias se amplía el plazo por 3 años.

Empresas que cuenten con permiso de vertimientos y que NO cumplen los parámetros de la norma

La Resolución entró en vigencia a partir de enero de 2016, pero si se implementa un plan de reconversión a tecnologías limpias se amplía el plazo por 2 años más.

Empresas que no cuenten con permiso de vertimientos

La Resolución entró en vigencia a partir de enero del año 2016.

4.1.PARÁMETROS MÁXIMOS PERMISIBLES PARA EL SECTOR DE CURTIEMBRES

De acuerdo con la normatividad ambiental aplicable para el sector de curtiembres, a continuación, se presenta un cuadro comparativo con los límites máximos permisibles por las normas vigentes para garantizar el control de los vertimientos:

Tabla 6.Parámetros máximos permisibles para la fabricación de artículos de piel, curtido y adobo de pieles.

Parámetro	Unidades	Resolución 0631 de 2015	Resolución 3956 de 2009	Resolución 3957 de 2009
pH	Unidades de pH	6,00 – 9,00*	-	5,00 – 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O_2	1200,00*	-	1500
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L O_2	600,00*	-	800
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	600,00*	-	600
Sólidos Sedimentables (SSED)	mg/L	2,00*	2	2
Grasas y Aceites	mg/L	60,00*	-	100
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y reporte	-	10

Parámetro	Unidades	Resolución 0631 de 2015	Resolución 3956 de 2009	Resolución 3957 de 2009
Hidrocarburos				
Hidrocarburos totales (HTP)	mg/L	10,00	-	-
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	mg/L	Análisis y reporte	-	-
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	mg/L	Análisis y reporte	-	-
Compuestos orgánicos halogenados adsorbentes (AOX)	mg/L	Análisis y reporte	-	-
Compuestos De Fósforo				
Ortofosfatos $(P\text{-}PO_4)^{3-}$	mg/L	Análisis y reporte	-	-
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y reporte	-	-
Compuestos de nitrógeno				
Nitratos $(N\text{-}NO_3)^-$	mg/L	Análisis y reporte	-	-
Nitrógeno Amoniacal $(N\text{-}NH_3)$	mg/L	Análisis y reporte	-	-
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y reporte	-	-

Parámetro	Unidades	Resolución 0631 de 2015	Resolución 3956 de 2009	Resolución 3957 de 2009
Iones				
Cloruros (Cl^-)	mg/L	3000.00	-	-
Sulfatos ($SO_4)^{-2}$	mg/L	Análisis y reporte	-	-
Sulfuros (S) $^{-2}$	mg/L	3,00	-	-
Metales y metaloides				
Cadmio (Cd)	mg/L	-	-	0,02
Cinc (Zn)	mg/L	-	0,1	2
Cobre (Cu)	mg/L	-	0,015	0,25
Cromo (Cr)	mg/L	-	0,015	1
Níquel (Ni)	mg/L	-	0,01	-
Otros parámetros para análisis y reporte				
Acidez Total	mg/L $CaCO_3$	Análisis y reporte	-	-
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$	Análisis y reporte	-	-
Dureza Cálcica	mg/L $CaCO_3$	Análisis y reporte	-	-
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	Análisis y reporte	-	-
Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes ondas: 436 nm, 525nm y 620nm)	M^{-1}	Análisis y reporte	50	50

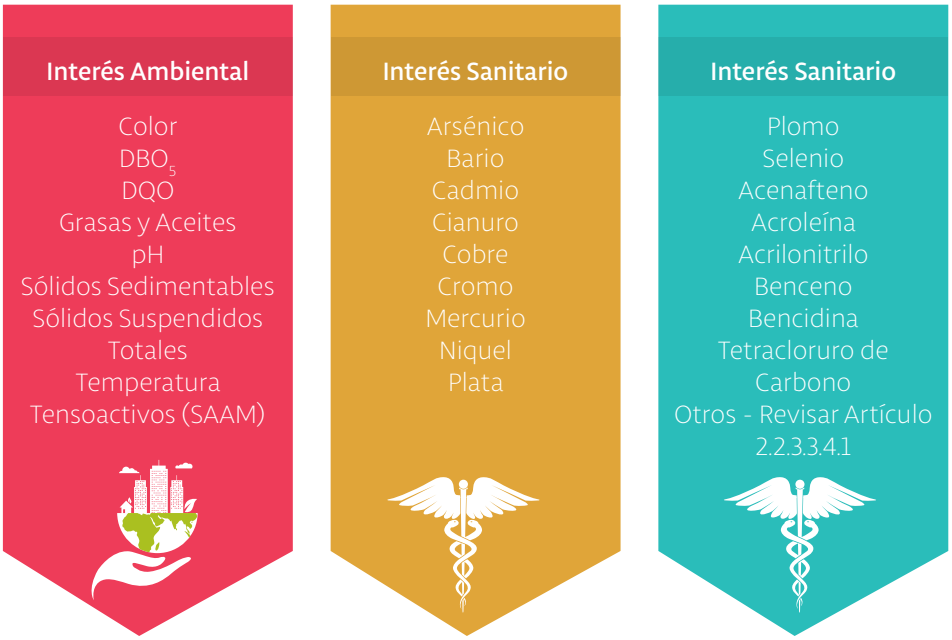
*Se aplican las mismas exigencias establecidas para los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales multiplicados por un factor de 1,5. Lo anterior con base en el capítulo VIII, artículo 16 de la Resolución 0631 de 2015.

Cuando en un parámetro indica análisis y reporte, este no tendrá un máximo permisible, pero se deberá analizar y reportar ante la autoridad ambiental competente.

4.2. REGISTRO DE VERTIMIENTOS

De acuerdo con la Resolución 3957 de 2009 emitida por la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA, los usuarios que generen aguas residuales no domésticas con sustancias de interés ambiental y sanitario como las que se muestran en la figura 43, están obligados a solicitar el registro de sus vertimientos ante dicha autoridad.

Figura 43. Sustancias de interés ambiental y sanitario.



Fuente: (Resolución 3957 de 2009. Tabla B - Decreto 1076 de 2015 Sección 4. Vertimientos)

4.2.1. SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN DEL REGISTRO DE VERTIMIENTOS

Una vez la empresa inicia la solicitud del registro de vertimientos, es importante tener en cuenta lo siguiente:

El trámite se debe solicitar por parte del usuario una sola vez y no tiene costo; cuando se tienen varias sedes que generan aguas residuales no domésticas deberá registrar la totalidad de las aguas vertidas por separado, y cuando en un mismo predio se genera más de un vertimiento se realizará un solo registro en el cual se enuncien todos los vertimientos.

La documentación exigida por la autoridad ambiental para iniciar con la solicitud de inscripción del registro de vertimientos se encuentra en la figura 44.

Figura 44. Documentos solicitados para el Registro de Vertimientos.

Formulario de solicitud de registro de vertimientos.

Lista de chequeo.
Certificado de existencia y representación legal (persona jurídica).
Fotocopia del documento de identificación del solicitante cuando se trate de una persona natural.
Poder o cualquier mecanismo de representación otorgado formalmente (en caso de no ser el representante legal quien realice el trámite).
Copia del último comprobante de pago del servicio de acueducto y alcantarillado o demás fuentes de abastecimiento de agua.
Esquema de las diferentes áreas ubicadas dentro del predio (procesos, área de generación de vertimientos, áreas sanitarias, áreas administrativas, tratamiento del efluente, cajas de inspección y punto de descarga.
Diagrama de flujo del proceso productivo indicando los impactos ambientales

Fuente: SDA, 2015

Después que la empresa ha realizado la solicitud de inscripción del registro de vertimientos, la autoridad ambiental se pronunciará sobre la aceptación del trámite y se comunicará con el solicitante, con el fin de entregar el número de registro correspondiente y establecer si se requiere obtener permiso de vertimientos para lo cual deberá realizar la auto declaración y el trámite respectivo.

Cabe mencionar, que todos los usuarios que sean objeto de registro de vertimientos deben garantizar el cumplimiento de los valores máximos permisibles de las descargas realizadas a la red de alcantarillado. De igual forma deben informar a la Secretaría Distrital de Ambiente sobre cualquier cambio en las actividades desarrolladas en la empresa y que generen aguas residuales no domésticas.

4.3. PERMISO DE VERTIMIENTOS

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el artículo 41 del Decreto 3930 de 2010 y el artículo 2.2.3.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015, toda persona natural o jurídica cuya actividad o servicio genere vertimientos a las aguas superficiales, marinas o al suelo, deberá solicitar y tramitar ante la autoridad ambiental competente el respectivo permiso de vertimientos.

4.3.1. SOLICITUD PERMISO DE VERTIMIENTOS

Para realizar la solicitud del permiso de vertimientos, de acuerdo al punto de descarga, las organizaciones deben hacer entrega de la siguiente documentación en la Secretaría Distrital de Ambiente o en los CADE y Súper CADE, donde haya una oficina de la entidad.

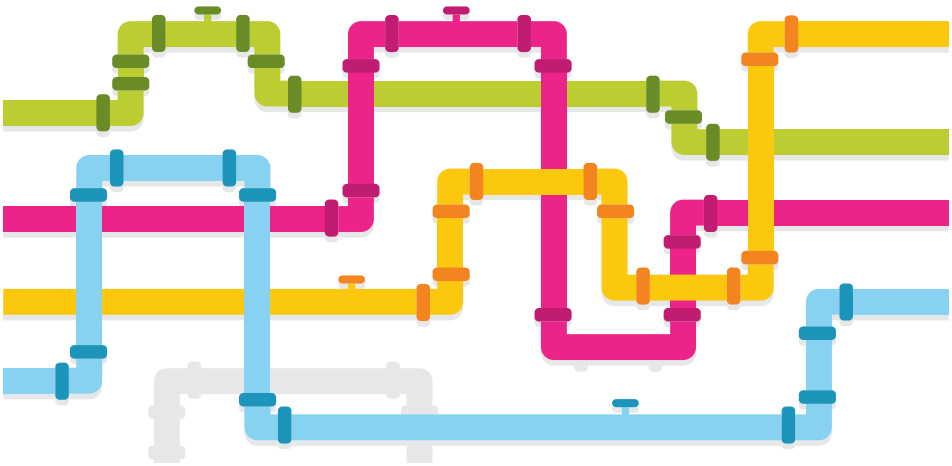


Tabla 7. Documentos permiso de vertimientos.

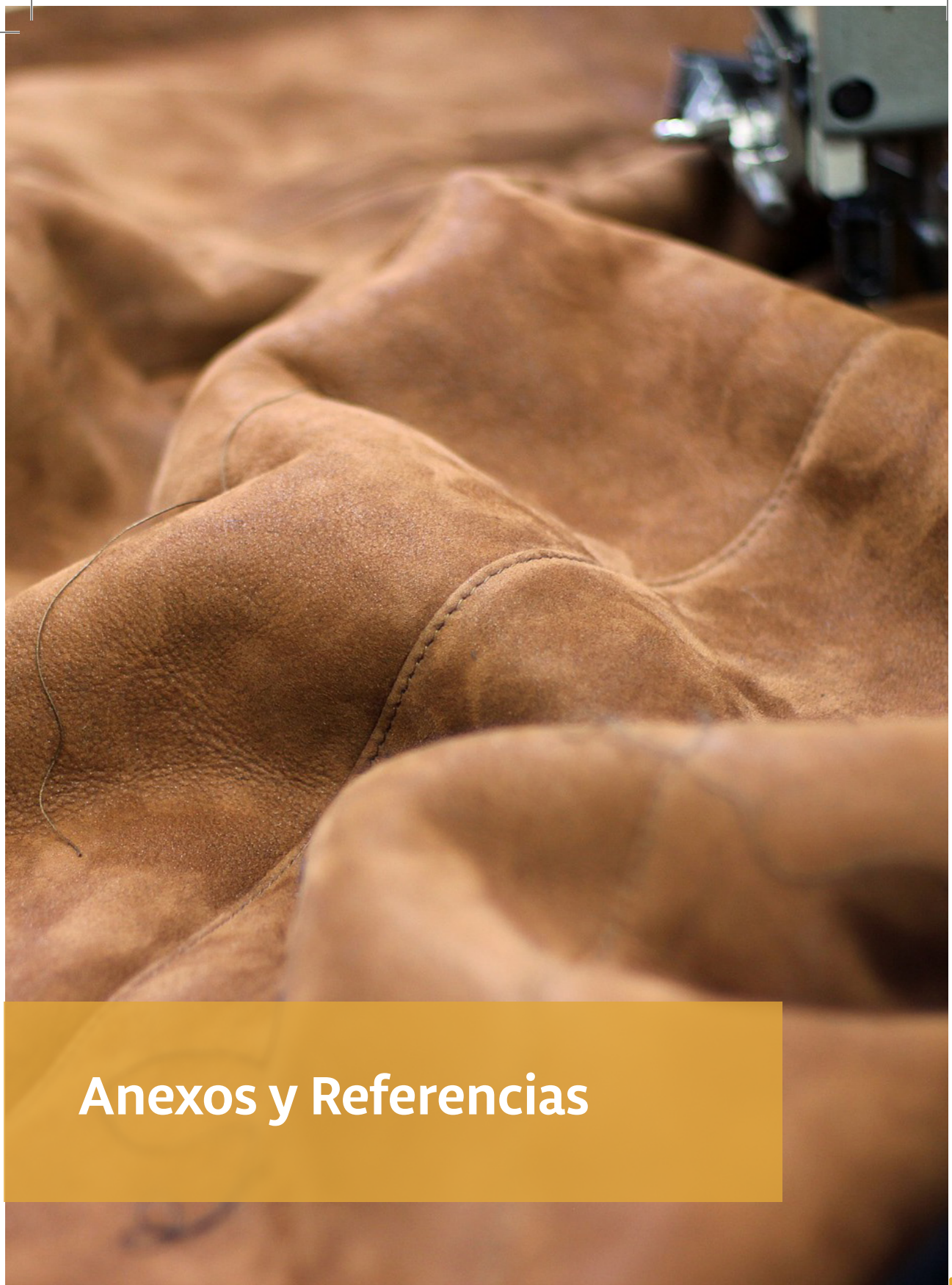
Información a presentar por el solicitante	Puntos de Descarga	
	Alcantarillado	Cuerpos de Agua / Suelo
Formulario único nacional de solicitud de permiso de vertimientos. Se encuentra en la página web de la SDA.	X	X
Nombre, dirección e identificación del solicitante y razón social si se trata de una persona jurídica, de acuerdo al RUT.	X	X
Poder debidamente otorgado y autenticado ante notaría, cuando se actúe mediante apoderado.	X	X
Certificado de existencia y representación legal para el caso de persona jurídica, con fecha de expedición no mayor a un mes, que se obtiene del certificado de Cámara y Comercio.	X	X
Autorización del propietario o poseedor cuando el solicitante sea mero tenedor, mediante oficio remitido por el propietario del predio donde se solicita el permiso de vertimientos.	X	X
Certificado actualizado del Registrador de Instrumentos Públicos y Privados sobre la propiedad del inmueble, o la prueba idónea de la posesión o tenencia. Se debe solicitar ante la Superintendencia de Notariado y Registro.	X	X
Nombre y localización del predio, proyecto, obra o actividad que se obtiene del concepto de uso del suelo.	X	X
Costo del proyecto, obra o actividad.	X	X

Información a presentar por el solicitante	Puntos de Descarga	
	Alcantarillado	Cuerpos de Agua / Suelo
Fuente de abastecimiento de agua indicando la cuenca hidrográfica a la cual pertenece, Tunjuelo, Fucha, Salitre o Alcantarillado público, según corresponda.	X	X
Plano donde se identifique origen, cantidad y localización georeferenciada de las descargas al cuerpo de agua o al suelo. El plano se debe presentar en forma análoga con un tamaño de 100cm X 70cm y con copia digital del mismo.	X	X
Nombre de la fuente receptora del vertimiento indicando la cuenca hidrográfica a la que pertenece, alcantarillado público o fuente de agua superficial.	X	X
Caudal de la descarga expresada en litros por segundo. Se obtiene de la caracterización de vertimientos, realizada por un laboratorio acreditado.	X	X
Frecuencia de la descarga expresada en días por mes. Se obtiene de la caracterización de vertimientos, realizada por un laboratorio acreditado.	X	X
Tiempo de la descarga expresada en horas por día. Se obtiene de la caracterización de vertimientos, realizada por un laboratorio acreditado.	X	X
Tipo de flujo de la descarga indicando si es continuo o intermitente. Se obtiene de la caracterización de vertimientos, realizada por un laboratorio acreditado.	X	X

Información a presentar por el solicitante	Puntos de Descarga	
	Alcantarillado	Cuerpos de Agua / Suelo
Ubicación, descripción de la operación del sistema, memorias técnicas y diseños de ingeniería conceptual y básica, planos de detalle del sistema de tratamiento y condiciones de eficiencia del sistema de tratamiento que se adoptará. Esta información corresponde al proyecto u obra.	X	X
Concepto sobre el uso del suelo expedido por la autoridad municipal competente. Se debe solicitar ante la Secretaría Distrital de Planeación o ante una Curaduría Urbana.	X	X
Constancia de pago por concepto de evaluación de solicitud del permiso de vertimientos. Los pagos se deben efectuar de acuerdo al instructivo de autoliquidación de trámites.	X	X
Evaluación Ambiental del vertimiento. Se debe realizar de acuerdo a lo establecido por el artículo 43 del Decreto 3930 del 2010.		X
Plan de contingencia para la prevención y control de derrames, cuando a ello hubiera lugar. Este plan aplica a los usuarios que exploren, manufacturen, refinen, transformen, procesen, transporten, o almacenen hidrocarburos o sustancias nocivas para la salud y para los recursos hidrobiológicos.		X

Fuente: Autores

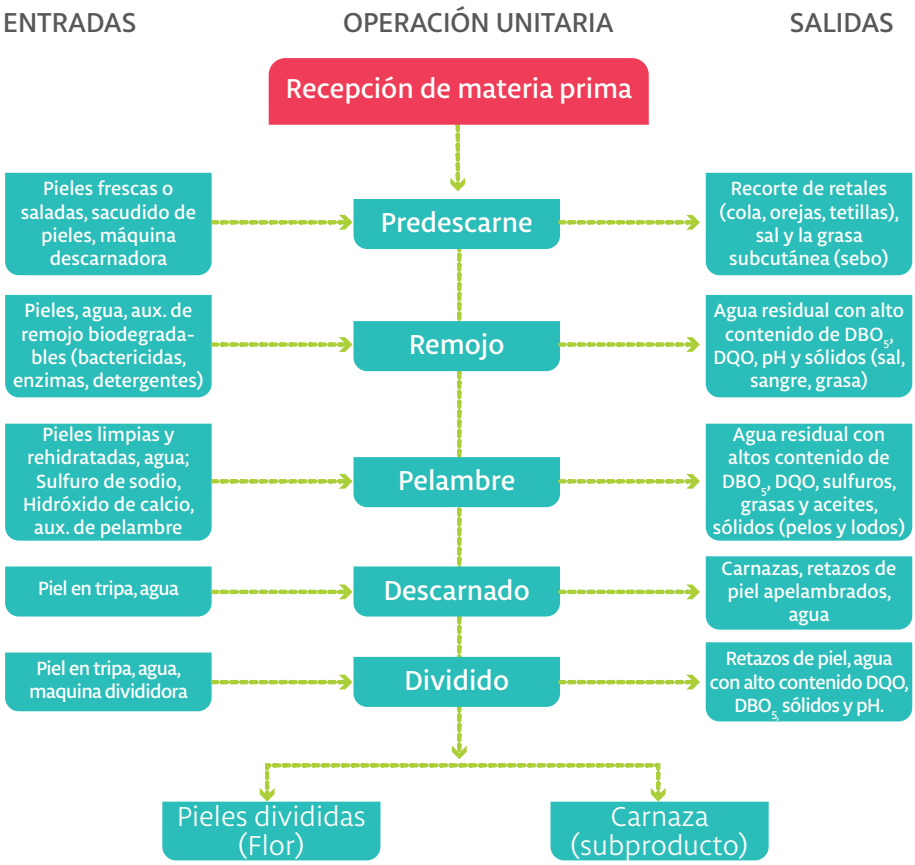
Nota: Los anteriores requisitos corresponden a los establecidos en el artículo 42 del Decreto 3930 de 2010.



Anexos y Referencias

ANEXOS

Anexo 1 - Diagrama de flujo del proceso productivo



Pieles divididas (en flor)
Agua, Sulfato de amonio, Bisulfito de sodio, solución de Purga (con enzimas)
Desencalado y purgado
Agua residual amoniacal con enzimas, DQO, DBO5, Sulfuros, pH, sólidos
Agua, Cloruro de Sodio, ácido fórmico / acético y sulfúrico, Sulfato de cromo 33% básico, Bicarbonato de sodio (basificante)
Piquelado y curtición
Agua residual ácida con alto contenido de cromo, cloruros y iones sodio, DBO5, DQO, pH y sólidos
Cuero, máquina rebajadora
Rebajado (Con escurrido)
Virutas de cromo
Wet – Blue (Cuero en azul)

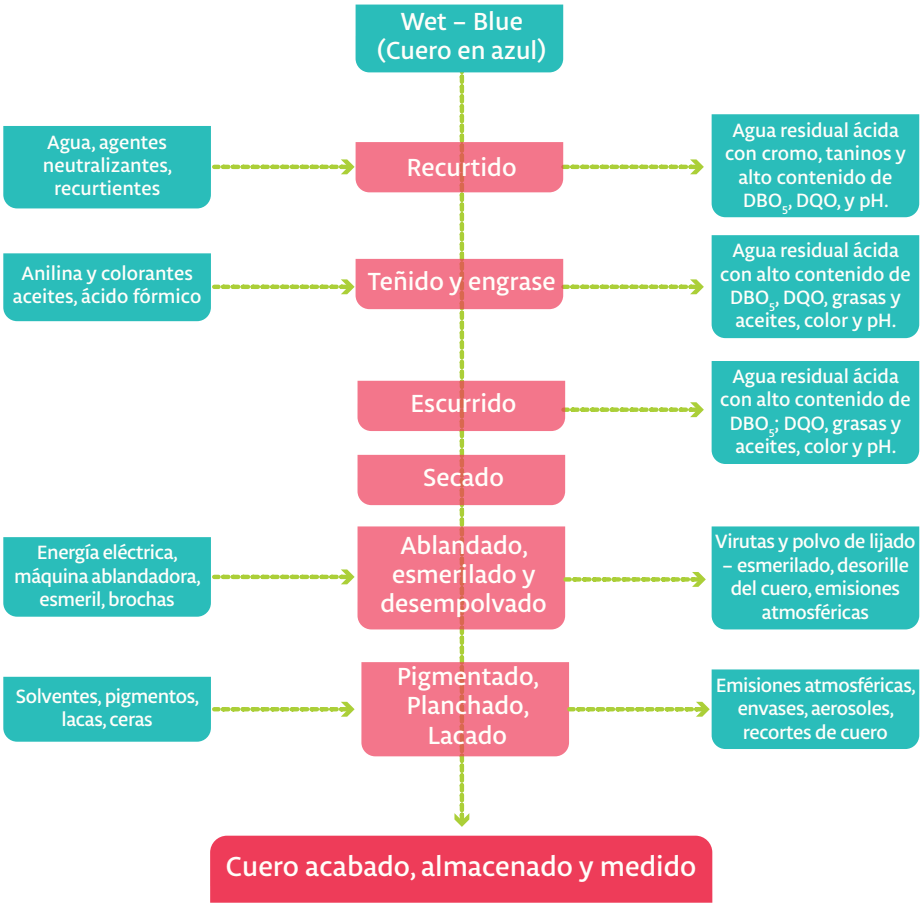


Figura 45. Entradas y salidas del proceso de curtido.

REFERENCIAS

Ambiente, S. D. (2009). Resolución 3957 de 2009. Colombia.

Ambiente, S. D. (2010). Guía para la gestión y manejo integral de residuos. Industria de Curtiembres y Tenerías. Bogotá D.C.

Arango Escobar, C. A., & Alzate Tejada, A. M. (Febrero de 2004). Proyecto Gestión Ambiental en la Industria de Curtiembre en Colombia. Centro Nacional de Producción más limpia. Obtenido de http://www.sirac.info/curtiembres/html/Archivos/Publicaciones/EstrategiasDiagnostico.pdf

CAR, C. A. (2009). Cartilla de producción más limpia en Colombia - Guía práctica para la capacitación de empresarios y trabajadores de la industria curtidora. Bogotá D.C. Obtenido de http://www.idea.unal.edu.co/proyectos/SWITCH/documentos/Cartilla_PML%20Curtiembres.pdf

CNPML, C. N. (s.f.). Manual de Introducción a la Producción Más Limpia en la Industria. Medellín.

Corporación de Desarrollo Productivo del Cuero, C. y.-C. (2013). Diseño de un Centro de Servicios Empresariales (C.S.E) para atender el tejido productivo de las curtiembres ubicadas en el barrio San Benito y su zona de influencia. Bogotá D.C.

DANE, D. A. (2015). Cuentas Trimestrales – Colombia, Producto Interno Bruto (PIB). Obtenido de www.dane.gov.co

Económico, S. D. (2013). Caracterización del comercio exterior del sector cuero, calzado y marroquinería. Bogotá D.C.

EPA-CIATEC., A. d. (2006.). Manual de buenas prácticas ambientales para la curtiembre en Centroamérica. Miami.

European Commission, I. P.-I. (2003). Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins.

Ministerio del Medio Ambiente (1997). Política Nacional de Producción Más Limpia. Bogotá D.C.

MARN, M. d. (26 de Abril de 2010). http://www.marn.gob.sv/. Obtenido de http://www.marn.gob.sv/index.php?option=-com_content&view=article&id=176&Itemid=198

Méndez Pampin, R. (2007). Producción limpia en la industria de curtiembres. Coruña España.

Metropolitana, C. N.-R. (1999). Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Santiago de Chile. Obtenido de http://www.sinia.cl/1292/articles-39927_recurso_1.pdf

UNEP, P. d. (2006). Acuerdos ambientales y Producción más limpia.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (s.f.). UNAD (Universidad Nacional Abierta y a Distancia). Obtenido de Datateca: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358001/Material_didactico/leccin_20_introduccin_al_tratamiento_del_agua.html

Universidad Nacional de Colombia, I. d.-I.-,. (2011). Guías Técnicas y Herramientas de Gestión Empresarial para Micro y Pequeñas empresas del curtido. Bogotá D.C.

Vásquez Daza, L. (2012). Las curtiembres en el Barrio San Benito de Bogotá: Un análisis bioético en la perspectiva de Hans Jonas. Trabajo de grado Universidad Javeriana. Bogotá D.C.

Contacto:
Secretaría Distrital de Ambiente
Subdirección de Ecourbanismo y Gestión Ambiental Empresarial
proyectosgae@ambientebogota.gov.co