

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



La reutilización del cromo, como método para la conservación del medio ambiente y la
perdurabilidad de Pinillarbe

Trabajo de Grado - Proyecto de Aplicación

Lina María Pinilla Arbeláez

Bogotá D.C.

2016

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



La reutilización del cromo, como método para la conservación del medio ambiente y la
perdurabilidad de Pinillarbe

Trabajo de Grado - Proyecto de Aplicación

Lina María Pinilla Arbeláez

Clara Inés Pardo Martínez

Administración de Negocios Internacionales

Bogotá D.C.

2016

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONCEPTUAL	12
2.1. Marco Legal	13
3. MARCO METODOLÓGICO	16
4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	18
4.1. Cueros Pinillarbe	18
4.1.1. Misión	18
4.1.2. Visión	19
4.1.3. Objetivos	19
4.1.4. Portafolio de Productos	19
4.2. Proceso Pinillarbe	20
4.3. Buenas prácticas	27
4.4. Acontecimientos 2016.....	29
4.5. Solución.....	32
5. CONCLUSIONES	38
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis Económico Costo/Beneficio por la Implementación del Proceso por cada Lote de 70 Pieles	35
Tabla 2. Análisis de Costo Equipos y Elementos Adicionales de Seguridad	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso para la recuperación del cromo

34

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Portafolio de Productos	20
Ilustración 2. Recepción del Cuero	20
Ilustración 3. Rebajada	21
Ilustración 4. Salado	22
Ilustración 5. Salado	22
Ilustración 6. Lavado y Humectado	23
Ilustración 7. Apilar	24
Ilustración 8. Tapetería	25
Ilustración 9. Calzado	25
Ilustración 10. Muebles	25
Ilustración 11. Pre Secado	26
Ilustración 12. Paleteo	27
Ilustración 13. Zona de Desorillada	27
Ilustración 14. Planta de Tratamiento de Agua (Primaria)	28

GLOSARIO

- **ACICAM:** “Asociación Colombiana de Industriales del Calzado, el Cuero y sus Manufacturas”.
- **Bombo o Fulon:** Instrumento que rota por medios mecánicos el cual es indispensable para los procesos llevados a cabo en la transformación del cuero.
- **Cromo:** Metal pesado que se acumula en el suelo. Los seres humanos y los animales están expuestos al cromo vía inhalación. El cromo es el insumo principal para el desarrollo de los procesos de transformación del cuero.
- **Cromo Hexavalente:** El Cromo Hexavalente es un agente oxidante fuerte y, en presencia de materia orgánica, es reducido a cromo Trivalente. Sin embargo, niveles elevados de cromo Hexavalente pueden superar la capacidad reductora del ambiente y persistir como contaminante. Pueden penetrar en el organismo por cualquier vía con mucha mayor facilidad.
- **Cromo Trivalente:** Cromo utilizado en el sector de las curtiembres. A diferencia del Cromo Hexavalente es mucho menos tóxico y contaminante. Además, bajo la forma de óxidos, hidróxidos o sulfato, presenta menor movilidad y existe principalmente unido a la materia orgánica en ambientes acuáticos y en suelos.
- **Cuero Crudo:** Es la piel animal que no ha sido procesada.
- **Curtiembre:** Lugar de desarrollo de conversión del cuero.
- **Vertimiento:** Es cualquier descarga líquida o sustancia hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado.
- **Wet Blue:** Cuero curtido al cromo con un alto contenido de agua y sin ningún tratamiento posterior.

RESUMEN

El sector de las curtiembres es uno muy tradicional en sus procesos pues son empresas que han sido lideradas y administradas por más de 30 años por un mismo gerente, a quienes cuesta realizar cambios de todo tipo, ya sean cambios en la línea de sus productos, en los procesos o si bien en la implementación de nuevas tecnologías. Es un sector al que le ha costado aceptar métodos exigidos que permiten llevar procesos más limpios a favor del medio ambiente, ya sea porque los ven como un alto costo tanto en su implementación como en su mantenimiento o, por su resistencia al cambio. Por tal motivo, este proyecto es realizado con el fin de demostrar la importancia de implementar la reutilización del cromo como un método que se debe considerar para la perdurabilidad no solo de Pinillarbe, sino de las empresas en el sector, pues si bien con este método estarían cumpliendo con exigencias legales y ahorrando dinero, encaminan a Pinillarbe al cumplimiento de sus objetivos de diferenciación y aumento de producción para satisfacer el mercado nacional e internacional, su misión y visión.

Palabras Clave: Análisis ambiental en curtiembres, producción limpia, tratamiento de cromo, control de contaminación.

ABSTRACT

The tanneries sector is a very traditional one in its processes because they are companies that have been led and managed by more than 30 years by the same manager, who it costs to make changes of all type, whether they are changes in the line of their products, in processes or even in the implementation of new technologies. It is a sector that has been difficult to accept methods required to lead cleaner and healthier processes in favor of the environment, either because they see them as a high cost both in its implementation and maintenance, or for their resistance to change. For this reason, this project is carried out in order to demonstrate the importance of implementing the reuse of chromium as a method that should be considered for the durability not only of Pinillarbe, but also of companies in the sector, because although with this method would be complying with legal requirements and saving money, directing Pinillarbe to the fulfillment of its objectives of differentiation and increase of production to satisfy the national and international market, its mission and vision.

Key Words: Environmental analysis in tanneries, clean production, chromium treatment, pollution control.

1. INTRODUCCIÓN

El sector del cuero es uno de los más representativos de la industria Colombiana, ocupando el cuarto lugar en Latinoamérica. El sector del cuero, marroquinería y calzado genera más de 100.000 empleos directos y 50.000 indirectos anualmente, en el periodo de Enero a Septiembre de 2015 tuvo un incremento de 1.7%. “Para el 2014, contaba con una participación del 0,27% en el PIB Nacional y del 2,17% en el PIB Manufacturero, la participación en el empleo nacional era del 0.6%”, de acuerdo a la Gran Encuesta Colombiana Integrada de Hogares. Ahora bien, según la Muestra Mensual Manufacturera del DANE, las exportaciones de cuero entre enero y septiembre de 2015 ascienden a 138.6 millones de dólares con una disminución de -15.4% respecto al mismo periodo del año anterior. De estas US\$19.6 millones corresponden a cuero crudo y US\$ 65.5 millones a wet blue. El principal país destino de las exportaciones de cuero es Italia con una participación del 27%, seguido de China 19% y Venezuela 9%.

Pese a estas buenas referencias, en Colombia, específicamente en el sector de San Benito localizado en el suroccidente de la ciudad de Bogotá, en la localidad sexta de Tunjuelito, el cual cuenta con más de 300 empresas curtidoras incluyendo la Empresa Pinillarbe, se han visto obligados a desarrollar métodos tales como las plantas de tratamiento de aguas y la separación de residuos sólidos para su eliminación, Además de las visitas constantes por parte de las entidades ambientales, para la verificación y confirmación de la implementación y aplicación de dichas exigencias que ayuden en la conservación del medio ambiente, pues los grados de emisiones a los ríos, los cuales afectan y alteran otras fuentes hídricas son altos debido a que éste sector cuenta con un largo proceso manufacturero para llegar al producto final, así, como muchas otros. Estos procesos, emplean una serie de productos y materiales químicos, generando considerables volúmenes de residuos, cuya carga tóxica requiere ser minimizada para evitar su impacto negativo sobre el ambiente. Por lo que, los diferentes residuos emitidos a lo largo del proceso, deben ser sometidos a una amplia gama de estrategias de tratamiento y reúso.

Por lo cual, éste proyecto se enfocará, en implementar un método que permita la perdurabilidad de Pinillarbe desarrollando e implementando métodos amigables con el

ambiente, ya que es una obligación no solo para ésta empresa sino para las demás empresas curtidoras.

A través de éste proyecto, se pretende reunir la información pertinente para mostrar un nuevo mecanismo para la reutilización de cromo generado que permita minimizar residuos, produciendo una descarga contaminante reducida. Además de un resultado optimista en cuanto el ahorro de insumos, agua y energía, aumentando el grado de productividad de las empresas.

Ahora bien, teniendo en cuenta que Cueros Pinillarbe es una empresa Pyme, la cual tiene gran potencial por desarrollar pero que al mismo tiempo se verá en la necesidad y obligación de cumplir a cabalidad año tras año exigencias mayores, impuestas por El Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y La Secretaria de Medio Ambiente, deberá considerar la implementación del método de la reutilización del Cromo como estrategia competitiva para la mejora de sus procesos pues al ser un sector tan tradicional en llevarlos a cabo, permitiría la disminución de costos, así como el cumplir los requisitos legales requeridos y de ésta manera, encaminar a la empresa a la perdurabilidad en el sector. Esto acompañado de información relevante respecto a la implementación de ésta tecnología, con la opinión de expertos ambientales y fuentes bibliográficas, que puedan convencer a los gerentes de que es una propuesta viable y económica.

Finalmente, y para llevar a cabo éste proyecto, es necesario desarrollar acompañamientos de los gerentes de Pinillarbe para poder identificar las proporciones de cromo desperdiciadas y así poder llevar a cabo el estudio correspondiente para obtener resultados que permitan convencer a ésta empresa de implementar éste método.

Este documento se divide en cinco secciones, la primera es la previa introducción, la segunda muestra una fundamentación teórica y conceptual, acompañada de un marco legal, la tercera explica el marco metodológico del proyecto, la cuarta contiene la presentación y análisis de resultados y está dividida en la presentación de la empresa Cueros Pinillarbe, los procesos llevados a cabo en la empresa, sus buenas prácticas, acontecimientos ocurridos en 2016 en el barrio de San Benito y finalmente en la solución propuesta. Por últimos, la quinta sección son las conclusiones del proyecto.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONCEPTUAL

La tecnología de la curtición en Colombia para el caso de las pequeñas empresas, ha sido transmitida de generación en generación y, como en la mayoría de los países, considera la utilización de métodos artesanales tradicionales. En Bogotá, una gran parte de las PYMEs dedicadas a esta actividad comenzaron sus industrias en el municipio de Villapinzón (Cundinamarca). Posteriormente, trasladaron sus equipos y/o adquirieron unos nuevos, y se instalaron en el barrio San Benito.

Los procesos desarrollados involucran las prácticas básicas de la curtición y se pueden resumir en tres operaciones:

1. La preparación de la piel: Genera residuos sólidos compuestos de sustancias orgánicas como pelos, grasas, carne y tiras de piel, y residuos líquidos de carácter básico con cloruros y calcio.
2. El curtido: Genera residuos líquidos de carácter ácido y con altas concentraciones de sustancias potencialmente tóxicas.
3. El acabado: Produce residuos sólidos de cuero procesado y líquido con aceites y colorante.

El equipo principal en las dos primeras operaciones es el bombo o fulon. Este es un tambor que rota por medios-mecánicos, en áreas que hoy día cumplen con las normas de operación de seguridad industrial. Los bombos son utilizados indistintamente para llevar a cabo en ellos la preparación de la piel o el curtido, sin cambios en variables tales como la velocidad de rotación o las técnicas de cargue. Para llevar a cabo los procedimientos previamente mencionados, existen algunos indicios de prácticas limpias en el reciclaje y la recuperación de desperdicios, en las cuales algunos subproductos son vendidos a industrias que producen grasas y alimentos para animales y gran parte de la carnaza es vendida para la producción de gelatinas o de juguetes caninos.

Ahora bien, en cuanto al método de la reutilización del cromo, permite la evaluación de la factibilidad técnica y sostenible para recuperar cromo de aguas residuales del proceso de curtido, precipitándolo y regenerándolo para reutilizarse en el mismo proceso. Su

implementación minimiza la contaminación de aguas con cromo y disminuye costos de producción.

Según pruebas realizadas en diferentes curtiembres de San Benito, pudo llegarse a un resultado, que condujo a la reducción de cromo del agua residual debajo de 1.0 mg/L (límite permisible), utilizando hidróxido de sodio 4 M, permitiendo reutilización del agua después de tratamiento convencional con policloruro de aluminio y cloro, disminuyendo significativamente su consumo. La concentración de cromo se determinó por espectrofotometría y para bajas concentraciones por absorción atómica. Se encontró que pueden mezclarse sulfato básico de cromo recuperado y comercial en proporción 40%/60%, respectivamente, para curtir pieles para calzado colegial y confección. Se determinó la calidad del cuero obtenido mediante pruebas de encogimiento y resistencia a la flexión (PENAGOS, 2013).

Dichas pruebas también demostraron que implementar el proceso implica baja inversión en equipos, que puede recuperarse en corto tiempo por la sostenibilidad del proceso.

2.1.Marco Legal

Según la Muestra Mensual Manufacturera del DANE, la producción de cuero en Colombia registró un decrecimiento de -4.6% para el periodo de enero a septiembre de 2015, reflejándose en una variación de las ventas de -7.3%. Ahora bien, las importaciones de cuero durante enero a septiembre de 2015 a pesar de haber presentado una caída de -22% , respecto al mismo lapso del año anterior, donde se registraron compras externas por 10.2 millones de dólares, el valor de las importaciones son de 8 millones de dólares.

Como consecuencia de estas cifras, por medio del Programa de Transformación Productiva se está trabajando en un proyecto para mejorar la competitividad del sector, así mismo, el gobierno adelanta proyectos para disminuir el contrabando y garantizar la disponibilidad de la materia prima entre otros. Por esto, es a través del **Decreto 074 de 2013** que busca imponer aranceles mixtos a la importación de confecciones y calzado que llegan

al país, con el fin de proteger la producción nacional de cuero y productos derivados del mismo.

Ahora bien, teniendo en cuenta que siempre debe existir una entidad reguladora que asegure el cumplimiento de las leyes, para el caso de las curtiembres es la Secretaría Distrital de Ambiente, quién debe velar porque se cumplan las leyes ambientales impuestas a las empresas curtidoras del área de San Benito. Por tal motivo, a la Secretaría Distrital de Ambiente le corresponde realizar el control de vertimientos y emisiones contaminantes, disposición de desechos sólidos y desechos o residuos peligrosos y de residuos tóxicos, dictar las medidas de corrección o mitigación de daños ambientales y complementar la acción de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB- para desarrollar proyectos de saneamiento y descontaminación, en coordinación con la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (Ambiente, Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.)

Y ¿Para que el registro de Vertimientos?

Según la **Resolución 3957 de 2009 de la SDA**. “Es la facultad que tiene la Entidad para llevar y sentar la información de manera ordenada, sucesiva y completa referente a los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público, para la administración del recurso hídrico en el Distrito Capital” (Ambiente, Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.).

¿Quiénes necesitan el Registro de Vertimientos?

Según la **Resolución 3957 de 2009 de la SDA**. “Todo Usuario que genere vertimientos de aguas residuales no domésticas (sustancias de interés ambiental y sustancias de interés sanitario), exceptuando los vertimientos de agua residual doméstica realizados al sistema de alcantarillado público, está obligado a solicitar el registro de sus vertimientos ante la Secretaria Distrital de Ambiente – SDA” (Ambiente, Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.).

Ahora bien, ya que estos vertimientos se descargan a ríos, quebradas y canales, los cuerpos de agua alinderados por la Entidad para su cuidado, conservación y restauración, se suma a todos aquellos delimitados por el **decreto 190 de 2004** (POT de Bogotá) entre ellos está:

En la cuenca del río Tunjuelo: “La quebrada Zanjón del Recuerdo, la quebrada Güira, quebrada Honda, la quebrada Peña Colorada, quebrada Zanjón de la Estrella, quebrada Yerbabuena, quebrada Limas, quebrada afluente 2 de la quebrada Santa Librada, quebrada Botello, quebrada Zanjón el Cortijo, quebrada Agua Caliente, quebrada Zanjón Candelaria, quebrada Zanjón El Rincón y los canales San Carlos, San Vicente 1, San Vicente II Sector I, San Vicente II sector II, Avenida Boyacá Sector II” (Ambiente, Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.).

3. MARCO METODOLÓGICO

En la realización de éste proyecto, el uso de un método tanto cualitativo como cuantitativo son necesarios, pues se describen eventos y procesos de forma detallada permitiendo entender e interpretar situaciones que acontecen en el sector y procedimientos utilizados y realizados para llegar a la transformación final del cuero. Ahora bien, en cuanto al método cuantitativo, nos permitirá calcular los beneficios que trae consigo la implementación de la reutilización del cromo a nivel económico.

Otro punto importante es el acompañamiento y la disposición del personal de Cueros Pinillarbe para proporcionar información relevante y detallada de los procesos utilizados en la empresa desde la recepción del cuero hasta cuando llega a su transformación final, además de las buenas prácticas implementadas a lo largo del proceso, pues si bien, solo ellos pueden proporcionarnos la información necesaria en cuanto la generación de cromo en el procesos de acabado del cuero. Así mismo, brindar información sobre pruebas previas realizadas en diferentes curtiembres, permitiendo adquirir datos y respuestas respecto al por que ni Pinillarbe, ni otras curtiembres han decidido implementar ésta tecnología en sus empresas.

Por otro lado, la opinión de un experto en medio ambiente, normas que rigen en dicho sector, y en tratamiento de aguas y residuos sólidos será clave para entender facilitar el entendimiento y los beneficios que trae consigo éste método. Además, es importante la consulta de fuentes bibliográficas, ya sea internet, cartilla y/o libros sobre dicho método y su influencia en éste sector, pues tanto los gerentes como para quien desarrolla éste proceso es fundamental tener información pertinente, real y verdadera para llevar a cabo dicho proceso de aplicación.

Por último, los horarios para realizar dichos acompañamientos dependerán de la disponibilidad del personal de la empresa, lo cual, lo más conveniente sería planear éstas visitas a Pinillarbe, al menos, una vez cada dos semanas. De ser posible, realizar consultas en el Barrio San Benito, con los gerentes de otras empresas sobre la implementación de la tecnología propuesta y así tener respuesta de parte de ellos respecto a si habían escuchado

sobre dicho método, por qué no lo han implementado aún o si bien, si las entidades ambientales en algún momento les han querido exigir métodos y tecnologías similares.

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Cueros Pinillarbe

Cueros Pinillarbe, es una empresa constituida legalmente en 1998 por Daniel Pinilla y Gloria Arbeláez. En el año 2000, al adquirir una pequeña fábrica, formalizan la empresa. Cueros Pinillarbe, adquiere con el tiempo dos terrenos aledaños, formando así una gran empresa, con sus respectivas áreas de trabajo y condiciones necesarias para la producción.

En el año 2010, la empresa se enfrenta a dificultades económicas debido a la baja demanda en el mercado nacional de los productos que procesaban en el momento, por lo que deciden en el año 2011, cambiar de línea y producir pieles con pelo, impulsando otros productos como las pieles tinturadas y salpicadas. De igual forma, la empresa sigue creciendo, adquiriendo nuevas máquinas para un mejor rendimiento.

4.1.1. Misión

Cueros Pinillarbe, debido a su experiencia, desea satisfacer las necesidades y expectativas del mercado Nacional e Internacional, ofreciendo un amplio catálogo en la diversidad de colores de las pieles naturales con pelo, el teñido de las mismas en colores artificiales, como también el tratamiento de las pieles ácidas o salpicadas. Además, pensando en la diversificación de los productos, ofreciendo cojines, tapetes y muebles.

4.1.2. Visión

Cueros Pinillarbe, quiere darse a conocer internacionalmente como una empresa con altos estándares de calidad en el procesamiento de las pieles con pelo. De igual manera, desea un crecimiento en la producción de sus productos para satisfacer la demanda nacional e internacional.

4.1.3. Objetivos

- Brindar los mejores estándares de calidad de nuestros cueros con pelo, aplicando la mejor tecnología en nuestros procesos, cuidando el medio ambiente e innovando nuestros productos. Así mismo, contando con la más amplia experiencia para satisfacer un mercado exigente.
- Adquirir clientes internacionales a través de nuestra diferenciación en la innovación de nuevos productos, como las pieles salpicadas.
- Incrementar los niveles de producción y calidad de la empresa, para competir en el mercado nacional e internacional.

4.1.4. Portafolio de Productos

(Ver Ilustración 1)

- Cueros con pelo en diversidad de pintas y colores.
- Cueros en colores artificiales.
- Pieles ácidas o salpicadas.
- Becerros.
- Cojines.
- Tapetes.



Ilustración 1. Portafolio de Productos

4.2. Proceso Pinillarbe

1. **Recepción del Cuero:** El cuero llega fresco (En sangre) recién del matadero, directamente a la fábrica. (Ver Ilustración 2).



Ilustración 2. Recepción del Cuero

2. **Rebajada:** El cuero debe pasar por una máquina “Rebajadora”, la cual cumple la función de quitar el sebo y la carne restante de la piel, lo que permite dar un calibre (Grosor) al cuero. (Ver Ilustración 3).



Máquina Rebajadora

Ilustración 3. Rebajada

3. **Salado:** En este paso, el cuero es impregnado y cubierto de sal (Marina) con el fin de mantener su conservación y evitar que las bacterias en el ambiente lo debiliten. (Ver Ilustración 4 y 5).



Ilustración 4. Salado



Ilustración 5. Salado

4. **Lavado y Humectado:** En este paso, por bombo se realizarán tandas de 50 cueros, en agua. En este paso, lo que se hace al cuero es quitar la sal aplicada en el paso anterior al cuero. Para este proceso es importante la aplicación de humectante (Libre de fenol). Este tipo de humectante es ecológico.

Duración: 20 minutos. (Ver Ilustración 6).



Ilustración 6. Lavado y Humectado

5. **Piquelado:** Pasados los 20 minutos, el agua utilizada en el paso anterior debe ser reemplazada por agua limpia y sal (De 30 a 35 kilos de sal), esto con el fin de abrir los poros de la piel.

Duración: 15 minutos.

Pasado este tiempo, durante la rotación del bombo (Sin interrumpir su movimiento ni abrirlo) se debe adicionar por medio de embudo, ácido sulfúrico (0.5%: 2 kilos y medio) a través de un orificio que tiene el bombo.

Duración: 30 minutos.

6. **Curtido:** En éste punto, se para el bombo, se abre y se aplica Cromo Trivalente. Es importante especificar el tipo de cromo utilizado, pues hay un tipo de cromo (Hexavalente), el cual es utilizado en industrias, cuyos productos principales son metales y es mucho más contaminante. Este proceso es necesario para mantener el pelo adherido al cuero y conservar sus propiedades (Brillo).

Duración: 8 horas.

7. **Neutralizado:** Se para el bombo, se abre y se aplica Bicarbonato de Sodio para neutralizar y fijar todas las propiedades del cromo. Esto con el fin de abrir el poro y de este modo el cuero pueda recibir los demás químicos con una mayor profundidad.
Duración: 4 horas.

8. **Apilar:** Se sacan los cueros del bombo y se apilan en un “Burro” (Ver fotografía), con la finalidad de que el cuero repose y termine de recibir las propiedades del Cromo. (Ver Ilustración 7).



Ilustración 7. Apilar

9. **Rebajada:** En este proceso se dará el calibre al cuero, según el uso que se le vaya a dar (Ver Ilustración 8, 9 y 10), ya sea Tapetería, calzado y/o muebles. Este calzado no es el tradicional, pues como ya se mencionó, Pinillarbe produce únicamente cuero con pelo, por lo que este calzado son alpargatas.



Ilustración 8. Tapetería



Ilustración 9. Calzado



Ilustración 10. Muebles

10. **Pre engrasado:** Se aplica grasa al cuero, estando dentro del bombo (Sin que esté en movimiento).

Duración: 30 minutos.

Esta grasa, permite que en el proceso de templado (Más adelante) el cuero seda para este mismo proceso de templado.

Pasados los 30 minutos, se sacan los cueros del bombo y deben volver a emburrarse por 12 horas.

11. **Pre secado:** En éste paso, los cueros son colgados como se puede observar en la imagen. (Ver Ilustración 11).

Duración: 24 horas.



Ilustración 11. Pre Secado

12. **Paleteo:** Consiste en introducir el cuero seco en un bombo en seco y/o de paleteo durante 10 horas, lo que permite que el cuero se ablande y quede suelto, pues en el secado queda tieso. (Ver Ilustración 12).



Bombo/Fulon en Seco y/o Paleteo

Ilustración 12. Paleteo

13. **Templado:** Consiste en meter el cuero a una máquina de templado (Togly). Evita que el cuero quede arrugado y pierda su presentación.
(Si en algún momento, se ve que el cuero queda tieso, se mete al bombo de paleteo y se pone a andar de 20 a 30 minutos).
14. **Desorillada:** Quitar las orillas maltratadas, para dar un mejor diseño. (Ver Ilustración 13).



Ilustración 13. Zona de Desorillada

4.3. Buenas prácticas

1. Cueros Pinillarbe cuenta en sus instalaciones, con una Planta de tratamiento de agua (Primaria), lo que ha permitido que el agua utilizada durante los procesos llevados a cabo por la empresa, los cuales se explicaran a detalle más adelante, sea tratada con el fin de que den a parar al Río Tunjuelo con una cantidad mínima de desechos sólidos. (Ver Ilustración 14).



Ilustración 14. Planta de Tratamiento de Agua (Primaria)

2. Cueros Pinillarbe en sus procesos, luego de realizar el curtido de 70 pieles (Por fulon), al sacar los cueros del bombo, realizaban otra tanda de 70 cueros para llevar a cabo otro proceso de curtido y de este modo utilizar al máximo el cromo aplicado.
3. Ahora bien, Cueros Pinillarbe, cuenta con la asesoría del Ingeniero Ambiental Daniel Esteban Pinilla, quien fue auxiliar de Investigación del proyecto **“Recuperación y reutilización de cromo de las aguas residuales del proceso de curtido de curtiembres de San Benito (Bogotá), mediante un proceso sostenible y viable tecnológicamente”**, quién será un apoyo y fuente principal de consulta a lo largo de éste proyecto.

4.4. Acontecimientos 2016

Hace 12 años, al sector de las curtiembres del barrio San Benito, se le anunció respecto a los permisos y certificaciones que se empezarían a exigir a cada una de las empresas para poder seguir con su funcionamiento y producción. El permiso exigido es de vertimientos el cual es otorgado por la Secretaría Distrital de Ambiente.

Muy pocas empresas hicieron caso omiso a éste anuncio, lo que hizo que la magistrada Nelly Villamizar, el día 18 de Octubre de 2016 visitara el Barrio de San Benito y se reuniera con la sociedad administrativa de las curtiembres del barrio y diera un ultimátum: “Las casi 200 empresas que incumplen con los requisitos ambientales deben suspender de inmediato sus operaciones, mientras se acogen a lo que mandan las autoridades. En vilo están unos 5.000 empleos”. (Ultimátum para las curtiembres de Tunjuelito, 2016)

El panorama es preocupante, pues teniendo en cuenta que de las 300 curtiembres con las que cuenta San Benito tan solo 19 cumplen las normas y 65 están en proceso de aprobación de sus prácticas ante la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). Para resolver esta situación, la magistrada Nelly Villamizar también hizo un llamado de atención al Distrito y le dio un mes de plazo.

Un hecho alarmante y complementario, fue el sellamiento de 14 empresas una semana antes de la visita de la magistrada a la zona, las cuales vertían en el alcantarillado residuos peligrosos como el cromo, los cuales iban a parar al Tunjuelo.

Estas medidas reviven un problema de vieja data, ante la necesidad de cambiar los hábitos de esas industrias, para evitar que el río Bogotá se siga contaminando. Fue en 2014 que, con la sentencia, se definieron tareas. Por ejemplo, la construcción de un parque ecoeficiente industrial para las curtiembres, con el fin de tratar las aguas. En la anterior administración se acordó montar un Sistema Centralizado de Tratamiento de Aguas Residuales (Sctar) que reciba los desechos de todos los industriales del sector. Costaría unos \$12.000 millones y ya cuenta con estudios de prefactibilidad. La SDA insistió en su momento en el parque ecoeficiente, en el cual se incorporaría el Sctar. La idea es poner a operar el sistema con aportes de los industriales, pero

hasta ahora no ha habido avances. (Ultimátum para las curtiembres de Tunjuelito , 2016)

Ahora bien, el día de la visita realizada por la magistrada Nelly Villamizar, se tocaron los siguientes puntos, los cuales se citan a continuación en palabras de la misma:

“Entre tanto, para guardar el Derecho Colectivo y para darle cumplimiento al numeral 64 de la sentencia, que ordena que la corporación autónoma regional de Cundinamarca CAN, al Distrito Capital y al Ministerio de Trabajo con el apoyo del SENA, la capacitación y reubicación laboral en cuanto fue posible a las personas que deje la actividad de Curtiembres.

Como medida cautelar y aplicando el artículo 25 de la ley 472 de 1998 ordeno el cierre de las empresas temporalmente hasta tanto la empresa de Acueducto y Alcantarillado, construya el interceptor a las curtiembres.

2. Como Medida cautelar, se ordena a la sociedad administrativa de las curtiembres de San Benito que procedan inmediatamente a adelantar las gestiones para la construcción de la planta de tratamiento de parte de Coeficiente Industrial.

3. Ordeno a las empresas curtidoras de San Benito que quieran seguir funcionando, que procedan a formar parte de la respectiva asociación o sociedad, hasta tanto no se cumplan estas medidas, las empresas van a estar cerradas.

4. Ordenase a la Secretaria de Ambiente de Bogotá en unión con La empresa Acueducto alcantarillado de Bogotá y a la Policía Nacional que procedan a impedir el ingreso de las pieles al barrio San Benito, salvo a las empresas que actualmente tienen licencias de vertimientos.

Hasta tanto no me den el informe La Secretaria de Ambiente en relación con las 65 empresas no les levanto la medida cautelar a ustedes”.

La magistrada levantaría medida cautelar a quienes estén en trámite, para lo que dio un mes; es decir, hasta el 18 de Octubre de 2016.

“Queda notificado en estrados la presente decisión en presencia de La empresa Acueducto Alcantarillado, La Secretaria de Ambiente y La Policía Nacional debe impedir el ingreso de pieles y también la salida de pieles que no sean de empresas que no tengan el permiso legalizado.

Tienen un mes a partir del día de mañana” (Es decir, del 19 de Octubre de 2016 hasta el 18 de Noviembre de 2016.

4.5.Solución

Teniendo en cuenta, que para la propuesta de solución a la empresa Pinillarbe fueron necesarias fuentes primarias y secundarias, la información a continuación presentada fue obtenida de Penagos, N (2013). *Recuperación y reutilización de cromo de las aguas residuales del proceso de curtido de curtiembres de San Benito (Bogotá), mediante un proceso sostenible y viable tecnológicamente*. Bogotá, Colombia.

Penagos (2013) afirma que para trasladar el agua residual del proceso de curtido desde el bombo hasta el filtro, se necesita una bomba para lodos que tiene capacidad suficiente para transportar el agua con elevado contenido de sólidos en suspensión, sin taponarse.

Ahora, en cuanto a la **Precipitación de Hidróxido de Cromo del agua residual del proceso de curtido**, Penagos (2013) afirma:

Para el tratamiento de 500 L de agua residual, se requiere de un tanque de mayor capacidad para la adición del hidróxido de sodio y es recomendable dejar espacio libre encima del nivel superior del agua para el mezclado en el proceso de homogenización (...).

Las especificaciones del tanque de 1000 L son: Diámetro inferior 91 cm, diámetro superior 119 cm, altura sin tapa 131 cm (p.78).

Para la **Separación y tratamiento del agua sobrenadante después de la precipitación del hidróxido de cromo**, Penagos (2013) afirma:

Se requiere una bomba de extracción del agua sobrenadante, no sumergible, para evitar que nuevamente se mezclen el precipitado de hidróxido de cromo y el agua sobrenadante (...). Si se mantiene el mismo caudal, al tener menor cantidad de agua, se requiere menos tiempo para su traslado hasta el tanque de tratamiento. Entonces

se puede seleccionar una bomba de extracción, no sumergible, de $\frac{1}{4}$ de hp, plástica o de acero inoxidable, por el entorno corrosivo (...).

Las especificaciones son: diámetro de la tubería de descarga de $\frac{3}{4}$ pulgadas, altura máxima 16 m, caudal máximo 60 L/min, 3500 rpm, 110 V.

El volumen obtenido de agua sobrenadante varía según la concentración de hidróxido de sodio adicionado, sin embargo siempre es inferior al volumen de agua residual tratada de 500 L. Por este motivo se escogió un tanque de polietileno de alta densidad de 500 L de capacidad, para disponer de volumen adicional para la adición de floculante y la agitación requerida.

Las especificaciones del tanque de 500 L son: diámetro inferior 78 cm, diámetro superior 98 cm, altura sin tapa 92 cm (p.78).

Por último, Penagos (2013) afirma en cuanto a la **Regeneración de cromo para su reutilización en el proceso de curtido:**

El proceso se realiza en el mismo tanque de 1000 L que contiene el hidróxido de cromo precipitado (p.79).

Ahora bien, la planta necesaria para el proceso de recuperación y reutilización del cromo de las aguas residuales del proceso de curtido, se muestra en la Figura 1.

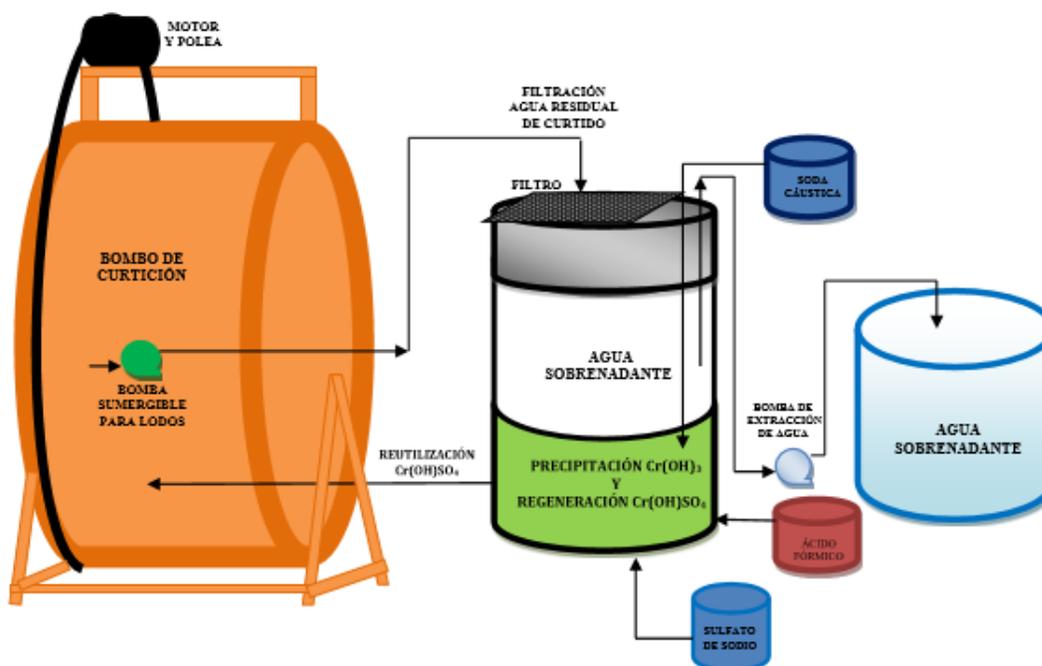


Figura 1. Proceso para la Recuperación del Cromo

Fuente: *Penagos (2013)*

Estudio Económico para recuperar cromo de 500 L de agua residual del proceso de curtido, regenerarlo y reutilizarlo nuevamente en el proceso:

Penagos (2013) realizó el estudio económico del cromo recuperado por cada lote de 100 pieles curtidas, relacionando el volumen de agua residual generada en el proceso de curtido de cada lote de 100 pieles, con los cálculos realizados por cada 500 L de agua residual.

A continuación, en la Tabla 1, se presenta un Análisis Económico Costo/Beneficio por la implementación del proceso por cada lote de 100 pieles (Propuesto por Penagos, 2013). En este caso, fue necesario realizar los cálculos para lotes de 70 pieles, pues son los producidos por Pinillarbe y en la Tabla 2, se presentará un Análisis de Costo Equipos y Elementos Adicionales de Seguridad.

Tabla 1. Análisis Económico Costo/Beneficio por la Implementación del Proceso por cada Lote de 70 Pieles

FACTOR	CANTIDAD LOTE 100 PIELES	CANTIDAD LOTE 70 PIELES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL LOTE 70 PIELES (\$)	AHORROS LOTE 70 PIELES
Soda Cáustica	27,5 Kg	19,25 kg	2714,4/Kg	\$ 52.252	
Ácido Fórmico	22,6 Kg	15,82 Kg	2000/Kg	\$ 31.640	
Sulfato de Sodio	29,5 Kg	20,65 Kg	533/Kg	\$ 11.006	
Floculante	90 g	63 g	7200/Kg	\$ 454	
Hipoclorito de Sodio	150 g	105 g	9000/Kg	\$ 945	
Mano de Obra	3 horas	3 horas	3385,5	\$ 10.157	
Sal de Cromo Recuperado	32 Kg	22,4 Kg	4640/Kg		\$ 103.936
Agua Recuperada	3m ³	2,1 m ³	3200 m ³		\$ 6.720
Tasa Retributiva	DBO _s 7.134 g	DBO _s 4993,8 g	116,29/Kg		\$ 581
	SST 3.280	SST 2296	49,74/Kg		\$ 114
TOTALES				\$ 106.454	\$ 111.351
AHORRO NETO					\$ 4.897

Fuente: Elaboración propia a partir de documento *Recuperación y reutilización de cromo de las aguas residuales del proceso de curtido de curtiembres de San Benito (Bogotá), mediante un proceso sostenible y viable tecnológicamente.*

Tabla 2. Análisis de Costo Equipos y Elementos Adicionales de Seguridad

EQUIPO O ELEMENTO DE SEGURIDAD	COSTO (\$)
Filtro Malla 100 (Mash)	117.450
Tanque polietileno alta densidad 5000 L	2'043.500
Tanque polietileno alta densidad 4000 L	1'485.000
Tanque polietileno alta densidad 250 L	73.500
Bomba sumergible ½ hp para lodos plástica	590.000
Bomba extractora agua (no sumergible) ½ hp plástica	360.000
Ducha Lavaojos	75.900
Máscara con cartuchos para ácido	56.899
TOTAL	4'802.249

Fuente: *Penagos (2013)*

Así, la inversión por equipos sería recuperada procesando el siguiente número de lotes de 70 pieles cada uno:

$$\$4.802.249 * \frac{1 \text{ lote de 70 pieles}}{4.897} = 981 \text{ lotes de 70 pieles cada uno}$$

Teniendo en cuenta ésta información, podemos decir que Pinillarbe, la cual es una empresa Pyme, ahorra por cada lote de setenta (70) pieles con la implementación de éste método \$4.897 COP y considerando que la empresa cuenta con una capacidad de producción de 1 a 2 lotes de 70 pieles por semana, podemos decir que al año, Pinillarbe podría ahorrar \$400.000 COP.

Ahora bien, tomando como base que Pinillarbe puede realizar entre cuatro (4) y cinco (5) lotes de setenta (70) pieles mensualmente, lo que equivale aproximadamente a cincuenta y cuatro (54) lotes anuales, se puede decir que la inversión se recuperará en dieciséis (16) años.

Está claro, que el panorama descrito no es viable ni favorable para Pinillarbe u otra empresa, pero hay varios factores a considerar:

1. Pinillarbe es una empresa con una visión de internacionalización grande, que gracias a sus productos diferenciados le permiten abrir camino al cumplimiento tanto de su visión, como de sus objetivos y misión. Es una empresa la cual por su experiencias y progresivo crecimiento, ven en el corto plazo (2 años) en su producción, un aumento del doble de lotes mensuales a los actuales; es decir, producir entre ocho (8) y diez (10) lotes al mes. Esta producción, sin nuevo capital.
2. Pinillarbe realizó su primera exportación directa este año a Europa, pues si bien, en años, anteriores lo había hecho en Suramérica a Venezuela cuando se dedicaban a

producir otro tipo de cuero, lo que ha permitido dar inicio de expandir los mercados de venta y de ésta manera ir aumentando la producción.

3. “El Gobierno de Colombia a través del Banco de Colombia de Comercio Exterior (Bancoldex) brindó su apoyo, a las pequeñas y medianas empresas (Pymes) con grandes créditos blandos con el fin de modernizar su aparato productivo para enfrentar competitivamente los TLC. Estos créditos que los autoriza Bancoldex, son con el fin de actualizar la maquinaria empresarial y el aumento de conocimientos tecnológicos al capital humano para poder agrandar su producción de calidad e ingresarla en el mercado global” (EL INFORMADOR, 2012).

- ✓ En 2012 desembolsó créditos por 2,73 billones de pesos, el 51,6% a micro, pequeñas y medianas empresas. De igual forma, otorgaron créditos a empresas exportadoras (La mayoría Pymes) por 1 billón de pesos (EL INFORMADOR, 2012).

Gracias a estas acciones muchos empresarios han podido mejorar sus empresas para poder competir con las empresas extranjeras, incursionar en nuevos mercados y para fortalecerse a nivel interno. Por tal motivo, el Gobierno Colombiano, en 2012 entregò \$848 mil millones.

En la actualidad, con éste apoyo por parte del Gobierno y de ésta entidad bancaria, Pinillarbe podría direccionar un crédito ya sea para la implementación de este método, o si bien, para aumentar su producción.

De ésta forma, y considerando los puntos anteriores, Pinillarbe en 4 años, podría llegar a producir al mes entre 15 y 16 lotes de 70 pieles, lo que quiere decir, que la inversión se podrá recuperar en cinco años.

5. CONCLUSIONES

- Pinillarbe, ha sido una empresa que se ha interesado por la perdurabilidad de la misma, siendo conscientes que para esto es necesario la implementación de buenas prácticas amigables con el medio ambiente y la conservación de las fuentes hídricas. Son una empresa interesada en la implementación del método de la recuperación del cromo, pues esto les permitirá continuar en el sector, mas ahora con los acontecimientos sucedidos en los últimos meses de 2016. Las razones por las cuales Pinillarbe, no ha implementado este método es debido a que en los procesos llevados a cabo por la empresa, se trata de agotar en las curtidas el cromo al máximo, pues luego de realizar el curtido de 70 pieles (Por fulon), al sacar los cueros del bombo, realizan otra tanda de 70 cueros para llevar a cabo otro proceso de curtido y de este modo utilizar al máximo el cromo aplicado, por lo que consideran, que el cromo a reutilizar es muy poco, teniendo en cuenta el tiempo que toma recuperar la inversión para implementar este método.
- El sector de las curtiembres, es un sector en donde la implementación de grandes tecnologías ha sido progresiva, pues muchas empresas no las consideran necesarias para el proceso y transformación del mismo. Por lo que, para muchas de estas, las nuevas tecnologías propuestas y las nuevas exigencias ambientales son difíciles de tomar en cuenta y con gran aceptación, pues son empresas que llevan mucho tiempo en el sector y son muy tradicionales en sus procesos.
- Teniendo en cuenta las investigaciones pertinentes y los estudios mostrados a Pinillarbe a lo largo del proyecto, permitió el hecho que la empresa considerara la implementación del método propuesto, pues notaron que pueden ahorrar costos, además de evitar sanciones por parte de las entidades pertinentes.

- La implementación de la Recuperación de Cromo, comprueba y permite que dicho insumo sea recuperado, regenerado y reutilizado en el mismo proceso de curtido, permitiendo así ahorro de tiempo y dinero para las empresas que opten por hacer uso de éste método.
- Los hechos presentados en los últimos meses de 2016, comprueban que para las curtiembres ya no es una opción implementar métodos amigables con el medio ambiente, sino que es una obligación y necesidad. Ahora bien, debido a estos sucesos, muchas empresas del sector optaron por hacer cierre de sus empresas, hecho lamentable que visto a larga plazo, llegará a ser favorable para el sector, teniendo en cuenta que por las exigencias cada vez mayores, hará de ésta una industria con mayores barreras de entrada, las cuales a pesar de que lo conocemos como su nombre lo indica (Una barrera); en esta industria, la cual las líneas de productos son muy pocas, representa una ventaja para los productores actuales, pues no será fácil la entrada de nuevos competidores por las estrictas normas y requisitos ambientales exigidos a esta industria.
- Pinillarbe podría llegar a producir entre quince y dieciséis lotes al mes en un plazo de 4 años, gracias a su crecimiento progresivo, sus nuevas exportaciones y si inyecta capital mediante un crédito con una entidad como Bancoldex y de esta forma, recuperar la inversión en cinco años.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambiente, S. D. (s.f.). *Secretaría Distrital de Ambiente*. Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/agua>

D.C., S. G. (09 de Junio de 2004). Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13961>

El Gobierno de Colombia apoya a las Pymes. (06 de Enero de 2013). Obtenido de http://www.elinformador.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=46490:el-gobierno-de-colombia-apoya-a-las-pymes&catid=39:columnas-de-opinion&Itemid=399

García, I. M. (1993). *GUÍA TÉCNICA PARA LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS EN CURTIEMBRES*. Lima, Perú.

PENAGOS, N. E. (2013). *Recuperación y Reutilización De Cromo De Las Aguas Residuales De Curtiembres De San Benito, Bogotá*. Bogotá.

PROPAÍS. (s.f.). Obtenido de <http://propais.org.co/biblioteca/inteligencia/sector-cueros-en-colombia.pdf>

Rivera, R. (s.f.). *Cueronet*. Obtenido de http://www.cueronet.com/tecnica/normasiso14000_cap4.htm

ROSARIO, U. D. (Agosto de 2013). Obtenido de <http://www.urosario.edu.co/getattachment/Administracion/ur/Investigacion1/ur/Grupo-de-Investigacion/Lineas-de-Investigacion/DOCUMENTO-MAESTRO-REALIDAD.pdf>

Ultimátum para las curtiembres de Tunjuelito . (19 de Octubre de 2016). *EL ESPECTADOR*, págs. <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/ultimatum-curtiembres-de-tunjuelito-articulo-661184>