

**ANALISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS DESCARGAS DEL PROCESO  
OPERATIVO DE UNA INDUSTRIA CURTIEMBRE ENTRE LOS MUNICIPIOS DE  
VILLAPINZON Y CHOCONTA SOBRE EL RIO BOGOTA**

**CRISTIAN FELIPE BRAVO GUZMAN**

**JIMMY LEONEL FERNÁNDEZ RAMÍREZ**



**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2015**

**ANALISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS DESCARGAS DEL PROCESO  
OPERATIVO DE UNA INDUSTRIA CURTIEMBRE ENTRE LOS MUNICIPIOS DE  
VILLAPINZON Y CHOCONTA SOBRE EL RIO BOGOTA.**

**CRISTIAN FELIPE BRAVO GUZMAN**

**JIMMY LEONEL FERNÁNDEZ RAMÍREZ**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL

**Asesor disciplinar:**

ING. CARLOS HERNAN VALENCIA

**Asesores metodológicos:**

OLGA LUCIA VANEGAS ALFONSO

**Director de área:**

ING. ALFONSO ESTRADA



**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2015**

## CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCION .....	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	14
4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	15
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
5. ANTECEDENTES.....	16
5.1 ESTADO GENERAL DEL SECTOR DE CURTIEMBRE EN EL MUNDO ....	16
5.2 ESTADO GENERAL DEL SECTOR DE CURTIEMBRE EN COLOMBIA ....	18
6. MARCO DE REFERENCIA.....	25
6.1 MARCO CONCEPTUAL.....	25
6.1.1 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS DE LAS ETAPAS DE FABRICACIÓN DE LAS INDUSTRIAS CURTIEMBRES .....	26
6.1.1.1 Pre tratamiento y almacenamiento .....	26
6.1.1.2 Etapa de ribera.....	27
6.1.1.3 Etapa de Curtido .....	29
6.1.1.3.1 Curtido con cromo.....	29
6.1.1.4 Etapa de Post-curtido.....	31
6.1.2 RESIDUOS INDUSTRIALES DE UNA CURTIEMBRE .....	33
5.1.2.1 Residuos Sólidos .....	33
6.1.2.2 Residuos Líquidos.....	35
5.1.1.2.1 Aguas residuales .....	38
6.1.3 IMPACTOS DE UNA INDUSTRIA CURTIEMBRE .....	39
6.1.3.1 Impactos del proceso de curticion .....	43
6.1.3.1.1 Contaminantes Ribera .....	44
6.1.3.1.2 Contaminantes de Curtido.....	45
6.1.3.1.3 Recurtido de Acabado.....	47

6.1.4 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	48
6.1.4.1 Plantas de tratamiento en curtiembres .....	51
6.1.4.1.1 Procesos para el tratamiento de aguas residuales en una curtiembre.....	51
6.2 MARCO GEOGRAFICO .....	53
6.2.1 Sitio de estudio.....	55
6.2.1.2 Descripción de la empresa. ....	55
6.3 MARCO LEGAL.....	56
6.3.1 ACUERDO 8 DE 2004 Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR .....	56
6.3.2 DECRETO 1594 DE 1984 .....	58
6.3.3 NTC-ISO 5667-10 (Gestión ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Guía para el muestreo aguas residuales) .....	61
6.3.4 DECRETO 2811/74 .....	62
6.3.5 LEY 9 DE 1979.....	63
6.3.6 DECRETO 1713/02 .....	63
7. DISEÑO METODOLOGICO.....	64
7.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACION.....	64
7.2 TIPO DE INVESTIGACION .....	64
7.3 DISEÑO MUESTRAL .....	64
7.3.1 POBLACION .....	64
7.3.2 MUESTRA.....	65
7.3.3 VARIABLES .....	65
7.3.3.1 Variables dependientes.....	65
7.3.3.2 Variables independientes .....	65
7.3.3.3 Variables cualitativas.....	65
7.3.3.4 Variables cuantitativas .....	65
7.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	66
7.5 TIPO DE MUESTREO .....	66

7.6 FASES DE LA INVESTIGACION.....	68
7.7 INSTRUMENTOS Y TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION	70
8. METODOLOGIA.....	71
8.1 Caracterización de los procesos, tecnologías, e insumos utilizados por un tipo de industria curtiembre ubicada entre los municipios de Villapinzón y Choconta (FASE 1) .....	71
8.1.1 ACTIVIDAD (1.1) Visita de campo para identificar la industria curtiembre que será estudiada, ubicada entre los municipios de Villapinzón y Choconta	71
8.1.2 ACTIVIDAD (1.2) Descripción de los diferentes procesos de la industria curtiembre seleccionada .....	71
8.1.3 ACTIVIDAD (1.3) Identificación del sistema operativo de la curtiembre al igual que los diferentes procesos, tecnologías, e insumos que se utilizan en este tipo de industrias .....	71
8.1.4 .ACTIVIDAD 1.4- Registro paso a paso del tratamiento de los residuos vertidos por la industria curtiembre en la PTAR (Planta de Tratamiento de aguas Residuales) .....	72
8.1.5 ACTIVIDAD (1.5) Balance de masas de la curtiembre Curtidos de Colombia S.A. ....	72
8.2 Realización de los ensayos de laboratorio de las muestras tomadas de las descargas vertidas, sobre el rio Bogotá de la industria (FASE 2) .....	73
8.2.1 ACTIVIDAD (2.1)- Diseño muestral .....	73
8.2.2 ACTIVIDAD (2.2)-Tipificación de los diferentes parámetros de variables representativas para objeto de ensayo en laboratorio .....	73
8.2.3 ACTIVIDAD (2.3)-Realización de los ensayos de los diferentes parámetros tomados de las descargas de la industria curtiembre en campo y en el laboratorio .....	73
8.3 ACTIVIDAD (3.2)- Análisis de la comparación de los resultados obtenidos en el laboratorio, de acuerdo a la normalización pertinente (Acuerdo 08 de 2004 y Decreto 1594 de 1984) (FASE 3).....	74
8.3.1 Análisis respecto al decreto 1594 de 1984 .....	74
8.3.2 Análisis respecto al Acuerdo 08 de 2004 de la corporación autónoma regional de Cundinamarca – CAR .....	74

9. RESULTADOS .....	75
9.1 Descripción de los procesos de la industria .....	75
9.1.1 Etapa de ribera .....	75
9.1.2 Etapa de Curtido .....	79
9.1.3 Etapa de Postcurtido .....	81
9.2 PTAR INDUSTRIA DE CURTIDOS DE COLOMBIA .....	90
9.2.1 SISTEMA DE PRECIPITACION DEL CROMO .....	97
9.3 BALANCE DE MASAS DE LA INDUSTRIA CURTIDOS DE COLOMBIA .	101
9.4 SIGNIFICADO E IMPORTANCIA DE LOS PARAMETROS ENSAYADOS EN EL LABORATORIO .....	103
9.4.1 ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO .....	103
9.4.2 ENSAYOS REALIZADOS EN CAMPO .....	110
9.5 RESULTADOS DE LABORATORIO .....	112
9.6. ANÁLISIS DE LAS COMPARACIONES HECHAS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA NORMATIZACION VIEGENTE .....	115
9.6.1. ANALISIS RESPECTO AL DECRETO 1594 DE 1984 .....	115
9.6.2 ANÁLISIS DE LAS COMPARACIONES HECHAS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS EN EL ACUERDO 08 DE 2004 DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR .....	123
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	127
GLOSARIO .....	129
BIBLIOGRAFIA .....	133
ANEXOS .....	138

## LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1: Número y tamaño de las curtiembres en Colombia .....	18
Tabla 2. Clasificación de Curtiembres de acuerdo al tamaño en el municipio de Choconta .....	22
Tabla 3. Clasificación de las curtiembres de acuerdo al tamaño en el municipio de Villapinzón. Alcaldía municipal de Villapinzón.....	23
Tabla 4. Numero de Curtiembres por vereda en el municipio de Villapinzón .....	23
Tabla 5: Parámetros del curtido con cromo .....	31
Tabla 6: Residuos producidos por la industria del cuero .....	35
Tabla 7: Parámetros de contaminación en efluentes de curtiembre por operación o proceso.....	36
Tabla 8: Orden de afectación de componentes.....	41
Tabla 9: Factores ambientales de mayor contaminación .....	42
Tabla 10: Químicos utilizados en ribera .....	44
Tabla 11: Residuos en la ribera .....	45
Tabla 12: Carga contaminante de ribera.....	45
Tabla 13: Producto utilizados en los procesos de curtición .....	46
Tabla 14: Descargas en curticion.....	46
Tabla 15: Carga contaminante en curtición.....	47
Tabla 16: Parámetros para el vertimiento de aguas residuales en las industrias ..	57
Tabla 17: Requerimientos para vertimientos de los cuerpos de agua .....	59
Tabla 18. Concentraciones de carga a nivel sanitario .....	59
Tabla 19: Sistema operativo, insumos, cantidad, tecnologías, tiempos, residuos líquidos y sólidos, industria Curtidos de Colombia. ....	89
Tabla 20. Análisis comparativo de los resultados de laboratorio respecto al Decreto 1594 de 1984 .....	118
Tabla 21. Parámetros de interés sanitario referente al artículo 72 .....	121
Tabla 22. Parámetros de interés sanitario referente al artículo 74 .....	122
Tabla 23. Análisis comparativo de los resultados de laboratorio respecto al Acuerdo 08 de 2004 .....	124

## LISTA DE IMÁGENES

	<b>Pág.</b>
Imagen 1: Porcentaje del registro de curtiembres en Colombia.....	20
Imagen 2: Producción promedio por Regiones.....	21
Imagen 3: Principales fuentes de aguas residuales municipales.....	39
Imagen 4. Ubicación de Colombia- Región de Cundinamarca- Tramo de rio Bogotá entre los municipios de Villapinzón y Choconta.....	54
Imagen 5. Industria Curtidos de Colombia.....	55
Imagen 6. Recepción de pieles.....	76
Imagen 7. Fulón de lavado.....	77
Imagen 8. Maquina descarnadora.....	78
Imagen 9. Maquina divididora.....	79
Imagen 10. Curtido Azul.....	82
Imagen 11. Pila de pieles curtidas en el suelo.....	83
Imagen 12. Maquina escurridora.....	83
Imagen 13. Aserrín prominente del proceso de Rebajado.....	84
Imagen 14. Cámaras de secado.....	85
Imagen 15. Maquina medidora.....	86
Imagen 16. Transporte de pieles.....	87
Imagen 17. Canaleta de depósito.....	93
Imagen 18. Trampa de grasas.....	93
Imagen 19. Tanque de Homogenización.....	94
Imagen 20. Tanque de Oxidacion de sulfuros.....	94
Imagen 21. Tanque de almacenamiento de agua.....	94
Imagen 22. Tanques de Coagulacion y floculacion.....	94
Imagen 23. Tanque de sedimentación.....	95
Imagen 24. Tanque de inspección.....	95
Imagen 25. Lecho de secado del lodo.....	95
Imagen 26. Canal de desagüe.....	95
Imagen 27. Almacenamiento del sebo.....	96
Imagen 28. Área de residuo del sebo.....	96
Imagen 29. Área de compostaje.....	96
Imagen 30. Tanque de homogenización.....	97
Imagen 31. Tanque de precipitación de Cr.....	98
Imagen 32. Tanque de redisolución.....	99
Imagen 33. Equipo e implementos utilizados en la prueba de DQO.....	104
Imagen 34. Equipo de mediación de DBO5.....	105

Imagen 35. Muestra e implementos prueba de grasas y aceites .....	106
Imagen 36. Equipo para la medición de solidos totales disueltos .....	107
Imagen 37. Equipo e instrumentos prueba de SST.....	108
Imagen 38. Equipo prueba de cromo total.....	109
Imagen 39. Prueba de pH.....	110
Imagen 40. Equipo para la medición de la temperatura .....	111

## LISTA DE ESQUEMAS

	<b>Pág.</b>
Esquema 1. Esquema del proceso de ribera y curtido generales para la industria del curtido.....	28
Esquema 2. Esquema del proceso de postcurtido general para la industria del curtido.....	32
Esquema 3. Procesos aplicables en el tratamiento de aguas residuales .....	50
Esquema 4. Diagrama de flujo procesos operativos (industria Curtidos de Colombia S.A.) .....	88
Esquema 5. Sistema de tratamiento de aguas residuales. (Industria Curtidos de Colombia S.A.) .....	91
Esquema 6. Sistema de Precipitación de Cromo (Industria Curtido de Colombia) .....	100
Esquema 7. Balance de masas semanales de la (industria Curtidos de Colombia). .....	102

## LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexos 1. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba DQO .....	139
Anexos 2. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba DBO de 5 Días .....	143
Anexos 3. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba Aceites y grasas- Método de extracción Soxhlet.....	147
Anexos 4. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba Solidos totales disueltos secados a 180°C .....	151
Anexos 5. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba Solidos suspendidos totales SST.....	156
Anexo 6. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba Cromo Hexavalente.....	159
Anexos 7. Resultados pruebas de laboratorio.....	160
Anexos 8. Cronograma .....	162
Anexos 9. Certificaciones de funcionamiento.....	165

# **ANALISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS DESCARGAS DEL PROCESO OPERATIVO DE UNA INDUSTRIA CURTIEMBRE ENTRE LOS MUNICIPIOS DE VILLAPINZON Y CHOCONTA SOBRE EL RIO BOGOTA**

## **1. INTRODUCCION**

En el contexto local el país cuenta con innumerables yacimientos y cuerpos de agua como lo es río Bogotá, en donde con el paso del tiempo no ha contado con una correcta regulación y control del mismo por parte de los organismos de control y entidades encargadas generando efectos negativos en la calidad del agua debido a las industrias en la zona como de la misma comunidad, hablándose de una contaminación primaria principalmente por industrias curtidoras establecidas entre los municipios de Villapinzón y Choconta por la disponibilidad de recursos hídricos, energéticos y de transporte de esta zona.

Teniendo en cuenta el interés en esta temática, este estudio busca brindar resultados confiables tal que esto permita a los diferentes organismos de control, el redefinir esta información, para determinar un mejor control y vigilancia sobre este tipo de industrias.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la industria de curtido en Colombia, gran parte de esta se encuentra hacendada sobre el departamento de Cundinamarca, ubicadas especialmente a lo largo de la carretera central norte y el río Bogotá distribuidos en el sector comprendido de los municipios de Villapinzón y Choconta, debido a que es sin duda un punto por el cual, gran parte de estas industrias se benefician del recurso hídrico proporcionado por el río, puesto que es allí en cercanías de estos municipios donde nace. Esto ha facilitado además que la gran mayoría de los habitantes de la zona, tengan un lugar ideal para continuar con sus prácticas de curtido y sigan con esta larga tradición, por lo que esto ha hecho que estas actividades muchas de ellas ilegales, hayan generado que estas tengan altas implicaciones nocivas sobre este cuerpo de agua, debido a las aguas residuales producto de esta actividad, ya que dentro de los procesos que se lleva a cabo el curtido del cuero, como materia prima son utilizados diversos insumos químicos como metales pesados.

Tanto así que dé a acuerdo a la CAR<sup>1</sup>, confiere que esto principalmente se deba a la falta de un alcantarillado que permita la evacuación adecuada de estas aguas negras, ya que hasta el momento por estar ubicadas las industrias de curtiembres en zona rural no se posee, asegurando que estas aguas vayan a parar directo al río Bogotá. Esto ha generado que organismos como la CAR, tengan que cumplir con sus obligaciones de manera que, el fuerte control que ha realizado a las industrias de curtiembre, género que muchas de ellas tengan que cambiar sus políticas de control de cuero, estableciendo para ello el que regulen sus procesos por medio de un sistema de tratamiento de aguas residuales y haciendo la siguiente pregunta problema como: ¿se cumple con la normatización pertinente que controla este tipo de vertimientos producto de las actividades de una industria de curtiembre, aunque estas tengan los permisos correspondientes de funcionamiento?

---

<sup>1</sup> CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA CAR. Asesoría Social y Tecnología de las curtiembres en el distrito sanitario de Villapinzón y Choconta: Diagnostico de alternativas. Bogotá 1993, pp 3-6.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La importancia que tiene desarrollar una investigación acerca del estudio de la incidencia del proceso operativo de una industria curtiembre entre los municipios de Villapinzón y Choconta, está relacionada con la evaluación a los procesos e inventarios que tienen estas industrias en relación a los insumos químicos, y la tecnología utilizada, por lo tanto esta investigación busca generar información confiable y exacta a través de una serie de mediciones y toma de muestras por medio de diferentes ensayos de concentración de sustancias, cargas vertidas, DBO (Demanda biológica de oxígeno), DQO (Demanda química de oxígeno) y metales pesados entre otros, para la obtención de datos, logrando que esta investigación sea una base con lo cual los diferentes organismos de control y entes reguladores, puedan utilizar esta información para determinar qué tipo de proyectos o manejos se pueden dar, buscando una óptima solución al problema de la contaminación del río Bogotá, producto de las aguas vertidas y desechos sólidos que son arrojados al río, así como la relación que estos tienen frente a la normatización vigente.

También a futuro, se busca que este estudio permita beneficiar a la comunidad en general de la cuenca del río Bogotá desde su nacimiento hasta su desembocadura, porque con base en esto se permitirá desarrollar proyectos que reduzcan la contaminación del río, para así garantizar una mejor calidad de vida a la población y así lograr sugerir una prácticas que les permitan un desarrollo sostenible de la zona.

En cuanto a la viabilidad del proyecto, la limitación existente es que para llevar a cabo este proyecto de investigación debemos contar con los permisos de una industria curtiembre de la zona para sus correspondientes estudios, los recursos que requieren la realización del proyecto serán asumidos por cuenta propia.

## **4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar la incidencia del proceso operativo de una industria curtiembre ubicada entre los municipios de Villapinzón y Choconta sobre las descargas vertidas al río Bogotá, para medir los efectos que estos vertimientos causan al río.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Identificar los procesos industriales, tecnologías, e insumos que se utilizan en esta industria curtiembre en particular.
- Realizar un estudio mediante ensayos de laboratorio como la obtención de DQO (Demanda química de oxígeno), DBO<sub>5</sub> (Demanda Biológica de oxígeno), sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, grasas y aceites, pH y cromo hexavalente de las muestras que se tomarán de las descargas vertidas por esta industria al río Bogotá.
- Comparar los resultados obtenidos de los laboratorios de acuerdo al decreto 1594 de 1986 y al acuerdo 8 de 2004, y analizarlas si están cumpliendo con esta normalización que regula este tipo de vertimientos.

## 5. ANTECEDENTES

### 5.1 ESTADO GENERAL DEL SECTOR DE CURTIEMBRE EN EL MUNDO

Actualmente el mundo tiene una gran preocupación por el cuidado y preservación del medio ambiente, por lo que una de las temáticas en la cual a lo largo de estos años ha estado enfocándose en primera instancia, es el impacto generado por las industrias, y en especial de las industrias del curtido. A manera reseña se ha querido establecer a continuación una compilación de los aportes de autores que han investigado las diferentes tecnologías y métodos con los cuales se han de manejar este tipo de industrias, en algunos países del mundo a manera de aporte a los conocimientos de los investigadores y demás personas que hagan uso de esta tesis.

De acuerdo a los autores Stuart Miller y Alan Ganet para el ministerio de industria, turismo, integración y comercio internacional (MITINCI), de la ciudad en Lima (Perú), hacen un análisis minucioso con base a la visión general del sector de curtido tanto en Perú, y en países como Estados Unidos, Alemania, Nueva Zelanda, Taiwán, China, India, entre otros a manera de comparación, como algunos cambios que llegaron a ser significativos como fue, el establecerse “estándares para los efluentes de los residuos de las curtiembres, del cual los curtidores tuvieron tres opciones: Cumplir con los estándares en las plantas existentes, trasladar las operaciones en húmedo a nuevas plantas con controles de contaminación al final del tubo o Cerrar”<sup>2</sup>, según Stuart Miller y Alan Ganet.

De acuerdo a José Agustín Peña de la universidad de Táchira, Venezuela con su trabajo sobre *Gestión ambiental del agua en las empresas del curtido para el congreso Nacional del medio ambiente sostenible*, presenta de manera general los “lineamientos básicos que se deben seguir en las curtiembres con el fin de controlar, minimizar y en algunos casos eliminar sus impactos ambientales asociados al agua.”<sup>3</sup> Dentro de las consideraciones a que llego el autor fue el de implementar dos posibilidades con base de mejorar el curtido en la etapa crítica, pero además aconseja que es “necesario divulgar ampliamente las alternativas

---

<sup>2</sup> MILLER, Stuart; GANET, Alan. Reporte técnico para la industria de Curtiembres en el Perú. Informe para el ministerio de industria, turismo, integración y comercio internacional (MITINCI). Perú; 1999. 8 p.

<sup>3</sup> PEÑA RODÓN, José Agustín. Gestión ambiental del agua en las empresas de curtiembre. Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Táchira, Venezuela. Procesos industriales Virtual Pro. Iberoamérica. 3 p.

tecnológicas que permitan lograr una adecuada gestión ambiental de agua, como es el caso de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y las opciones denominadas tecnologías limpias o de bajo impacto ambiental.”<sup>4</sup>

A esta necesidad se suma también el investigador Allen Blakman del cual relata en su artículo titulado *Adoption of clean leather-tanning technologies in Mexico*, como la “adopción de tecnologías limpias, tienen beneficios privados como la reducción de los costes de producción o la mejora de la calidad del producto.”<sup>5</sup> Generando con esta iniciativa, proponentes de desempeño ambiental en países en vía de desarrollo como México, el cual son países con gran influencia de este tipo de industrias.

Otros aspectos importantes que han de relacionarse frente a la problemática que se logra ver en otros países en cuanto a las industrias curtiembres, es el claro ejemplo del autor D. Franco de Diana, V. Fernández, E. Torres, con su artículo denominado *Evaluación genotóxica de efluentes de curtiembre del departamento central de la región oriental. Paraguay*. El cual nos habla sobre el estudio de dos curtiembres que desembocan en el arroyo Tarumáé que atraviesa la ciudad de Ypacarai, en donde evaluó que “los diferentes componentes químicos de los efluentes industriales de las curtiembres son capaces de producir tanto daño genético y efecto citotóxico sobre los diferentes seres vivos que allí se encuentran, así mismo de la afectación que sufre la población que utiliza el agua de este arroyo para varios usos.”<sup>6</sup>

Por otra parte según Cristina Yagüe Sánchez de la universidad de Alicante en su tesis de doctorado sobre *Eliminación de color de aguas de industrias de acabado de piel mediante tecnologías de oxidación* ha estudiado como “las diferentes tecnologías de oxidación resultan efectivas en la reducción del color presente en las aguas vertidas por las industrias de acabado de piel.”<sup>7</sup> Del cual como resultado asegura que “la completa eliminación del color se logra con los tratamientos de peróxido de hidrógeno con hierro (II) y ozono, siendo el tratamiento con ozono el que menor tiempo de reacción y menor cantidad de reactivo necesita.”<sup>8</sup>

---

<sup>4</sup> Ibid., p. 16

<sup>5</sup> BLACKMAN, Allen. *Adoption of clean leather tanning technologies in Mexico*. Washington, United States. *Procesos Industriales Virtual Pro. No. 62. ISSN 1900-6241. Iberoamérica. 2005. 1 p.*

<sup>6</sup> FRANCO, D; FERNÁNDEZ V y TORRES E. (2000). *Evaluación de la actividad genotóxica de efluentes de curtiembres del departamento central de la región oriental, Paraguay*. *Ciencia y tecnología. Vol. 2 Asunción, Paraguay. Procesos industriales Virtual Pro. No. 62. ISSN 1900-6241. Iberoamérica. p.37-39.*

<sup>7</sup> YAGÜE Sánchez, Cristina (2001). *Eliminación de color en aguas de industrias de acabado de piel mediante tecnologías de oxidación*. Tesis de doctorado. Universidad de Alicante, España. Facultad de ciencias. p.3- 4

<sup>8</sup> Ibid, 4 p.

En general en el caso de la región Europea, los controles sobre este tipo de industrias de curtido tienen un manejo muy especial en lo que se refiere al uso de los residuos vertidos, puesto que son países que son catalogados a nivel mundial por los de mayor contaminación, ya que según lo referido al artículo de Gerhard Schleenstein titulado *Treatment of Tannery Wastewater*, hace un análisis de como “la recuperación de cromo presenta avances de mayor significancia si se hacen con el propósito de que sea ecológicamente más amigable al medio ambiente y a la economía del país”<sup>9</sup>.

## 5.2 ESTADO GENERAL DEL SECTOR DE CURTIEMBRE EN COLOMBIA

En cuanto a nivel de Colombia, según el SENA en su *Diagnóstico ambiental del sector de las curtiembres en Colombia*<sup>10</sup> nos da una visión de cómo hoy en día, están constatadas las industrias de curtiembres en la gran mayoría de los departamentos, como lo es Nariño, Quindío, Risaralda, Cundinamarca, Antioquia, Atlántico, Valle del cauca, Tolima, Bolívar, Santander y Huila.

A continuación la Tabla 1 muestra información sobre el número de curtiembres, el tamaño y la región de cada una de estas.

**Tabla 1: Número y tamaño de las curtiembres en Colombia**

Lugar	Numero de curtiembres	Tamaño de las empresas	Produccion^2 pieles/mes
<b>Cundinamarca (Villapinzón, Choconta y Cogua)</b>	192	124 microempresas 68 empresas	120000
<b>Antioquia</b>	5 Medellín 1 Guarne 1 Sonson	2 pequeñas 1 mediana 4 grandes	74000

<sup>9</sup> SCHLEENSTEIN, Gerhard. Treatment of tannery wastewater. Eschbom, Alemania. Procesos industriales Virtual Pro. No. 62. ISSN 1900-6241. Iberoamérica. 2002. p. 2-6.

<sup>10</sup> Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Diagnóstico Ambiental del sector curtiembre en Colombia. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 5 p.

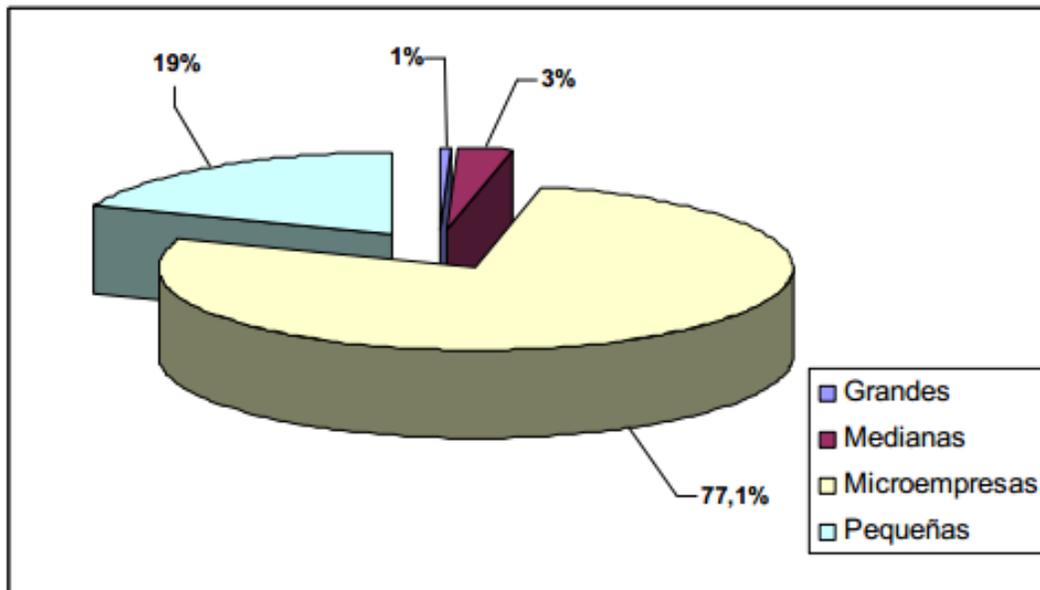
**Tabla 1. Continuación**

<b>Bogotá</b>	<b>350 (San Benito, San Carlos)</b>	<b>298 microempresas 42 pequeñas 10 medianas</b>	<b>1400000</b>
<b>Valle del cauca</b>	22	10 microempresas 8 pequeñas 4 medianas	92170
<b>Atlántico</b>	2	2 grandes	21000
<b>Nariño</b>	64	Todas microempresas	38000
<b>Quindío</b>	27	16 microempresas 10 pequeñas 1 mediana	50000
<b>Bolívar</b>	1	Mediana	10000
<b>Risaralda</b>	1	Mediana	12000
<b>Santander</b>	4	Sin información	Sin información
<b>Huila</b>	1	Sin información	Sin información
<b>Tolima</b>	8	Sin información	Sin información
<b>TOTAL</b>	677		271000

**Fuente:** CPML-COLCIENCIAS-SENA. Diagnóstico Ambiental del sector de Curtiembre en Colombia. Editorial Norma. p. 5. 2004

En cuanto al análisis de estos resultados se evidencia como el sector de las curtiembres en todo el país está compuesto principalmente por ser en su gran mayoría de microempresas, seguido de los que son empresas pequeñas y por ultimo de empresas medianas y grandes en menor medida. Al igual de catalogarse como la región de Cundinamarca y en especial los municipios de Villapinzón, Choconta y Cagua, como los de mayor participación a nivel de producción.

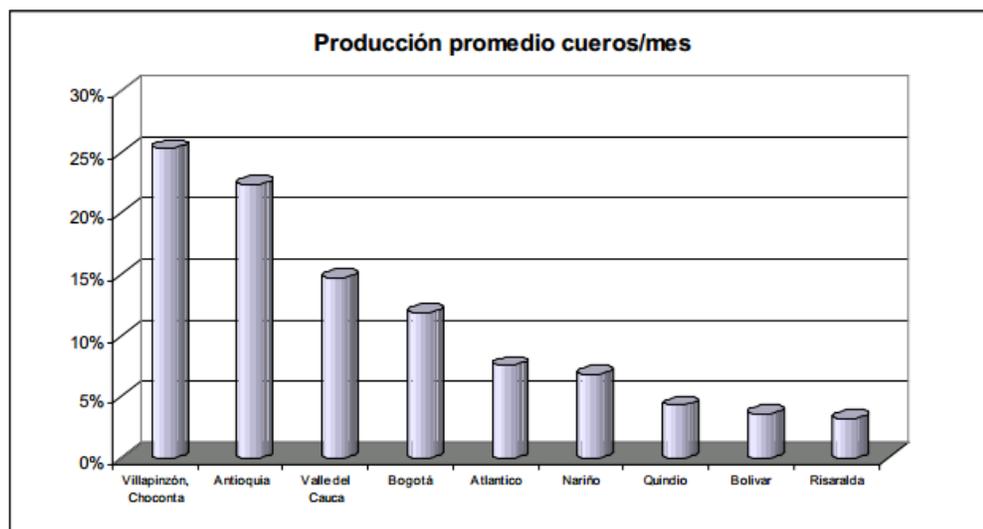
**Imagen 1:** Porcentaje del registro de curtiembres en Colombia



**Fuente:** CPML-COLCIENCIAS-SENA. Diagnóstico Ambiental del sector de Curtiembre en Colombia. Editorial Norma. p. 6. 2004

En la Imagen 1 se representa de acuerdo a los porcentajes obtenidos por los análisis del Diagnóstico ambiental del sector de las curtiembres en Colombia, la clasificación de las diferentes clases de industrias en cuanto tamaño. Como en los porcentajes de la participación en la producción promedio de cueros mensual en determinadas zonas, del total de la producción de todo el país, poniendo en evidencia que los municipios de Villapinzón y Choconta tienen el mayor porcentaje con un 25%, según en lo demostrado por la imagen 2 en la que se muestra la producción promedio por regiones.

**Imagen 2:** Producción promedio por Regiones



**Fuente:** CPML-COLCIENCIAS-SENA. Diagnóstico Ambiental del sector de Curtiembre en Colombia. Editorial Norma. p. 7. 2004

Actualmente la industria de curtido en Colombia, gran parte de estas se encuentran ubicadas sobre los municipios de Villapinzón y Choconta, de lo cual según la Alcaldía Municipal de Villapinzón<sup>11</sup> se ubican preferentemente a lo largo del corredor de la carretera central Norte, por la que es posible apreciar las diferentes veredas como Chingacio, Retiro de Blancos, Casablanca, Chiguala, Reatova y San Pedro perteneciente al municipio de Villapinzón.

Dentro de los primeros inicios de esta actividad de curtido, esta data desde hace más de 150 años, siendo el municipio de Villapinzón uno de los primeros lugares en evidenciarse este tipo de prácticas, a lo cual inicialmente se comenzaron con realizarse curtidos vegetales con parte de los árboles de la zona, en donde los primeros curtidores que hubo se alojaron en lo que es la parte alta de las veredas de San Pedro y Casablanca.

Para la época de los 60 en Colombia aparecieron los primeros fulones, siendo el punto de partida con el cual tomo fuerza el curtido con cromo con el uso de pieles vacunas y ovinas, con el que se fabricó inicialmente para creación de forros para carteras y calzado. Sin embargo a lo largo de los años 80, “los métodos de

<sup>11</sup> Alcaldía Municipal de Villapinzón. “Documento Técnico Diagnostico para el Plan De Ordenamiento Territorial de Villapinzón: Componente Rural” Junio de 2000.pp 49-50.Mimeo, Citado por: IDEAM, Diagnostico ambiental y lineamientos para el uso sostenible para el área de Villapinzón-Choconta, Cundinamarca, 2001, p 182-185

trabajo de este tipo de industrias del cual en su mayoría llevaban muchos años de tradición desarrollándose a manera artesanal y poco tecnificada, se mecanizaron (...)”<sup>12</sup>, logrando que se mejorara la calidad del producto, pero con consecuencias graves para el medio ambiente, según lo reflejado en el artículo titulado *gestión ambiental compartida sectorial*, así como de afirmar que “las descargas que ahora se producen sean no biodegradables en forma de sulfuros libres y sales de cromo disueltas, ocasionando graves afectaciones al río Bogotá.”<sup>13</sup>.

En cuanto al contexto actual, según lo establecido por la secretaria municipal de Choconta<sup>14</sup>, indico que cerca de los 48 establecimientos de curtido, se encuentran ubicados dentro de las veredas Chingasio y Retiro de Blancos, donde también aproximadamente hay una vinculación de 86 personas. En la Tabla 2 que se observa a continuación, se muestra el número de industrias de curtido que se encuentran dentro del municipio según la Alcaldía municipal de Choconta.

**Tabla 2.** Clasificación de Curtiembres de acuerdo al tamaño en el municipio de Choconta

Tamaño	Número de establecimientos
Pequeñas	19
Medianas	29
Total	48

**Fuente:** Alcaldía municipal de Choconta. POT

En referencia al municipio de Villapinzón de acuerdo a la Alcaldía municipal<sup>15</sup>, existen 139 curtiembres, de los cuales se caracterizan por que gran parte de ellas son microempresas, de las cuales 6 se encuentran cerradas y 5 son prestadoras de servicio<sup>16</sup> como se indica en la Tabla 3, pero además en la Tabla 4 se puede

<sup>12</sup> CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA CAR. Regional Sabana Norte y Almeydas: Gestión ambiental compartida sectorial. Legalización ambiental de las industrias del curtido de pieles en Villapinzón, Choconta y Cogua. Avances proyecto piloto en curtiembres. Octubre de 2002. 5 p

<sup>13</sup> *Ibíd.*, p. 6-7.

<sup>14</sup> Alcaldía Municipal de Choconta. “Plan de Ordenamiento Territorial: Fase de formulación”. AGS Ltda. Mimeo. Pp 5-275 a 5-278, Citado por: IDEAM, Diagnostico ambiental y lineamientos para el uso sostenible para el área de Villapinzón-Choconta, Cundinamarca, 2001, p 182-185

<sup>15</sup> Alcaldía municipal de Villapinzón. “Documento Técnico Diagnostico para el Plan De Ordenamiento Territorial de Villapinzón: Componente rural”. Junio de 2000. Pp 49-50. Mimeo, Citado por: IDEAM, Diagnostico ambiental y lineamientos para el uso sostenible para el área de Villapinzón-Choconta, Cundinamarca, 2001, p 182-185

<sup>16</sup> Empresas prestadoras de servicio: Son a las cuales recurren las pequeñas y medianas empresas, con el fin de realizar a los cueros, operaciones mecánicas de dividido, rebajado, estirado, secado, pulido, plancha y pintura.

apreciar el diferente número de veredas donde se encuentran distribuidas las curtiembres y empresas que prestan el servicio.

**Tabla 3.** Clasificación de las curtiembres de acuerdo al tamaño en el municipio de Villapinzón. Alcaldía municipal de Villapinzón.

Características	Numero de curtiembres
Pequeñas	61
Mediana	63
Grande	2
Servicios	7
Cerradas	6
Total	139

**Fuente:** Alcaldía Municipal de Villapinzón. POT

**Tabla 4.** Numero de Curtiembres por vereda en el municipio de Villapinzón

Vereda	Numero de Curtiembres
Chiguala	5
Casablanca	20
Reatova	20
Quincha	56
San Pedro	38
Total	139

**Fuente:** Alcaldía Municipal de Villapinzón. POT

Como antecedentes fue posible encontrar para esta investigación el trabajo acerca de la *Identificación y evaluación de la contaminación del agua por curtiembres en el municipio de Villapinzón*, de los autores Andrés Felipe Suarez Escobar, Cesar Augusto García Ubaque y Martha Lucia Vaca Bohórquez de las universidades Libre, Distrital y los Andes, el cual se centra sobre el la evaluación de pH, turbiedad, oxígeno disuelto, alcalinidad, acidez, dureza, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno( $DBO_5$ ), sulfatos, nitritos, nitratos, solidos suspendidos totales (SST) y cromo hexavalente del rio Bogotá, en puntos ubicados aguas arribas, aguas abajo y en la zona de curtiembres del municipio de Villapinzón<sup>17</sup> el cual como resultado de su investigación afirma que se “establecieron medidas físicas como químicas del rio Bogotá en el sector de Villapinzón, determinando así que hubo un

<sup>17</sup> SUAREZ ESCOBAR, Andrés Felipe; GARCÍA UBAQUE, Cesar Augusto y VACA BOHÓRQUEZ, Martha Lucia. Identificación y evaluación de la contaminación del agua por curtiembres en el municipio de Villapinzón. En: Revista Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Octubre, 2012. Tecnura, vol. 16, p. 185-193.

aumento significativo en cuanto a la carga orgánica, como del uso de Cromo hexavalente en este tipo de industrias.”<sup>18</sup>

Haciendo referencia al artículo de la Universidad de Medellín, titulado *descripción de la nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo*, del autor Álvaro Chávez Porras se habla que los diversos compuestos de cromo (Cr) representan una gran amenaza al ambiente y al hombre debido a sus efectos nocivos (...). (...) Las industrias del curtido de pieles utilizan sales de Cr en sus procesos, que generan cantidades de efluentes líquidos con alto contenido de este metal, el cual, debe ser removido a fin de cumplir con la norma ambiental vigente.”<sup>19</sup>

Por otra parte según el artículo de la Universidad del Valle titulado *impacto generado por los vertimientos de las curtiembres en corrientes superficiales usando pruebas de toxicidad* del año 2013 de los autores Luz Edith Barba-Ho y Yojana V. Ballesteros manifiestan que “en este estudio se plantearon y efectuaron pruebas de toxicidad utilizando dos organismos, el microcrustáceo *Daphnia pulex* y el pez *Poecilia reticulata*, con el fin de estimar el impacto generado por los vertimientos de la industria de curtiembres en corrientes superficiales”<sup>20</sup> del cual los autores dedujeron que “(...) el vertimiento de la curtiembre presenta niveles elevados de toxicidad, superiores a 100 Unidades de Toxicidad -UT, que permiten calificarlo como muy toxico.

Este efecto se presentó principalmente en los periodos en los cuales regularmente se adelantan los procesos de curtido que utilizan sustancias tóxicas como cromo y sulfuro.”<sup>21</sup> En el trabajo de grado para optar al título de magister, titulado *optimización del uso del agua en la etapa de pelambre en un proceso de curtido que permita la mejor calidad del cuero final y el menor impacto ambiental* de la autora Diana Marcela Fuquene Yate de la universidad Nacional de Colombia, estableció que gracias a las diferentes pruebas realizadas sobre pelambres de cuero con componentes químicos tanto mixto como sin sulfuro, el proponer que “(...) en función del tipo de pelambre utilizado y del sistema de remoción de contaminantes implementado es viable recircular el agua hasta tres veces sin deteriorar la calidad de la piel apelambrada para el pelambre mixto, mientras que el pelambre químico sin sulfuro solo permite una recirculación (...)”<sup>22</sup>

---

<sup>18</sup> *Ibíd.*, 188 p.

<sup>19</sup> CHAVES PORRAS, Álvaro. Descripción de la nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo. En: Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Julio- diciembre, 2010. vol. 9, num.17, p. 41-49.

<sup>20</sup> BARBA-HO, Luz Edith y BALLESTEROS, Yohana V. Impacto generado por los vertimientos de las curtiembres en corrientes superficiales usando pruebas de toxicidad. En: Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente Universidad del Valle. Enero-diciembre, 2013. núm. 12, p. 79-90.

<sup>21</sup> *Ibíd.*, p.80-85.

<sup>22</sup> FUQUENE YATE, Diana Marcela. Optimización del uso del agua en la etapa de pelambre en un proceso que permita la mejor calidad del cuero final y el menor impacto ambiental. Trabajo de investigación. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia, 2011. 9 p.

## 6. MARCO DE REFERENCIA

### 6.1 MARCO CONCEPTUAL

Actualmente el sector de curtido en Colombia se ha visto afectado en cuanto al manejo del impacto ambiental producto de estas industrias, y en especial las industrias de curtido ubicadas especialmente a lo largo de la carretera central norte que comunica a los municipios de Villapinzón y Choconta, puesto que es sin duda un punto por el cual gran parte de estas industrias se benefician de los recursos hídricos de la zona, y en especial porque es el lugar estratégico por donde el río Bogotá, nace. Por tanto esto ha facilitado que la mayoría de los habitantes de dicha zona, tenga un lugar ideal para continuar con sus prácticas de curtido y continúen esa larga tradición.

Esto sin duda ha logrado que haya un aumento de estas actividades muchas de ellas de forma ilegal, teniendo así un gran problema de contaminación, por tanto de acuerdo a la CAR<sup>23</sup>, confiere que esto principalmente se deba a la falta de un alcantarillado que permita la evacuación adecuada de estas aguas negras, ya que hasta el momento por estar ubicada la industria de las curtiembres en zona rural, no se posee y estas aguas van a parar directo al río Bogotá. Esto ha generado que organismos como la CAR tengan que cumplir con sus obligaciones, de manera que el fuerte control que ha realizado a las industrias de curtiembre, ha hecho que muchas de ellas tengan que cambiar sus políticas de control de cuero, estableciendo para ello el que regulen sus procesos por medio de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

De ahí que esta investigación lo que quiere dar a conocer a continuación, ya en base a los antecedentes anteriormente mencionados en un capítulo anterior, en cuanto a lo que fue la industrialización del sector del cuero tanto a nivel global, como en Colombia y más precisamente enfatizándonos en los municipios de Villapinzón y Choconta objeto de este trabajo investigativo, es el de describir y mencionar como es el proceso de cada etapa de una industria curtiembre en general, puesto que esto es relativo, en cuanto a que en cada industria este proceso es diferente puesto que varía de planta en planta, aun cuando trabaja el mismo tipo de piel bajo unas mismas condiciones. De además el mencionarse no

---

<sup>23</sup> CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA CAR. Asesoría Social y Tecnología de las curtiembres en el distrito sanitario de Villapinzón y Choconta: Diagnostico de alternativas. Bogotá 1993, pp 3-6.

solo los insumos utilizados, sino sobre todo el impacto ambiental que estas ocasionan tanto en los humanos como ambientalmente.

Pero sobre todo se analizara de manera superficial, como es el funcionamiento de una planta de tratamiento en general de una curtiembre, para identificar la importancia que existe de la realización de este proceso, para qué así haya una disminución en gran medida sobre el efluente, del cual son arrojados la gran mayoría de estas descargas residuales de estos procesos de curtido.

### **6.1.1 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS DE LAS ETAPAS DE FABRICACIÓN DE LAS INDUSTRIAS CURTIEMBRES**

En cuanto a los procesos que posee una industria curtiembre en general se estiman que se generan tres etapas de fabricación del cuero como son las etapas de ribera, curtido y post-curtido, pero que en algunos casos se hace una cuarta etapa que es la de acabado<sup>24</sup>, que en general estas son las mismas tanto en el ámbito local como en el global. Pero sin duda alguna es pertinente que para que una industria curtiembre comience a involucrarse en la producción del cuero, primero tiene que tenerse en cuenta ciertas consideraciones, como el entender sobre la existencia de un pre-tratamiento en cuanto al manejo del recibo de pieles crudas<sup>25</sup> y su sistema de almacenamiento.

#### **6.1.1.1 Pre tratamiento y almacenamiento**

Si bien aunque en toda industria curtiembre siempre ha de definirse como la etapa de ribera en primer lugar para lo que es en cuanto a las preparaciones que se les da al cuero, nunca se llega a explicar porque muchas veces en los procesos posteriores a esta, se hace énfasis al uso de cuero salado, en seco o verdes. Pues para ello habitualmente cuando se comienza con todo lo que es proceso de curtido, se hace directamente luego de que se halla ejecutado el sacrificio de la cabeza de ganado pocas horas antes y se hayan almacenado mucho o poco tiempo, ya que en la manera en cómo ocurra este proceso, puede generar que se desarrollen microorganismos que alteren la piel de los animales y que contribuyan con la degeneración del cuero a procesar. Un claro ejemplo de esto es la connotación de la evidencia de larvas, del cual el defecto que pueden ocasionar estas dentro de la piel del bobino, es que formen orificios en todo el lomo del

---

<sup>24</sup> Esta etapa por lo general se incluye en la etapa de Post-curtido por la misma finalidad que tienen, como lo es darle una terminación al cuero, por lo habitual estos procesos se realizan de forma opcional de acuerdo a las consideraciones que tenga la curtiembre.

<sup>25</sup> Pieles crudas, se refiere en curtiembres a la cabeza de ganado que va a hacer objeto de la industria.

animal, y que después de que esta abandone el cuerpo quede la cicatrización de estos orificios.

En cuanto al documento base “Proyecto de Gestión ambiental en la industria de curtiembre en Colombia” destaca que en cuanto a los procesos de pre tratamiento, los más evidenciados son la piel salada y la verde generalmente, como se referencia a continuación:

- **Piel salada:** Es importante aclarar que el tiempo con los que se debe contar para la ejecución de este pre tratamiento es de un tiempo prolongado, puesto que de acuerdo al documento anteriormente mencionado destaca que la preservación se realiza inicialmente por inmersión en salmuera. Las pieles se apilan, intercalándolas con una capa de sal. En estas condiciones se pueden guardar por meses previos al proceso de curtición, ya que saladas presentan una fuerte resistencia a los microorganismos. Por otro lado, salar le permite a la empresa tener un stock que no es afectado por problemas de escases o por ciclo de estación.<sup>26</sup>
- **Piel Verde:** Por otro lado en cuanto al tiempo de realizado de este proceso es mucho más veloz que con el pre tratamiento de la piel salada, puesto que según con el documento en cuestión “el tiempo entre el sacrificio del animal y el procesamiento de la piel es corto, la piel se puede iniciar sin ningún pre tratamiento. En este caso las pieles se denominan pieles verdes”.<sup>27</sup>

### 6.1.1.2 Etapa de ribera

La etapa de ribera es el paso en cual el cuero desde que se recibe, se es sometido a una serie de acondicionamientos en torno al uso de grandes cantidades de agua para la remoción de bacterias y otros materiales, como también el aislado de la piel para el sometimiento de insumos químicos. Esta etapa comprende que la adecuada remoción de la piel del animal permitirá que se lleven las etapas posteriores a la de rivera una buena estructura fibrosa del colágeno, puesto que el mal manejo que se llegue a dar, puede generar cambios irreversibles ocasionados que la calidad del cuero al final no sea la más adecuada. De igual manera en cuanto a la escogencia del cuero, este se da por medio de

---

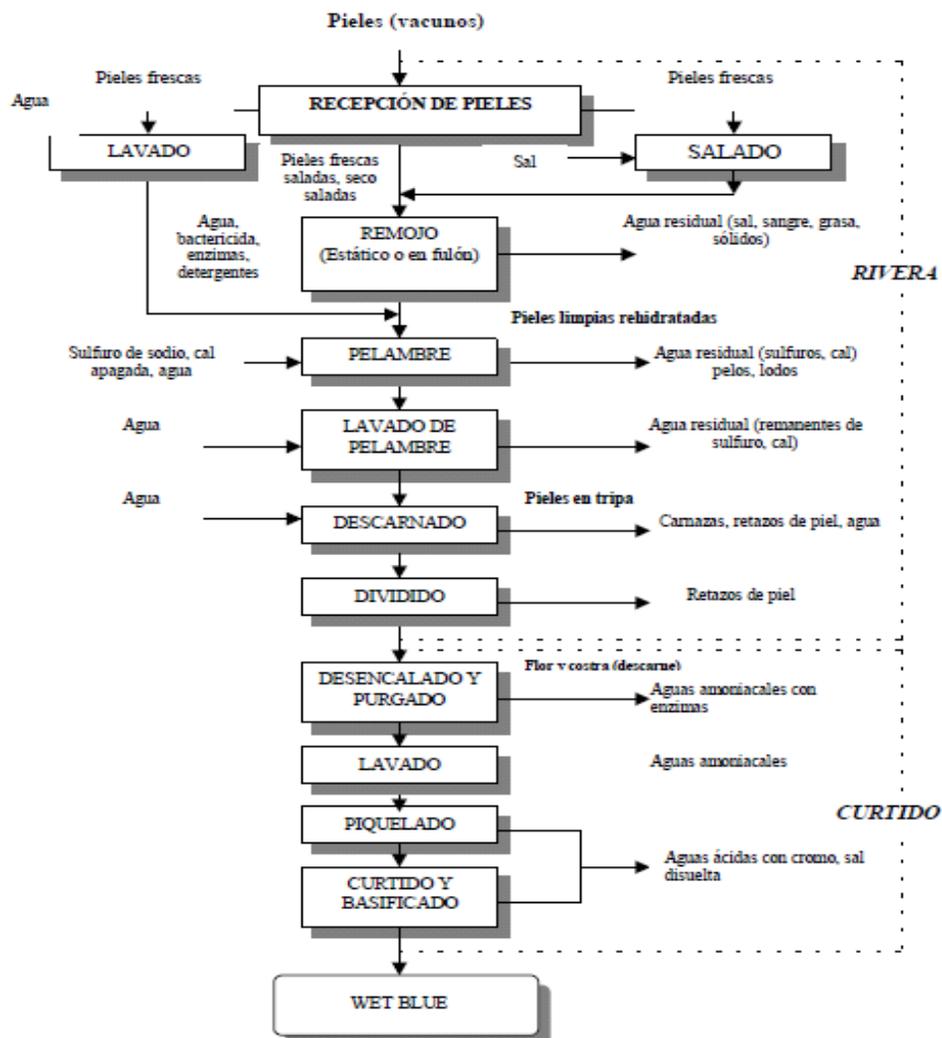
<sup>26</sup> Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA., Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Manual ambiental sectorial. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 14 p.

<sup>27</sup> *Ibíd.*, 14 p.

una selección en cuanto a la calidad, propiamente dada con anterioridad desde un pre tratamiento.

De manera detallada cada operación de esta etapa se mencionara a continuación en el siguiente esquema, del cual es posible en ella evidenciar los procesos más relevantes, como también la inclusión de los insumos, como de los residuos producidos, en las industrias de curtido.

**Esquema 1:** Esquema del proceso de ribera y curtido generales para la industria del curtido.



**Fuente:** Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Diagnóstico Ambiental del sector curtiembre en Colombia. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 20 p.

### 6.1.1.3 Etapa de Curtido

En la siguiente etapa de curtido se le da el nombre de también curtido con cromo, puesto que este es el principal insumo que se es utilizado a lo largo de esta fase, ya que en ella se da todo lo que es la estabilización de la fibra del colágeno para la elaboración de texturas suaves y delicadas. Adicionalmente la curtición también se puede dar por procesos naturales como lo es el uso del (tanino, mineral y sintético)<sup>28</sup>, pero lastimosamente el que más se utiliza sigue siendo el cromo, por su alto resultado en cuanto a la calidad del cuero.

Al igual que en la etapa anterior como se muestra en el Esquema 1 se es posible evidenciar cada uno de los procesos generales de esta etapa.

Sin duda alguna frente a la etapa de Curtido es importante aclarar el cual tan importante es el cromo dentro de la función que este cumple dentro de las funcionalidades que esta le da a el cuero, para que este obtenga mejores condiciones de calidad.

#### 6.1.1.3.1 Curtido con cromo

El proceso de curtición con cromo se utiliza generalmente en toda industria curtiembre, porque modifica la estructura molecular de la piel, puesto que a partir de este proceso se logra tener una piel resistente a diferentes agentes patógenos que degradan la misma, logrando una preservación de esta, volviéndola difícilmente biodegradable. De también aclarar que este es un método muy común en cuanto a que en la mayoría de países que hacen todo el proceso de curtido, utilicen el cromo, puesto que resulta sumamente conveniente a la hora de preparar una piel en el menor tiempo posible (1 día aproximadamente), que otros métodos como el curtido vegetal, puesto que aunque es beneficioso para el ambiente, es sumamente costoso y demorado el proceso.

---

<sup>28</sup> “Existen tres tipos de curtido, según el curtiembre empleado a saber:

- Curtido Vegetal: Se usa para la producción de suelas. Las fuentes del tanino más empleadas son: el extracto de quebracho y corteza de acacia negra (...). Hoy en día las curtiembres modernas curten las pieles en tambores rotativos durante 12 horas con una solución al 12% de Tanino (...)
- Curtido mineral: Se usa en la producción de cueros para la fabricación de calzados, etc (...). El curtido mineral se utilizan sales de cromo. Las de magnesio, y aluminio también se usan para casos especiales, siendo los cromatos los más utilizados. (...)
- Curtido sintético: Se usan curtientes orgánicos sobre la base del formol, entre otros productos. Estos curtientes proporcionan un curtido más uniforme y aumentan la penetración de los taninos. (...)”Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Manual ambiental sectorial. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 17 p.

### ➤ **Características de la piel curtida al cromo**

Dentro del curtido con cromo es posible obtener un producto muy suave y flexible al tacto, del cual según el “Centro nacional de producción más limpia”<sup>29</sup>, da algunos parámetros en cuanto a las características que puede optar el cuero en cuanto a calidad como son:

- Ligero
- Alta resistencia a la tensión
- Buena estabilidad química
- Versátil
- Se logran matices brillantes
- Buena permeabilidad
- Repelente al agua
- Capacidad para fijado térmico

Pero un problema que tiene el uso de curtido con cromo, es que fácilmente los cueros tienden a envejecerse en un mal estado, debido al alto impacto del cromo en el comportamiento químico del cuero, dando a evidenciar que no sea un material natural.

### ➤ **Control del proceso de curtido**

En cuanto al entendimiento de cómo funciona el curtido con cromo, afirma el documento en cuestión algunas condiciones, verificaciones y fallas potenciales, que pueden presenciarse dentro del proceso de curtido, como lo describe la Tabla 5.

---

<sup>29</sup> Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; Alzate Tejada, Adriana María y Tobón Mejía, Olga Lucia. Curtido a cromo. [Diapositivas].Bogotá D.C.: Febrero de 2004. 21 Diapositivas a color, con 5 imágenes y el de más contenido ha escrito.

**Tabla 5:** Parámetros del curtido con cromo

<i>CONDICIONES DEL PROCESO DE CURTIDO</i>	
Condiciones del proceso.	Concentración de cromo, tiempo, pH, temperatura, duración baño, acción mecánica
Verificaciones de control de proceso	pH del cuero, penetración de cromo, temperatura, temperatura de encogimiento, contenido de cromo
Fallas potenciales	Manchas de cromo/precipitación, rayas crudas, no penetra el cromo, no hay fijación, temperatura baja de encogimiento
Postcurtido y otros factores	Añejamiento, arrugas, uso de fungicidas, entre otros.

**Fuente:** CNPL-SENA-COLCIENCIAS; Gestión ambiental en las industrias de curtiembre. Curtido con cromo. Editorial Norma, pág. 7, 2004

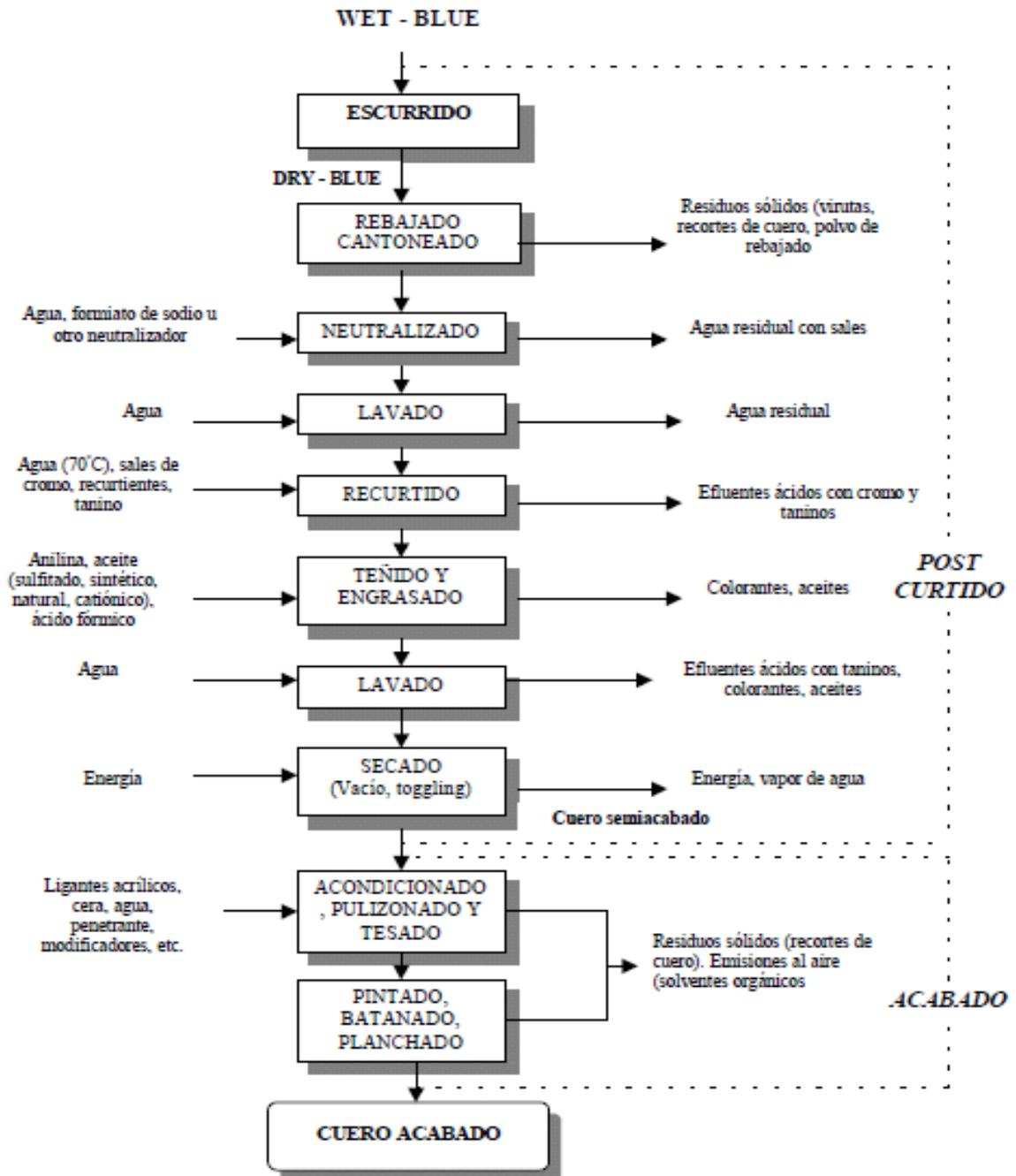
#### 6.1.1.4 Etapa de Post-curtido

Por último se encuentra la etapa de Postcurtido o acabado como también comúnmente se le denomina, esta etapa son los procesos en el cual se le dan los tratamientos superficiales a la piel en cuanto al uso de químicos por medio del uso de distintos implementos como lacas, compresores, resinas, entre otros. Y todo esto para que al final del proceso de wet-blue<sup>30</sup> conferirle como tal la formación de un cuero con propiedades de gran resistencia al ambiente. Esta fase comprende una serie de subprocesos como son el neutralizado, escurrido, rebajado, recurtido, teñido, engrase y paleteado, tal y como se evidencian generalmente en una industria curtiembre, como se presenta en el esquema a continuación ver (Esquema 2).

---

<sup>30</sup> Glosario del cuero. [Recurso en Línea] <<http://cueronet.com/glosario/glosariow.htm>> [Citado el 1 de marzo de 2015]

**Esquema 2:** Esquema del proceso de postcurtido general para la industria del curtido.



**Fuente:** Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Diagnóstico Ambiental del sector curtiembre en Colombia. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 21 p.

## 6.1.2 RESIDUOS INDUSTRIALES DE UNA CURTIEMBRE

Dentro de los procesos de producción de una curtiembre por lo general se arrojan un sin número de residuos, del cual pueden constituirse bien sea en forma sólida, líquida o gaseosa, del cual son indispensables en la operación de ciertos procesos de índole individual.

Estos vertidos que comúnmente son arrojados por parte de la industria curtiembre están constituidos de tantas cantidades de materiales como son: el pelo, la sangre, los huesos, carne, grasas, aceites, sales de cromo, entre otros, que en proporciones variables y específicas, pueden contribuir como materia prima para muchos otros proceso, bien sea propios de la industria o de otras formas.

Por ello a continuación se mencionaran de manera somera algunas características propias de estos residuos dentro del proceso de una industria curtiembre, para así tener una idea de la importancia que tiene el vertido de estos, en los efluentes como:

- ➔ Residuos sólidos
- ➔ Residuos líquidos (Aguas industriales)

### 5.1.2.1 Residuos Sólidos

Todos los procesos de curtición se caracterizan por una alta producción de residuos sólidos que en su mayoría son descargados al río Bogotá, por parte de las industrias, y según la “Guía para el control y prevención de la contaminación industrial” en lo que respecta a los diferentes proceso de curtición y el producto final es que “estos representan menos del 50% del producto inicial, por lo tanto parte importante del producto inicial queda en el camino como residuo sólido.”<sup>31</sup> Es claro admitir que aunque se vierten innumerables residuos sólidos en cada proceso de la curtiembre estos se dividen generalmente en 3 grupos como:

---

<sup>31</sup>Germillac. Mercedes. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial en curtiembres. Comisión Nacional del medio ambiente, Santiago de Chile. Procesos industriales Virtual Pro. No. 62. ISSN 1900-6241. Iberoamérica, 2007. 14 p.

### ➤ **Residuos sin curtir:**

Habitualmente una industria curtiembre se caracteriza por el alto flujo de residuos en su comienzo, del cual gran parte de estos se generan sin siquiera haber iniciado la etapa de ribera, y esto se debe a que normalmente son denominados residuos sin curtir, evidenciándose en gran parte lo que se denomina **pieles en bruto**, ya que según la guía anteriormente mencionada asevera que “cuando la piel de los animales llega a la industria, se procede al recorte de las partes correspondientes al cuello, cola y las extremidades”<sup>32</sup>. En cuanto al ámbito de ganado ovino se realiza de además de esto, la remoción de lo que es **pelo y lana**.

Por último también se evidencia en los residuos sin curtir toda clase de desechos que de acuerdo a esta misma guía, estos “se caracterizan por ser restos de piel que se desechan y que contienen **carnazas**, grasas, sangre y excrementos, que aportan la carga orgánica en los residuos de curtiembre.”<sup>33</sup>

### ➤ **Residuos curtidos**

Son los residuos provenientes de los procesos de curtido en cuanto a las diferentes operaciones de rebajado y dividido del cuero, del cual generalmente se encuentra la presencia del cromo o bien sea si realizó por método vegetal, donde el contenido tan elevado de estos son considerados tóxicos, por lo que estos deben descargarse en sitios destinados para tales efectos.

### ➤ **Lodos de plantas depuradoras**

Estos residuos a diferencia de los anteriormente mencionados generalmente ocurre luego del proceso realizado por la planta de tratamiento de aguas residuales, del cual consta de la disposición de material orgánico como lo es el barro o lodo, y esto se debe a la gran cantidad de tratamientos constituidos principalmente por material orgánico como la piel, e inorgánico como productos de las sales insolubles del calcio.

En cuanto a la producción de residuos sólidos en las industrias de curtiembres, se es posible ver “como a través del paso de transformación de colágeno de la piel en una sustancia no degradable fácilmente, hasta el paso de un cuero de alta calidad, utilizando algunos químicos en cada uno de los procesos principales, los residuos

---

<sup>32</sup>Ibíd., 16 p.

<sup>33</sup>Ibíd., 17 p.

que se producen” <sup>34</sup> según lo establecido por el “Diagnóstico ambiental y legalización del curtido de pieles fase II”, que se establecen en la Tabla 6 a continuación:

**Tabla 6:** Residuos producidos por la industria del cuero

<b>Proceso</b>	<b>Residuo solido</b>
<b>Conservación</b>	Cloruro de Sodio
<b>Recorte</b>	Recortes de cuero
<b>Sacudido</b>	Cloruro de Sodio
<b>Pelambre</b>	Pelo y lodo
<b>Descarnado</b>	Carne, grasas y materia orgánica
<b>Dividido</b>	Recortes de cuero(colágenos)
<b>Rebajado</b>	Ripio Sobrante con alto contenido de cromo
<b>Recurtido</b>	Solido presente en el agua
<b>Acondicionado</b>	Sólidos provenientes de la operación de la caldera
<b>Acabado</b>	Recortes de cuero neutralizados
<b>Producto Final</b>	

**Fuente:** Corporación Autónoma regional de Cundinamarca CAR regional sabana Norte y Almeydas. Diagnóstico ambiental y legalización del curtido de pieles fase II. Bogotá D.C.: Unidad especial de curtiembres U.E.C., Febrero de 2001, 132 p.

### 6.1.2.2 Residuos Líquidos

Estos residuos generalmente se establecen por la presencia de agua, con la concepción de grandes cantidades de descargas contaminantes, debido a que esta se emplea en cada una de las etapas del proceso de curtido, ya que según esta idea según la “Guía para el control de la contaminación industrial” referentemente tenida en cuenta anteriormente infiere que “cada etapa del proceso va generando residuos industriales líquidos con distintos grados de contaminación, siendo la más importante en términos de carga orgánica

<sup>34</sup>CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE Cundinamarca CAR. Regional sabana Norte y Almeydas. Diagnóstico ambiental y legalización del curtido de pieles fase II. Bogotá D.C.: Unidad especial de curtiembres U.E.C., Febrero de 2001, 127 p.

expresada en DBO<sub>5</sub>".<sup>35</sup> Un claro ejemplo de esto es posible evidenciarlo en la Tabla 7, donde se demuestran cada uno de los procesos del cuero, junto con los parámetros de contaminación en los efluentes, que son posible connotar en cada uno de estos. Los datos presentados comprenden un conjunto de datos generales que se evidencian en las curtiembres.

**Tabla 7:** Parámetros de contaminación en efluentes de curtiembre por operación o proceso

PARÁMETROS DE LA POLUCIÓN	EFLUENTE	REMOJO	PELAMBRE	DESENCALADO RENDIDO	PIQUELADO CURTICION	RENTANT ES
DBO <sub>5</sub> (Kg/t) %	75-90 100%	7-9 10%	52-63 70%	2,5 3,8%	1 1,2%	11,5-14,5 15%
DQO (Kg/t) %	200.220 100%	30-33 15%	110-120 56%	6 3%	2 1%	50-58 25%
Materiales Oxidables (Kg/t) %	110-130 100%	14-17 13%	70-82 64%	-	-	14-17 23%
Sólidos Suspendedos (Kg/t) %	140 100%	7 5%	77 55%	-	-	56 40%
Salinidad (Kg/t) %	250-350 100%	150-210 60%		20-30 8%	60-90 25%	17-25 7%
Toxicidad (Eq/t) %	2,5 100%	-	1,9 76%	-	0,6 24%	-

Fuente: Winkler M (1986)<sup>36</sup>

Dada las características en los cuales estos residuos líquidos se generan, gran parte de los desechos son producto originado por la etapa de ribera, ya que básicamente en ella se llevan a cabo todo lo que es la remoción de los componentes constitutivos propios del cuero, entre otros. En segundo lugar la etapa de Piquelado y curtición, está dada por la presencia particular del cromo, en cada uno de los vertidos propios de esta etapa. Y por último se encuentran todo lo

<sup>35</sup> Germillac. Mercedes. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial en curtiembres. Comisión Nacional del medio ambiente, Santiago de Chile. Procesos industriales Virtual Pro. No. 62. ISSN 1900-6241. Iberoamérica, 2007. 10 p.

<sup>36</sup> Citado por: Germillac. Mercedes. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial en curtiembres. Comisión Nacional del medio ambiente, Santiago de Chile. Procesos industriales Virtual Pro. No. 62. ISSN 1900-6241. Iberoamérica, 2007. 10 p.

que son los residuos provenientes fundamentalmente de los remanentes del proceso del cuero, por parte de la etapa de post-curtido.

Del cual en base a lo anterior según la Guía del mismo documento en cuestión de la que se ha seguido a lo largo de este capítulo, evidencia un claro ejemplo del origen de carga contaminante, en las etapas anteriormente mencionadas como las siguientes:

#### ✓ **Etapa de Ribera:**

Por lo general esta etapa produce un alto vertido de **pelo y grasas** dados por la limpieza que se le hace a la carne del cuero en el pelambre, debido a la acción en gran medida de “grandes cantidades de sulfuro y cal, lo que da un medio altamente alcalino. Esta destrucción conlleva a un drástico aumento de la DBO5 en el efluente así como también, un importante aumento de los sólidos suspendidos.”<sup>37</sup> Del cual como se indicó anteriormente esto causa que estos insumos químicos como la **cal, el sulfuro y Alcalinos** también se tomen como residuos por ser altamente tóxicos en medio acuoso, como lo es en que “la presencia del sulfuro en el proceso de pelambre explica que este proceso por si solo sea responsable del 76% de la toxicidad total del efluente.”<sup>38</sup>, al igual que la cal sea la responsable de la evidencia de más sólidos suspendidos ya que “es el único material usado por la curtiembre que da, en circunstancias que la mayoría de las materias en suspensión proceden de las pieles.”<sup>39</sup>

Por otro lado dentro de esta misma etapa desde luego se es posible ver la evidencia de residuos líquidos como las **sales, nitrógeno amoniacal y tensoactivos** que son producto tanto de operación como de consumo en esta etapa de ribera.

#### ✓ **Etapa de piquelado y curticion:**

Esta etapa en especial se presenta que el principal residuo que se despega de estas operaciones es el cromo, teniendo una influencia relativamente importante en la contaminación que presenta el efluente, del cual como mención no cabe

---

<sup>37</sup> *Ibíd.*, 10 p.

<sup>38</sup> *Ibíd.*, p. 10-13.

<sup>39</sup> *Ibíd.*, p. 10-13.

aclarar, que es por el descuido que se le ha dado al uso de este químico, que se normativice en general a todas las industrias, confiriendo el uso de este en la menor cuantía de procesos posibles y reduciendo al máximo los volúmenes de estos en el agua.

✓ **Etapa de Post-curtido:**

Generalmente en cuanto al grado que se les atribuye a nivel de contaminación del efluente, relativamente es bajo, ya que es claro que cuando el cuero pasa por estos procesos, en mayor parte se han hecho toda la remoción de residuos, pero que es pertinente tener en cuenta ya que “son de una toxicidad despreciable y de baja DBO5 (15%), siendo solamente destacables por su aporte a los sólidos suspendidos, los que provienen fundamentalmente de virutas remanentes del proceso de raspado, las que a su vez son fácilmente eliminables de los efluentes, aún en el fulón mismo o previo a él.”<sup>40</sup>

#### **5.1.1.2.1 Aguas residuales**

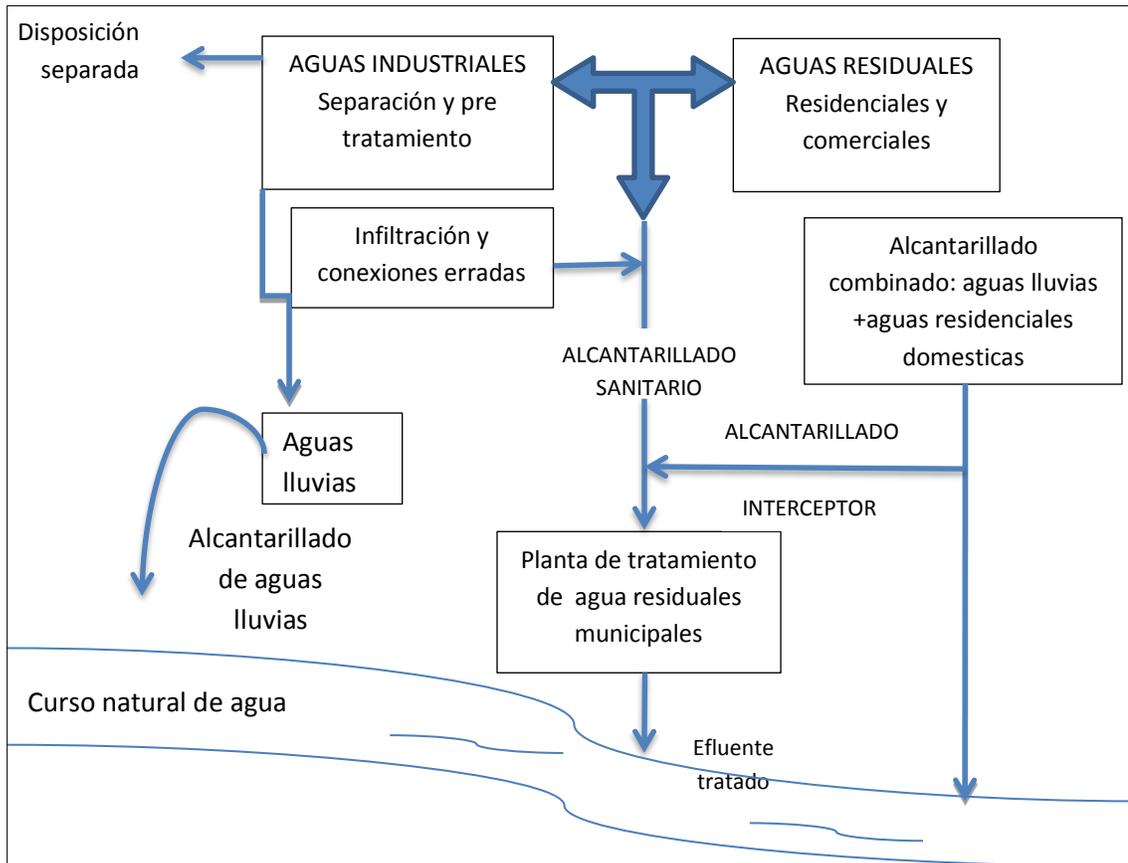
Sin duda alguna las aguas que comúnmente son vertidas por parte de toda industria curtiembre, son consideradas como aguas residuales, que si bien son conocidas como las descargas de aguas y sólidos vertidos hacia el sistema de alcantarillado, se encuentran establecidas habitualmente por ser aguas de origen doméstico, municipal e industrial. Por tanto cuando se nombra aguas negras nos referimos a las aguas que son producto de los alcantarillados, y en los casos que provengan de lugares como duchas, lavamanos, etc se les tiende a renombrar aguas grises.

Un claro ejemplo de esto se puede comprobar en el libro sobre “tratamiento de aguas residuales” del autor Jairo Alberto Romero, donde pone en evidencia el sistema de funcionamiento de aguas residuales en un municipio, en el que se pueden apreciar los vertidos que son comúnmente alojados en los efluentes, producto principalmente de toda industria y de los que provienen de origen doméstico, tal y como se demuestra en la Imagen 3.

---

<sup>40</sup> *Ibíd.*, p. 10-13.

**Imagen 3: Principales fuentes de aguas residuales municipales**



**Fuente:** ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales: Características de aguas residuales: Editorial escuela colombiana de ingeniería, junio de 2001. Pág. 18. ISBN 958-8060-13-3

### 6.1.3 IMPACTOS DE UNA INDUSTRIA CURTIEMBRE

Dentro de las consideraciones que tiene una industria curtiembre tanto grande como pequeña, es los impactos negativos que estas causan al medio ambiente en todo aspecto, por tales razones según la Corporación autónoma regional de Cundinamarca en su documento sobre **“las cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suarez”**, concede en uno de sus apartados que los impactos generalmente son según esta, debidos a “la disposición de los residuos líquidos y sólidos, como las emisiones gaseosas sobre cuerpos de agua, suelo y aire ocasionando daños irreversibles. Al igual de conociéndose los efectos que este tipo de industrias ocasiona sobre la salud humana debido al contacto directo con los insumos

químicos utilizados en cada uno de los procesos del cuero.”<sup>41</sup> Este también pone en manifiesto algunos de los efectos que comúnmente causan en el ambiente son:

### ➤ **Efectos sobre los cuerpos de Agua**

Generalmente los vertidos provenientes de las industrias curtiembres, son principalmente aguas de origen residual, provenientes de los diferentes procesos del curtido del cuero, que por comodidad de esta, son arrojados directamente a los cuerpos de agua más cercanos, del cual principalmente en lo establecido por este documento anteriormente mencionado infiere en que estos efectos “ocasionan efectos negativos en la vida acuática, causando la muerte de los peces debido a la falta de oxígeno, también causa reducción en la disponibilidad del agua bien sea para fines agrícolas, industriales o como uso de una población.”<sup>42</sup>

### ➤ **Efectos sobre el Suelo**

El suelo alrededor de toda industria al igual que todo sistema de tratamiento que esta misma tenga, como en sus otras áreas de procesamiento del material, están expuestos a deteriorarse puesto que el suelo pierde sus compuestos y esencias naturales, debido en gran medida al impacto negativo generado por el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos sobre el recurso del suelo, evidenciándose por daño en la textura y estructura del suelo, relacionados con la porosidad ya que el mal manejo de estos residuos en los subproductos como la carnaza que contienen alto contenido de sulfuros, entre otros químicos, causan aceleración de la erosión en donde la porosidad del suelo se ve alterada.<sup>43</sup> En cuanto a los futuros efectos que estos causan en el suelo aporta a la contaminación de los yacimientos de aguas cercanas como subterráneas.

### ➤ **Efectos sobre la Calidad de Aire**

Es claro que aunque en toda industria curtiembre se identifican toda clase de residuos tanto líquidos, como sólidos, la existencia de gases es algo muy común por parte de las mismas, hasta el punto en que se derivan de las emisiones de sulfuro del pelambre al igual que las aguas residuales, puesto que es el lugar

---

<sup>41</sup>DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL. Cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suarez. Contaminación ambiental producida por la industria del Curtido (Anexo 1). Bogotá D.C.: 1989 [ca] 120 p.

<sup>42</sup>Ibíd., 11 p.

<sup>43</sup>Ibíd., 11 p.

donde particularmente se concentran todas las concentraciones de insumos químicos provenientes del desencalado y la etapa de post-curtido hasta el punto de que la “descomposición de materia orgánica entre otras emisiones causa el característico mal olor de una curtiembre, ya que el sulfuro presenta riesgo de formación de gas sulfhídrico, en el que en baja concentración genera olor desagradable y en alta concentración es toxico.”<sup>44</sup>

### ➤ Impactos sobre la salud humana

El riesgo para la salud para el ser humano es muy común dentro de una industria curtiembre, por la alta presencia de insumos químicos dentro de cada una de las etapas de la curtiembre, inclusive antes de que se lleve a cabo la etapa de ribera, así como el manejo impropio que se les da al manejo y control de los residuos en la industria. Por lo que de alguna manera existe el riesgo de que estos residuos sean nocivos para los mismos trabajadores de la industria curtiembre como lo es “el caso de aquellos que contienen sulfuro, potenciales formadores de gas sulfhídrico que muchas veces ha provocado desmayos y accidentes fatales durante la limpieza de canaletas y tanques recolectores de efluentes. Los residuos como el cromo, principalmente el polvillo de cuero (...) tiene efectos cancerígenos”<sup>45</sup>

Es necesario tener claro que no todos estos componentes afectan de la misma magnitud, al ambiente en él se demuestran, como también los factores a nivel ambiental que causan mayor afectación dependiendo a si es de índole social, ambiental o económico, como se pueden observar en las Tablas 8 y 9.

**Tabla 8:** Orden de afectación de componentes

Componente Ambiental	Porcentaje
Aguas superficiales	20,6%
Aire	12,0%
Aguas subterráneas	11,6%
Suelo	9,0%

---

<sup>44</sup>Ibíd., 13 p.

<sup>45</sup>Ibíd., 13 p.

**Tabla 8. (Continuación)**

<b>Vegetal</b>	<b>6,0%</b>
<b>Alcantarillado</b>	5,9%
<b>Clima</b>	4,4%
<b>Paisaje</b>	3,0%
<b>Población</b>	27,5%
<b>Total</b>	100,0%

**Fuente:** Departamento Nacional de planeación Corporación autónoma regional de las cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suarez. Contaminación ambiental producida por la industria del Curtido (Anexo 1). Bogotá D.C.: 1989 [ca]. 120 p.

**Tabla 9: Factores ambientales de mayor contaminación**

<b>FACTOR</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Daños a la salud publica</b>	10,7 %
<b>Cambios de caudal por captación de aguas locales</b>	6,9%
<b>Disposición de residuos sólidos industriales</b>	6,8%
<b>Vertimientos tóxicos</b>	6,5%
<b>Daño a rondas de ríos, quebradas</b>	5,3%
<b>Problemas de tratabilidad de aguas negras</b>	4,7%
<b>FACTOR</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Contaminación de acuíferos por vertimiento a suelos</b>	4,7%
<b>Ruido</b>	4,1%
<b>Presión sobre servicios públicos</b>	4,0%

**Tabla 9. (Continuación)**

<b>Producción de olores desagradables</b>	<b>3,65</b>
<b>Emisión de gases y vapores</b>	3,4%
<b>Vertimientos orgánicos</b>	2,9%
<b>Generación de empleo +</b>	23,8%
<b>Desarrollo de la actividad del sector</b>	19,5%
<b>Total</b>	100,0%

**Fuente:** DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL. Cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suarez. Contaminación ambiental producida por la industria del Curtido (Anexo 1). Bogotá D.C.: 1989[ca]. 122 p.

### 6.1.3.1 Impactos del proceso de curticion

En cuanto a los diferentes impactos que ocasionan las industrias de curtido, por parte de los diferentes procesos que conlleva el producto del cuero, es muy importante conocer los diferentes químicos y residuos que se utilizan en cada una de estas, ya que según “El manual ambiental sectorial” desarrollado por el **“Centro nacional de producción más limpia y tecnologías ambientales”** plantea que usualmente por cada 1000 kg de pieles saladas que entran al proceso de curticion, se requieren en promedio 450 kg de diferentes tipos de insumos químicos. Como resultado se obtienen aproximadamente 200 kg de cuero acabado, 40 kg de solventes emitidos a la atmosfera, 640 kg de residuos sólidos, 138 kg de agua que pierde la piel. El volumen de agua que se consume en todo el proceso (...) oscila entre 15 a 40 m<sup>3</sup>/tonelada de piel fresca<sup>46</sup>.

Todos estos datos son con el fin de conocer en que concentraciones y cantidades generalmente trabaja y controla una industria curtiembre, para así determinar la mejor manera de lograr una reducción significativa, en cuanto a los diferentes contaminantes producto en cada etapa de la curtiembre. A continuación se presentan algunos de los criterios en cuanto a los contaminantes utilizados en las industrias curtiembres, desde la etapa de ribera, curtido y acabado.

<sup>46</sup>Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; Alzate Tejada, Adriana María y Tobón Mejía, Olga Lucia. Manual ambiental sectorial. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 14 p.

### 6.1.3.1.1 Contaminantes Ribera

Para el entendimiento de los contaminantes de ribera, es necesario conocer no solo los químicos que usualmente son comunes por las industrias curtiembres, sino que además el entendimiento de aspectos como los residuos de ribera al igual que de carga contaminante.

La Tabla 10 presenta los procesos de remojo, depilado y encalado de los respectivos valores químicos, según lo expuesto por el “Manual ambiental sectorial”

**Tabla 10:** Químicos utilizados en ribera

<b>Proceso</b>	<b>Químicos empleados</b>
<b>Remojo</b>	Enzima Carbonato de sodio
<b>Depilado</b>	Sulfuro de sodio Cal Caolín Enzimas Hidrosulfito de sodio
<b>Encalado</b>	Cal

**Fuente:** Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Manual ambiental sectorial. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 23 p.

Así mismo según este mismo Manual presenta de manera específica en las Tablas 11 y 12, los procesos de depilado y remojo, en los cuales se generan mayor vertido de residuos líquidos, sólidos y gaseosos, como de la diferencia de las cargas evidenciadas en los diferentes procesos tradicional o avanzado<sup>47</sup>, en los procesos anteriormente mencionados, debido al alto vertido de contaminantes.

---

<sup>47</sup>Proceso avanzado: Referido a lo que comúnmente se denomina tecnologías limpias

**Tabla 11:** Residuos en la ribera

Proceso	Residuos		
	Líquidos	Sólidos	Gaseosos
<b>Remojo</b>	Sangre, suero, proteínas, sal, ceniza de soda	Materia orgánica: descarnado, carnaza	Mercapatanos
<b>Depilación</b>	Cal hidratada, sodio, sulfuro, pulpa de pelo	Pelo, Keratina, materia orgánica	Sulfuro de hidrógeno y mercapatanos

**Fuente:** Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Manual ambiental sectorial. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 23 p.

**Tabla 12:** Carga contaminante de ribera

Carga contaminante Kg/Ton de cuero crudo	Remojo		Pelambre	
	Convencional	Avanzado	Convencional	Avanzado
Sólidos suspendidos	11-21	11-21	53-97	14-26
DQO	22-33	22-33	79-122	46-77
DBO	7-11	7-11	28-45	16-27
Cromo	-	-	-	-
Sulfuro	-	-	3.9-8.7	0.4-0.7
Amoniaco	0.1-0.2	0.1-0.2	0.4-0.5	0.1-0.2
TKN	1-2	1-2	6-8	3-4
Cloruro	133-186	1-5	5-10	1-2
Sulfato	1-2	1-2	1-2	1-2

**Fuente:** Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Manual ambiental sectorial. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 23 p.

### 6.1.3.1.2 Contaminantes de Curtido

Al igual que en la etapa anterior, esta etapa de curtido, como tal se caracteriza por el uso de ácidos tan representativos como el Ácido sulfúrico para las primeras etapas del curtido, como del predominio de sales, tanto en los químicos utilizados,

como los residuos producto de los mismos. Las siguientes Tablas 13 y 14 ponen en manifiesto esta información según en lo referenciado por el documento anteriormente citado en algunos apartes anteriores.

**Tabla 13:** Producto utilizados en los procesos de curtición

<b>Proceso</b>	<b>Químicos empleados</b>
<b>Desencalado</b>	Ácidos: fórmico, sulfúrico y Sales: cloruro/sulfato de amonio
<b>Rendido</b>	Enzimas
<b>Piquelado</b>	Ácidos: fórmico, sulfúrico Sal
<b>Desengrase</b>	Sal Solventes
<b>Curtido</b>	Sales de cromo, Extractos vegetales y Alumbre
<b>Basificación</b>	Óxido de magnesio

**Fuente:** Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Manual ambiental sectorial. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 24 p.

**Tabla 14:** Descargas en curticion

<b>Proceso</b>	<b>Residuos</b>		
	<b>Líquidos</b>	<b>Sólidos</b>	<b>Gaseosos</b>
<b>Desencalado</b>	Sulfato de sodio	Carniche graso	Sulfuro de hidrógeno
<b>Rendido</b>	Sales de amonio, enzimas, grasas, salmuera ácida		
<b>Desengrase</b>	Solventes, grasas naturales		Solventes
<b>Piquelado</b>	sal		
<b>Curtido</b>	Cromo, sulfato de sodio, carbonato de sodio, taninos vegetales, ácidos orgánicos, fenoles, polifenoles	Taninos vegetales	Sulfuro de hidrógeno y mercaptanos

**Fuente:** Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Manual ambiental sectorial. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 24 p.

En cuanto a los datos respectivos de carga en la etapa de curtido, estos datos a continuación presentados por la Tabla 15, se expresan de igual manera en términos de procesos tradicionales y avanzados, según en los expresados por el Manual en cuestión analizados.

**Tabla 15:** Carga contaminante en curtición

Carga contaminante Kg/Ton de cuero crudo	Desencalado		Curtido	
	Convencional	Avanzado	Convencional	Avanzado
Sólidos suspendidos	8-14	8-14	5-10	1-2
DQO	13-20	13-20	7-11	7-11
DBO	5-9	5-10	2-4	2-4
Cromo	-	-	2-5	0.05-0.1
Sulfuro	0.1-0.3	0-0.1	-	-
Amoniaco	2.6-3.9	0.2-0.4	0.6-0.9	0.1-0.2
TKN	3-5	0.6-1.5	0.6-0.9	0.1-0.2
Cloruro	2-4	1-2	40-60	20-35
Sulfato	10-26	1-2	30-55	10-32

**Fuente:** Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Manual ambiental sectorial. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 24 p.

### 6.1.3.1.3 Recurtido de Acabado

Por ultimo en cuanto a los químicos utilizados en la etapa de Acabado, generalmente están dados por el uso de tintes, pigmentos, ligantes de proteína de celulosa, polímeros acrílicos, entre otros, en donde el vertido de residuos tanto líquidos, sólidos como gaseosos son expresados en una menor proporción y carga, resultando esta última con variaciones de 0 a 4, algo sin duda demasiado bajo en lo que respecta generalmente a esta última etapa del proceso del cuero, claro está que la información presentada anteriormente, es de acuerdo a lo inferido por el “Manual ambiental y sectorial”.

#### 6.1.4 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Las plantas de tratamientos tienen por objetivo el de remover y eliminar la mayor cantidad de agentes contaminantes que son vertidos por lo general en primer lugar a los alcantarillados que después van a parar a los ríos o yacimientos de agua cercanos, por lo que de alguna u otra manera vela es por proteger la salud tanto del consumidor humano en caso de que esta agua sea tratada para tal fin, como para la reducción de polución en el medio ambiente y minimizar los daños causados a este.

En cuanto a lo que busca una planta de tratamiento de aguas de origen residual, según el documento de Jairo Alberto Romero mencionado en uno de los capítulos anteriores sobre aguas residuales, es que se debe buscar “la eliminación de DBO, DQO, sólidos suspendidos y agentes patógenos, así como la exclusión de agentes nitrogenados entre otro tipo de sustancias como orgánicas e inorgánicas.”<sup>48</sup> Todos estos parámetros hacen que indudablemente el tratamiento dentro de la planta aunque posee innumerables procesos y sistematizaciones sea difícil de entender en cuanto a la complejidad de lo que se quiere realizar, puesto que lo que se quiere llegar a lograr es el adecuar el agua para su reusó. Por tanto es común que exista un pretratamiento y unos tratamientos posteriores catalogados como primarios, secundarios y terciario.

Siguiendo por lo referido por este autor en cuestión, básicamente comunica que el pretratamiento consiste en “remover toda el agua residual que en cierta medida representen un riesgo para los procesos y operaciones en los tratamientos posteriores”<sup>49</sup>. Así mismo expresa que el tratamiento primario es usado principalmente “para la remoción parcial de lo que son los diferentes materiales de carga orgánica e inorgánica como además de agentes patológicos, por medio de procedimientos sedimentables aduciendo una disminución de estos en un 60% aproximadamente”<sup>50</sup>. Esto lo que nos infiere respecto a la remoción de material más complejo como metales pesados y DBO, es que el tratamiento secundario son procesos mediante lodos activos y filtros.

Por ultimo en lo que respecta al tercer tratamiento, lo que busca es impedir que se siga contaminando y se eliminen todo lo que queda de proteínas y nutrientes en cuanto a los pasos anteriores. Sin embargo claramente en lo que respecta a estos tratamientos, por tanto es necesario identificar los diferentes procesos aplicables que por ende cuenta cada uno de ellos, como se muestra en el Esquema 3.

---

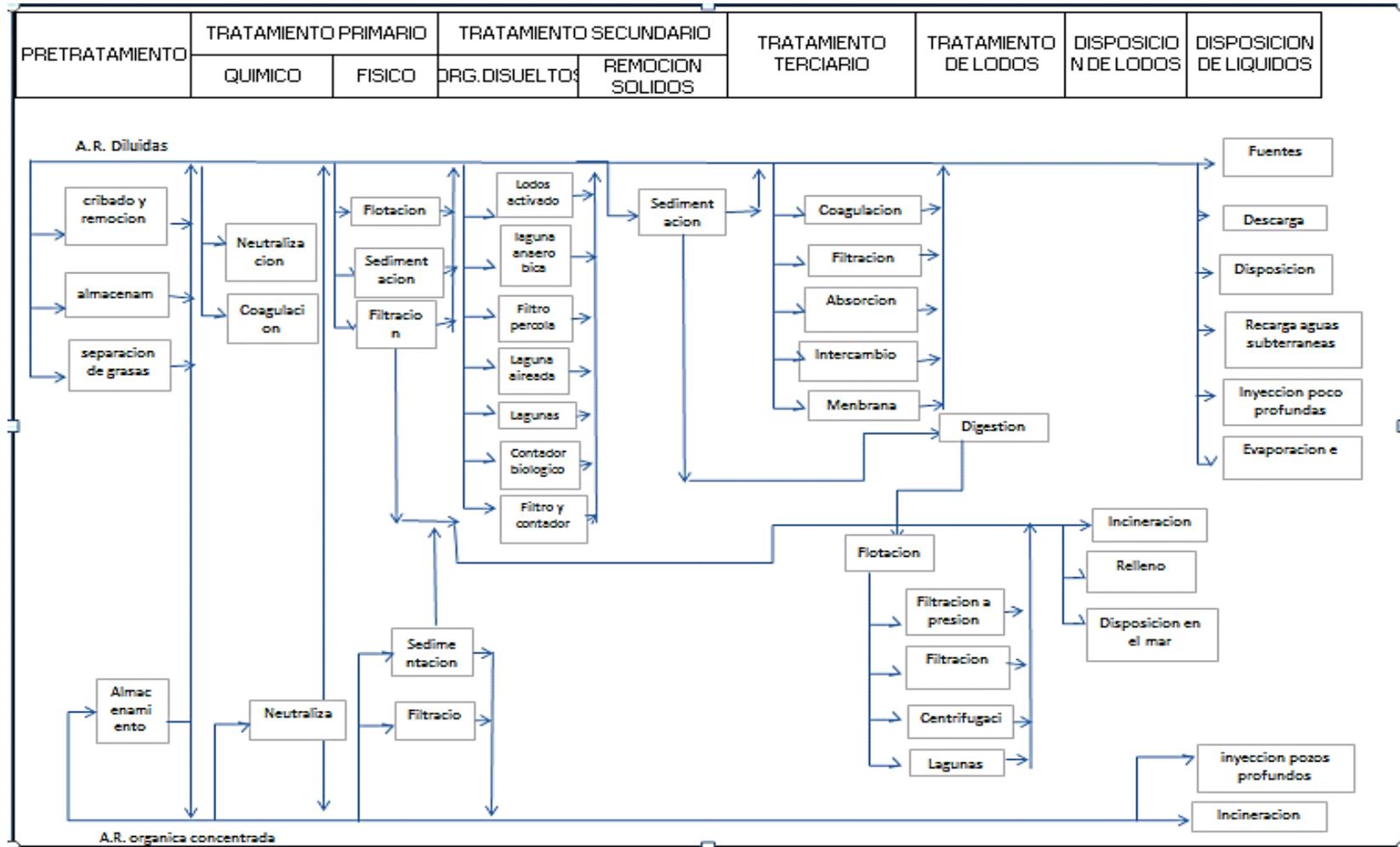
<sup>48</sup> ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales: Características de aguas residuales: Editorial escuela colombiana de ingeniería, junio de 2001. p 18. ISBN 958-8060-13-3. 32 p.

<sup>49</sup>Ibíd. 34 p.

<sup>50</sup>Ibíd. 35 p.



**Esquema 3: Procesos aplicables en el tratamiento de aguas residuales**



**Fuente:** ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales: Tratamiento de aguas residuales: Editorial escuela Colombiana de ingeniería, junio de 2001. Pág. 140. ISBN 958-8060-13-3

#### **6.1.4.1 Plantas de tratamiento en curtiembres**

Dentro de toda industria curtiembre dentro de las tres etapas principales conocidas como la etapa de ribera, curtido y Postcurtido, existe una que dentro de los diferentes procesos que se llevan a cabo, el de caracterizarse por la extracción de grandes cantidades de substancias como son grasas, hueso, carne y pelo a través del uso del agua. Por lo que todos estos vertimientos causan que la gran mayoría de estos vayan a parar a efluentes cercanos. Y principalmente esto se da dentro de la etapa de curtido puesto que en la necesidad de elaborar un material con características de que sea duradero y suave se le es necesario al sometimiento en diversos tratamientos químicos, como lo es el uso de baños alcalinos y salados. Por lo que todo esto causa gran cantidad de aguas servidas que pueden contener de alguna forma gran cantidad de desperdicios con altos niveles de toxicidad, como también de sólidos disueltos, suspendidos, entre otros.

##### **6.1.4.1.1 Procesos para el tratamiento de aguas residuales en una curtiembre**

En cuanto al tratamiento de aguas residuales en una industria curtiembre este siempre ha sido la mayor dificultad por la que cualquier industria de curtiembre ha tenido que convalecer, por la magnitud del problema puesto que esto siempre ha estado desde la antigüedad. Por eso estos efluentes provenientes de la curtiduría se pueden tratar de distintas maneras con una gran variedad de tratamientos que pueden abarcar gran cantidad de mecanismos utilizados, tanto en plantas convencionales como en plantas industriales. Por lo que todo esto puede depender debido a la naturaleza de lo que se quiera tratar, ya que según lo referido al artículo de Gerhard Schleenstein afirma que “una curtiduría puede ejercer un tratamiento de las aguas residuales en todas las etapas de curtido, como también el ejercer solo un pre-tratamiento, un tratamiento previo parcial o ningún tratamiento en absoluto”<sup>51</sup>. Sin embargo es pertinente que en toda industria curtiembre halla una planta de tratamiento, puesto que la amplia gama de efectos tóxicos en el ambiente causados por el vertimiento de estos mismos, causan que no solo se afecte la población aledaña a este tipo de industrias sino que además causen un grave impacto a los yacimientos de agua que puedan encontrarse allí.

---

<sup>51</sup>SCHLEENSTEIN, Gerhard. Treatment of tannery wastewater. Eschbom, Alemania. Procesos industriales Virtual Pro. No. 62. ISSN 1900-6241. Iberoamérica. 2002. p. 2-6.

Por ello en su artículo, Gerhard Schleenstein<sup>52</sup> menciona algunos tratamientos para los diferentes procesos de tratamiento, que son necesarios llevar a cabo en una industria curtiembre, como:

→ **Tratamiento Mecánico:** Es el primer proceso en cuanto a la eliminación de material orgánico y demás residuos provenientes del curtido en base al tamizado del mismo, por lo que en cierto modo el tratamiento mecánico dado puede llegar a reducir aproximadamente entre un 30 y 40 % de sólidos suspendidos si se hace un buen funcionamiento. Es de también saberse que seguido a este proceso se le es designado un segundo subproceso físico-químico en cuanto a la eliminación sustancial de un porcentaje de DQO como de sólidos suspendidos por medio en este caso de la coagulación y la floculación.

→ **Tratamiento de efluentes:** Este segundo tratamiento consta de llevarse a cabo la segregación más fácilmente y de manera ágil, para el cual es usado con el fin de generar un tratamiento preliminar de los efluentes de aguas residuales centralizadas, y es necesario de esta forma cuando el flujo de agua es concentrada y no cuando es un flujo sin mucha carga, puesto que cuando ocurre la segregación de los flujos, por lo general estos poseen un alto contenido de cromo que hacen que se precipite más y más rápido generando que se mejore mucho más el rendimiento de la planta de tratamiento. Pero existe la probabilidad de cómo es alta la cantidad de flujo concentrado que entra a la planta que ocasione dificultades en cuanto al manejo de altas cantidades de volúmenes.

→ **Post-purificación, la sedimentación y el manejo de lodos:** Este tercer tratamiento es el último proceso en aguas residuales de una curtiembre, el cual consiste en que por medio de la sedimentación se apartan los lodos de la fase líquida.

---

<sup>52</sup>Ibíd., p. 2-6.

## 6.2 MARCO GEOGRAFICO

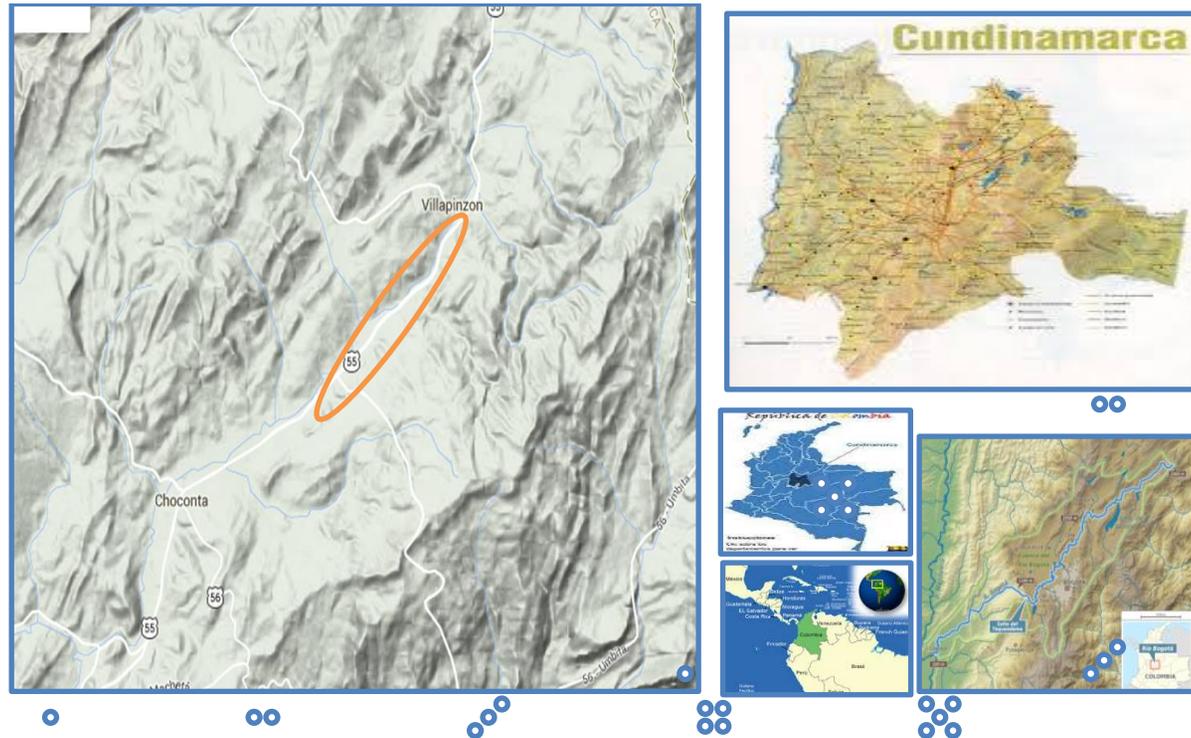
La fase de campo de esta investigación será llevada a cabo en el departamento de Cundinamarca entre los municipios de Villapinzón y Choconta, del cual se es posible establecer que en lo que respecta al tramo de estudio la cuenca del río Bogotá, cuenta con aproximadamente 14,5km de largo, comprendido en que este afluente nace a unos 3400 m.s.n.m., en el alto de la Calavera en las proximidades del municipio de Villapinzón, al nororiente de Cundinamarca y después de recorrer cerca de 370 km, en dirección suroccidente desemboca en el río Magdalena a una altura de 280 m.s.n.m., en el municipio de Girardot. En este recorrido, drena una superficie de 599.561 hectáreas, siendo sus principales tributarios los Ríos San Francisco, Sisga, Siecha, Tibitó, Teusacá, Chicú, Juan Amarillo, Fucha, Tunjuelito, Balsillas, Soacha y Muña en la cuenca alta, Calandaima y Apulo en su cuenca baja<sup>53</sup>. Además de pasar por algunas de las provincias de Almeidas y la Sabana del Río Bogotá norte, pasa por entre el medio de los municipios de Villapinzón y Choconta, del cual principalmente son conocidos por ser zonas de gran afluencia de industrias marroquineras y en especial las curtidoras, puesto que es un lugar del cual el agua es natural y sin residuos contaminantes, del cual sirve para la realización de diferentes procesos.

En la Imagen 4 se muestra la ubicación geográfica del departamento de Cundinamarca, junto con el tramo del río Bogotá entre Villapinzón y Choconta.

---

<sup>53</sup> Biblioteca virtual Luis Ángel Arango. Río Bogotá [en línea]. <<http://www.banrepcultural.org/node/19162>> [citado en 30 de octubre de 2014]

**Imagen 4.** Ubicación de Colombia- Región de Cundinamarca- Tramo de río Bogotá entre los municipios de Villapinzón y Choconta



**Fuente:** Sitio del departamento de Cundinamarca-Colombia-Google Maps (consultado el 15 de octubre de 2014) [Disponible en] <https://www.google.com/maps/@5.1695673,-73.6324449,12z/data=!5m1!1e4?hl=en-US>;  
<http://micolombiaexterior.blogspot.com/>;<http://www.colarte.com/colarte/conspintores.asp?idartista=7366&pagact=1&dirpa=http%3A%241col%24%241col%24www.colarte.com%241col%24Cund27405.jpg&tipo=1&carpeta=Anolaima&idfoto=160095>;  
[http://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo\\_Bogot%C3%A1](http://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo_Bogot%C3%A1)

### 6.2.1 Sitio de estudio

La industria curtiembre (Curtidos de Colombia S.A.), se encuentra situada entre los municipios de Choconta y Villapinzón, más exactamente a 9 Km desde el municipio de Choconta por la vía que conduce al municipio de Villapinzón, departamento de Cundinamarca.

#### 6.2.1.2 Descripción de la empresa.

La industria Curtidos de Colombia S.A., es una industria con varios años de tradición en el negocio de los cueros desde hace más de 20 años de tradición, catalogándose como una de las pocas empresas que aún perduran. Su actividad principal radica en el curtido de pieles del mejor ganado vacuno (sabanero) para iniciar el proceso de curtido, para la comercialización de estas, hacia el territorio nacional en gran medida, y en menor parte para exportar a países como China, en donde se emplea para la fabricación de accesorios como ropa y muebles. En la Imagen 5 se muestra la industria en la cual realizo este proyecto de investigación.

**Imagen 5.** Industria Curtidos de Colombia



Fuente: Autores



Fuente: Google Street View

## **6.3 MARCO LEGAL**

Tomando como referencia la existencia de normas y políticas tanto a nivel nacional, como internacional es importante enfocar la investigación dentro de los parámetros que legalmente se encuentran constituidos, como lo es el partir de normas que se encuentra internacionalmente demarcadas dentro de la NTC-ISO 14001 que precisa de manera muy sucinta los requisitos para "un sistema de gestión ambiental aplicados a un sistema, del cual ellos pueden llegar a tener control e influencia, ya sea bien en sus actividades, productos, servicios o el lugar donde operen"<sup>54</sup>.

Es importante tener en cuenta que dentro de algunos aparte de la misma en lo que respecta a algunos párrafos como son el A.3.1, A.4.1, A.4.6 y A.5.1 detallan algunas necesidades y deberes de las industrias, en cuanto al manejo de los vertimientos de agua en pro de una gestión ambiental optima, como lo es el analizar estos de acuerdo a la parte de planeación, operación e implementación en cuanto a los procesos, como además al seguimiento de los mismos, tal y como se encuentra en la norma referenciados en el siguiente contexto: " Las operaciones de una organización pueden tener diversas características. Por ejemplo, las características relacionadas con el seguimiento y medición de los vertidos de agua pueden incluir la demanda química de oxígeno, temperatura y la acidez"<sup>55</sup>.

### **6.3.1 ACUERDO 8 DE 2004 Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR**

#### **Norma de vertimiento de la industria de curtido de pieles:**

De acuerdo a los diferentes preceptos definidos dentro del acuerdo 08 de 2004 de la CAR, se realiza una amplia definición de acuerdo al vertimiento de aguas residuales por parte de las curtiembres, teniendo en cuenta varios parámetros como son el efecto sobre los cuerpos de agua, la calidad del aire y sobre el alcantarillado y las plantas de tratamiento, como se es explicado en este aparte a continuación: "Los efluentes de curtiembres descargados a una red de alcantarillado provocan incrustaciones de carbonato de calcio y gran deposición de

---

<sup>54</sup>INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Sistemas de gestiona ambiental: Requisitos con orientación para su uso. NTC.ISO 14001. Bogotá D.C.: El instituto, 2004.10 p.

<sup>55</sup>ICNTYC. Sistemas de gestiona ambiental: Requisitos con orientación para su uso. NTC.ISO 14001. Bogotá D.C.: El instituto, 2004.10 p.

sólidos en las tuberías, Si la carga contaminante presenta sustancias tóxicas y es lanzada a una planta de tratamiento, puede interferir con el proceso biológico de la planta”<sup>56</sup>.

De lo anterior se es posible establecer que dentro de este existieron, para ello algunos acuerdos, como es el artículo 1 del cual indica que “todo vertimiento a un cuerpo de agua generado por la industria de curtido de pieles en áreas de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR- deberá cumplir con las siguientes concentraciones máximas”<sup>57</sup>, tal cual como se demuestran a continuación en la Tabla 16.

**Tabla 16:** Parámetros para el vertimiento de aguas residuales en las industrias

Parámetro	Unidades	Tratamiento	Tratamiento
		físico-químico	Biológico
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	200	60
<b>DQO</b>	mg/L	400	120
<b>Sólidos suspendidos totales</b>	mg/L	1.000	100
<b>Cloruros</b>	mg/l	250	250
<b>Sulfatos</b>	mg/l	400	400
<b>Nitrógeno Amoniacal</b>	mg/l	1	1
<b>Cromo Total</b>	mg/l	<0.01	<0.01
<b>pH (unidades)</b>	Unidades	5 a.9	5 a 9
<b>Aceites y Grasas</b>	mg/l	Ausentes	Ausentes
<b>Coliformes Totales</b>	NMP/100ml	5.000	5.000
<b>Coliformes Fecales</b>	NMP/100ml	1.000	1.000
<b>Cadmio</b>	mg/l	0.05	0.05
<b>Zinc</b>	mg/l	25	25
<b>Bario</b>	mg/l	1	1
<b>Cobre</b>	mg/l	1	1

**Fuente:** Corporación autónoma regional de Cundinamarca (consultado el 14 de octubre de 2014) [Disponible en] <<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13961>>

<sup>56</sup>CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Norma de vertimiento de la industria de curtido de pieles: Impactos sobre el ambiente y salud humana. Acuerdo 8 de 2004. Bogotá D.C.: CAR, 2004. 2 p.

<sup>57</sup>Ibíd., 5 p. (Acuerdo 8 de 2004)

Para que se logre cumplir con las limitaciones anteriores establecidas en el artículo 1, es necesario el contar con el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias considerando para tal fin los artículos 79, que consagra que “todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano y que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica”<sup>58</sup>, y el artículo 80 “determina que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución(...)”<sup>59</sup>.

### 6.3.2 DECRETO 1594 DE 1984

Entorno al presente decreto mencionado por el artículo 79 del decreto nacional de 2010, por el cual se reglamenta las consideraciones a tener en cuenta respecto al uso del agua y residuos líquidos, se contempla de forma detallada la manera en que se definen las normas de vertimiento a los cuerpos de agua, para lo cual en comedimiento se encuentran regidas por la EMAR (Entidad encargada del manejo y administración del recurso). Es pertinente conocer que dentro de los acomodamientos a los cuales se encuentra ajustada esta investigación en torno al presente decreto, respectivamente se conoce que está regida por el artículo 29 del capítulo III que trata sobre la destinación genérica de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas, estuarinas; asimismo se mencionan los efectos del agua, de acuerdo a si es de índole doméstico, agrícola, pecuario, recreativo, industrial y transporte. De acuerdo al contexto de la situación, en este caso se es posible establecer que es de uso industrial puesto que se va a tomar como estudio una industria curtiembre, para ello, es necesario remitirnos al capítulo VI sobre vertimientos de los residuos líquidos, donde nos propone de manera centrada el artículo 67 que “el debido control de las normas de vertimiento por parte de cada usuario, se deberá tener en cuenta cuando la captación y la descarga se realicen en un mismo cuerpo de agua (...)”<sup>60</sup>.

Es necesario entender que estas normas sobre vertimientos se encuentran definidas por el artículo 72 del cual nos señala los requerimientos pertinentes para los vertimientos de agua como se evidencia en la Tabla 16 y el artículo 74 acerca de “las concentraciones para el control de la carga de las siguientes sustancias de interés sanitario”<sup>61</sup>, tal cual como se demuestra a continuación en la Tabla 17:

---

<sup>58</sup>Ibíd., 16 p.(Acuerdo 8 de 2004)

<sup>59</sup>Ibíd., 16 p. (Acuerdo 8 de 2004)

<sup>60</sup>COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1594 de 1984 (23 de julio de 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Bogotá D.C., 1984. 22 p.

<sup>61</sup>Ibíd., 23 p.

**Tabla 17:** Requerimientos para vertimientos de los cuerpos de agua

REFERENCIA	USUARIO EXISTENTE	USUARIO NUEVO
<b>pH</b>	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
<b>Temperatura</b>	≤40°C	≤40°C
<b>Material Flotante</b>	Ausente	Ausente
<b>Grasas y aceites</b>	Remoción ≥ 80% en carga	Remoción ≥ 80% en carga
<b>Sólidos suspendidos o industriales.</b>	Remoción ≥ 50% en carga	Remoción ≥ 80% en carga
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO</b>		
<b>Para desechos Industriales</b>	Remoción ≥ 20% en carga	Remoción ≥ 80% en carga

Fuente: Decreto 1594 de 1984 Nivel Nacional (consultado el 16 de octubre de 2014) [Disponible en] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>

Carga máxima permisible (CMP), de acuerdo con lo establecido en los artículos 74 y 75 del presenta Decreto.

En la tabla 18 que se muestra a continuación se establecen las concentraciones para el control de la carga de las sustancias de interés sanitario del artículo 74 del presente decreto.

**Tabla 18.** Concentraciones de carga a nivel sanitario

Sustancia	Expresada como	Concentración (mg/l)
<b>Arsénico</b>	As	0.5
<b>Bario</b>	Ba	5.0
<b>Cadmio</b>	Cd	0.1
<b>Cobre</b>	Cu	3.0
<b>Cromo</b>	Cr <sup>+6</sup>	0.5
<b>Compuestos fenólicos</b>	Fenol	0.2
<b>Mercurio</b>	Hg	0.02
<b>Níquel</b>	Ni	2.0
<b>Plata</b>	Ag	0.5
<b>Plomo</b>	Pb	0.5
<b>Selenio</b>	Se	0.5
<b>Cianuro</b>	CN-	1.0
<b>Difenil policlorados</b>	Concentración de agente activo	No detectable
<b>Mercurio orgánico</b>	Hg	No detestable

**Tabla 18. Continuación**

<b>Tricloroetileno</b>	<b>Tricloroetileno</b>	<b>1.0</b>
<b>Cloroformo</b>	Extracto Carbón	1.0
	Cloroformo (ECC)	
<b>Tetracloruro de Carbono</b>	Tetracloruro de Carbono	1.0
<b>Dicloroetileno</b>	Dicloroetileno	1.0
<b>Sulfuro de Carbono</b>	Sulfuro de Carbono	1.0
<b>Otros compuestos organoclorados, cada variedad</b>	Concentración de agente activo	0.05
<b>Compuestos organofosforados, cada variedad</b>	Concentración de agente activo	0.1
<b>Carbamatos</b>		0.1

**Fuente:** Decreto 1594 de 1984 Nivel Nacional (consultado el 20 de noviembre de 2014) [Disponible en] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>

En respuesta a lo anterior conocer estos datos nos implica el llevar a cabo de acuerdo al **artículo 75, 76, 77 y 78** mostrados a continuación, cuales son adecuados para la realización de análisis de variables que son necesarias para establecer si en verdad hay un aumento de la carga del afluente, en relación a estos vertimientos.

**ARTICULO 75.**<sup>62</sup> La carga de control de un vertimiento que contenga las sustancias que son vertidas en el cauce del río en cuestión, se calculará mediante la aplicación de las siguientes ecuaciones:

$$A = (Q) (CDC) (0.0864) \quad B = (Q) (CV) (0.0864)$$

**Parágrafo 1.** Para los efectos de las ecuaciones a que se refieren el presente artículo adóptense las siguientes convenciones:

A: Carga de control, Kg/día

Q: Caudal promedio del vertimiento, L/seg

B: Carga en el vertimiento Kg. /día.

CDC: Concentración de control, mg/1.

---

<sup>62</sup>Ibíd., 26 p.

CV: Concentración en el vertimiento, mg/l.

0.0864: Factor de conversión.

**Parágrafo 2.** La carga máxima permisible (CMP) será el menor de los valores entre A y B.

**ARTÍCULO 76.**<sup>63</sup> Cuando la carga real en el vertimiento sea mayor que la carga máxima permisible (CMP), aquella se deberá reducir en condiciones que no sobrepase la carga máxima permisible.

**ARTICULO 77.**<sup>64</sup> Cuando el caudal promedio del vertimiento se reduzca y por consiguiente la concentración de cuales quiera de las sustancias previstas en el artículo 74 se aumente, la carga máxima permisible (CMP) continuará siendo la fijada según el parágrafo 2 del artículo 75 del presente Decreto.

**ARTICULO 78.**<sup>65</sup> El control del pH, temperatura (T), material flotante, sólidos sedimentables, caudal y sustancias solubles en hexano, en el vertimiento, se hará con base en unidades y en concentraciones. El de los sólidos suspendidos y el de la demanda bioquímica de oxígeno con base en la carga máxima permisible (CMP), de acuerdo con las regulaciones que establezca la EMAR (Entidad encargada del manejo y administración del recurso).

Por otro lado es pertinente que se tengan en cuenta otros artículos definidos por algunos apartes de este mismo decreto, en cuanto a la situación de los desechos de residuos, como del tratamiento de los mismos, para ello es pertinente el acomodarlos a la situación de esta tesis, como el regirse en que se cumpla por lo estipulado en sus artículos 86 que habla acerca de que “en toda edificación, concentración de edificaciones o desarrollo urbanístico, turístico o industrial fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado público, deberá dotarse de sistemas de recolección y tratamiento de residuos líquidos conforme a las normas especiales que para cada caso señalen el mismo y la EMAR correspondiente.”<sup>66</sup>.

### **6.3.3 NTC-ISO 5667-10 (Gestión ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Guía para el muestreo aguas residuales)**

---

<sup>63</sup>Ibíd., 26 p.

<sup>64</sup>Ibíd., 26 p.

<sup>65</sup>Ibíd., 26 p.

<sup>66</sup>Ibíd., 27 p.

Según esta normatividad está definida como el muestreo de aguas residuales tanto las presentadas a nivel doméstico como industrial, es decir “el diseño de programas y técnicas de muestreo para la recolección de muestras. Cubre las aguas residuales en todas sus formas, o sea, las aguas residuales industriales y las aguas residuales domésticas tratadas y sin tratar”<sup>67</sup>. Del cual dentro del ámbito que acoge esta investigación será de gran relevancia, en lo que respecta a la toma de muestras a lo largo de la rivera del río Bogotá, entre los municipios que van a hacer objeto de estudio, puesto que es allí donde más se presentan los vertimientos de aguas residuales por parte de las industrias curtidoras aledañas a estas.

#### **6.3.4 DECRETO 2811/74**

Dentro de las normativas a no olvidar en cuenta en esta investigación, se encuentran las que tienen que ver con la disponibilidad de los residuos sólidos de una industria y en especial de las industrias de curtido, de ahí que se hallan escogido algunas normas representativas del presente decreto acerca del código de los recursos naturales renovables.

En primer lugar como ha de saberse en toda industria de curtiembre siempre existe un sin número de vertimientos que ampliamente son arrojados, por lo que a manera de que se llegue a una disminución de esto se es necesario que se cumplan con lo estipulado en los artículos 34, 35, 36. En donde el primero nos habla de “utilizar los mejores métodos para la recolección, tratamiento, procesamiento o disposición final de residuos, basuras, desperdicios, y desecho de cualquier clase”<sup>68</sup>. Ya el segundo nos compete a que la industria proponga unos parámetros en cuanto al control de estos vertimientos por medio de unas prohibiciones que de alguna manera consisten en que “se prohíbe descargar, sin autorización, los residuos, basuras, desperdicios y desechos que deterioren los suelos o causen daño o molestia a individuos o núcleos humanos”<sup>69</sup>.

En cuanto al último artículo hace mención de algunos consejos para la disposición o procesamiento final de las basuras producto de las industrias, como es el utilizarse preferiblemente “los medios que permitan evitar el deterioro ambiental,

---

<sup>67</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Gestión ambiental: Calidad del agua muestreo, Muestreo, Muestreo de aguas residuales. NTC-ISO 5667-10. Bogotá D.C.: El instituto, 1995. 3 p.

<sup>68</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 2811 de 1974 (Diciembre 18 de 1974). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá D.C., 1974. 5 p.

<sup>69</sup> Ibíd., p. 5-6

reutilizar sus componentes, producir nuevos bienes o restaurar o mejorar los suelos.”<sup>70</sup>

### **6.3.5 LEY 9 DE 1979**

Otro de las normativas a lo cual esta investigación debe enfocarse es al entender que como se habla de los impactos ambientales que ocasionan este tipo de curtiembres en el medio ambiente, se es pertinente y necesario el tener en cuenta el código sanitario nacional. En donde en primer medida los artículos que mejor se acomodan a esta problemática son los que hacen mención a las basuras, como son en el caso del artículo 24 que habla que “no se podrá almacenar a campo abierto o sin protección las basuras provenientes de las instalaciones”<sup>71</sup>, así mismo de lo que se menciona en el artículo 25 sobre que “solamente se podrán utilizar como sitios de disposición de residuos los predios autorizados por la autoridad.”<sup>72</sup>

### **6.3.6 DECRETO 1713/02**

Por ultimo en base a lo que tiene que ver a la normatividad que rige que se cumplan en cuanto al manejo del medio ambiente, se encuentra este decreto, el cual por medio de los diferentes artículos 14,15,16,17,18,20,23 y 125, hacen una concepción general acerca de la entrega de los residuos sólidos al servicio de aseo para la recolección evitando su contacto con el medio ambiente y con las personas encargadas de la actividad, colocarse en los sitios determinados, con una anticipación no mayor de 3 hr a la de recolección establecida para la zona.

---

<sup>70</sup>Ibíd., 6 p.

<sup>71</sup>COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 9. (Enero 24 de 1979). Por el cual se dictan medidas sanitarias. Bogotá D.C., 1979. 2 p.

<sup>72</sup>Ibíd., 2 p.

## 7. DISEÑO METODOLOGICO

### 7.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

Este proyecto de investigación tendrá un enfoque cuantitativo teniendo en cuenta que mediante la recolección de datos y el análisis de los mismos es que se evaluarán las descargas provenientes de las industrias de curtiembres, de acuerdo a la normatización que regule este tipo de vertimientos.

### 7.2 TIPO DE INVESTIGACION

En este proyecto investigativo se podrán evidenciar tres tipos de investigación, en primer lugar a nivel experimental, en segundo lugar a nivel descriptivo, y por último a nivel evaluativo.

**Investigación experimental:** este proyecto de investigación será de tipo experimental porque, se tomaran muestras de las descargas de estas industrias en campo y serán llevadas a laboratorio donde se les harán diferentes ensayos.

**Investigación descriptiva:** este proyecto de investigación será de tipo descriptivo porque, se hará una identificación de los procesos, insumos y tecnologías que se utilizan en este tipo de industrias.

**Investigación evaluativa:** este proyecto de investigación también será de tipo evaluativo porque, con base en los resultados de los ensayos de laboratorio se analizaran estos resultados evaluándolos de acuerdo a la normatización correspondiente.

### 7.3 DISEÑO MUESTRAL

#### 7.3.1 POBLACION

En el análisis de la incidencia de los procesos operativos de una industria curtiembre entre los municipios de Villapinzón y Choconta, la población serán todas las familias que viven a lo largo de la rivera del rio Bogotá desde los municipios de Villapinzón y Choconta, así también todas las industrias curtidoras de la zona y el personal de las mismas. Y los entes encargados de regular este tipo de industrias y las descargas que estas vierten al rio Bogotá.

### **7.3.2 MUESTRA**

Las muestras que se tomara como objeto de estudio en esta investigación constatará de la toma en una industria curtidora alojada a lo largo de la ribera del río Bogotá entre los municipios de Villapinzón y Choconta, del cual como criterio a tenerse en cuenta como escogencia de estas, se refirió con que la industria contara dentro de su funcionamiento operacional con el uso de una planta de tratamiento para las descargas producidas por la misma, para lo cual al ser esta una zona con varias industrias de este tipo, son pocas las que cuentan con estos medios, por lo que así se redujo de manera significativa el grupo de industrias, también se escogió esta zona debido a la gran importancia que tiene esta problemática de la zona y su gran impacto que genera al río Bogotá.

### **7.3.3 VARIABLES**

#### **7.3.3.1 Variables dependientes**

Será la confiabilidad y la ampliación de la información producto de la cantidad y calidad de los diferentes ensayos de DBO, DQO, sólidos suspendidos totales, entre otros hechos a las descargas de estas industrias curtidoras.

#### **7.3.3.2 Variables independientes**

Serán los números de ensayos hechos en esta investigación así también como la cantidad de comparaciones o evaluaciones de los resultados obtenidos de acuerdo a diferentes reglamentos y normas que regulen este tipo de vertimientos.

#### **7.3.3.3 Variables cualitativas**

- Personal de estas industrias.
- Volúmenes de residuos sólidos y líquidos de las descargas de estas industrias.
- Organización de los procesos y fases de estas industrias.

#### **7.3.3.4 Variables cuantitativas**

- DBO

- DQO
- Sólidos suspendidos totales
- Materia orgánica
- Grasa y aceites
- Sólidos disueltos totales
- Temperatura
- Caudal
- Contenido de cromo

#### 7.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño de la muestra en **muestreo puntual** se calcula con la fórmula siguiente (Spigel 1978:161):

Dónde:

**n**= tamaño de la muestra

**no**= tamaño de la muestra aproximado

$$n = \frac{no}{1+no/N}$$

**N**= tamaño de la población bajo estudio

#### 7.5 TIPO DE MUESTREO

**Muestreo puntual:** Se utilizará este tipo de muestreo ya que se conseguirá identificar en principio los lugares donde se lleva a cabo las descargas de entrada y salida de las descargas de la industria curtiembre.



## 7.6 FASES DE LA INVESTIGACION

<b>1. Caracterización de los procesos, tecnologías, e insumos utilizados por un tipo de industria Curtiembre ubicada entre los municipios de Villapinzón y Choconta.</b>	<b>1.1. Visita de campo para identificar la industria curtiembre que será estudiada, ubicada entre los municipios de Villapinzón y Choconta</b>
	1.2. Descripción de los diferentes procesos de la industria curtiembre seleccionada
	1.3. Identificación del sistema operativo de la curtiembre al igual que los diferentes procesos, tecnologías, e insumos que se utilizan en la industrias Curtido de Colombia
	1.4. Registro paso a paso del tratamiento de los residuos vertidos por la industria curtiembre en la PTAR(Planta de Tratamiento de aguas Residuales)
	1.5. Balance de masas de la industria Curtiembre

<p><b>2. Realización de los ensayos de laboratorio de las muestras tomadas de las descargas vertidas, sobre el rio Bogotá de la industria.</b></p>	<p><b>2.1. Diseño muestral</b></p>
	<p>2.2. Tipificación de los diferentes parámetros de variables representativas para objeto de ensayo en laboratorio</p> <p>2.2. Realización de los ensayos de los diferentes parámetros tomados de las descargas de la industria curtiembre en campo y en el laboratorio. (<b>Procedimientos de laboratorio - Anexos 1 al 6</b>)</p>
<p><b>3. Resultados</b></p>	<p>3.1. Resultados de los ensayos de las muestras tomadas a la curtiembre seleccionada por el laboratorio. (<b>Véase anexo 7</b>)</p> <p>3.2. Análisis de la comparación de los resultados obtenidos en el laboratorio, de acuerdo a la normatización pertinente (Acuerdo 08 de 2004 y Decreto 1594 de 1984).</p>

**Fuente:** Autores

## 7.7 INSTRUMENTOS Y TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION

Dentro de las diferentes técnicas e instrumentos a utilizar en nuestro proyecto investigativo, se van a limitar a solo tres, lo que es la observación estructurada, el segundo por medio de la entrevista y la última por medio del análisis de documentos.

- **Observación estructurada:** Esta técnica será utilizada dentro del presente proyecto investigativo, en la manera en que se recolectaran de manera directa los datos de los diferentes ensayos de laboratorio, además de requerir por medio de algunos implementos como termómetro, cronometro, pHmetro, entre otros, él poder ser capaces de ir registrando lo que pasa con ello.
  
- **Entrevista:** Porque es de vital importancia adquirir información a través de la experiencia de personas expertas en el tema que han trabajado largo tiempo en este tipo de industrias de curtido, como es el caso al personal de la industria estudiada (Curtidos de Colombia).
  
- **Análisis de documentos:** Esta técnica va a hacer clave en la presente investigación, en cuanto a búsqueda relevante en casos donde al investigador se le haya olvidado tener en cuenta un proceso previo al comienzo de la experimentación, como también servir de soporte a lo largo de todo el proceso investigativo en cuanto a marco conceptual, como teórico.

## **8. METODOLOGIA**

### **8.1 Caracterización de los procesos, tecnologías, e insumos utilizados por un tipo de industria curtiembre ubicada entre los municipios de Villapinzón y Choconta (FASE 1)**

#### **8.1.1 ACTIVIDAD (1.1) Visita de campo para identificar la industria curtiembre que será estudiada, ubicada entre los municipios de Villapinzón y Choconta**

Para analizar la incidencia de las diferentes descargas vertidas por una industria, sobre el rio Bogotá, se hace meritorio en primer lugar establecer la industria curtiembre del cual fue seleccionada. El cual en esta primera actividad se identificó de las muchas industrias curtiembres establecidas entre los municipios de Villapinzón y Choconta el precisarse una de ellas, con objeto de la realización de la presente investigación, como se presenta en los puntos 6.2.1 y 6.2.1.2 mostrados en el marco geográfico de presente proyecto.

#### **8.1.2 ACTIVIDAD (1.2) Descripción de los diferentes procesos de la industria curtiembre seleccionada**

Para esta segunda actividad, dentro de la visita a la industria que fue objeto de esta investigación se realizaron unas entrevistas que fueron grabadas y registradas, al personal de la industria denominada Curtidos de Colombia S.A., con el fin de conocer el paso a paso de todos los procesos operativos de esta industria así como la técnica, medidas de seguridad, y tecnologías entre otras cosas.

#### **8.1.3 ACTIVIDAD (1.3) Identificación del sistema operativo de la curtiembre al igual que los diferentes procesos, tecnologías, e insumos que se utilizan en este tipo de industrias**

En esta tercera actividad de esta Fase 1, se precisó en cuanto a los diferentes procesos industriales, tecnologías e insumos que se utilizan, en la industria (Curtiembre de Colombia S.A.) en particular, y a través de la experiencia del personal que trabaja en esta industria y del ingeniero ambiental encargado del funcionamiento general de la industria curtiembre, el realizarse una tabla donde se especifica por orden cuales son los procesos operativos que se gestionan en esta industria como se pueden observar en el Esquema 4 mostrado en los resultados obtenidos, la respectiva duración de tiempo, al igual que la maquinaria o equipos

utilizados en cada proceso, así como cuales son los insumos y su cantidad respectiva, de además mencionarse los residuos líquidos y sólidos que se generan en cada proceso, se observan en la Tabla 19 que se muestra en los resultados obtenidos.

#### **8.1.4 .ACTIVIDAD 1.4- Registro paso a paso del tratamiento de los residuos vertidos por la industria curtiembre en la PTAR (Planta de Tratamiento de aguas Residuales)**

Se realizó un registro fotográfico como se muestra en las imágenes 19 a 26 de este proyecto y una esquematización del paso a paso del tratamiento de los residuos vertidos por la industria curtiembre en la PTAR como se puede observar en el Esquema 5 y 6 del presente proyecto.

#### **8.1.5 ACTIVIDAD (1.5) Balance de masas de la curtiembre Curtidos de Colombia S.A.**

En cuanto a la manera de cómo fueron realizados entre los diferentes procesos de curtido la proporción de residuos obtenidos, como del nivel de insumos a utilizar, el darse un análisis muy general de la proximidad en que estos se presenta a través de un balance de masas, para lo cual para ello fue necesario el remitirnos al manual de “balance de materia en el procesamiento del cuero” de los autores J. Buljan, G. Reish, J. Ludvik en trabajo para la “UNIDO” (United Nations Industrial Development organization), en cuanto a la toma de datos referentes a la estimación realizada de insumos por etapas, donde el cual el manual connota que “las cifras, sin embargo, se derivan de varias, datos específicos de taller, la experiencia y las estimaciones de personal, así como de la literatura.”<sup>73</sup>, como también de la información suministrada por la base de datos de la CIIU (Clasificación Internacional Industrial Uniforme) denominada esta “Sistema de información para la evaluación ambiental de sectores productivos”<sup>74</sup>, permitió con base a los datos obtenidos por la UIS-IDEAM (Universidad Industrial de Santander-Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), a partir de información bibliográfica y de campo en relación a la actividad industrial del

---

<sup>73</sup>BULJAN, J; REISH G Y LUDVIK, J. comps. Mass balance in leather processing. United Nations Industrial Development Organization. Procesos industriales Virtual Pro No 62 ISSN 005-56376, Iberoamérica 2000. p 3-16.

<sup>74</sup> Clasificación Internacional Industrial Uniforme – CIIU [online].Texinfo. [Bogotá, Colombia]. 2000. [Citado 6 de abril de 2015]. Proceso de producción: Curtido y Acabado de cueros identificada con el C.I.I.U 323101. Desarrollado en la web:<[http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/323101/323101\\_eca.htm](http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/323101/323101_eca.htm)>

curtido, en cuanto al procesamiento de 1 ton de cuero, el poder tomarse como referencia para el desarrollo del Balance de masas de la industria a estudiar.

## **8.2 Realización de los ensayos de laboratorio de las muestras tomadas de las descargas vertidas, sobre el rio Bogotá de la industria (FASE 2)**

### **8.2.1 ACTIVIDAD (2.1)- Diseño muestral**

Se estableció el diseño muestral como se observa en los puntos 7.4 a 7.5 del diseño metodológico de este proyecto.

### **8.2.2 ACTIVIDAD (2.2)-Tipificación de los diferentes parámetros de variables representativas para objeto de ensayo en laboratorio**

Con la asesoría de nuestro asesor disciplinar Se escogieron los parámetros fisicoquímicos más importantes en la medición de aguas residuales para industrias curtiembres los cuales fueron los siguientes.

- DBO5
- DQO
- GRASAS Y ACEITES
- SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES
- SOLIDOS DISUELTOS TOTALES
- pH
- TEMPERATURA
- CAUDAL
- CANTIDAD DE CROMO

### **8.2.3 ACTIVIDAD (2.3)-Realización de los ensayos de los diferentes parámetros tomados de las descargas de la industria curtiembre en campo y en el laboratorio**

En los respectivos laboratorios que se elaboraron, referente a las descargas de aguas residuales vertidas por la industria curtiembre Curtidos de Colombia S.A.), de acuerdo a los parámetros físico-químicos de: grasas y aceites, demanda biológica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), cromo total, cromo hexavalente, solidos disueltos totales, solidos suspendidos totales, pH y temperatura. Se decidieron llevar a cabo por el laboratorio (Ingeniería Medio Ambiente Ltda.), puesto que esto se dio con el objetivo de que los diferentes

resultados adquiridos tengan un alto grado de precisión, en torno a que los datos demostrados se utilicen con la cual diferentes entes de control, permitan redefinir nuevamente esta información, para determinar qué tipo de manejos y proyectos se pueden implementar, buscando una óptima solución al problema de contaminación del río Bogotá.

Dentro de la realización de los diferentes ensayos de laboratorio, fue necesario para ello el uso de diferentes métodos para la medición de los diferentes parámetros físico-químicos, así como a continuación presentarse un análisis, sobre la importancia del método, al igual que algunas imágenes presentadas acerca del seguimiento realizados a los diferentes laboratorios en cuestión, para así demostrar y asegurar la veracidad con la que fueron realizados, sin embargo cabe aclarar que en cuanto a los parámetros a seguir para la toma de los resultados, estos se encuentran tratados como anexos, debido precisamente a que estos, hacen parte de información propia del laboratorio.

### **8.3 ACTIVIDAD (3.2)- Análisis de la comparación de los resultados obtenidos en el laboratorio, de acuerdo a la normalización pertinente (Acuerdo 08 de 2004 y Decreto 1594 de 1984) (FASE 3)**

#### **8.3.1 Análisis respecto al decreto 1594 de 1984**

Se realizó la comparación de los porcentajes de remoción de los parámetros establecidos en el artículo 72 con los porcentajes de remoción basados en los resultados de los ensayos de laboratorio como se muestra en la Tabla 20 , así como también se comparó los requerimientos de la sustancia de interés del artículo 74 que es el cromo hexavalente con el resultado de la medición de cromo en el laboratorio como se muestra igualmente en la Tabla 20, y se calculó de acuerdo artículo 75 del presente decreto la carga máxima permisible de cada sustancia de interés sanitario presentes en el artículo 72 y 74, como se muestra en el numeral 9.6.1.1., de este proyecto.

#### **8.3.2 Análisis respecto al Acuerdo 08 de 2004 de la corporación autónoma regional de Cundinamarca – CAR**

Se realizó la comparación de los resultados obtenidos en el laboratorio, hechos a los vertimientos industriales de entrada y salida de la planta de tratamiento de esta industria curtiembre, con los parámetros establecidos en el artículo 1 del presente decreto, la cual se puede observar en la Tabla 23 del numeral 9.6.2 presente en este proyecto.

## **9. RESULTADOS**

### **9.1 Descripción de los procesos de la industria**

Dentro de la visita a la industria que fue objeto de esta investigación, a continuación se hace la descripción de cada uno de los procesos operativos los cuales fueron producto de información adquirida por parte de la industria denominada Curtidos de Colombia, y también en parte por personal de esta misma.

#### **9.1.1 Etapa de ribera**

##### **9.1.1.1 Recepción de pieles**

En cuanto al manejo de recepción de pieles la industria generalmente trabaja con piel bobina proveniente de la zona del Cesar, del cual luego de que esta ya ha sido sometida a un proceso preliminar como lo es el haber pasado por el matadero y luego al frigorífico, pasa ya por último a la industria en donde es recibida, a continuación se comienza en el momento en que las pieles son recibidas son sometidas a un proceso de conservación por medio de la adición de sal marina<sup>75</sup>, debido a que es un sistema muy eficaz y económico en cuanto a la preservación parcial de la piel, este proceso generalmente la industria lo realiza de forma en que la sal marina quede completamente extendida en la superficie del lado carnosos de la piel, dejando que así actúe por un tiempo para que se diluya y quede en conserva dentro de la estructura interna de la piel, mientras esto ocurre, por lo general se van apilando para que el nivel de sal sea más consistente, como se muestra a continuación en la Imagen 6 acerca de una pila de pieles en conservación por sal.

---

<sup>75</sup>Sal marina: Se obtiene del agua de mar cuyo tenor en NaCl es del orden de un 3%.

## Imagen 6. Recepción de pieles



**Fuente:** Autores

La sal dentro de la industria es empacada y reutilizada para próximas recepciones de pieles, como también es usada como medio comercial tanto para otras industrias curtidoras, como para la fabricación de jabones.

### 9.1.1.2 Lavado

Una vez sacudidas las pieles éstas se cargan en los fulones donde el uso de agua es incondicional para estos procesos, del cual en promedio son utilizados entre un 250 a 300% de agua por piel en un tiempo estimado de 1 hora, para lo cual luego se producen las descargas donde se remueven no solo la sal contenida aun sino además el material orgánico que todavía se encuentra, como lo es la sangre, tierra, estiércol, grasas, entre otros compuestos, donde se logran producir efluentes con altas cargas contaminantes.

### 9.1.1.3 Remojo

En esta etapa se les hace un proceso de humectación, para lo cual para ello nuevamente en el mismo fulón donde se realizó el proceso de lavado, las pieles se le vuelve a dar la consistencia de una piel fresca es decir que vuelvan a su estado de hinchamiento natural, para lo cual durante periodos cortos para un tiempo estimado total de 5 horas, se van agregando diferentes insumos tensoactivos como lo es el hipoclorito y soda caustica esta última con el fin de eliminar los Coliformes, las bacterias y los microorganismos de la piel, de además el uso de

enzimas de humectación, en cuanto al consumo de agua la industria utiliza cantidades reducidas de agua en cuanto un consumo inicial de aproximadamente una quinta parte utilizada en el proceso anterior. Esta descargas producto de este proceso tienen igual disposición que las del proceso anterior, pero a diferencia de que estas conllevan cargas contaminantes de hipoclorito e insumos tensoactivos. En la Imagen 7 que se muestra a continuación se aprecia un fulón utilizado en ese momento en los procesos de lavado y remojo de los apartes 9.1.1.2 y 9.1.1.3.

**Imagen 7.** Fulón de lavado



**Fuente:** Autores

#### **9.1.1.4 Pelambre**

Esta etapa se realiza igualmente en los fulones agregando Cal y Sulfuro de sodio, un agente antiarrugas, y una enzima de pelambre, en un tiempo estimado de 5 horas en donde se remueven el pelo junto con la epidermis haciendo un depilado, es importante entender que debido a estos insumos utilizados para este proceso en específico se hace con el fin de preparación del cuero para los procesos posteriores como el curtido. La industria curtiembre en gran medida este proceso de pelambre es relativamente corto puesto que trabajan comúnmente con pieles frescas. Los efluentes generados en estos procesos son conducidos a la PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales) a través de un sistema alcantarillado en la industria, generalmente este proceso dentro de esta industria curtiembre es el que más produce residuos tanto sólidos como líquidos.

### 9.1.1.5 Descarne y Desorillo

Este proceso las pieles en primer lugar son sometidas a un corte manual con el uso de machetes para la remoción de las orejas, cola, cuernos y pezuñas, del cual se tiene especial cuidado en eliminar los restos de epidermis; luego las pieles son llevadas a una maquina descarnadora (Imagen 8), en la que se retira por medio de ella parte de la carne y sebo de la piel. En este proceso se generan residuos sólidos a los que se les denomina unche, de además estos residuos son conducidos a la PTAR y el lodo que generalmente se genera se utiliza como abono para el uso en pastos, como de la comercialización de sebo. En la Imagen 8 que se muestra a continuación se aprecia la maquina descarnadora.

**Imagen 8.** Maquina descarnadora



**Fuente:** Autores

### 9.1.1.6 Dividido

En este proceso luego de que las pieles hayan pasado por el proceso de pelambre, estas son llevadas a una maquina divididora, donde se separa la flor de la carnaza del cual una vez divididos estas dos, la carnaza es comercializada para la fabricación en diferentes usos como lo es en guantes, zapatos, juguetes caninos entre otros usos, la flor ya separada proveniente del dividido, sigue al proceso de desencalado para posteriormente seguir con el proceso de curtido. Este proceso

generalmente la industria lo opera de manera que el dividido quede en tripa es decir en estado de descarnado, usualmente ellos de esta manera han logrado obtener divididos de gran calibre con el fin de que la adición de químicos penetren mejor, obteniendo cueros de mejor calidad, por lo general la velocidad de operación es de 20 a 30 metros/min. En la Imagen 9 que se muestra a continuación se aprecia la maquina divididora.

**Imagen 9.** Maquina divididora



**Fuente:** Autores

## **9.1.2 Etapa de Curtido**

### **9.1.2.1 Desencalado**

Este proceso busca que se elimina la alcalinidad retirando la cal y el sulfuro de sodio utilizados en el pelambre, debido a que en el proceso de curtición se debe hacer a un pH bajo. El desencalado se realiza en diferentes momentos.

En un primer momento al igual que en los procesos anteriores se ha de realizar en fulones, donde se agrega en aproximación un 200% de agua en relación con el peso de la piel tratada, en donde en proporción a esta misma se adiciona el desencalante sintético(Sulfato de Amonio), durante un tiempo estimado de 30 min, generalmente esta es una técnica de desencalado que la industria utiliza en baños muy cortos o casi secos, en donde se es posible apreciar un rápido

deshinchamiento, del cual resulta muy útil para la reducción de tiempos y estructuración de pieles.

En el segundo momento se vuelve a agregar agua pero en menor proporción siendo esta una cuarta parte de lo que se introdujo al principio, luego se agrega metabisulfito, y nuevamente en este caso adicionamos un nuevo desescalante PH4 durante 1 hora y más tarde el sellanon (purga) para que haya un ajuste del pH, este proceso también tiene duración de 1 hora. En cuanto al proceso de desescalado se comprueba que la buena neutralización del hidrato de calcio quede sin color obteniendo así un pH entre 8- 8.2, por lo que esto indica que hubo un desescalado total.

### **9.1.2.2 Piquelado**

Este proceso es realizado dentro del fulón de desescalado para lo cual antes de comenzar, realizan una prueba previa que consiste en un chequeo organoléptico o una prueba de huella del cual por medio de la presión dactilar en la flor de la piel comprueban que la huella quede marcada para continuar con el proceso de piquelado, cuando verifican que cumple con este criterio, comienzan realizando un procedimiento de piquelado con sal de mar molida durante unos 20 min, asegurándose que la concentración quede en un intervalo entre 6-7 Be, sin embargo para ello ha de aseverar que en principio las pieles hayan sido remojadas en agua durante un tiempo estimado de 50 min con una proporción del 50% de piel tratada, continuo a esto se adicionan los diferentes ácidos piquelados como el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(Ácido Sulfúrico) generalmente muy trabajado por la industria puesto que se producen pieles muy gruesas y algo pesadas, como del aditamento de HCOOH(Acido Fórmico) muy utilizado en combinación con el anterior, todo esto por un tiempo de 3 horas.

Por último se procede a realizar un control de piquelado en donde por medio de la toma de pH, se observa que el grado de penetración de ácido usado para piquelar se obtenga entre un rango de entre 3 a 3.2, claro que para determinar que se encuentra en un rango confiable, se procede por medio del uso de una escala de verde bromocresol<sup>76</sup> aplicado sobre un corte transversal de la piel a que se evidencie un color amarillo. En cuanto a la finalidad que se busca es acidificar hasta un determinado pH, las pieles en tripa para así bajar los niveles de contracción de los diversos agentes.

---

<sup>76</sup>Escala fotométrica, que va de verde amarillento a más oscuros cuando falta aún más rotación o dosificar más ácido.

### **9.1.2.3 Curtido**

El proceso de curtido tiene lugar en fulones distintos a los que se llevó a cabo el proceso anterior, donde en principio por medio de la adición de sales de cromo(sulfato de cromo) se facilita así la obtención en gran mayoría de tipos de cuero y su facilidad para trabajarse, por lo que se comienza a efectuarse en un curtido en un solo baño, donde para ello la industria lo realiza en dos tiempos con el cual busca que durante el transcurso de 1 hora en comienzo dejando el fulón en rotación, con el objeto que el cromo se estabilice y se adhiera a la estructura de la piel, una vez ya incorporado el curtiente de cromo, adicionamos nuevamente una solución de sulfato de cromo sirviendo como balsificador, durante otra hora asegurándose de que no solo se refuerce esta fijación sino que además se permita la buena penetración, sin duda alguna debido a que anteriormente en los procesos de piquelado la industria uso ácido fórmico(HCOOH) y sal de cromo en cuanto al emplearse para balsificar, permite que se obtengan menor contenido de cromo en la piel, como de que se corra el riesgo de una sobrecurtición. Continuo a esto se procede con el control de los procesos de Wet-blue por lo que el cuero se debe someter a la adición de fungicidas(Taurocide 30) por un tiempo de 30 minutos para evitar que el largo tiempo de exposición y de almacenamiento dentro del fulón genere hongos. Las descargas de estos procesos tienen lugar en los tanques de precipitación de cromo para su correspondiente tratamiento.

### **9.1.3 Etapa de Postcurtido**

#### **9.1.3.1 Neutralizado**

El proceso de neutralizado se realiza en el mismo fulón en donde se realizó el proceso de curtido sin que se descargue los efluentes del anterior proceso con el objetivo de eliminar los ácidos libres formados, por lo que se comienza con el adición de un balsificante(Bicarbonato de sodio) comercialmente conocido como (Taurobas), para que disminuya los niveles de pH, este paso tiene una duración de 5 horas, con lo cual la industria busca generalmente que la penetración sea total en toda la superficie del cuero y uniforme, permitiendo así cueros más suaves, luego de ello se adiciona tal cual como se hizo en el proceso de curtido el fungicida, durante 3 horas para la eliminación de hongos, debido a que usualmente es un ambiente húmedo. Por ultimo para que cumpla con las normas de calidad se establece que el pH del cuero neutralizado se regule entre un rango de 3.7-3.9. Sin duda alguna gracias a que el bicarbonato se considera un balsificante suave da al curtido un color más celeste, como se puede evidenciar en la Imagen 10 que se puede observar a continuación.

**Imagen 10. Curtido Azul**



**Fuente:** Autores

### **9.1.3.2 Ecurrido**

Continuo al proceso de neutralizado el cuero es apilado en el suelo, con el cual se busca que las pieles en reposo continúen con la coordinación de la sal de cromo con el colágeno y se comience un proceso de deshidratado para que el curtido termine de adherirse, del cual conlleva a que se tenga un tiempo estimado de 3 horas tal y como se demuestra en la Imagen 11. Luego de ese tiempo para asegurarse de que el cuero pierda toda su humedad se es pasado hacia una maquina escurridora como se muestra en la Imagen 12, donde el cuero es sometido a un grado de presión con el objetivo de que se reduzca el contenido de humedad, siendo la perdida según como ha evidenciado este proceso la industria del ser entre el 70 a 80% de humedad, algo verdaderamente significativo teniendo en cuenta que el dividido fue realizado en tripa. Este proceso tiene una estimación de 5 horas.

**Imagen 11.** Pila de pieles curtidas en el suelo



**Fuente:** Autores

**Imagen 12.** Maquina escurridora



**Fuente:** Autores

### 9.1.3.3 Rebajado

En el proceso de rebajado luego de que las pieles ya han sido sometidas al proceso de escurrido, son llevadas a la maquina rebajadora con el cual se busca darle al cuero un calibre de entre 0,6 a 0,9mm principalmente para uso de confección, ya que generalmente los cueros que exportan son usados con la finalidad para hacer muebles, la industria procura que el trabajo dentro de la rebajadora sea haga de forma rápida y coordinada por cada piel durante un tiempo estimado de 5 minutos, la industria tiende a que en estos procesos las pieles no salgan con espesores iguales porque saben que en el proceso de medido pueden darle el arreglo deseado, de además el saber que esto en parte es debido a que los cueros que han sido sometidos al proceso en tripa tienden a dar este fenómeno en particular. Este proceso tiende a generar gran cantidad de residuos sólidos, siendo el más prominente el aserrín o ripio como suele connotarse como se muestra en la Imagen 13 que se observa a continuación, donde este es usado por la industria para la combinación con el sebo y usarlo para abono de las tierras.

**Imagen 13.** Aserrín prominente del proceso de Rebajado



**Fuente:** Autores

### 9.1.3.4 Secado

El siguiente proceso luego de que las pieles han sido sometidas al proceso de rebajado, se es sujeto los cueros a un proceso de secado, donde a través de unas

cámaras de secado al aire, permiten que el cuero llegue a un acabado final, donde generalmente la industria procura que sean conducidas a un cuarto amplio con gran fluidez de aire pero algo oscuro, con el fin de que la luz del sol evite hacer reaccionar los químicos que se encuentran predominantes aun en el cuero, el proceso dura en aproximación entre unas 5 a 10 horas, dependiendo de qué tan grande es el cuero, por lo que esto en parte obliga que en los procesos de medido y empacado, los tiempos sean algo reducidos, puesto que se debe cumplir con una cuota semanal. Como se demuestra en la Imagen 14 que se observa a continuación.

**Imagen 14.** Cámaras de secado

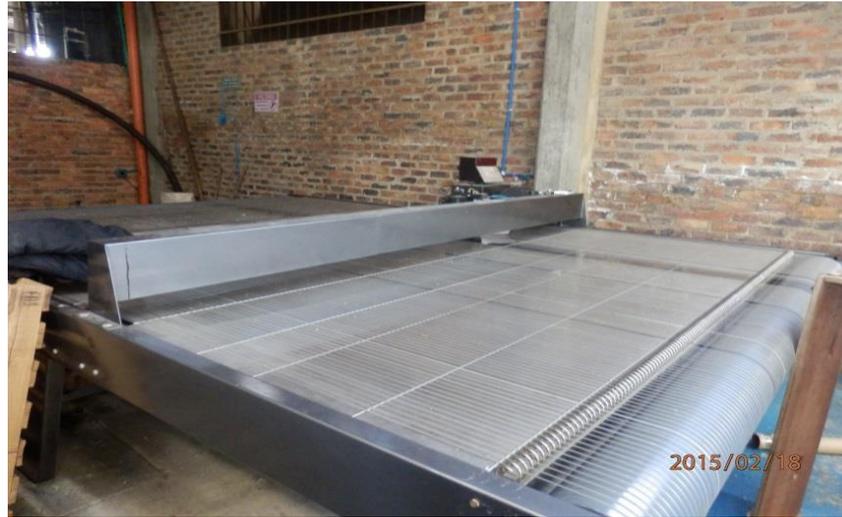


**Fuente:** Autores

### **9.1.3.5 Medición**

En este último proceso luego de que los cueros ya se han secado y perdido toda su humedad, son dirigidos a la Máquina de medido, en donde son ajustados en diferentes tamaños y se les da un recortado mucho más fino, ajustándose en sobre medida a el área de los bordes. Usualmente este sistema de medido la industria lo realiza en pies cuadrados al igual que muchas otras. El proceso en la medidora dura en aproximación 5 minutos por piel. Como se puede apreciar en la Imagen 15 que se observa a continuación.

**Imagen 15. Maquina medidora**



**Fuente:** Autores

#### **9.1.3.6 Empacado (transporte de pieles)**

Por último la industria toma los cueros ya terminados y los empaca dentro unos pacas, muy bien selladas con el fin de que en el momento del transporte no se dañen debido a las condiciones del ambiente, también trata de posicionarlos en el momento en que son llevados al camión sobre unos soportes de madera gruesos, con el fin de que no se maltraten los cueros inferiores, usualmente la industria procura marcar las diferentes pacas de cuero que produce en diferentes tamaños, con el fin de que no se revuelvan, como se observa en la Imagen 16 que se muestra a continuación.

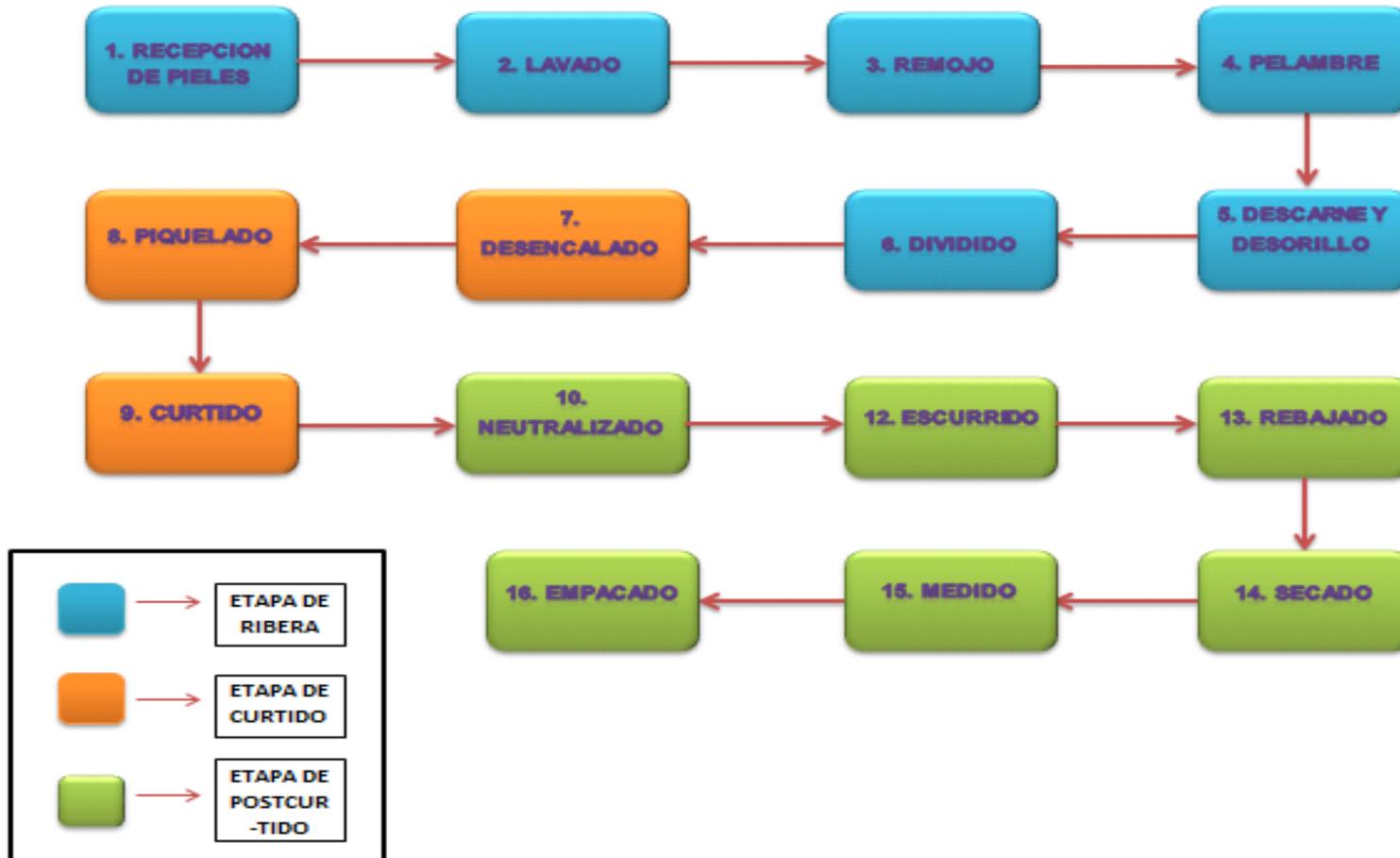
**Imagen 16.** Transporte de pieles



**Fuente:** Autores

En cuanto a los procesos industriales, tecnologías e insumos que se utilizan en esta industria curtiembre en particular, a través de la experiencia del personal que trabaja en esta industria y del ingeniero ambiental encargado del funcionamiento general de la industria Curtidos de Colombia, realizamos un esquema donde se especifica por orden cuales son los procesos operativos que se realizan en esta industria (Esquema 4), de además una tabla en la que se especifica la duración de tiempo al igual que la maquinaria o equipos utilizados en cada proceso, así como los diferentes insumos y sus cantidades respectivas usadas, como por ultimo mencionarse los residuos líquidos y sólidos que se generan en cada proceso, tal cual como se muestra en la Tabla 19 que se puede observar a continuación del Esquema 4:

**Esquema 4.** Diagrama de flujo procesos operativos (industria Curtidos de Colombia S.A.)



Fuente: Autores

**Tabla 19:** Sistema operativo, insumos, cantidad, tecnologías, tiempos, residuos líquidos y sólidos, industria Curtidos de Colombia.

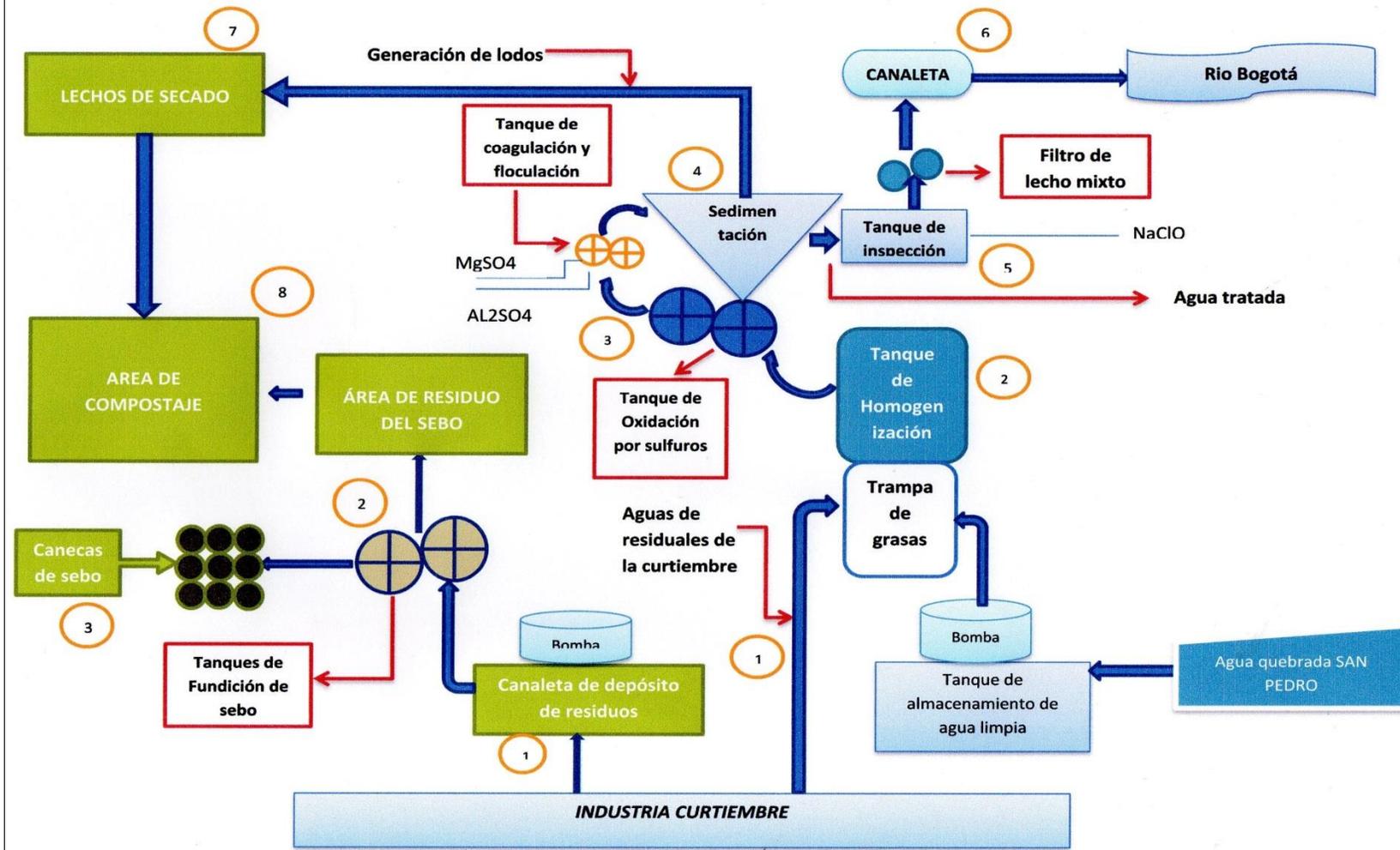
FASE	ETAPA	INSUMOS	Cantidad en kg por piel o % por kilo de piel	Tiempo de duración	Maquinaria o equipos utilizados	Residuos líquidos y sólidos
RIBERA	Recepcion de pieles	Sal de mar	0,30%			No genera
	Lavado	Agua	300%	1 hora	fulon	Se genera efluentes con cargas de estiércol, sal, grasas, tierra, sangre
	Remojo	Hipoclorito	0,05%	30 min	fulon	Se genera efluentes con cargas de la mismas disposición del proceso anterior pero además con insumos tensoactivos
		Soda caustica	0,10%	3 horas		
		Enzima de humectacion	0,1%	1 hora		
		Agua	1 kg	10 min		
	Pelambre	Cal	4%	5 horas	fulon	Se generan efluentes con cargas de cal, sulfuro de sodio y pelo, materia orgánica, lodos y enzimas
		Enzima de pelambre	0,2%			
		Antiarruga	0,25%			
Sulfuro de sodio		1,00%				
Descarne	No se utiliza	2kg	1 min	descarnadora	Se generan residuos sólidos de carne y sebo de la piel, y lixiviados del sebo que contienen sulfuros y cal(unche)	
Desorillo	No se utilizan	3kg	3 min	manual	Residuos sólidos, como la cola, orejas, cachetes, etc	
Dividido	No se utilizan	seco	1 min	divididora	Se producen residuos sólidos de recortes de piel	
CURTIDO	Desencalado	Agua	200%	30 min	fulon	Generan gran cantidad de efluentes con altas cargas contaminantes y alcalinas de los insumos utilizados en este proceso
		Sulfato de amonio	2%	15 min		
		Metabisulfito	0,15%	1 hora		
		Desencalante ph 4	1%	1 hora		
		Purga	0,25%	1 hora		
	Piquelado	Agua	50%	20 MIN	fulon	Generan gran cantidad de efluentes con altas cargas contaminantes y alcalinas de los insumos utilizados en este proceso
		Sal de mar	5%	20 min		
		Acido formico	0,60%	30 min		
		Acido sulfurico	1,00%	3 horas		
Curtido	Sulfato de cromo	3%	2 horas	bombo	Se generan efluentes con grandes cantidades de cromo y anteriores cargas contaminantes	
	Fungicida	0,09%	30 min			
POST-CURTIDO	Neutralizado	Balsificante	0,40%	5 horas	bombo	Se generan efluentes con cantidades de cromo y fungicidas que son muy contaminantes
		Fungicida	0,09%	3 horas		
	Escurrido	No se utilizan	0%	3 horas	en piso	Se generan efluentes en menor cantidad con las anteriores cargas contaminantes, también agua
	Rebajado	No se utilizan	0,4kg	5 min	rebajadora	Se generan gran cantidad de residuos sólido en forma de acerrín los cuales son denominado ripio de cuero
	Secado	No se utilizan	0%	5 horas	escurridora	No se generan residuos
	Medido	No se utilizan	0%	5 min	medidora	No genera residuos
Empacado	No se utilizan	0%	5 min	estibas	No genera residuos	

**Fuente:** Adaptado de la información obtenida por la industria Curtidos de Colombia con la información recopilada por nuestra autoría.

## **9.2 PTAR INDUSTRIA DE CURTIDOS DE COLOMBIA**

Dentro de la planta de aguas residuales del cual opta la industria curtidos de Colombia, consta de un sistema típico el cual a través de diferentes procedimientos busca garantizar la extracción de los diferentes compuestos orgánicos provenientes de la industria curtiembre, en donde por medio de una serie de tratamientos busca que los efluentes generados que van a ir a parar al río sean mínimos, tal cual como se describen y lo demuestra en el Esquema 5 que se observa a continuación en cuanto al sistema de funcionamiento de la PTAR(Planta de tratamiento de aguas residuales) de la curtiembre.

**Esquema 5.** Sistema de tratamiento de aguas residuales. (Industria Curtidos de Colombia S.A.)



Fuente: Autores

En cuanto al funcionamiento de como se hace el manejo de los residuos en la industria Curtidos de Colombia, en las imágenes que se mostraran en las páginas posteriores, básicamente consta de un sistema de tratamiento primario de aguas residuales, donde las aguas residuales provenientes de los diferentes procesos de la etapa de ribera a excepción de los residuos de descarnado, pasan a una tubería de drenaje, en la cual el agua residual es guiada hacia la planta de tratamiento, paralelamente mientras se hace este proceso, por medio de una bomba, los diferentes residuos de descarnado(unche), son enviados en primer lugar a una canaleta de depósito (Imagen 17), en la cual por medio de una bomba son llevados hacia el área de manejo de residuos de la planta.

Una vez las aguas residuales de la curtiembre se encuentran dentro de la planta de tratamiento, pasan por una trampa de grasas (Imagen 18) que busca retener sólidos de gran tamaño, al igual que diferentes grasas y aceites, posteriormente el agua es pasada hacia un tanque de homogenización (Imagen 19) el cual se lleva a cabo un proceso de mezclado, con el fin de que se mantenga la suspensión de la mayoría de los sólidos e iguale el pH de la mezcla. Entorno a la manera como la industria efectúa sus procesos de limpieza de los tanques del sistema de tratamiento, cuenta con unos tanques de almacenamiento de agua (Imagen 21), en donde toma el agua de la quebrada San Pedro, y con una bomba es conducida hacia estos tanques.

Luego de este paso el flujo de agua parcialmente tratada, pasa por unos tanques donde se es llevado a cabo los diferentes procesos de Oxidación de Sulfuro mediante catalizadores e inyección de Oxígeno (Imagen 20), para así estos efluentes son dirigidos nuevamente hacia unos tanque de coagulación y floculación (Imagen 22), del cual se agregan los diferentes productos químicos, como el sulfato de manganeso( $MgSO_4$ ) en una proporción de  $500\text{gr}/\text{m}^3$  para floculación, y Sulfato de Aluminio ( $Al_2SO_4$ ) para Coagulación para la neutralización del pH, con el fin de que se lleven a cabo los procesos de clarificación, posteriormente por gravedad pasan al sedimentador, un tanque cónico (Imagen 23) para facilitar la operación de culminar el proceso de separación de los sólidos del agua residual, donde ahí se comienza a hacer la separación de la fase líquida y sólida del proceso físico-químico de coagulación y floculación, que dejados en reposo comienzan a depositar el lodo donde este es situado en la zona inferior del tanque, y en seguida a través de un sistema de tuberías se es dispuesto sobre un lecho de secado (Imagen 25) para que se deshidrate y descarguen dentro del área de compostaje. El polímero catiónico comúnmente usado para este proceso, procura distribuirse al 0.5% cuando ya logra formarse una acumulación de floc<sup>77</sup> y el lodo se haya sedimentado.

---

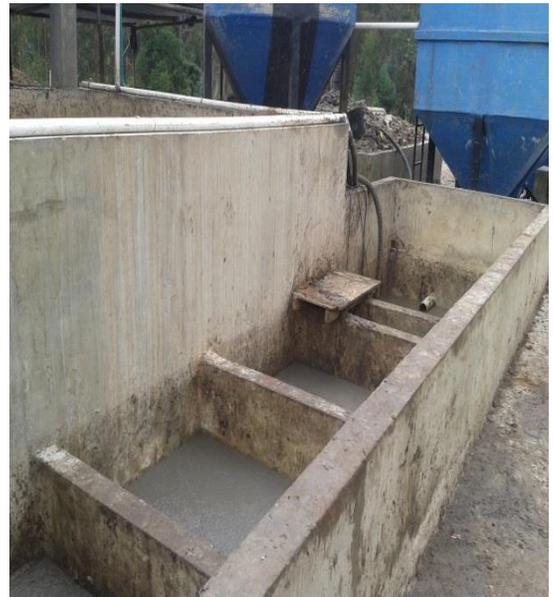
<sup>77</sup>Floc: Formado a partir de la formación de puentes químicos entre partículas, de modo que se origine una malla de coágulos tridimensional y porosa

El efluente producto de este proceso ya suele ser convencionalmente como agua tratada, donde seguidamente es conducida hacia un tanque de inspección (Imagen 24), en donde por medio de una canaleta de mezclas se aplica Hipoclorito de Sodio ( $\text{NaClO}$ ) para desinfectar principalmente, con el fin de eliminar Coliformes y bacterias como el Ecoli, donde por último se pasa a unos filtros de lecho mixto para luego ir a parar hacia la canaleta de desagüe (Imagen 26), y posteriormente al río.

**Imagen 17.** Canaleta de depósito



**Imagen 18.** Trampa de grasas



**Fuente:** Autores

**Imagen 19.** Tanque de Homogenización



**Fuente:** Autores

**Imagen 21.** Tanque de almacenamiento de agua



**Imagen 20.** Tanque de Oxidación de sulfuros



**Fuente:** Autores

**Imagen 22.** Tanques de Coagulación y floculación



**Imagen 23.** Tanque de sedimentación



**Fuente:** Autores

**Imagen 25.** Lecho de secado del lodo



**Imagen 24.** Tanque de inspección



**Fuente:** Autores

**Imagen 26.** Canal de desagüe



En cuanto a la disposición de residuos producto del proceso de descarte, generalmente son conducidos mediante una tubería hacia unos tanques de fundición en donde se obtiene el sebo, en el cual seguidamente es dispuesto en unas canecas de almacenamiento (Imagen 27), y es comercializado principalmente para la fabricación de jabones. El residuo que usualmente es generado en la fundición, es conducido por gravedad hacia una zona de residuo del sebo (Imagen 28), en la cual es compostado para la realización de un abono orgánico, resultado a partir de un mezclado entre los lodos provenientes de la PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales) con aserrín de madera y con unos microorganismos (Imagen 29), en el cual principalmente lo disponen para pastos.

**Imagen 27.** Almacenamiento del sebo



**Fuente:** Autores

**Imagen 28.** Área de residuo del sebo



**Fuente:** Autores

**Imagen 29.** Área de compostaje



### 9.2.1 SISTEMA DE PRECIPITACION DEL CROMO

Básicamente el sistema de precipitado de cromo que posee la industria curtiembre consta de un sistema el cual a través de la recirculación del licor de cromo, proveniente del proceso de curtido en principio se someta a una serie de tratamientos con el fin de que haya una reducción de la concentración del mismo en el efluente. Con el cual en principio lo que se busca es que por medio de la precipitación del baño de cromo residual del bombo se lleva a un tanque, del cual por medio de un tamizado se retiren los diferentes sólidos, para luego hacerse un precipitado y luego por ultimo hacerse una reducción con ácido para volverlo a reutilizar.

Claro que a manera de entendimiento se tendrá a continuación el paso a paso de este proceso:

- En primer lugar luego de que se haya realizado el proceso de curtido en el fulón, el baño de curtido agotado se es enviado por medio de una tubería hacia un sistema de filtrado, el cual por medio de una rejilla comienza a retener el material solido que logra acumularse por la abertura que hay entre esta.
- En segundo, el licor de Cr circulante va a parar hacia un sistema de homogenización, el cual busca que por medio de un tratamiento de mezclado la sustancia se equalice de forma igual. En la Imagen 30 que se observa a continuación se muestra el tanque de homogenización.

**Imagen 30.** Tanque de homogenización



**Fuente:** Autores

- Por medio de gravedad son dispuestos estos vertidos en un tanque de precipitación de cromo (Imagen 31), del cual es adicionado cierta cantidad de Oxido de magnesio (MgO) por lo general trabajándose hasta un pH de 8.5, donde como resultado de este proceso conlleva a que se dé lugar una precipitación de hidróxido de cromo. Esta disolución de (Cr) es el resultante del equilibrio de precipitación de su hidróxido y del cromo libre, que a su vez, viene dado por la forma en que los complejos de cromo se encuentran presentes en las aguas residuales. Los efluentes que son generados son vertidos al rio Bogotá. En la Imagen 31 que se observa a continuación se muestra uno de los tanques de precipitación de cromo.

**Imagen 31.** Tanque de precipitación de Cr



**Fuente:** Autores

- El hidróxido de Cromo que se precipita es enviado hacia un tanque de redisolución (Imagen 32), el cual es adicionado Ácido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), con el fin de que por medio de un reajuste del pH de la sustancia recupere el Cromo, como sulfato de Cromo, usualmente los recipientes en los que es llevado a cabo este proceso es en un tanque de acero inoxidable, puesto que eso ayuda a que no haya alteraciones en el proceso. En la imagen 32 que se muestra a continuación se pueden observar los tanques de redisolución.

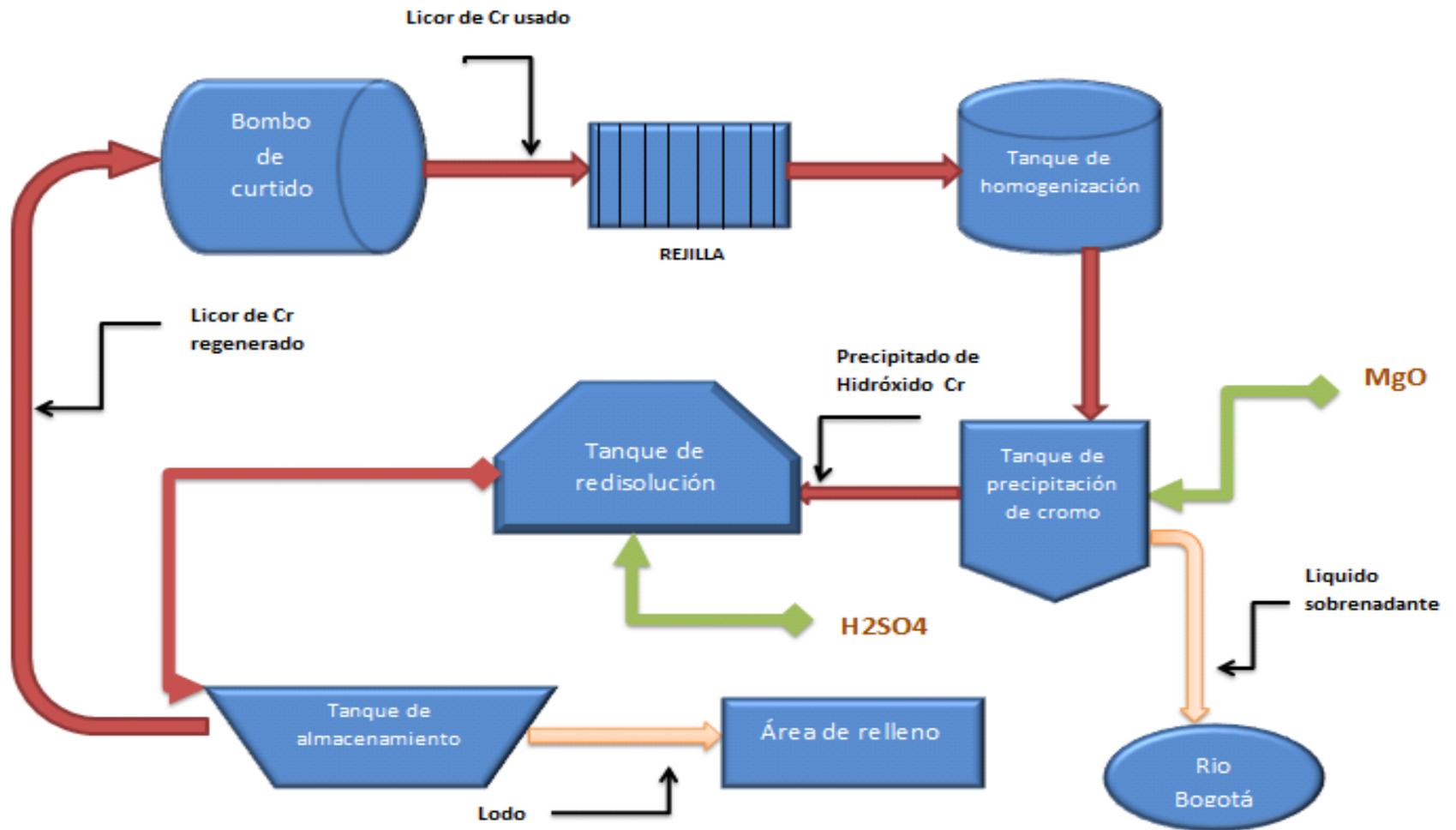
**Imagen 32.** Tanque de redisolución



**Fuente:** Autores

- Por último el licor recuperado se es almacenado en un recipiente de almacenamiento, del cual se es conducido para servirse nuevamente en el bombo de curticion. Los lodos generados dentro de este proceso normalmente son depositados hacia un área de relleno, donde más tarde son enviados junto a los demás lodos que se producen, para finalmente ser usados como compostaje. En el Esquema 6 que se muestra a continuación se observar el sistema de precipitación de cromo que tiene la industria estudiada.

**Esquema 6.** Sistema de Precipitación de Cromo (Industria Curtido de Colombia)



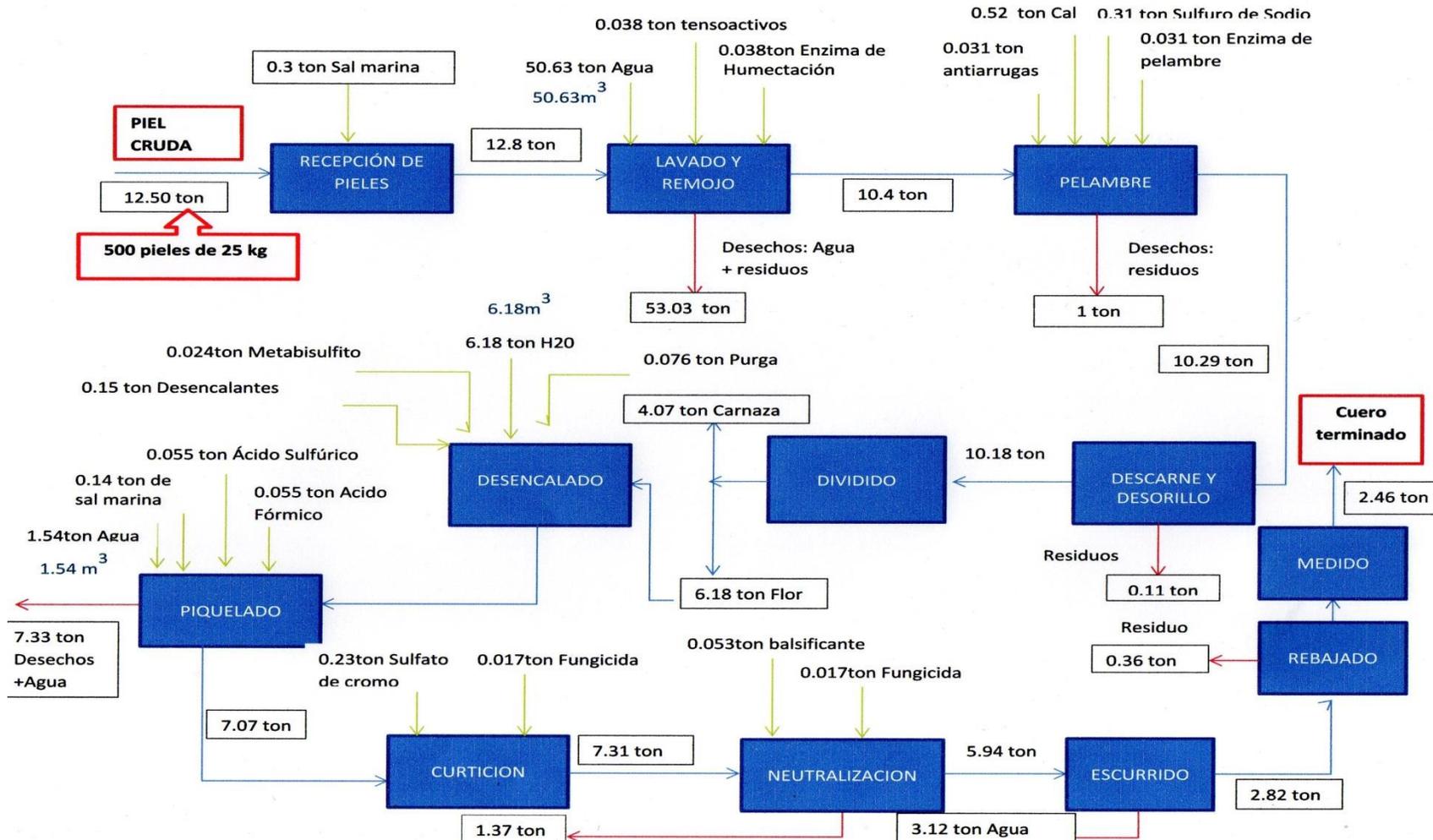
Fuente: autores

### **9.3 BALANCE DE MASAS DE LA INDUSTRIA CURTIDOS DE COLOMBIA**

Conociéndose en principio que la producción de cuero semanal de la industria (Curtidos de Colombia S.A.), está dada por un consumo entre de 500 a 700 pieles semanales, y mensuales de entre 1500 a 2100 pieles, generalmente catalogados por la industria de pesos entre los 25kg por piel, se estableció una estimación del balance de masas semanal de la industria, en relación a una cantidad de 500 pieles, tomándose como entrada 12,50 toneladas de piel cruda, tal cual como se demuestra en el Esquema 7.

En cuanto a este balance de masas aunque es un sistema, el cual nos muestra una visión clara en cuanto el estimativo de la cantidad de residuos que se generan, no deja de ser un procedimiento cambiante en cuanto a que no siempre va a hacer el mismo en relación a otras industrias de curtiembre, debido a que no todas usan igual cantidad de insumos y procesan el mismo cuero.

**Esquema 7. Balance de masas semanales de la industria Curtidos de Colombia.**



**Fuente:** Adaptado de los datos presentados por el grupo de investigación del convenio UIS-IDEAM, para la producción de una tonelada de cuero

## **9.4 SIGNIFICADO E IMPORTANCIA DE LOS PARAMETROS ENSAYADOS EN EL LABORATORIO**

En los respectivos laboratorios que se elaboraron, referente a las descargas de aguas residuales vertidas por la industria curtiembre (Curtidos de Colombia), de acuerdo a los parámetros físico-químicos de: grasas y aceites, demanda biológica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), cromo total, cromo hexavalente, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, pH y temperatura, se establecieron inicialmente los puntos de muestreo, por lo que para ello fue necesario identificar los lugares de descarga, con lo cual las diferentes muestras tomadas, se hicieron respectivamente a la entrada y salida del sistema de tratamiento, con lo cual se buscó además de determinarse la condición del efluente.

Posteriormente a sujeto de ensayos de las diferentes muestras tomadas de la industria curtiembre, esto se realizó en el laboratorio (Ingeniería medio ambiental Ltda.), puesto que esto se dio con el objetivo de que los diferentes resultados adquiridos tengan un alto grado de precisión, en torno a que se continuó como parámetro de seguimiento el Estándar Métodos<sup>78</sup>.

### **9.4.1 ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO**

#### **9.4.1.1 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)**

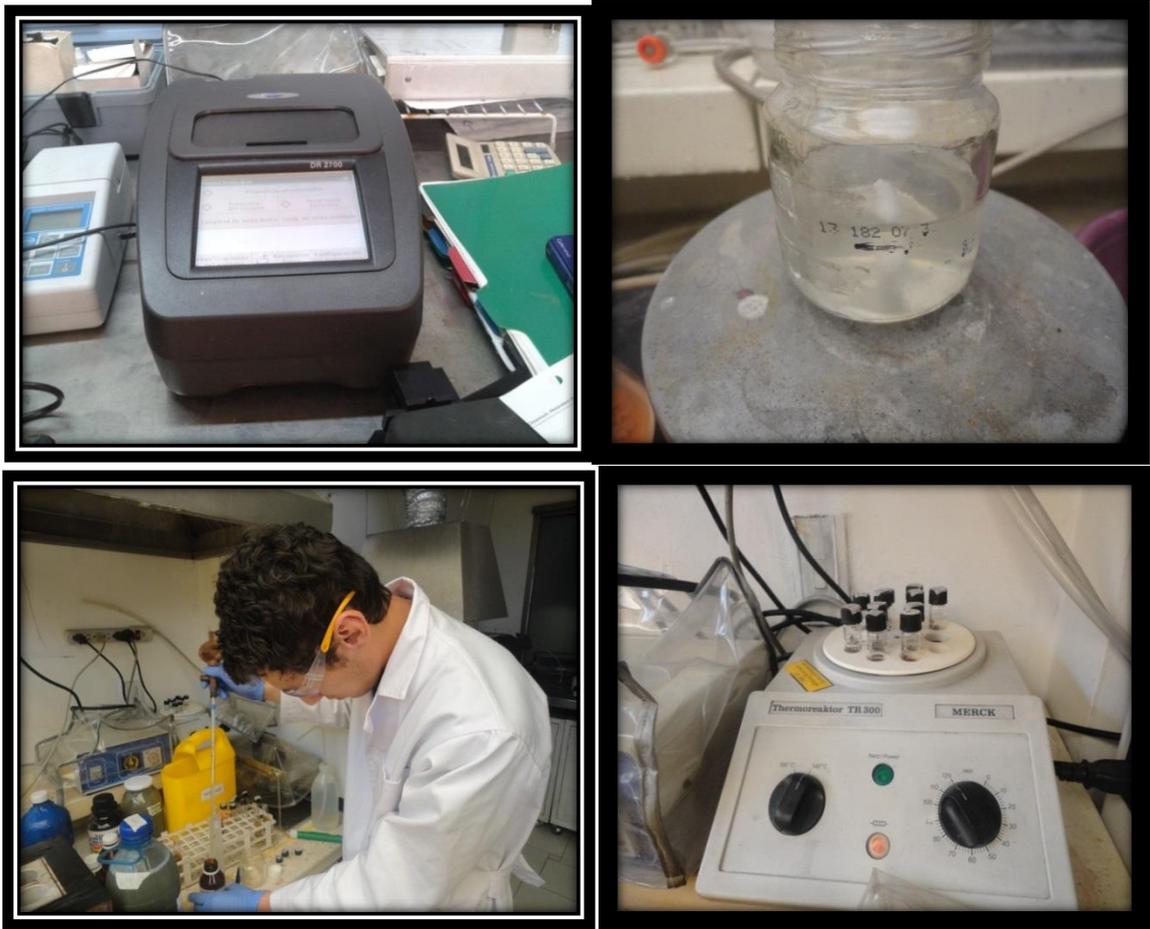
La importancia dada para esta prueba consiste en una oxidación química, donde se determina la cantidad total de materia orgánica presente en la muestra que demanda oxígeno, al cual se puede determinar cuánto es la demanda de oxígeno presente en el cuerpo de agua de acuerdo a la cantidad de materia orgánica presente en el río y así comprobar la afectación a este cuerpo de agua. En la Imagen 33, se muestra el equipo e implementos utilizados para en la medición de DQO.

Para el entendimiento de cómo se estableció, los parámetros de este laboratorio, véase el Anexo 1 sobre prueba de DQO (Método titulométrico, reflujo cerrado).

---

<sup>78</sup> IDEAM. Instructivo para la toma de muestras estándar de tipo residual. Bogotá D.C. 2007

**Imagen 33.** Equipo e implementos utilizados en la prueba de DQO



Fuente: autores

#### 9.4.1.2 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO (DBO5)

La importancia de este ensayo de laboratorio se debe precisar en qué, la medición del oxígeno disuelto que consume la materia orgánica al entrar en un proceso de degradación por medios biológicos, y que agota el oxígeno disuelto presente en las aguas del río, se hace a los 5 días, debido a que se quiere determinar cuál puede ser la demanda de oxígeno disuelto que se produce en el río debido a que la materia orgánica lleva alrededor de 5 días en el efluente, en un proceso de degradación. La presencia de concentraciones altas de DBO y DQO en los cuerpos de agua genera desoxigenación del mismo, que es la causa de malos

olores y de muerte de la fauna acuática. En la imagen 34 que está a continuación se muestra el equipo e implementos utilizados para en la medición de DBO5.

Para la comprensión de cómo se estableció los parámetros de este laboratorio, véase el Anexo 2 sobre prueba de (DBO de 5 días).

**Imagen 34.** Equipo de mediación de DBO5



Fuente: autores

### 9.4.1.3 GRASAS Y ACEITES

En el ensayo de grasas y aceites lo que se busca es medir el contenido de grasas y aceites presentes en el agua que se descarga al río, en el cual estas quedan suspendidas en las superficies de los cuerpos de agua impidiendo considerablemente que haya una aireación del agua de cuerpo estudiado. En la Imagen 35 que está a continuación se pueden observar la muestra y algunos implementos utilizados para la medición de grasas y aceites.

Para la comprensión de cómo se estableció los parámetros de este laboratorio, véase el Anexo 3 sobre prueba Aceites y grasas (Método de extracción de Soxhlet)

**Imagen 35.** Muestra e implementos prueba de grasas y aceites



**Fuente:** Autores

#### **9.4.1.4 SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS**

Dentro de la importancia de este laboratorio, es el tener en cuenta que de las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior palatibilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional. Por estas razones, las aguas potables es deseable un límite de 500 mg/l de sólidos disueltos.

Los sólidos disueltos totales “corresponden a la cantidad de material (sólidos) que es retenido después de realizar la filtración de un volumen de agua. Es importante como indicador puesto que su presencia disminuye el paso de la luz a través de agua evitando su actividad fotosintética en las corrientes, que es importante para

la producción de oxígeno.”<sup>79</sup> En la Imagen 36 que está a continuación se muestra el equipo y algunos implementos utilizados para en la medición de sólidos disueltos totales.

Para la comprensión de cómo se estableció los parámetros de este laboratorio, véase el Anexo 4 sobre prueba de (Sólidos totales disueltos secados a 180°C)

**Imagen 36.** Equipo para la medición de sólidos totales disueltos



**Fuente:** Autores

#### **9.4.1.5 SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)**

La importancia de este ensayo es debido a que los sólidos suspendidos pueden afectar negativamente la calidad del agua o a su suministro de varias maneras, los sólidos suspendidos totales se diferencian de los sólidos disueltos porque los sólidos disueltos pasan el filtro mientras que los suspendidos quedan retenidos. En la Imagen 37 que está a continuación se muestran el equipo y algunos implementos utilizados para la medición de sólidos suspendidos totales.

---

<sup>79</sup>Sólidos totales disueltos. CORPONARIÑO. Consultado el 27 de abril de 2105. Disponible en: <http://corponarino.gov.co/modules/wordbook/letter.php?init=S>

Los parámetros de este laboratorio, se encuentran en el Anexo 5 sobre prueba de (Solidos suspendidos totales SST-Secarlos a 103-108°C).

**Imagen 37.** Equipo e instrumentos prueba de SST



**Fuente:** Autores

#### **9.4.1.6 CROMO TOTAL**

La importancia de la realización de los ensayos de cromo total y cromo hexavalente es porque este Metal pesado persistente en cuerpos de agua puede causar problemas a la salud humana en altas concentraciones además de la toxicidad en el cuerpo lo que genera la perdida de la vida en el río.

Para la medición de cromo total se hizo necesaria la utilización de un equipo de absorción atómica que mide la absorbancia que es la cantidad de color que puede absorber al quemar la sustancia mediante una llama, esta absorbancia se convierte en concentración mediante unos cálculos realizados en laboratorio determinando así la concentración de cromo presente en la sustancia. En la Imagen 38 que a continuación se muestra, se evidencia el equipo utilizado para la medición de solidos suspendidos totales.

**Imagen 38.** Equipo prueba de cromo total



**Fuente:** Autores

#### **9.4.1.7 CROMO HEXAVALENTE**

La importancia que cobra este laboratorio, es el determinarse la cantidad de metal pesado persistente, caracterizado por causar problemas a la salud humana en altas concentraciones.

Para la comprensión de cómo se estableció los parámetros de este laboratorio, véase el Anexo 6 sobre prueba de (Cromo hexavalente método 1.5 Difenil carbohidratada)

#### **9.5.1.8 pH**

La medida de pH es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua.

Prácticamente todas las fases del tratamiento del agua para el suministro y residual, como la neutralización ácido- base, suavizado, precipitación, coagulación desinfección y control de la corrosión dependen del pH. El pH se utiliza en las determinaciones de alcalinidad y dióxido de carbono y en muchos otros equilibrios ácido-base. Generalmente los efluentes de las curtiembres presentan variaciones entre 2,5 y 12,0. Las variaciones de pH afectan considerablemente la vida acuática de las corrientes receptoras, y limita su utilización para los diferentes usos potenciales del recurso. En la Imagen 39 que está a continuación se muestra el implemento utilizado para la medición de pH.

**Imagen 39.** Prueba de pH



**Fuente:** autores

## **9.4.2 ENSAYOS REALIZADOS EN CAMPO**

### **9.4.2.1 CAUDAL**

Para el respectivo ensayo del caudal, fue necesario el realizarse para ello, la prueba en campo, el cual consistió en realizarse el aforo del caudal, por el método volumétrico, utilizando un cronometro y un balde con una capacidad máxima de 8 litros o  $\frac{3}{4}$  de galón, donde fue necesario la toma de tres aforos, para con ello poder calcular el tiempo estimado, y así finalmente calcular el caudal vertido por la industria, como se presenta a continuación.

#### **Aforo 1**

Tiempo: 37 seg

#### **Aforo 2**

Tiempo: 35.5 seg

#### **Aforo 3**

Tiempo: 36 seg

#### **Tiempo promedio:**

$$\frac{37+35.5+36}{3} = 36.17 \text{ segundos}$$

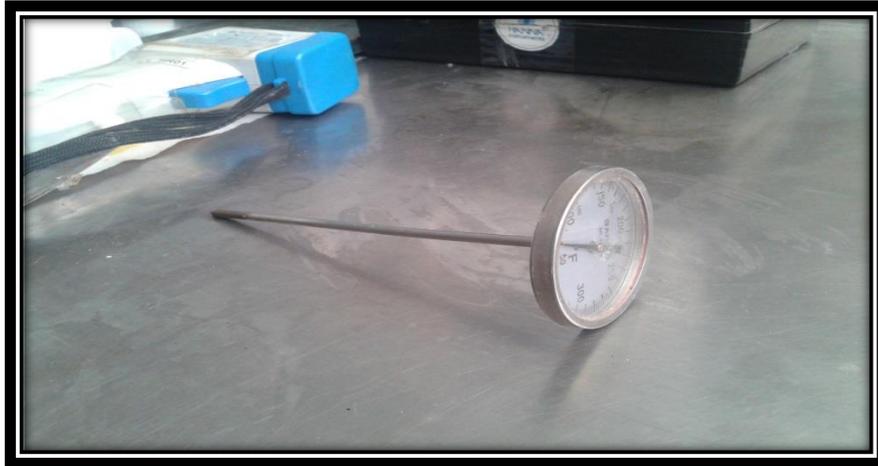
Se determinó el caudal promedio de estos aforos mediante la siguiente formulación.

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{8 \text{ lt}}{36.17 \text{ seg}} = 0.22 \text{ Lt} * \text{s}$$

#### 9.4.2.2 TEMPERATURA

La temperatura se tomó con el termómetro que se muestra a continuación en la Imagen 40 la cual fue de 19°C.

**Imagen 40.** Equipo para la medición de la temperatura



**Fuente:** autores

## 9.5 RESULTADOS DE LABORATORIO

Los parámetros de interés fueron medidos en el laboratorio; se tomó en consideración de que el laboratorio del cual se realizaron los ensayos, está en proceso de certificación, mostrando como constancia de que los resultados cumplen con criterios de calidad, tal cual como se demuestra en el **Anexo 9** referente a este mismo el informe inicial de acreditación del laboratorio.

A continuación se mostrara el **Anexo 7** referido a los resultados de los parámetros físico-químicos estimados por las pruebas de laboratorio de (Ingeniería Medio Ambiental Ltda.), en relación a las diferentes muestras tomadas a la entrada como de salida de la planta de tratamiento de aguas residuales, de la industria Curtidos de Colombia S.A.

## Anexo 7. Resultados pruebas de laboratorio



### Análisis y Tratamiento de Aguas y Suelos

Código FLAB-08  
VERSION - 7  
Fecha 2011/09/28

#### INFORME REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO MUESTRA ENTRADA PLANTA TRATAMIENTO

INFORMACIÓN CLIENTE	
Empresa:	COLOMBIANA DE CURTIDO
Dirección:	VIA CHOCONTA VILLAPINZON VEREDA CHINGACIO
Nit:	
Contacto:	LUIS BARRERA
Teléfono:	3142922717
Fax:	N.E.
Email:	
Departamento/Municipio:	Cundinamarca/Villapinzon
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Muestra IMA No. :	2625
Matriz:	Agua Residual Industrial
Responsable de Muestreo:	Jimmy fernandez
Plan de Muestreo IMA No. :	NA
Procedimiento de Muestreo:	Standard Methods 21 <sup>ra</sup> 2005
Tipo de Muestreo:	puntual
Fecha y Hora de Toma:	2015-03-06 13:30 horas
Fecha y Hora de Recep:	2015-03-06 18:00 horas
Lugar de Muestreo:	Entrada planta tratamiento Curtiembre
Departamento/Municipio:	cundinamarca / villapinzon
Fecha de Análisis	2015-03-06 a 2015-03-14

Análisis en Agua			
PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDAD	Resultado Muestra
Aceites y grasas	SM 5220 D	mg/L	2194
chromo hexavalente	Hach 8022	mg/L	1,16
chromo total	SM 3111 B	mg/L	712
DBO <sub>5</sub>	S.M. 5210 B/4500 O G	mg/L	4926
DQO	S.M. 5220 C	mg/L	9596
pH	SM 4500 HB	unidades	12
Sólidos disueltos totales	SM 2540 C	mg/L	20500
Sólidos Suspendidos Totaies	S.M 2540 D secado 103-105 °C	mg/L	18180
Temperatura	SM 2250 B	°C	19

S.M. Standard Methods 2005 21<sup>ra</sup> N.A. No Aplica. N.E. No Especifica. \*Standard Methods 1992 17<sup>ta</sup>

OBSERVACIONES:  
El resultado corresponde únicamente a la muestra analizada y bajo condiciones de prueba.  
SM Métodos Normalizados para el análisis de agua potable y residual. Prohibida la reproducción total o  
Parcial de este documento sin autorización del Laboratorio.

  
NELSON FERNANDEZ B  
TP 4482 CPIO DIRECTOR LABORATORIO



1015 - INFORMES 2625 JIMMY FERNANDEZ B

Nueva Dirección: Calle 87 No. 49 - 21 - Teléfax: 621 63 35 - Cel.: 312 401 56 96  
E-mail: ingenieriamedioambiental@hotmail.com  
Bogotá, D.C. Colombia



## Análisis y Tratamiento de Aguas y Suelos

Código: FLAB-08  
 VERSION: 7  
 Fecha: 2011/09/28

### INFORME REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO MUESTRA SALIDA PLANTA TRATAMIENTO

INFORMACIÓN CLIENTE	
Empresa:	COLOMBIANA DE CURTIDO
Dirección:	VIA CHOCONTA VILLAPINZON VEREDA CINGACIO
Nit:	
Contacto:	ING LUIS BARRERA
Teléfono:	3142922717
Fax:	N.E.
Email:	
Departamento/Municipio:	Cundinamarca/ Villapinzon
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Muestra IMA No. :	2626
Matriz:	Agua Residual Industrial
Responsable de Muestreo:	Jimmy fernandez
Plan de Muestreo IMA No. :	NA
Procedimiento de Muestreo:	Standard Methods 21 <sup>ra</sup> 2005
Tipo de Muestreo:	puntual
Fecha y Hora de Toma:	2015-03-06 13:30 horas
Fecha y Hora de Recep:	2015-03-06 18:00 horas
Lugar de Muestreo:	Salida planta tratamiento Curtiembre
Departamento/Municipio:	cundinamarca / villapinzon
Fecha de Análisis	2015-03-06 a 2015-03-14

Análisis en Agua			
PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDAD	Resultado Muestra
Aceites y grasas	SM 5220 D	mg/L	61,6
Cromo Hexavalente	Hach 8022	mg/L	0,014
Cromo total	SM 3111 B	mg/L	8,5
DBO <sub>5</sub>	S.M. 5210 B/4500 O G	mg/L	724
DQO	S.M. 5220 C	mg/L	1497
pH	SM 4500 H+ B	unidades	6,5
Sólidos disueltos totales	SM 2540 C	mg/L	6700
Sólidos Suspendidos Totales	S.M 2540 D secado 103-105 °C	mg/L	76,8
Temperatura	SM 22550 B	°C	19

S.M. Standard Methods 2005 21<sup>ra</sup> N.A. No Aplica N.E. No Especifica \*Standard Methods 1992 17<sup>ta</sup>

**OBSERVACIONES:**  
 El resultado corresponde únicamente a la muestra analizada y bajo condiciones de prueba  
 SM Métodos Normalizados para el análisis de agua potable y residual. Prohibida la reproducción total o  
 Parcial de este documento sin autorización del Laboratorio

*Nelson Fernandez*  
 NELSON FERNANDEZ B  
 TP 4482 CPIQ DIRECTOR LABORATORIO



015 ..... Calle Villapinzon, Bogotá, D.C. INFORMES: 2626 JIMMY FERNANDEZ SALIDA PLANTA VIZON

Nueva Dirección: Calle 87 No. 49 - 21 - Teléfax: 621 63 35 - Cel.: 312 401 56 96  
 E-mail: ingenieriamedioambiental@hotmail.com  
 Bogotá, D.C. Colombia

## 9.6. ANÁLISIS DE LAS COMPARACIONES HECHAS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA NORMATIZACION VIEGENTE

### 9.6.1. ANALISIS RESPECTO AL DECRETO 1594 DE 1984

De acuerdo al Artículo 72 del DECRETO 1594 DE 1984 que es el artículo en que se dan las normas establecidas para vertimientos a todos los cuerpos de agua, las cuales se muestran en la Tabla 17 que se muestra nuevamente a continuación, estipulada en el presente marco legal referente en el proyecto de investigación:

**Tabla 17:** Requerimientos para vertimientos de los cuerpos de agua

REFERENCIA	USUARIO EXISTENTE	USUARIO NUEVO
<b>Ph</b>	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
<b>Temperatura</b>	$\leq 40^{\circ}\text{C}$	$\leq 40^{\circ}\text{C}$
<b>Material Flotante</b>	Ausente	Ausente
<b>Grasas y aceites</b>	Remoción $\geq 80\%$ en carga	Remoción $\geq 80\%$ en carga
<b>Sólidos suspendidos o industriales.</b>	Remoción $\geq 50\%$ en carga	Remoción $\geq 80\%$ en carga
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO</b>		
<b>Para desechos Industriales</b>	Remoción $\geq 20\%$ en carga	Remoción $\geq 80\%$ en carga

**Fuente:** Decreto 1594 de 1984 Nivel Nacional (consultado el 16 de octubre de 2014) [Disponible en] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>

El artículo 74 de Decreto 1594 de 1984 en el cual se especifica las concentraciones para la carga de control del cromo hexavalente, sustancia presente en los vertimientos, el cual se puede observar en la Tabla 18, estipulada en el presente marco legal referente en el proyecto de investigación; que se muestra nuevamente a continuación:

**Artículo 74.** Las concentraciones para el control de la carga de las siguientes sustancias de interés sanitario, son:

**Tabla 18.** Concentraciones de carga a nivel sanitario

Sustancia	Expresada como	Concentración (mg/L)
Arsénico	As	0.5
Bario	Ba	5
Cadmio	Cd	0.1
Cobre	Cu	3
<b>Cromo<sup>80</sup></b>	<b>Cr<sup>+6</sup></b>	<b>0.5</b>
Compuestos fenólicos	Fenol	0.2
Mercurio	Hg	0.02
Níquel	Ni	2
Plata	Ag	0.5
Plomo	Pb	0.5
Selenio	Se	0.5
Cianuro	CN-	1
Difenil policlorados	Concentración de agente activo	No detectable
Mercurio orgánico	Hg	No detectable
Tricloroetileno	Tricloroetileno	1
Cloroformo	Extracto Carbón	1
	Cloroformo (ECC)	
Tetracloruro de Carbono	Tetracloruro de Carbono	1
Dicloroetileno	Dicloroetileno	1
Sulfuro de Carbono	Sulfuro de Carbono	1
Otros compuestos organoclorados, cada variedad	Concentración de agente activo	0.05
Compuestos organofosforados, cada variedad	Concentración de agente activo	0.1
Carbamatos		0.1

**Fuente:** Decreto 1594 de 1984 Nivel Nacional (consultado el 20 de noviembre de 2014) [Disponible en] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>

<sup>80</sup> Este valor se subrayó, porque de acuerdo al artículo 74, es la única sustancia de interés sanitario, de acuerdo a los ensayos de los parámetros establecidos en nuestro proyecto de investigación

También en referente al artículo 75 y 76 de decreto 1594 de 1984, que se estipula en el presente marco legal referente en el proyecto de investigación; fue pertinente remitirnos en relación, al cálculo de la carga máxima permisible de cada sustancia de interés sanitario, presentes en el artículo 72 y 74 de este presente decreto.

**Artículo 75.** La carga de control de un vertimiento que contenga las sustancias de que trata el artículo anterior y el artículo 72, se calculará mediante la aplicación de las siguientes ecuaciones.

$$A = (Q) (CDC) (0.0864)$$

$$B = (Q) (CV) (0.0864)$$

A: Carga de control, Kg/día

Q: Caudal promedio del vertimiento, 1/seg

B: Carga en el vertimiento Kg /día

CDC: Concentración de control, mg/L

CV: Concentración en el vertimiento, mg/L

0.0864: Factor de conversión

**Artículo 76.** Cuando la carga real en el vertimiento sea mayor que la carga máxima permisible (CMP), aquella se deberá reducir en condiciones que no sobrepase la carga máxima permisible.

Se realizó la comparación de los porcentajes de remoción de los parámetros establecidos con los porcentajes de remoción basados en los resultados de los ensayos de laboratorio, que se le hicieron a los vertimientos industriales de entrada y salida de la planta de tratamiento de esta industria curtiembre, que se muestran en la Tabla 20 a continuación:

**Tabla 20.** Análisis comparativo de los resultados de laboratorio respecto al Decreto 1594 de 1984

<b>Análisis en Agua</b>						
<b>PARAMETRO</b>	Unidad	Resultados muestra entrada PTAR(1)	Resultados muestra salida PTAR(2)	Requerimiento con base en el decreto 1594 de 1984	% Remoción PTAR	Cumplimiento con base en decreto 1594 (3)
<b>Aceites y grasas</b>	mg/L	2194	61.6	Remoción $\geq$ 80% en carga	97.2	Si
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	4923	724	Remoción $\geq$ 80% en carga	85.3	Si
<b>DQO</b>	mg/L	9596	1497	Remoción $\geq$ 80% en carga	84.4	Si
<b>Sólidos Suspendidos Totales</b>	mg/L	18180	76.8	Remoción $\geq$ 80% en carga	99.6	Si
<b>solidos disueltos totales</b>	mg/L	20500	6700	no específica	67.3	No
<b>pH</b>	Unidades	12	6.5	5 a 9 unidades	45.83	Si
<b>Temperatura</b>	°C	19	19	$\leq 40^{\circ}\text{C}$	....	Si
<b>romo hexavalente(Cr+6)</b>	mg/L	1.16	0.014	0.5	98.8	SI
(1) resultados de los parámetros de la muestra de entrada de la PTAR						
(2) resultados de los parámetros de la muestra de salida de la PTAR						

Fuente: autores

Según los resultados obtenidos por la industria curtiembre en referente a los diferentes parámetros que fueron objeto de ensayo en el laboratorio, en respuesta a determinarse el grado de contaminación que generalmente esta industria vierte en el río Bogotá, dado que la ubicación de la industria tan solo está a unos cuantos kilómetros de donde nace el río. Se ha logrado determinarse que los vertimientos de la industria en la entrada a la PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales) y a la salida del mismo, dan cumplimientos con los medidas físico-químicas de temperatura, pH, DBO<sub>5</sub>, DQO, grasas y aceites, solidos suspendidos totales, definidos en el artículo 72 del decreto 1594/84. En cuanto al cromo hexavalente, definido este mismo dentro del artículo 74 el cual hace relación a lo que son las

concentraciones de carga a nivel sanitario, se logra evidenciar una disminución considerable respecto de lo que entro que era (1.16mg/L) con proporción a lo que salió que fue de (0.014mg/L), a considerar según al decreto 1594/84 donde lo máximo permitido es (0.5mg/L), el establecerse que la eficiencia en el sistema de tratamiento de esta industria alcanza un porcentaje de remoción del 98.8%.

En referente a la DBO<sub>5</sub> (Demanda bioquímica de oxígeno) se comprobó que esta es alta a la entrada de la planta de tratamiento con un valor de (4923 mg/L), reduciendo circunstancialmente, con un valor a la salida de (724 mg/L) alcanzándose un valor de remoción por la planta de 85.3%, sobrepasando con tan solo un 5% el valor mínimo exigido por el decreto 1594/84, de además al alcanzar este valor de remoción de más del 80%, permite que la cantidad de oxígeno disuelto que se requiere para la descomposición de la materia orgánica sea efectuada por la planta de manera óptima. En tanto al parámetro de DQO (Demanda química de oxígeno), se pudo observar un efecto similar como lo fue el verse un valor igualmente alto cerca de los (9696 mg/L) y un valor de salida de (1497mg/L), donde igualmente se observó un valor de remoción del 84.4%, cumpliendo con el porcentaje de remoción de más del 80%. En cuantos al valor de DQO con respecto a los de DBO<sub>5</sub>, es claro que la manipulación de los diferentes insumos, utilizados a lo largo de los diferentes procesos de curtido, tienen lugar más en oxidación química, que por oxigenación biológica debido principalmente que no muchos componentes son de origen natural, sino que más bien son de origen artificial.

En cuanto a la relación de grasas y aceites del cual se establece que existe una remoción de casi el 100% connotándose con un valor de 97.2%, teniendo en cuenta la cantidad específica que entro que fue de 2194mg/L y lo que salió que fue de 61.6%). Esto claramente indica que en cuanto al control sobre este tipo de vertimientos tratados por la industria curtiembre (Curtidos de Colombia S.A.) es cuasi perfecta por no decir que excelente, algo sin duda muy significativo para la disminución de la carga contaminante que se vierte al río Bogotá para este caso.

En cuanto a la remoción de los sólidos suspendidos totales (SST) se apreció una remoción del 99.6%, cumpliendo con la remoción del 80% en carga estipulada por el decreto 1594/84, indicándonos claramente una disminución considerable en cuanto a que no haya un impacto ambiental significativo, aclarando sin duda algo importante, en torno al entenderse que lo que entro a la planta es una concentración bastante importante, siendo un valor de 18180 mg/L, a como lo que salió que fue de 76.8mg/L, puesto que generalmente al tenerse este parámetro

controlado que muchas otras industrias en la zona no lo tienen, se evita que vertimientos de este tipo generen material de arrastre inorgánico.

En torno a la remoción de sólidos disueltos totales no hay un parámetro específicamente establecido en el artículo 72 de la concentración de los sólidos disueltos totales el cual alcanzo una remoción del 67.3%, y al no haberlo es imposible determinarlo con respecto al decreto 1594/84, aunque en relación al artículo 73 sobre el vertimiento que se le hace al alcantarillado público, este factor si se encuentra mencionado, sino que no es posible aplicarlo, puesto que en la zona donde se encuentra ubicada la industria curtiembres realiza los vertimientos directamente sobre el Rio Bogotá, de además en la zona no hay evidencia alguna de la existencia de un alcantarillado para dichos vertimientos.

En torno a los valores de temperatura y pH, este primero se encuentra entre los valores normales de temperatura en cuanto al encontrarse en un valor estándar tanto para la entrada como de salida de 19°C, estando por debajo de las consideraciones estipuladas por el decreto el cual debe ser de una temperatura menor a los 40°C, puesto que si sobrepasase este valor ocasionaría un déficit de oxígeno en el agua por lo cual ocasionaría que fuera imposible que hay una disminución en la concentración en el efluente. En cuanto a los valores del pH, en relación al valor de salida que fue de 6.5 se encuentra entre los valores de los niveles permisibles por el decreto, el cual estipula en que estén entre un rango entre los 5 a 9 unidades, referente al valor del pH a la entrada de 12, por el cual es claro que el sistema de la planta de tratamiento de la industria curtiembre logro neutralizarlo y llevarlo hasta un pH óptimo.

Es claro que para estas condiciones por las cuales se establecieron estas comparaciones, referentes al decreto 1594/84, con relación al artículo 72, donde se menciona en este mismo dos usuarios, uno existente y el otro un usuario nuevo, se tomó para este análisis, el usuario nuevo puesto que la industria curtiembre estudiada no hay registro alguno acerca de este tipo de parámetros.

También cabe tener en cuenta que se calculó de acuerdo artículo 75 del presente decreto la carga máxima permisible de cada sustancia de interés sanitario presentes en el artículo 72 y 74.

#### **9.6.1.1. CALCULO DE LA CARGA DE CONTROL Y LA CARGA VERTIDA PARA LOS PARAMETROS**

Las sustancias de interés sanitario que se muestran en el artículo 72 se muestran en la Tabla 21 a continuación:

**Tabla 21.** Parámetros de interés sanitario referente al artículo 72

Parámetro	Unidad	Concentración de control	Concentración de vertimiento
aceites y grasas	mg/L	438.8	61.6
solidos suspendidos	mg/L	3636	76.8
DBO <sub>5</sub>	mg/L	985.2	724
DQO	mg/L	1919.2	1497

Fuente: Adaptado de los parámetros de interés sanitario artículo 72

#### 9.6.1.1.1 CALCULO DE LA CARGA DE CONTROL Y LA CARGA VERTIDA PARA ACEITES Y GRASAS

$$A = (Q) (CDC) (0.0864)$$

$$B = (Q) (CV) (0.0864)$$

$$A = (0.22 \text{ l/s}) * (438.8 \text{ mg/l}) * (0.0864) = 8.34 \text{ kg/d}$$

$$B = (0.22 \text{ l/s}) * (61.6 \text{ mg/l}) * (0.0864) = 1.17 \text{ kg/d}$$

La carga máxima permisible (CMP) será el menor de los valores entre A y B.

$$\text{CARGA MAXIMA PERMISIBLE (CMP)} = 1.17 \text{ kg/d}$$

#### 9.6.1.1.2 CALCULO DE LA CARGA DE CONTROL Y LA CARGA VERTIDA PARA SOLIDOS SUSPENDIDOS

$$A = (0.22 \text{ l/s}) * (3636 \text{ mg/l}) * (0.0864) = 69.11 \text{ kg/d}$$

$$B = (0.22 \text{ l/s}) * (76.8 \text{ mg/l}) * (0.0864) = 1.46 \text{ kg/d}$$

$$\text{CARGA MAXIMA PERMISIBLE (CMP)} = 1.46 \text{ kg/d}$$

### 9.6.1.1.3 CALCULO DE LA CARGA DE CONTROL Y LA CARGA VERTIDA PARA DBO<sub>5</sub>

$$A = (0.22 \text{ l/s}) * (985.2 \text{ mg/l}) * (0.0864) = 18.73 \text{ kg/d}$$

$$B = (0.22 \text{ l/s}) * (724 \text{ mg/l}) * (0.0864) = 13.76 \text{ kg/d}$$

CARGA MAXIMA PERMISIBLE (CMP)= 13.76 kg/d

### 9.6.1.1.4 CALCULO DE LA CARGA DE CONTROL Y LA CARGA VERTIDA PARA DQO

$$A = (0.22 \text{ l/s}) * (1919.2 \text{ mg/l}) * (0.0864) = 36.48 \text{ kg/d}$$

$$B = (0.22 \text{ l/s}) * (1497 \text{ mg/l}) * (0.0864) = 28.45 \text{ kg/d}$$

CARGA MAXIMA PERMISIBLE (CMP)= 28.45 kg/d

Las sustancias de interés sanitario que se muestran en el artículo 74 se muestran en la tabla 22 a continuación:

**Tabla 22.** Parámetros de interés sanitario referente al artículo 74

Parámetro	Unidad	concentración de control	concentración de vertimiento
cromo hexavalente	mg/L	0.5	0.014

Fuente: Adaptado de los parámetros de interés sanitario del artículo 74

### 9.6.1.2 CALCULO DE LA CARGA DE CONTROL Y LA CARGA VERTIDA PARA CROMO HEXAVALENTE

$$A = (0.22 \text{ l/s}) * (0.5 \text{ mg/l}) * (0.0864) = 0.0095 \text{ kg/d}$$

$$B = (0.22 \text{ l/s}) * (0.014 \text{ mg/l}) * (0.0864) = 0.000266 \text{ kg/d}$$

CARGA MAXIMA PERMISIBLE (CMP)= 0.000266 kg/d = 0.266 gr/d

De acuerdo al cálculo de la carga máxima permisible (CMP) se determinó que todas las cargas de vertimiento de las sustancias de interés del artículo 72 y 74 no son mayores que la carga máxima permisible (CMP) y por consiguiente se está cumpliendo con el artículo 76 que habla de que las cargas vertidas sean mayores que la carga máxima permisible (CMP), aquellas se deberán reducir en condiciones que no sobrepase la carga máxima permisible.

### 9.6.2 ANÁLISIS DE LAS COMPARACIONES HECHAS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS EN EL ACUERDO 08 DE 2004 DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR

**Por el cual se define la norma de vertimientos de la industria de curtido de pieles, y se adoptan otras determinaciones.**

De acuerdo al artículo 1 del acuerdo 8 del 2004 que es el artículo en que se dan las normas establecidas para Todo vertimiento a un cuerpo de agua generado por la industria de curtido de pieles en áreas de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR- en el que se especifica que: Se deberá cumplir con las siguientes concentraciones máximas, el cual se puede observar en la Tabla 16, estipulada en el presente marco legal referente en el proyecto de investigación; que se muestra nuevamente a continuación:

**Tabla 16:** Parámetros para el vertimiento de aguas residuales en las industrias

Parámetro	Unidades	Tratamiento	Tratamiento
		físico-químico	biológico
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	200	60
<b>DQO</b>	mg/L	400	120
<b>Sólidos suspendidos totales</b>	mg/L	1.000	100
<b>Cloruros</b>	mg/L	250	250
<b>Sulfatos</b>	mg/L	400	400
<b>Nitrógeno Amoniacal</b>	mg/L	1	1
<b>Cromo Total</b>	mg/L	<0.01	<0.01
<b>pH (unidades)</b>	Unidades	5 a.9	5 a 9

Tabla 16. Continuación

Aceites y Grasas	mg/L	Ausentes	Ausentes
<b>Coliformes Totales</b>	NMP/100ml	5.000	5.000
<b>Coliformes Fecales</b>	NMP/100ml	1.000	1.000
<b>Cadmio</b>	mg/L	0.05	0.05
<b>Zinc</b>	mg/L	25	25
<b>Bario</b>	mg/L	1	1
<b>Cobre</b>	mg/L	1	1

Fuente: Corporación autónoma regional de Cundinamarca (consultado el 14 de octubre de 2014)  
 [Disponible en] <<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13961>>

Se realizó la comparación de los resultados obtenidos en el laboratorio, hechos a los vertimientos industriales de entrada y salida de la planta de tratamiento de esta industria curtiembre, con los parámetros establecidos en el artículo 1 del presente decreto, la cual se puede observar en la Tabla 23 que está a continuación:

**Tabla 23.** Análisis comparativo de los resultados de laboratorio respecto al Acuerdo 08 de 2004

<b>Análisis en Agua</b>				
PARAMETRO	Unidad	Requerimiento con base en el acuerdo 8 de 2004 (1)	Resultados muestra salida PTAR (2)	Cumplimiento con base en acuerdo 8 de 2004 (3)
Aceites y grasas	mg/L	0	61.6	NO
DBO <sub>5</sub>	mg/L	200	724	NO
DQO	mg/L	400	1497	NO
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	1000	76.8	SI
solidos disueltos totales	mg/L	ND	6700	NA
romo total	mg/L	<0.01	8.5	NO
pH	unidades	5 a 9	6.5	si
Temperatura	°C	.....	19	NA
<b>(1) requerimiento del acuerdo 8 de 2004 estipulado en el artículo 1</b>				
<b>(2) resultados de los parámetros de la muestra de salida de la PTAR</b>				

Fuente: autores

Se comprobó según los resultados obtenidos en el laboratorio, el determinarse de acuerdo a los vertimientos de la industria a la salida de la PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales) que tan solo dos de los parámetros físico-químicos establecidos en un principio, como objeto de este estudio como son, los sólidos suspendidos totales (SST) y el pH, dan cumplimiento con lo estipulado por el artículo 1 del acuerdo 08 de 2004, a diferencia de las medidas de DQO, DBO<sub>5</sub>, aceites y grasas y cromo total, el cual no cumplen.

Cabe aclarar que en este caso en particular para este análisis, se tuvo en cuenta los vertimientos a la salida de la planta de tratamiento, debido que en el artículo 1 del acuerdo 8 de 2004 se especifica el requerimiento de los parámetros de las aguas vertidas a los cuerpos de agua, en su caso: el río Bogotá.

En referente a la DBO<sub>5</sub> (Demanda bioquímica de oxígeno), se comprobó en su valor a la salida el cual es de 724mg/L un aumento excesivo de casi un 300% en términos de si se hablara de porcentaje no removido, por lo cual se excede del valor máximo del requerimiento base que es de 200 mg/L, dando a entender que para este caso en particular la planta de tratamiento no está removiendo adecuadamente la materia orgánica biodegradable, por lo que contribuye a que no haya un adecuada presencia de oxígeno disuelto en el ambiente, ocasionando que haya un aumento considerable en los niveles de concentración de esta sustancia en el río.

En el parámetro de DQO (Demanda química de oxígeno) el alto valor de salida, el cual fue de 1497 mg/L, claramente revela que no se cumple con la remoción del valor permitido por el Acuerdo 08 de 2004, el cual es de 400mg/L, planteando de esta forma la necesidad de mejorar las condiciones en que el sistema de tratamiento de la industria (Curtidos de Colombia S.A.) opera, de forma que mejore la calidad de los vertidos, con el objetivo de que disminuya la concentración de DQO, para así cumplir con lo estipulado por la CAR(Corporación Autónoma Regional).

En relación a la remoción de las grasas y aceites, reiterativamente como sucedió en los parámetros anteriormente mencionados, sigue sin cumplir, puesto que al saber que la remoción base que debe ser de 0 mg/L, la industria presenta un valor de 61.6mg/L, logrando que con ello gran concentración de estos vertimientos sean descargados directamente al río, afectando de sobremanera el

ambiente significativamente. Por tanto así se hace necesario optimizar el tratamiento y acompañarlo de buena planificación de sostenimiento para el sistema de rejilla (trampa de grasas) de la planta, evitando así problemas de funcionamiento en torno a que se haga una disminución considerable de las diferentes grasas y aceites.

Un análisis de los diferentes parámetros físico-químicos como el pH al igual que los sólidos suspendidos totales, nos demuestran claramente un cumplimiento con el acuerdo 08 de 2004 de la CAR, en cuanto al evidenciarse al pH de salida de la planta, el encontrarse con un valor de 6.5, presente entre los valores de 5 a 9 unidades, como igual se especifica en el decreto 1594/84. En tanto a la concentración de sólidos suspendidos totales (SST), se puede decir que cumplió con la proporción de requerimiento máximo de 1000 mg/L, conferidos por el acuerdo 08 de 2004 de la CAR, alcanzando un valor de remoción de 76.8 mg/L, indicándonos para este caso en particular que la planta de tratamiento opera adecuadamente, en lo que respecta a la remoción de este parámetro.

El parámetro de cromo hexavalente a comparación con el acuerdo 08 de 2004 de la CAR, se logró evidenciar un aumento desproporcionado como fue de 8.5mg/L, en cuanto a los niveles de concentración, del cual según este acuerdo se ubican por valores menores a 0.01mg/L, presentándonos claramente que por parte de la planta de tratamiento de la industria, no hay un control en especial para el uso de cromo, en torno al proceso de recirculación del cromo.

En concerniente a los parámetros de temperatura y sólidos disueltos totales, el acuerdo 08 de 2004 no establece unos requerimientos base para su respectivo análisis, tal como si los establece el decreto 1594/84, por lo que en estos casos en particular se omitieron estos análisis, determinándose igualmente estos valores en laboratorio, del cual fueron para las condiciones de temperatura de 19°C, al igual como se estableció para el decreto anteriormente mencionado, y el valor de sólidos disueltos totales entre un valor de 6700 mg/L.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Es notable considerar que en los resultados obtenidos a través de los laboratorios y del análisis que se les hicieron con base en el decreto 1594 de 1984 y el acuerdo 8 de 2004, esta planta de tratamiento de esta industria curtiembre se hizo con el fin de dar cumplimiento al decreto 1594 de 1984, y no cumple con la mayor parte de los parámetros establecidos en el acuerdo 8 de 2004, debido a que esta industria estudiada solo cuenta con un sistema de tratamiento primario.
2. En torno a los resultados evidenciados por la industria en relación a los parámetros de sólidos disueltos totales, claramente se ve evidencia referente a la normatización que no hay un requerimiento base para el análisis de este, por lo que para ambos casos se fue imposible precisar el grado de concentración contaminante, inhibiendo en la posibilidad de ser objetivo en cuanto al establecer si verdaderamente la planta de tratamiento de la industria Curtidos de Colombia S.A., hace un debido control del mismo o no.
3. Los incumplimientos de la normativa del acuerdo 08 de la CAR, claramente evidencia la falta de seguimiento y control por parte de la industria curtiembre estudiada, evidenciando claramente con esto la falta de autoridad por parte de organismos estatales como lo es la CAR, respecto a que este tipo de industrias siga en funcionamiento.
4. Se determinó que mediante este estudio que es casi improbable que alguna industria de la zona cumpla con el ACUERDO 08 DE 2004 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, Por el cual se define la norma de vertimientos de la industria de curtido de pieles, porque no se encontró ningún estudio estadístico donde se muestren el número de industrias curtiembres con una planta de tratamiento avalada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, como es la industria estudiada “Curtidos de Colombia” y por conocimiento del personal de esta, la Colombo Italiana de curtido. El resto de las industrias curtiembres trabajan informalmente arrojando sus vertimientos al río sin tratamiento alguno, otras solo tratando los vertimientos de cromo con sistemas de precipitación para la recuperación del mismo.

5. Ante el incumplimiento de los parámetros físico-químicos de las descargas industriales vertidas al río Bogotá de la industria estudiada de acuerdo a la normalización vigente y otras industrias curtiembres, que ni siquiera tienen una planta de tratamiento, es necesario hacer un monitoreo permanente a todas las industrias de la zona, pues las que tienen un sistema de tratamiento avalado muestran discontinuidad en cuanto al adelanto de sus proyectos de mejora, como los de construcción de sistemas de tratamiento secundarios y terciarios, y la avería o la decisión del no uso de sistemas de tratamiento. La falta de seguimiento de estas industrias curtiembres favorecen la reiteración de los incumplimientos a la normatividad vigente.
  
6. Es necesario capacitar a todo el personal, y en especial a administradores y dueños de estas industrias con el fin de concientizar a estas personas de la situación que atraviesa el río Bogotá, generado en gran parte por los vertimientos a este cuerpo de sus industrias, también es necesario que tengan constante actualización de cuáles son los insumos que deben usar y cuáles son las diferentes técnicas y tecnologías modernas que deben implementar, para lograr una reducción del impacto ambiental que generan sus vertimientos.
  
7. Es necesario implementar o empezar a hacer uso de, un plan de gestión ambiental por parte de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, en todas las industrias de la zona con el apoyo de los recursos de la autoridad estatal como municipal que anualmente les brindan el gobierno nacional y de los empresarios dueños de estas industrias, para la implementación de proyectos de infraestructura y manejos que permitan mitigar el impacto ambiental generado por estas industrias, y lograr por lo menos que las industrias que cuentan con una planta de tratamiento logren adelantar sistemas posteriores de tratamiento secundarios y terciarios, para garantizar el cumplimiento del acuerdo 8 del 2004, que es el acuerdo por el cual se define la norma de vertimientos de la industria de curtido de pieles de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.

## GLOSARIO

- **Alcalinidad:** La mayoría de los efluentes producidos son de naturaleza alcalina. la mayor concentración de alcalinidad se presenta en el efluente producido en el depilado de las pieles y es debido a la presencia de hidróxidos de calcio, sodio y amonio, en orden de importancia.
  
- **Cal:** La cal apagada en polvo es un producto técnico de alta riqueza en hidróxido cálcico, alrededor del 90%. Se usa en la ribera debido, principalmente, a su bajo costo y a su poca causticidad como álcali. Es muy poco soluble (1,29 gr/l a 20°C) y los baños se preparan siempre con un exceso de cal (10 gr/l y superiores) que queda en suspensión, contribuyendo a elevar los valores de sólidos suspendidos en los efluentes. Es el único material usado por la curtiembre que da sólidos en suspensión, en circunstancias que la mayoría de las materias en suspensión proceden de las pieles.
  
- **Carnaza:** Parte interior de la separación de la piel en la que también sale la flor.
  
- **Colágeno:** Proteína existente en el tejido conjuntivo del cuerpo, piel, tendones, etc. Es un polipéptido fibroso cuya cadena comprende muchos aminoácidos. Tiene la propiedad de encogerse en agua caliente dentro de un intervalo específico de temperatura (63-65°C para piel de vaca). Este comportamiento es un factor crítico en el curtido, pues la temperatura de encogimiento se incrementa con la extensión del curtido.
  
- **Cromo:** Es usado en procesos industriales tales como el curtido de cueros. El La forma hexavalente Cr (VI) puede existir, pero es mucho más escaso, y suele ser rápidamente convertido en Cr (III) por sustancias reductoras. Este contaminante presenta toxicidad moderada, su presencia en aguas residuales dificulta el tratamiento biológico de las mismas.
  
- **Cuero:** La cubierta exterior de un animal maduro o plenamente desarrollado, de gran tamaño, por ejemplo ganado vacuno y caballar. Véase Piel. Curtidos elaborados en base a lo expresado en el párrafo anterior; Cuando se utiliza con este sentido, puede complementarse con el nombre del animal, tipo de curtido, uso, etc., por ejemplo cuero de vaca; cuero de buey; cuero para correas; cuero de curtición vegetal, etc.

- **Curtiembre:** Es una industria que tiene como producir un artículo denominado cuero a partir de la piel de diferentes animales. El proceso de curtido consiste en transformar el colágeno de la piel en una sustancia no degradable, utilizando químicos de alta resistencia química.
- **DBO5:** Es la cantidad de oxígeno disuelto que se requiere para la descomposición de la materia orgánica por los microorganismos transcurridos 5 días y se expresa en mg de O<sub>2</sub>/litro.
- **DQO:** La demanda química de oxígeno (DQO), medida de la cantidad de oxígeno requerida para oxidación química de la materia orgánica del agua residual usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y altas temperaturas.
- **Efluente:** Son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido impurificadas por diversos usos. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de las viviendas, instituciones y establecimientos comerciales e industriales.
- **Flor:** Producto de la separación de la piel en la que sale también la carnaza.
- **Grasas:** Se encuentran abundantemente como tejido adiposo adherido en el lado carne del cuero. Durante el proceso de pelambre se saponifican parcialmente en el medio alcalino, dando origen a una parte del valor del extracto etéreo del efluente total de curtiembre. El contenido de grasas en los efluentes es bajo, solamente el depilado de las pieles produce grasas en cantidades moderadas.
- **Metales Pesados:** Son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua, Los más importantes son: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Hierro (Fe), entre otros; son metales tóxicos cuya concentración en el ambiente puede causar daños en la salud de las personas.
- **Nitrógeno:** El nitrógeno contenido en los efluentes es de origen orgánico, su presencia en forma de nitritos (NO<sub>2</sub>) y nitratos (NO<sub>3</sub>) es despreciable. El alto contenido de nitrógeno en los efluentes de depilado (NTK), es indicativo de alta concentración de materia proteica.

- **pH:** Logaritmo con signo negativo de la concentración de iones de hidrogeno en moles por litro.
  
- **Pelambre:** Proceso a través del cual se disuelve el pelo utilizando cal y sulfuro de sodio, produciéndose además, al interior del cuero, el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara el cuero para la posterior curtición. La cal se mezcla con sulfito de sodio para aflojar la lana y pelo, o disolver estos, produciendo un aflojamiento de la estructura fibrosa con el fin de preparar la piel para los procesos siguientes.
  
- **Piel:** Término genérico que significa la cubierta exterior de un animal. También se denominan así, las pieles de peletería curtidas y acabadas con su pelo.
  
- **Salinidad:** Esta se genera principalmente en el remojo y corresponde a sal común proveniente de la etapa de conservación del cuero (cerca del 60% de la salinidad), aportando otras etapas de la ribera, valores menores. Este porcentaje corresponde a información internacional debido a la baja disponibilidad de valores nacionales y fundamentalmente, porque los valores nacionales no son el producto de estudios hechos durante largo tiempo considerando variaciones estacionales de la producción y un universo suficientemente amplio de industrias muestreadas.
  
- **Sólidos suspendidos:** Corresponde a la cantidad de material (sólidos) que es retenido después de realizar la filtración de un volumen de agua. Es importante como indicador puesto que su presencia disminuye el paso de la luz a través de agua evitando su actividad fotosintética en las corrientes, importante para la producción de oxígeno.
  
- **Sólidos totales:** El contenido en los efluentes es alto, principalmente en el depilado y curtido con cromo. Los sólidos en su mayor parte se encuentran disueltos con porcentajes que oscilan entre 69 y el 98%.
  
- **Sulfuro:** El sulfuro es un producto fundamental en el proceso de destrucción del pelo o pelambre. Se trata de un elemento altamente tóxico en medio acuoso, principalmente porque debido a su carácter reductor provoca una drástica disminución del oxígeno disuelto en los cursos de agua y además cuando las soluciones acuosas que lo contienen bajan su pH del valor 10. La presencia del

sulfuro en el proceso de pelambre explica que este proceso por si solo sea responsable del 76% de la toxicidad total del efluente.

- **Tanino:** Se trata de una sustancia orgánica que se encuentra presente en la corteza de algunos árboles y en el interior de diversos frutos. Se emplea para curtir las pieles y otros usos.
  
- **Tensoactivos:** Son productos son ampliamente usados en ribera, como humectantes y como agentes de limpieza de los cueros. Los más usados son los alquilfenoles etoxilados. Estos productos dan altos valores de DQO y de toxicidad.
  
- **Vacuno:** Piel en bruto de un animal bovino adulto.
  
- **Wet-blue:** Cueros curtidos al cromo con un alto contenido de agua y sin ningún tratamiento posterior.

## BIBLIOGRAFIA

Alcaldía Municipal de Villapinzón. “Documento Técnico Diagnostico para el Plan De Ordenamiento Territorial de Villapinzón: Componente Rural” Junio de 2000.pp 49-50.Mimeo, Citado por: IDEAM, Diagnostico ambiental y lineamientos para el uso sostenible para el área de Villapinzón-Choconta, Cundinamarca, 2001, p 182-185

Alcaldía Municipal de Choconta. “Plan de Ordenamiento Territorial: Fase de formulación”. AGS Ltda. Mimeo. Pp 5-275 a 5-278, Citado por: IDEAM, Diagnostico ambiental y lineamientos para el uso sostenible para el área de Villapinzón-Choconta, Cundinamarca, 2001, p 182-185

ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Manual ambiental sectorial. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 17 p.

BARBA-HO, Luz Edith y BALLESTEROS, Yohana V. Impacto generado por los vertimientos de las curtiembres en corrientes superficiales usando pruebas de toxicidad. En: Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente Universidad del Valle. Enero-diciembre, 2013. núm. 12, p. 79-90.

BLACKMAN, Allen. Adoption of clean leather tanning technologies in Mexico. Washington, United States. Procesos Industriales Virtual Pro. No. 62. ISSN 1900-6241. Iberoamérica. 2005. 1 p.

Biblioteca virtual Luis Ángel Arango. Río Bogotá [en línea]. <<http://www.banrepcultural.org/node/19162>> [citado en 30 de octubre de 2014]

BULJAN, J; REISH G Y LUDVIK, J. comps. Mass balance in leather processing. United Nations Industrial Development Organization. Procesos industriales Virtual Pro No 62 ISSN 005-56376, Iberoamérica 2000. p 3-16.

CAICEDO PEÑA, Edgar y VARGAS BEJARANO, Carlos. Control de contaminación en curtiembres de Villapinzón. Aproximación a una solución integral. CAR. Noviembre de 1982. 2 p.

Centro Nacional de Producción más limpia y Tecnologías Ambientales; ALZATE TEJADA, Adriana María y TOBÓN MEJÍA, Olga Lucia. Diagnóstico Ambiental del sector curtiembre en Colombia. Proyecto gestión ambiental en el sector de curtiembres. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS, EMPA, SENA; Febrero de 2004. 5 p.

Clasificación Internacional Industrial Uniforme – CIIU [online]. Texinfo. [Bogotá, Colombia]. 2000. [Citado 6 de abril de 2015]. Proceso de producción: Curtido y Acabado de cueros identificada con el C.I.I.U 323101. Desarrollado en la web:<[http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/323101/323101\\_eca.htm](http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/323101/323101_eca.htm)>

CHAVES PORRAS, Álvaro. Descripción de la nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo. En: Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Julio- diciembre, 2010. vol. 9, num.17, p. 41-49.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA CAR. Asesoría Social y Tecnología de las curtiembres en el distrito sanitario de Villapinzón y Choconta: Diagnostico de alternativas. Bogotá 1993, pp 3-6.

\_\_\_\_\_ Regional Sabana Norte y Almeidas: Gestión ambiental compartida sectorial. Legalización ambiental de las industrias del curtido de pieles en Villapinzón, Choconta y Cagua. Avances proyecto piloto en curtiembres. Octubre de 2002. 5 p.

\_\_\_\_\_ Norma de vertimiento de la industria de curtido de pieles: Impactos sobre el ambiente y salud humana. Acuerdo 8 de 2004. Bogotá D.C.: CAR, 2004. 2 p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1594 de 1984 (23 de julio de 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Bogotá D.C., 1984. 22 p.

\_\_\_\_\_. Decreto 2811 de 1974 (Diciembre 18 de 1974). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá D.C., 1974. 5 p.

\_\_\_\_\_. Ley 9. (Enero 24 de 1979). Por el cual se dictan medidas sanitarias. Bogotá D.C., 1979. 2 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL. Cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suarez. Contaminación ambiental producida por la industria del Curtido (Anexo 1). Bogotá D.C.: 1989 [ca] 120 p.

FRANCO, D; FERNÁNDEZ V y TORRES E. (2000). Evaluación de la actividad genotóxica de efluentes de curtiembres del departamento central de la región oriental, Paraguay. Ciencia y tecnología. Vol. 2 Asunción, Paraguay. Procesos industriales Virtual Pro. No. 62. ISSN 1900-6241. Iberoamérica, pp.37-39.

FUQUENE YATE, Diana Marcela. Optimización del uso del agua en la etapa de pelambre en un proceso que permita la mejor calidad del cuero final y el menor impacto ambiental. Trabajo de investigación. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia, 2011. 9 p.

GERMILLAC. Mercedes. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial en curtiembres. Comisión Nacional del medio ambiente, Santiago de Chile. Procesos industriales Virtual Pro. No. 62. ISSN 1900-6241. Iberoamérica, 2007., 19 p.

Glosario del cuero. [Recurso en Línea] <<http://cueronet.com/glosario/glosariow.htm>> [Citado el 1 de marzo de 2015]

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION. Sistemas de gestión ambiental: Requisitos con orientación para su uso. NTC-ISO 14001. Bogotá D.C.: El instituto, 2004. 10 p.

\_\_\_\_\_. Gestión ambiental: Calidad del agua muestreo, Muestreo, Muestreo de aguas residuales. NTC-ISO 5667-10. Bogotá D.C.: El instituto, 1995. 3 p.

MILLER, Stuart; GANET, Alan. Reporte técnico para la industria de Curtiembres en el Perú. Informe para el ministerio de industria, turismo, integración y comercio internacional (MITINCI). Perú; 1999. 8 p.

PEÑA RODÓN, José Agustín. Gestión ambiental del agua en las empresas de curtiembre. Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Táchira, Venezuela. Procesos industriales Virtual Pro. Iberoamérica. 3 p.

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales: Características de aguas residuales: Editorial escuela colombiana de ingeniería, junio de 2001. Pág. 18. ISBN 958-8060-13-3

SCHLEENSTEIN, Gerhard. Treatment of tannery wastewater. Eschbom, Alemania. Procesos industriales Virtual Pro. No. 62. ISSN 1900-6241. Iberoamérica. 2002. p. 2-6.

SUAREZ ESCOBAR, Andrés Felipe; GARCÍA UBAQUE, Cesar Augusto y VACA BOHÓRQUEZ, Martha Lucia. Identificación y evaluación de la contaminación del agua por curtiembres en el municipio de Villapinzón. En: Revista Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Octubre, 2012. Tecnura, vol. 16, p. 185-193.

YAGÜE Sánchez, Cristina (2001). Eliminación de color en aguas de industrias de acabado de piel mediante tecnologías de oxidación. Tesis de doctorado. Universidad de Alicante, España. Facultad de ciencias. p.3- 4

## **PAGINAS DE INTERNET CONSULTADAS**

<http://cueronet.com/glosario/glosariow.htm>

<https://www.google.com/maps/@5.1695673,-73.6324449,12z/data=!5m1!1e4?hl=en-US>

<http://micolombiaexterior.blogspot.com/http://www.colarte.com/colarte/conspintores.asp?idartista=7366&pagact=1&dirpa=http%3A%241col%24%241col%24www.colarte.com%241col%24Cund27405.jpg&tipo=1&carpeta=Anolaima&idfoto=160095>

<http://corponarino.gov.co/modules/wordbook/letter.php?init=S>

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13961>

<http://www.banrepcultural.org/node/19162>

[http://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo\\_Bogot%C3%A1](http://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo_Bogot%C3%A1)

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13961>

<https://www.car.gov.co/tools/marco.php?idcategoria=21727>

<http://institucional.ideam.gov.co/jsp/index.jsf>

# **ANEXOS**

## Anexos 1. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba DQO

	<b>INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO</b>	<b>CODIGO</b>	ILAB-08
		<b>FECHA</b>	2011-02-24
		<b>VERSION</b>	0
		<b>PAGINA</b>	1 DE 4

### **DQO** **REFLUJO CERRADO METODO TITULOMETRICO**

#### **SIGNIFICADO**

Se utiliza como una medida del equivalente de oxígeno del contenido de materia orgánica de una muestra susceptible de oxidación por un oxidante químico fuerte.

#### **PRECAUCIONES**

El ácido sulfúrico es un agente corrosivo, reacciona exotérmicamente con el agua y el dicromato.

#### **CONDICIONES AMBIENTALES**

No se especifican condiciones ambientales. Es recomendable que la muestra se encuentre a temperatura ambiente en el momento de realizar el análisis.

#### **CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

- o Mantener la bata.
- o En el laboratorio siempre es recomendable llevar recogido el cabello.
- o Para el trabajo dentro del laboratorio deberán llevarse gafas de seguridad, las gafas graduadas no protegen suficientemente.
- o Utilizar guantes de nitrilo. Protéjase las manos del calor producido cuando se mezcla el contenido del tubo de digestión.

#### **REGISTROS ASOCIADOS**

- o Hoja de ruta FLAB-13

#### **MATERIALES**

- o Tubos de 10 ml con tapa.
- o Termoreactor L-TER01.
- o Erlenmeyer
- o Pipeta de 2 ml.
- o Pipetas de 1–10 ml.
- o Vidrio de reloj

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REVISÓ: NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2019\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\LAB-08 INSTRUCTIVO DETERMINACION DQO.docx	



## INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-08
FECHA	2011-02-24
VERSION	0
PAGINA	2 DE 4

- o Espátula
- o Balones aforados

### REACTIVOS

- o **Solución de digestión de dicromato de potasio 0.0167 M. (SOLUCION A):** Añádase a unos 500 ml de agua destilada 4.193 gr de dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ), calidad para reactivos primaria, previamente secado a  $103 \pm 2^\circ C$  durante dos horas, 167ml de  $H_2SO_4$  concentrado y 33.3 gr de  $HgSO_4$ . Disuélvase, enfríese a temperatura ambiente y dilúyase hasta 1000ml.
- o **Reactivo de ácido sulfúrico (SOLUCION B).** añada  $Ag_2SO_4$ , de calidad para reactivos o técnica en cristales o en polvo a  $H_2SO_4$  concentrado en la proporción 5.5 gr de  $Ag_2SO_4$ /Kg de  $H_2SO_4$ , déjese reposar de 1 a 2 días para disolver el  $Ag_2SO_4$ .
- o **Solución indicadora de ferroína.** Disuélvase 1.485gr de 1-10 fenantrolina monohidratada y 695 mg de  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  en agua destilada y dilúyase hasta 100 ml.
- o **Sulfato de amonio ferroso (SAF).** Patrón para titulación, aproximadamente 0,10M. Disuélvase 39.2 gr de  $Fe(NH_4)_2(SO_4) \cdot 6(H_2O)$  en agua destilada. Añádanse 20 ml de  $H_2SO_4$  concentrado, enfríese y dilúyase hasta 1000ml.  
Estandarícese la solución a diario frente a la solución de digestión patrón de  $K_2Cr_2O_7$  como sigue:

### PROCEDIMIENTO

- o Añadir 2.5 ml de agua destilada en un tubo de reacción, agréguele 1.5 ml de la solución A y 3.5 ml de la solución B.
- o Añadir 2.5 ml de muestra en una ampolla de reacción.
- o Adicionar 1.5 ml de reactivo A y 3.5 ml de solución B, a la muestra.
- o Mezclar uniformemente la cantidad de muestra con la solución A y B en el tubo de reacción, realizar el mismo procedimiento con el blanco.
- o Llevar la muestra y el blanco al termoreactor.
- o Encender el termoreactor L-TER01 con el botón ubicado en la parte derecha posterior, ajustar el control de temperatura a  $148^\circ C$  y ajustar el temporizador a 120 min.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REVISÓ: NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\LAB-08 INSTRUCTIVO DETERMINACION DOO.docx	



## INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-08
FECHA	2011-02-24
VERSION	0
PAGINA	3 DE 4

- o Después de las dos horas llevar el blanco a un erlenmeyer adicionar 1 a 2 gotas del indicador ferroína, agitar y titular con SAF aprox. 0.10 M, hasta denotar un cambio de color azul verdoso a marrón rojizo. Realice el mismo procedimiento con la muestra.
- o Disponga los residuos en el recipiente "RESIDUOS DQO"
- o Al finalizar la prueba lave el material teniendo en cuenta el Instructivo limpieza del laboratorio ILAB-33.

NOTA 1: El procedimiento es aplicable a muestras entre 40 y 400 mg/L. Para valores más altos utilizar diluciones.

NOTA 2: Si al adicionar el indicador se vuelve inmediatamente marrón o rojo quiere decir que está por encima de 400 mg/L y hay que volver a realizar el análisis haciendo la adecuada dilución.

Este método no es aplicable a aguas potables debido al valor tan bajo que tienen estas.

### RESULTADOS

- o **Molaridad de la solución de SAF:**

$$M, SAF = \frac{\text{volumen de solución titulada de } K_2Cr_2O_7 \text{ 0,0167M, ml}}{\text{volumen de SAF utilizada en la titulación, ml}} * 0,10$$

- o **DQO en mg O<sub>2</sub>/l**

$$DQO = \frac{(A - B) * M * 8000}{ml_{muestra}}$$

DONDE:

**A:** ml de SAF utilizados para el blanco

**B:** ml de SAF utilizados para la muestra

**M:** molaridad del SAF

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA

REVISÓ: NELSON FERNANDEZ

C:\Users\Usuario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-08 INSTRUCTIVO DETERMINACION DQO.docx

	<b>INTRUCTIVOS DE LABORATORIO</b>	CODIGO	ILAB-08
		FECHA	2011-02-24
		VERSION	0
		PAGINA	4 DE 4

### **ANALISIS DE RESULTADOS**

La mayor parte de la materia orgánica resulta oxidada por una mezcla a ebullición del ácido sulfúrico y el dicromato.

### **REPORTE**

Con los datos obtenidos y registrados en la hoja de ruta, se realizan los cálculos respectivos. Reporte con su unidad correspondiente: **mg/L** y con 1 cifra significativa si no hay dilución. El límite de detección del método es  $> 20$  mg/L.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REVIS: NELSON FERNANDEZ
<small>C:\Users\lucario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-08 INSTRUCTIVO DETERMINACION DQO.docx</small>	

## Anexos 2. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba DBO de 5 Días

	<b>INSTRUCTIVO DE LABORATORIO</b>	<b>CODIGO</b>	ILAB-02
		<b>FECHA</b>	2011-06-23
		<b>VERSION</b>	1
		<b>PAGINA</b>	1 DE 4

### PRUEBA DBO DE 5 DIAS

#### SIGNIFICADO

La determinación de la demanda biológica de oxígeno (DBO) es una prueba empírica en la que se utilizan procedimientos estandarizados de laboratorio para determinar los requerimientos relativos de oxígeno de las aguas residuales, efluentes y contaminadas. La prueba mide el oxígeno utilizado, durante un periodo de incubación especificado, para la degradación bioquímica de materia orgánica (requerimiento de carbono), y el oxígeno utilizado para oxidar materia orgánica, como los sulfuros y el ion ferroso.

#### PRECAUCIONES

El cloruro férrico es corrosivo y provoca quemaduras.

#### CONDICIONES AMBIENTALES

La temperatura de la muestra durante los días de incubación debe estar entre los 19 – 20°C.

#### CONDICIONES DE SEGURIDAD

Uso Normal: Gafas de seguridad, bata, guantes de nitrilo.

#### REGISTROS ASOCIADOS

- o Hoja de ruta FLAB-13
- o Control Agua de Dilución FLAB-80
- o Formato verificación oxígeno disuelto L-OXD01 FLAB-07

#### REACTIVOS

- o **Solución tampón fosfato:** disuélvase 8,5 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 21,75 g de  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 33,4 g de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  Y 1,7 G DE  $\text{NH}_4\text{Cl}$  en unos 500 ml de agua destilada y dilúyase hasta 1l. el pH de la solución debería ser de 7,2 sin ajustes adicionales.
- o **Solución de sulfato de magnesio:** disuélvase 22,5 g de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  en agua destilada y dilúyase hasta 1 l.
- o **Solución de cloruro de calcio:** disuélvase 27,5 g de  $\text{CaCl}_2$  en agua destilada y dilúyase hasta 1l.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REVISÓ: NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\LAB-02 INSTRUCTIVO DETERMINACION DBO.docx	



## INSTRUCTIVO DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-02
FECHA	2011-06-23
VERSION	1
PAGINA	2 DE 4

- o **Solución de cloruro férrico:** disuélvase 0,25 g de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  en agua destilada y dilúyase hasta 1 l.
- o **Solución de sulfito sódico:** disuélvase 1,575 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  en 1000 ml de agua destilada. Diaria.
- o **Solución de glucosa- acido glutámico:** séquense glucosa de calidad para reactivos y acido glutámico de calidad para reactivos a  $103 \pm 2$  °C durante una hora. Añádase 150 mg de glucosa y 150 mg de acido glutámico a agua destilada dilúyase hasta 1 l. prepárese inmediatamente o almacene en condiciones estériles a una temperatura de 4°C
- o **Solución de cloruro de amonio:** disuélvase 1,15 g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  en unos 500 ml de agua destilada, ajústese el pH a 7,2 con solución de NaOH, y dilúyanse hasta 1 l.
- o **Agua de dilución:** colóquese el volumen deseado de agua en un frasco adecuado y añádase 1 ml de las soluciones de tampón fosfato, de  $\text{MgSO}_4$ , de  $\text{CaCl}_2$ , y de  $\text{FeCl}_3$ /L de agua.  
Antes de usar el agua de dilución debe ponerse a una temperatura de 19-20 °C. Satúrese con OD agitando en una botella parcialmente llena o aireando con aire. Almacénese en frascos taponados con algodón durante el tiempo suficiente para que el agua se sature de OD.
- o Soluciones acida y alcalina, 1N, para neutralización de muestras causticas o acidas.

NOTA: deséchese cualquiera de los reactivos si hay algún signo de crecimiento biológico en los frascos de reserva.

### MATERIALES

- o Botellas de incubación.
- o Incubadora.
- o pH metro.
- o Pipetas.
- o Probeta.
- o Oxímetro L-OXD01.

### PROCEDIMIENTO

Teniendo en cuenta el resultado que arroja la DQO se calcula el volumen de la muestra que se va a emplear para el análisis de la siguiente forma:

$$\text{factor de dilucion} = DQO * F * 0.30/3$$

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REvisa: NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-02 INSTRUCTIVO DETERMINACION DBO.docx	



## INTRUCTIVO DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-02
FECHA	2011-06-23
VERSION	1
PAGINA	3 DE 4

### DONDE

- $F = 1$  si se trata de aguas biodegradables.
- $= 0.55$  si son aguas claras.
- $= 0.70$  si son aguas sucias o muy turbias.

$$\text{volumen de muestra para DBO} = \frac{\text{volumen de la botella}}{\text{factor de dilucion}}$$

En una botella de incubación colocar el volumen de muestra para DBO, obtenido anteriormente, agregar la solución de incubación hasta el cuello, medir el pH, y ajustarlo en un rango de 6,8 a 7,2 con ácido sulfúrico 1N ( $H_2SO_4$ ) o hidróxido de sodio 1N (NaOH) según sea el caso, verificar el equipo de medición de oxígeno según el INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE OXIGENO DISUELTO ILAB-28, medir el oxígeno disuelto introduciendo la membrana del medidor de oxígeno L-OXD01 en la botella, encender el equipo con la perilla y ubicarla en mg/L simultáneamente encender el agitador rojo ubicado en la membrana y realizar la lectura correspondiente al oxígeno disuelto inicial, registrar el valor cuando la lectura en el equipo se estabilice, retirar la membrana y tapar la botella revisando que quede bien ajustada, colocar agua destilada hasta llenar la caperuza y colocar plástico para evitar la entrada de aire, llevar a la incubadora por 5 días, al término de este tiempo leer el oxígeno disuelto final, registrar el valor cuando la lectura en el equipo se estabilice. Realizar los cálculos pertinentes teniendo en cuenta la depleción del lote de agua de dilución según el formato FLAB-60 FORMATO CONTROL DE AGUA DE DILUCIÓN DBO.

Al finalizar la prueba lave el material teniendo en cuenta el instructivo limpieza del laboratorio ILAB-33.

### RESULTADOS

$$DBO_5 \text{ en } \frac{mgO_2}{L} = (OD_{inicial} - OD_{final} - DO_{blanco}) * \text{factor dilucion} + DO_{blanco}$$

### DONDE

- $OD$ : Oxígeno disuelto.
- $DO_{blanco}$ : Depleción del blanco

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REvisa: NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-02 INSTRUCTIVO DETERMINACION DBO.docx	



## INTRUCTIVO DE LABORATORIO

CODIGO	LAB-02
FECHA	2011-06-23
VERSION	1
PAGINA	4 DE 4

### **ANALISIS DE RESULTADOS**

El oxígeno disuelto se mide antes y después de la incubación, y el DBO se calcula mediante la diferencia entre el OD inicial y el final.

### **REPORTE**

Con los datos obtenidos y registrados en la hoja de ruta, se realizan los cálculos respectivos teniendo en cuenta la calidad del agua de dilución.

Reporte con su unidad correspondiente: **mg/L** y con 2 cifras significativas si no hay dilución. El límite de detección del método es  $> 2$  mg/L.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA

REvisa: NELSON FERNANDEZ

C:\Users\Usuario\Desktop\2011\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\LAB-02 INSTRUCTIVO DETERMINACION DBO.docx

### Anexos 3. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba Aceites y grasas- Método de extracción Soxhlet

	<b>INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO</b>	CODIGO	ILAB-04
		FECHA	2011-02-24
		VERSION	0
		PAGINA	1 DE 4

#### **ACEITES Y GRASAS METODO DE EXTRACCION SOXHLET**

##### **SIGNIFICADO**

La determinación analítica de aceites y grasas no mide una sustancia específica sino un grupo de sustancias susceptibles de disolverse en hexano, incluyendo ácidos grasos, jabones, grasas, ceras, hidrocarburos, aceites y cualquier otra sustancia extractable con hexano.

##### **INFERFERENCIAS**

La remoción del solvente causa pérdidas en hidrocarburos de cadena corta y en compuestos aromáticos simples por volatilización. Cantidades significativas de destilados del petróleo de gasolina del tipo fuel oil No 2 se pierden en este procedimiento. Seguir los tiempos de secado estrictamente para estandarizar las pérdidas graduales de peso debido a la volatilización. Use exactamente el tiempo y la tasa de extracción en el equipo soxhlet debido a la variación en la solubilidad de las diferentes grasas.

##### **PRECAUCIONES**

El ácido clorhídrico es una sustancia corrosiva por inhalación. En la piel puede causar inflamación y enrojecimiento.

Los vapores del hexano son inflamables. Es peligroso si se inhala. Causa irritación en la piel y en los ojos.

Durante el proceso de determinación de aceites y grasas se manejan temperaturas altas, usar todos los elementos de protección personal, para evitar posibles quemaduras.

##### **CONDICIONES AMBIENTALES**

No se especifica condiciones ambientales. Es recomendable que la muestra se encuentre a temperatura ambiente en el momento de realizar el análisis.

##### **CONDICIONES DE SEGURIDAD**

- o Se debe utilizar ropa protectora como guantes y bata de laboratorio para prevenir el contacto con la piel; gafas de seguridad.
- o Si es necesario utilice guantes de asbesto para manipular material caliente.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REVISÓ: NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2011\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\LAB-04 INSTRUCTIVO DETERMINACION DE ACEITES Y GRASAS.docx	



## INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-04
FECHA	2011-02-24
VERSION	0
PAGINA	2 DE 4

### REGISTROS ASOCIADOS

- o Captura de datos FLAB-66

### REACTIVOS

- o Acido clorhídrico: HCl, 1+1
- o Hexano  $C_6H_{14}$
- o Suspensión de tierra diatomea: 10g de tierra en 1000ml de agua destilada.

### MATERIALES

- o Balanza
- o Equipo de extracción Soxhlet L-SOX01
- o Bomba vacio y manifold
- o Embudo
- o Tela muselina.
- o Papel filtro Whatman 40 o equivalente.
- o Matraz.
- o Dedal de extracción
- o Probetas
- o Vidrio de reloj
- o Pinzas
- o Pipetas.
- o Desecador.

### PROCEDIMIENTO

- o Tomar alrededor de 1000 ml de muestra y acidule con HCl hasta un  $pH \leq 2$ .
- o Preparar un filtro que consista en un disco de muselina cubierto con el papel filtro.
- o Después de preparar la muestra, se coloca el filtro, y usando el vacio se lava con agua destilada; luego se adiciona 100 ml de suspensión de tierra de diatomea.
- o Se filtra la muestra acidificada mediante vacio, hasta que ya no pase más agua a través del filtro.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REVISA: NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2011\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-04 INSTRUCTIVO DETERMINACION DE ACEITES Y GRASAS.docx	



## INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-04
FECHA	2011-02-24
VERSION	0
PAGINA	3 DE 4

- Enrólese todo el papel del filtro que contenga muestra y encájese en un dedal de extracción.
- Séquese el dedal lleno en un homo o mufla a 103 °C, durante 30 minutos.
- Séquese un matraz en estufa durante 1 hora y enfríese a temperatura ambiente en un desecador por 30 minutos o más, pesar en la balanza y registrar el peso inicial del matraz (P1).
- Colocar el dedal lleno y secado en el cuerpo de extracción soxhlet. Montar el dispositivo para la extracción, añadiendo la cantidad de hexano suficiente (aprox. 150ml).
- Graduar cada puesto del equipo de extracción soxhlet a 110°C, con los botones (▲ ▼) ubicados en el control de temperatura, mantener oprimido el botón con la E hasta que titile el bombillo rojo de la parte inferior del display, para grabar dicha temperatura en el puesto del equipo de extracción. La extracción debe hacerse con una frecuencia de aproximadamente 20 ciclos/h durante 4 horas que se miden desde el primer ciclo.
- Concluida la extracción, graduar el equipo a 70 °C para eliminar el disolvente por destilación (cambiar los centrales para recuperar el disolvente).
- Pasar al desecador el matraz y finalmente pesar, registre el peso final del matraz (P2).
- Disponer los residuos sólidos en la caneca "RESIDUOS SÓLIDOS"
- Al finalizar la prueba lave el material teniendo en cuenta el instructivo limpieza del laboratorio ILAB-33.

### RESULTADOS

$$\text{mg de } \frac{\text{grasa}}{\text{lítro}} = \frac{(P_2 - P_1) * 1'000.000}{V_{\text{muestra total}}}$$

DONDE:

P<sub>2</sub>: peso final del balón.

P<sub>1</sub>: peso inicial del balón.

### ANALISIS DE RESULTADOS

Los jabones metálicos solubles son hidrolizados por acidificación. Solo los aceites y las grasas solidas o viscosas presentes se separan de las muestras liquidas por

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REVISA: NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2012\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-04 INSTRUCTIVO DETERMINACION DE ACEITES Y GRASAS.docx	



## INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-04
FECHA	2011-02-24
VERSION	0
PAGINA	4 DE 4

filtración. Después de la extracción en un aparato Soxhlet con el hexano, se pesa el residuo que queda después de la evaporación del disolvente para determinar el contenido en aceite y grasa. Los compuestos que volatilizan a, o por debajo de, 103°C se perderán cuando se seque el filtro.

### **REPORTE**

Con los datos obtenidos y registrados en la hoja de ruta, se realizan los cálculos respectivos.

Reporte en unidades mg/L. El límite de detección del método es 5 mg/L.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA

REVISÓ: NELSON FERNANDEZ

C:\Users\Usuario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-04 INSTRUCTIVO DETERMINACIÓN DE ACEITES Y GRASAS.docx

## Anexos 4. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba Solidos totales disueltos secados a 180°C

	<b>INSTRUCTIVO DE LABORATORIO</b>	<b>CODIGO</b>	ILAB-23
		<b>FECHA</b>	2011-02-24
		<b>VERSION</b>	0
		<b>PAGINA</b>	1 DE 3

### **SOLIDOS TOTALES DISUELTOS SECADOS A 180 °C**

#### **SIGNIFICADO**

Porción que atraviesa el filtro.

#### **PRECAUCIONES**

- o Antes de iniciar la tarea, verificar el estado del horno L-HOR01o la estufa L-SOX01
- o Emplear solamente materiales resistentes a altas temperaturas.
- o Para tomar el material, usar pinzas de tamaño y material adecuados.
- o Si es necesario usar guantes de asbesto.

#### **CONDICIONES AMBIENTALES**

No se especifican condiciones ambientales. Es recomendable que la muestra se encuentre a temperatura ambiente en el momento de realizar el análisis.

#### **CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

- o Mantener la bata.
- o En el laboratorio siempre es recomendable llevar recogido el cabello.
- o Para el trabajo dentro del laboratorio deberán llevarse gafas de seguridad, las gafas graduadas no protegen suficientemente.
- o Si es necesario utilizar guantes de asbesto para manipular material caliente.

#### **REGISTROS ASOCIADOS:**

- o Hoja de ruta F-LAB13

#### **MATERIALES**

- o Capsula de porcelana
- o Discos de filtrado de fibra de vidrio.
- o Aparato de filtrado
- o Matraz de succión
- o Horno de secado L-HOR01

<b>ELABORA:</b> LAURA VEGA GARCIA	<b>REvisa:</b> NELSON FERNANDEZ BARRERO
C:\Users\Usuario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\LAB-23 INSTRUCTIVO DETERMINACION DE SOLIDOS DISUELTOS.docx	



## INSTRUCTIVO DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-23
FECHA	2011-02-24
VERSION	0
PAGINA	2 DE 3

- o Embudo
- o Desecador
- o Balanza analítica

### PROCEDIMIENTO

- o Insértese el disco con la cara rugosa hacia arriba en el aparato de filtrado. Hágase el vacío y lávese el disco con tres volúmenes sucesivos de 20 ml de agua destilada. Continuar la succión hasta eliminar todo vestigio de agua. Deséchese el agua de lavado.
- o Calientese la capsula limpia a  $180 \pm 2$  °C durante una hora en horno o estufa. Consérvese en el desecador hasta que se utilice. Pesar inmediatamente antes de usar.
- o Elijase un volumen de muestra adecuado. O un volumen que no exceda la capacidad del filtro.
- o Filtrese el volumen medido de la muestra bien mezclada mediante un filtro de fibra de vidrio, lávese con tres volúmenes sucesivos de 10 ml de agua destilada, permitiendo el drenaje completo del filtro entre los lavados, y continúese succionando durante unos 3 minutos después de terminar el filtrado.
- o Transfírase el producto a una placa de evaporación pesada y evapórese a  $100 \pm 2$  °C hasta que se seque. Si el volumen de filtrado excediera la capacidad de la placa, añádase a la misma, después de la evaporación, nuevas porciones de muestra.
- o Séquese al menos durante una hora en horno o estufa a  $180 \pm 2$  °C, enfríese en un desecador para equilibrar la temperatura y procédase a pesar.
- o Enfríar en un desecador para equilibrar la temperatura por unos 30 minutos y finalmente pesar la capsula con el residuo seco.
- o Disponer los residuos sólidos en la caneca "RESIDUOS SÓLIDOS"
- o Al finalizar la prueba lave el material teniendo en cuenta el Instructivo limpieza del laboratorio ILAB-33.

El agua fuertemente mineralizada con una concentración significativa de calcio, magnesio, cloruro y/o sulfato puede ser higroscópica y requerir un secado prolongado, una desecación adecuada y un pesado rápido.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REVISÓ: NELSON FERNANDEZ BARRERO
C:\Users\Usuario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-23 INSTRUCTIVO DETERMINACION DE SOLIDOS DISUELTOS.docx	



## INSTRUCTIVO DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-23
FECHA	2011-02-24
VERSION	0
PAGINA	3 DE 3

### RESULTADOS

$$\text{mg de } \frac{STD}{L} = \frac{(A - B) \cdot 1000}{\text{ml}_{\text{muestra total}}}$$

DONDE:

A: peso de residuo seco + placa, mg

B: peso de la placa, mg

### ANALISIS DE RESULTADOS

Se filtra una muestra bien mezclada por un filtro estándar de fibra de vidrio; posteriormente, el filtrado se evapora hasta que se seque en una placa pesada y secada a peso constante a 180 °C. El aumento del peso de la placa representa los sólidos totales disueltos.

### REPORTE

Con los datos obtenidos y registrados en la hoja de ruta, se realizan los cálculos respectivos. Reporte en unidades mg/L. El límite de detección es 4 mg/L.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA

REVISÓ: NELSON FERNANDEZ BARRERO

C:\Users\Usuario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-23 INSTRUCTIVO DETERMINACION DE SOLIDOS DISUELTOS.docx

**Anexos 5. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba Sólidos suspendidos totales SST**

	<b>INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO</b>	CODIGO	ILAB-03
		FECHA	2011-02-24
		VERSION	0
		PAGINA	1 DE 3

**SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES-SST- SECADOS A 103-105°C**

**SIGNIFICADO**

Es la porción de sólidos totales retenida por un filtro.

**PRECAUCIONES**

- o Emplear solamente materiales resistentes a altas temperaturas.
- o Para manipular el material caliente, usar pinzas de tamaño y material adecuados.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

No se especifican condiciones ambientales. Es recomendable que la muestra se encuentre a temperatura ambiente en el momento de realizar el análisis.

**CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

- o Mantener la bata.
- o En el laboratorio siempre es recomendable llevar recogido el cabello.
- o Para el trabajo dentro del laboratorio deberán llevarse gafas de seguridad, las gafas graduadas no protegen suficientemente.
- o Si es necesario utilice guantes de asbesto para manipular material caliente.

**REGISTROS ASOCIADOS:**

- o Hoja de ruta FLAB-13

**MATERIALES**

- o Papel filtro analítico pre-secado a 103°C.
- o Plancheta en acero inoxidable o aluminio: se utiliza para colocar el papel filtro luego de realizar el filtrado así poder llevarlos sin interferencias al homo.
- o Homo de secado: se emplea para someter las muestras después de filtradas a temperatura entre 103°C-105°C, y evaporar el agua contenida en el papel.
- o Bomba vacío.
- o Embudo.
- o Balanza analítica.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REVISÓ: NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2919\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-03 INSTRUCTIVO DETERMINACIÓN SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.docx	



## INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-03
FECHA	2011-02-24
VERSION	0
PAGINA	2 DE 3

- o Desecador.
- o Probeta.
- o Pinzas

### PROCEDIMIENTO

- o Pesar el papel filtro pre-secado y la plancheta de aluminio (P1). Montar el aparato de filtrado. Para ajustar el filtro, humidézcase con una pequeña cantidad de agua destilada, deseche ese volumen de agua.
- o Elimínese de la muestra las partículas gruesas flotables o los aglomerados sumergidos de materiales no homogéneos, si se decide que su inclusión no es deseable en el resultado final.
- o Filtrese 100 ml de volumen de muestra bien mezclada o un volumen que no exceda la capacidad del filtro, por el sistema de filtrado.
- o Lávese con tres volúmenes sucesivos de 10 ml de agua destilada, permitiendo el drenaje completo del filtro entre los lavados y continúese succionando durante unos minutos después de terminar el filtrado.
- o Sepárese cuidadosamente el filtro del aparato y trasládese con pinzas a una plancheta de aluminio o acero inoxidable.
- o Pasar al horno y graduar la temperatura entre 103-105°C, y dejar en un intervalo de 1-2 horas.
- o Enfriar en un desecador para equilibrar la temperatura y pesar (P2) el filtro con el residuo seco incluyendo la plancheta de aluminio. Repetir el ciclo de secado, enfriamiento, desecación y pesado hasta obtener un peso constante o hasta que la pérdida de peso sea menor de 1 mg (escoger la menor de ambas).
- o Disponer los residuos sólidos en la caneca "RESIDUOS SÓLIDOS"
- o Lavar el material según ILAB-33 INSTRUCTIVO LIMPIEZA DEL LABORATORIO

### RESULTADOS

$$mg\ de\ \frac{SST}{L} = \frac{(P_2 - P_1) * 1000000}{ml_{muestra\ total}}$$

DONDE:

P<sub>2</sub>: peso del filtro + residuo seco, mg

P<sub>1</sub>: peso del filtro, mg

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REVISÓ: NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2011\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\LAB-03 INSTRUCTIVO DETERMINACIÓN SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.docx	



## INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-03
FECHA	2011-02-24
VERSION	0
PAGINA	3 DE 3

### **ANALISIS DE RESULTADOS**

Al filtrar la muestra bien mezclada por un filtro estándar, y el residuo retenido en el mismo se seca a una temperatura constante de 103-105°C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales en suspensión.

### **REPORTE**

Con los datos obtenidos y registrados en la hoja de ruta, se realizan los cálculos respectivos. Reporte con su unidad correspondiente: **mg/L**. El límite de detección del método es de 8 mg/L.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA

REVISÓ: NELSON FERNANDEZ

C:\Users\Ussaf\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\LAB-03 INSTRUCTIVO DETERMINACIÓN SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.docx

## Anexos 6. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO- Prueba Cromo Hexavalente

	<b>INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO</b>	<b>CODIGO</b>	ILAB-64
		<b>FECHA</b>	2011-01-09
		<b>VERSION</b>	1
		<b>PAGINA</b>	1 DE 3

### **CROMO HEXAVALENTE MÉTODO 1,5 DIFENIL CARBOHIDRACIDA**

#### **SIGNIFICADO**

El cromo hexavalente es determinado colorimétricamente al reaccionar con 1,5 difenil carbohidracida a 540 nm

#### **PRECAUCIONES**

- Utilizar todos los elementos de protección personal.

#### **CONDICIONES AMBIENTALES**

No se especifican condiciones ambientales. Es recomendable que la muestra se encuentre a temperatura ambiente en el momento de realizar el análisis.

#### **CONDICIONES DE SEGURIDAD**

- Mantener la bata.
- En el laboratorio siempre es recomendable llevar recogido el cabello.
- Para el trabajo dentro del laboratorio deberán llevarse gafas de seguridad, las gafas graduadas no protegen suficientemente.
- utilizar guantes de nitrilo.

#### **REGISTROS ASOCIADOS**

- Hoja de ruta (FLAB-13)

#### **REACTIVOS**

- Reactivo ChromaVer 3 en sobres.

#### **MATERIALES**

- Celdas graduadas colorimétricas de 10 mL.
- Pipetas 5 – 10 ml
- Espectrofotómetro HACH LSPE-02

<b>ELABORA:</b> LAURA VEGA GARCIA	<b>REvisa:</b> NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2011\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-64 INSTRUCTIVO DETERMINACION DE CROMO HEXAVALENTE.docx	



## INTRUCTIVOS DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-64
FECHA	2011-01-09
VERSION	1
PAGINA	2 DE 3

### PROCEDIMIENTO

- o Seleccionar en la pantalla: **Programas almacenados**
- o Seleccionar el método: **90 Cromo hexavalente**.
- o Llenar una cubeta cuadrada de 10 ml hasta la marca con muestra.
- o Agregar el contenido de un sobre de ChromaVer 3, mezclar hasta diluir. En presencia de cromo hexavalente, aparecerá un color violeta
- o Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador  y pulsar **OK**. Comienza un periodo de reacción de 5 minutos.
- o Preparación del blanco: llenar otra cubeta cuadrada de 10 ml hasta la marca con muestra.
- o Después de que suene el temporizador, limpiar bien el exterior de la cubeta (el blanco) y colocar el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha. Seleccionar en la pantalla: **Cero**. La pantalla indicará: 0.000 mg/L Cr<sup>6+</sup>
- o Limpiar bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y colocar la cubeta en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha. Seleccionar en la pantalla: **Medición**. El resultado aparecerá en mg/L Cr<sup>6+</sup>
- o Al finalizar la prueba lave el material teniendo en cuenta el instructivo limpieza del laboratorio ILAB-33.
- o Disponer el sobre usado en la caneca "**RESIDUOS SOLIDOS**" y los residuos líquidos en el recipiente "**LIQUIDOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICO**"

**Nota:** En caso de que hubiese una concentración de cromo elevada, se formará un precipitado. Diluir la muestra

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

El cromo hexavalente viene determinado por el método 1,5 Difenil carbohidracida mediante una fórmula de reactivo en polvo única denominada ChromaVer3. Este reactivo contiene un tampón ácido que combinado con el difenil carbohidracida reacciona provocando un color violeta proporcional a la cantidad de cromo hexavalente.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA	REVISÓ: NELSON FERNANDEZ
C:\Users\Usuario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\ILAB-64 INSTRUCTIVO DETERMINACION DE CROMO HEXAVALENTE.docx	



## INSTRUCTIVOS DE LABORATORIO

CODIGO	ILAB-64
FECHA	2011-01-09
VERSION	1
PAGINA	3 DE 3

### REPORTE

Con los datos obtenidos y registrados en la hoja de ruta, se realizan los cálculos respectivos. Reporte en **mg/l Cr6+** y según las cifras significativas del equipo si no hay dilución. El límite de detección del método es de: 0.01 – 0.60 mg/l Cr6+.

ELABORA: LAURA VEGA GARCIA

REVISÓ: NELSON FERNANDEZ

C:\Users\Usuario\Desktop\2015\MANUAL DE CALIDAD\INSTRUCTIVOS\INSTRUCTIVOS PRUEBAS\LAB-64 INSTRUCTIVO DETERMINACION DE CROMO HEXAVALENTE.docx

## Anexos 7. Resultados pruebas de laboratorio



Análisis y Tratamiento de Aguas y Suelos

Código FLAB-08  
VERSION - 7  
Fecha 2011/09/28

### INFORME REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO MUESTRA ENTRADA PLANTA TRATAMIENTO

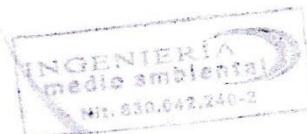
INFORMACIÓN CLIENTE	
Empresa:	COLOMBIANA DE CURTIDO
Dirección:	VIA CHOCONTA VILLAPINZON VEREDA CHINGACIO
Nit:	
Contacto:	LUIS BARRERA
Teléfono:	3142922717
Fax:	N.E.
Email:	
Departamento/Municipio:	Cundinamarca/Villapinzon
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Muestra IMA No. :	2625
Matriz:	Agua Residual Industrial
Responsable de Muestreo:	Jimmy fernandez
Plan de Muestreo IMA No. :	NA
Procedimiento de Muestreo:	Standard Methods 21 <sup>ra</sup> 2005
Tipo de Muestreo:	puntual
Fecha y Hora de Toma:	2015-03-06 13:30 horas
Fecha y Hora de Recep:	2015-03-06 18:00 horas
Lugar de Muestreo:	Entrada planta tratamiento Curtiembre
Departamento/Municipio:	cundinamarca / villapinzon
Fecha de Análisis	2015-03-06 a 2015-03-14

Análisis en Agua			
PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDAD	Resultado Muestra
Aceites y grasas	SM 5220 D	mg/L	2194
chromo hexavalente	Hach 8022	mg/L	1,16
chromo total	SM 3111 B	mg/L	712
DBO <sub>5</sub>	S.M. 5210 B/4500 O G	mg/L	4926
DQO	S.M. 5220 C	mg/L	8596
pH	SM 4500 HB	unidades	12
Sólidos disueltos totales	SM 2540 C	mg/L	20500
Sólidos Suspendidos Totales	S.M 2540 D secado 103-105 °C	mg/L	18180
Temperatura	SM 2250 B	°C	19

S.M. Standard Methods 2005 21<sup>ra</sup> N.A. No Aplica. N.F. No Especifica. \*Standard Methods 1992 17<sup>ta</sup>

**OBSERVACIONES:**  
El resultado corresponde únicamente a la muestra analizada y bajo condiciones de prueba SM Métodos Normalizados para el análisis de agua potable y residual. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización del Laboratorio.

*Nelson Fernandez B*  
NELSON FERNANDEZ B  
TP 4482 CPIQ DIRECTOR LABORATORIO



011 830.642.240-2  
Nueva Dirección: Calle 87 No. 49 - 21 - Teléfax: 621 63 35 - Cel.: 312 401 56 96  
E-mail: ingenieriamedioambiental@hotmail.com  
Bogotá, D.C. Colombia



# Análisis y Tratamiento de Aguas y Suelos

Código: FLAB-06  
 VERSION: 7  
 Fecha: 2011/09/28

## INFORME REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO MUESTRA SALIDA PLANTA TRATAMIENTO

INFORMACIÓN CLIENTE	
Empresa:	COLOMBIANA DE CURTIDO
Dirección:	VIA CHOCONTA VILLAPINZON VEREDA CINGACIO
Nit:	
Contacto:	ING LUIS BARRERA
Teléfono:	3142922717
Fax:	N.E.
Email:	
Departamento/Municipio:	Cundinamarca/ Villapinzon
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Muestra IMA No. :	2626
Matriz:	Agua Residual Industrial
Responsable de Muestreo:	Jimmy fernandez
Plan de Muestreo IMA No. :	NA
Procedimiento de Muestreo:	Standard Methods 21 <sup>st</sup> 2005
Tipo de Muestreo:	puntual
Fecha y Hora de Toma:	2015-03-06 13:30 horas
Fecha y Hora de Recep:	2015-03-06 18:00 horas
Lugar de Muestreo:	Salida planta tratamiento Curtiembre
Departamento/Municipio:	cundinamarca / villapinzon
Fecha de Análisis	2015-03-06 a 2015-03-14

Análisis en Agua			
PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDAD	Resultado Muestra
Aceites y grasas	SM 5220 D	mg/L	61,6
Cromo Hexavalente	Hach 8022	mg/L	0,014
Cromo total	SM 3111 B	mg/L	8,5
DBO <sub>5</sub>	S.M. 5210 B/4500 O G	mg/L	724
DQO	S.M. 5220 C	mg/L	1497
pH	SM 4500 H+ B	unidades	6,5
Sólidos disueltos totales	SM 2540 C	mg/L	6700
Sólidos Suspendedos Totales	S.M 2540 D secado 103-105 °C	mg/L	76,8
Temperatura	SM 22550 B	°C	19

S.M. Standard Methods 2005 21<sup>st</sup> N.A. No Aplica N.E. No Especifica \*Standard Methods 1992 17<sup>st</sup>

**OBSERVACIONES:**  
 El resultado corresponde únicamente a la muestra analizada y bajo condiciones de prueba  
 SM Métodos Normalizados para el análisis de agua potable y residual. Prohibida la reproducción total o  
 Parcial de este documento sin autorización del Laboratorio

*Nelson Fernandez*  
 NELSON FERNANDEZ B  
 TP 4482 CPIQ DIRECTOR LABORATORIO



015 ..... Calle Villapinzon 2015/ INFORMES 2626 INGENIERIA MEDIO AMBIENTAL VEREDA CINGACIO VILLAPINZON

Nueva Dirección: Calle 87 No. 49 - 21 - Teléfax: 621 63 35 - Cel.: 312 401 56 96  
 E-mail: ingenieriamedioambiental@hotmail.com  
 Bogotá, D.C. Colombia

### Anexos 8. Cronograma

 <p>Afiliada a la Asociación Colombiana de Universidades "ASCUN"</p>	UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA		EMISION 12/01/2015	PAGINA 1/2
			REVISION	No. REV
REGISTRO: PRESUPUESTO PARA PROYECTO DE INVESTIGACION				
Nombre de los investigadores	Cristian Felipe Bravo Guzmán Jimmy Leonel Fernández	Facultad	Ingeniería Civil	
Título del anteproyecto	ANALISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS DESCARGAS DEL PROCESO OPERATIVO DE UNA INDUSTRIA CURTIEMBRE ENTRE LOS MUNICIPIOS DE VILLAPINZON Y CHOCONTA SOBRE EL RIO BOGOTA			
Línea central	Línea primaria	Hidrotecnia		
Grupo de investigación	Hidrosostenible			
Fecha de aprobación del anteproyecto		Fecha de revisión coordinación de investigación (CI)		
Fecha de entrega a la dirección de investigaciones (DI)		Fecha de revisión a la dirección de investigaciones (DI)		
Fecha de información básica de presupuesto de inversión a la que se adscribe el proyecto				
I. VIAJES Y SALIDAS DE CAMPO A LA INDUSTRIA CURTIDOS DE COLOMBIA S.A.				
ITEM	DESCRIPCION JUSTIFICACION	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Transporte y alimentación	Visita de campo a la industria Curtidos de Colombia S.A.	40.000	4	\$ 160.000

2. EQUIPOS PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION				
ITEM	DESCRIPCION JUSTIFICACION	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Laboratorio	Pruebas de los muestras tomadas en campo, para la realización respectiva de los parámetros físico-químicos de las descargas vertidas por la industria	\$ 350.000	1	\$350.000
3. MATERIALES PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION				
ITEM	DESCRIPCION JUSTIFICACION	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
POSTER	Presentación y alcance de la investigación	\$ 30.000	2	\$60.000
PAPELERÍA GENERAL DEL PROYECTO	Entrega de avances y entrega final	\$120.000	1	\$120.000

El presupuesto mostrado en la tabla anterior para este proyecto de investigación será asumido por cuenta de los investigadores a cargo.

 <b>UNIVERSIDAD</b> <b>La Gran Colombia</b> Afiliada a la Asociación Colombiana de Universidades "ASCUN"		UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA		EMISION 12/01/2015	PAGINA 2/2
				REVISION	No. REV
		REGISTRO: PRESUPUESTO PARA PROYECTO DE INVESTIGACION			
Nombre de los investigadores	Cristian Felipe Bravo Guzmán Jimmy Leonel Fernández	Facultad	Ingeniería Civil		
Título del anteproyecto	ANALISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS DESCARGAS DEL PROCESO OPERATIVO DE UNA INDUSTRIA CURTIEMBRE ENTRE LOS MUNICIPIOS DE VILLAPINZON Y CHOCONTA SOBRE EL RIO BOGOTA				
Línea central	Línea primaria				
Grupo de investigación					
Fecha de aprobación del anteproyecto		Fecha de revisión coordinación de investigación (CI)			
Fecha de entrega a la dirección de investigaciones (DI)		Fecha de revisión a la dirección de investigaciones (DI)			
Fecha de información básica de presupuesto de inversión a la que se adscribe el proyecto					
<b>5. CONSOLIDACION GENERAL PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO</b>					
ITEM	VALOR TOTAL				
1. VIAJES Y SALIDAS DE CAMPO (INDUSTRIA CURTIDOS DE COLOMBIA)	\$	160.000			
2. EQUIPOS	\$	350.000			
3. MATERIALES	\$	180.000			
<b>VALOR TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>\$</b>	<b>690.000</b>			

## Anexos 9. Certificaciones de funcionamiento

 <p>Libertad y Orden Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial República de Colombia</p>	 <p><b>IDEAM</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	 <p>ISO INTERNACIONAL DE LOS BOSQUES - ISO</p>	 <p><b>IDEAM</b> Galerinado con el premio Colombiano Ejemplar Digno El Colombiano</p>
---	--	--	--

Bogotá, D.C.

Doctor  
**NELSON FERNÁNDEZ**  
Director de Laboratorio  
**INGENIERIA MEDIO AMBIENTAL LTDA**  
Calle 87 No. 49-21  
Teléfono 57 (1) 621 6335  
Bogotá – Cundinamarca

IDEAM 28-09-2011 02:36:36  
Al Contestar Cite Este Nr.:2011EE4584 O 1 Fol:1 Anex:9  
Origen: Sd:1011 - SUBDIRECCION DE ESTUDIOS AMBIENTALES/GUTIER  
Destino: INGENIERIA MEDIO AMBIENTAL LTDA/NELSON FERNÁNDEZ  
Asunto: INFORME EVALUACION INICIAL ACREDITACION  
Obs.:

Ref. Informe de evaluación inicial de acreditación.

Cordial saludo doctor Fernández:

A continuación le estamos enviando el informe de evaluación respectivo, con los resultados y comentarios del equipo auditor designado para la visita de auditoría inicial de acreditación, realizada los días 13 y 16 de septiembre de 2011.

Se evaluaron las siguientes variables en la matriz Agua: Detergentes, DBOs, Conductividad Eléctrica, Sólidos Sedimentables, Temperatura, pH, Alcalinidad total, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos Totales, Aceites y Grasas, Sólidos Disueltos Totales, Cloruros, Sulfatos, Magnesio disuelto, Dureza Magnésica, Calcio disuelto, Dureza Cálctica, Dureza total, DQO y Oxígeno Disuelto.

Toma de muestra simple con medición de las variables: oxígeno disuelto, sólidos sedimentables, conductividad, pH y caudal volumétrico.

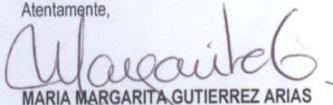
Toma de muestra compuesta con medición de las variables: oxígeno disuelto, conductividad, pH, sólidos sedimentables y caudal volumétrico.

Con el fin de confirmar el recibo satisfactorio por parte de ustedes, les solicitamos devolver vía fax la página nueve (9) del informe, con las firmas requeridas en el área "Recibido por el laboratorio", al número (1) 3527160 ext. 1624.

Como se mencionó en la reunión de cierre de la auditoría, el laboratorio de **INGENIERIA MEDIO AMBIENTAL LTDA**, requiere nueva visita para verificar la implementación de los hallazgos al Sistema de Gestión y en lo referente a las adecuaciones de las instalaciones. Así mismo se recomienda enviar en archivo de Word el plan de acciones donde se relacione cada una las evidencias (documentos y/o registros) para el levantamiento de cada hallazgo, al correo [acreditacion@ideam.gov.co](mailto:acreditacion@ideam.gov.co)

Cualquier inquietud al respecto no dude en contactarnos.

Atentamente,

  
**MARIA MARGARITA GUTIERREZ ARIAS**  
Subdirectora de Estudios Ambientales

Anexo: Informe de Evaluación del Laboratorio de Ingeniería Medio Ambiental Ltda. en nueve (9) folios

Proyectó ASecue/MCastro *AS*  
Revisó: DVGalvis *DVG*

Carrera 10 No. 20-30 Piso 7º Bogotá D. C. PBX. 3 527 160  
[www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)



**INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE EVALUACION DE DESEMPEÑO - AÑO 2011**

**Código:**  
**Por asignar**  
**Versión: 1.0**  
**Vigencia: 2012-01-23**



NOMBRE DEL LABORATORIO:

INGENIERIA MEDIO AMBIENTAL LTDA

FECHA DE ESTUDIO: 2012-03-31

CODIGO: L127

Grupos	Variables	Código Muestra	Valor Refer.	Desv. Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	Unidades	Valor Report	Z Score	Ptos Asig	ICS	Puntaje Comp.
1. Iones Principales o Minerales	Alcalinidad total SM 2320 B (Indicador)	20013	14,2	0,473	13,25	15,15	mg CaCO <sub>3</sub> /L	15,7	3,17	0	I	50
		20014	156	4,71	146,58	165,42		153,3	-0,57	5	S	
	Conductividad a 25°C SM 2510 B	20011/20012	315	15,8	283,40	346,60	µS/cm	307,0	-0,51	5	S	100
		20025/20026	1270	37,0	1.196,00	1.344,00		1.274,0	0,11	5	S	
	Cloruro SM 4500-Cl C	20011/20012	78,5	3,80	70,90	86,10	mg Cl/L	73,8	-1,24	4	S	90
		20025/20026	245	10,8	223,40	266,60		249,7	0,44	5	S	
	Calcio disuelto SM 3500-Ca B	20011/20012	15,3	0,703	13,89	16,71	mg Ca <sup>2+</sup> /L	22,5	10,24	0	I	40
		20025/20026	102	3,94	94,12	109,88		96,1	-1,50	4	S	
	Magnesio disuelto SM 3500-Mg B	20011/20012	17,7	0,864	15,97	19,43	mg Mg <sup>2+</sup> /L	11,89	-6,72	0	I	40
		20025/20026	23,3	1,13	21,04	25,56		24,97	1,48	4	S	
	Dureza total SM 2340 C	20011/20012	110	3,67	102,66	117,34	mg CaCO <sub>3</sub> /L	105,2	-1,31	4	S	90
		20025/20026	347	11,6	323,80	370,20		342,5	-0,39	5	S	
Sulfato SM 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E	20011/20012	15,0	1,18	12,64	17,36	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	14,1	-0,78	5	S	100	
	20025/20026	126	6,49	113,02	138,98		123,1	-0,45	5	S		
Dureza Cálcica SM 3500-Ca B	20011/20012	38,2	1,75	34,70	41,70	mg CaCO <sub>3</sub> /L	56,2	10,29	0	I	40	
	20025/20026	254	9,80	234,40	273,60		239,8	-1,45	4	S		
3. Nutrientes 1	Nitrato SM 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E	19960	0,350	0,0400	0,27	0,43	mg NO <sub>3</sub> -N/L	1,0	16,25	0	I	0
		19961	6,07	0,438	5,19	6,95		11,8	13,08	0	I	
	Nitrito SM 4500-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B	19964	0,0886	0,0255	0,04	0,14	mg NO <sub>2</sub> -N/L	0,093	0,17	5	S	100
		19966	0,217	0,0310	0,16	0,28		0,214	-0,10	5	S	
	Amonio SM 4500-NH <sub>3</sub> B,C	19960	0,574	0,113	0,35	0,80	mg NH <sub>3</sub> -N/L	<5	0,00	5	S	100
		19961	3,24	0,322	2,60	3,88		<5	0,00	5	S	
	Ortofosfato como P SM 4500-P C	19960	0,200	0,01	0,18	0,22	mg PO <sub>4</sub> -P/L	<1,43	0,00	5	S	100
19961		1,11	0,0859	0,94	1,28	<1,43		0,00	5	S		
5. Metales traza 1	Arsénico SM 3114 B ó C	20001	20,7	2,53	15,64	25,76	µg/L	680,0	260,59	0	I	0
		20002	339	19,3	300,40	377,60		1.320,0	50,83	0	I	
	Cadmio SM 3111 B	20001	91,6	4,65	82,30	100,90	µg/L	30,00	-13,25	0	I	0
		20002	663	31,3	600,40	725,60		120,00	-17,35	0	I	
	Cromo total SM 3111 B	20001	143	6,80	129,40	156,60	µg/L	<10	5,00	0	I	0
		20002	2960	125	2.710,00	3.210,00		11	-23,59	0	I	
	Cobre SM 3111 B	20001	122	4,85	112,30	131,70	µg/L	150,0	5,77	0	I	30
		20002	3130	93,6	2.942,80	3.317,20		3.360,0	2,46	3	C	
	Hierro SM 3111 B	20001	165	8,38	148,24	181,76	µg/L	270,0	12,53	0	I	50
		20002	3400	134	3.132,00	3.668,00		3.530,0	0,97	5	S	
	Plomo SM 3111 B	20001	150	8,18	133,64	166,36	µg/L	700,0	67,24	0	I	0
		20002	3200	124	2.952,00	3.448,00		5.400,0	17,74	0	I	
	Mercurio SM 3120 B	20001	7,88	0,990	5,90	9,86	µg/L	<20	0,00	5	S	50
		20002	25,5	3,17	19,16	31,84		43,40	5,65	0	I	
	Niquel SM 3111 B	20001	226	9,54	206,92	245,08	µg/L	190,0	-3,77	0	I	0
		20002	3460	116	3.228,00	3.692,00		950,0	-21,64	0	I	
	Selenio SM 3114 B ó C	20001	21,6	2,41	16,78	26,42	µg/L	<10	5,00	0	I	0
		20002	1100	68,1	963,80	1.236,20		470,0	-9,25	0	I	
Vanadio SM 3111 D	20001	504	20,5	463,00	545,00	µg/L	45,00	-22,39	0	I	0	
	20002	4440	178	4.084,00	4.796,00		3.500,00	-5,28	0	I		
Zinc SM 3111 B	20001	132	7,61	116,78	147,22	µg/L	160,0	3,68	0	I	0	
	20002	1130	54,0	1.022,00	1.238,00		680,0	-8,33	0	I		
8. Sólidos o residuos	Sólidos Suspendedos Totales SM 2540 D	19990	48,0	3,08	41,84	54,16	mg/L	50,8	0,89	5	S	90
		19991	875	28,6	817,80	932,20		841,0	-1,19	4	S	
	Sólidos Disueltos Totales SM 2540 C	19990	75,1	9,52	56,06	94,14	mg/L	75,0	-0,01	5	S	100
		19991	1360	97,0	1.156,00	1.544,00		1.358,0	0,08	5	S	
	Sólidos Totales SM 2540 B	19990	125	10,9	103,20	146,80	mg/L	124,0	-0,09	5	S	100
		19991	2220	33,7	2.152,60	2.287,40		2.237,0	0,50	5	S	
Sólidos Totales Cálculo	19990	125	10,9	103,20	146,80	mg/L	125,8	0,07	5	S	100	
	19991	2220	33,7	2.152,60	2.287,40		2.199,0	-0,62	5	S		
9. Sólidos Sedimentables	Sólidos sedimentables SM 2540 F	19978	12,2	1,18	9,84	14,56	mL/L	11,0	-1,02	4	S	80
11. Demandas	DBO (5 días) SM 5210 B, 4500-O G	19958	15,1	2,60	7,30	22,90	mg/L	20,5	2,08	3	C	60
		19959	291	47,6	148,20	433,80		195,3	-2,01	3	C	
	DQO SM 5220 C	19958	36,5	4,24	28,02	44,98	mg/L	26,3	-2,41	3	C	70
		19959	448	24,6	398,80	497,20		410,0	-1,54	4	S	

FORMATO			
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE EVALUACION DE DESEMPEÑO - AÑO 2011</b>	<b>Código:</b> Por asignar <b>Versión:</b> 1.0 <b>Vigencia:</b> 2012-01-23	

NOMBRE DEL LABORATORIO:

INGENIERIA MEDIO AMBIENTAL LTDA

FECHA DE ESTUDIO: 2012-03-31

CODIGO: L127

Grupos	Variables	Código Muestra	Valor Refer.	Desviac. Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	Unidades	Valor Report	Z Score	Ptos Asig	ICS	Puntaje Comp.
21. Aceites y Grasas	Aceites y Grasas SM 5520 D	19979	33.5	4.05	25.40	41.60	mg/L	29.6	-0.96	5	S	50
		19980	103	8.07	86.86	119.14		50.0	-6.57	0	I	
22. Fenoles totales	Fenoles totales SM 5530 B, C	19976	0,410	0,0634	0,28	0,54	mg/L	0,41	0,06	5	S	100
		19977	3,85	0,569	2,71	4,99		3,98	0,23	5	S	
23. Detergentes	Detergentes SM 5540 C	19999	0,881	0,118	0,65	1,12	mg/L	1,05	1,43	4	S	80
		20000	6,56	0,840	4,88	8,24		7,46	1,07	4	S	
45. TCLP - Metales en Suelo	Arsénico SM 3114 B o C	MUESTRA 6	1,70	0,391	0,92	2,48	mg/L	3,80	5,37	0	I	0
	Bario SM 3120 B	MUESTRA 6	4,51	0,533	3,44	5,58	mg/L	14,00	17,80	0	I	0
	Cadmio SM 3111 B	MUESTRA 6	21,4	2,34	16,72	26,08	mg/L	24,00	1,11	4	S	80
	Cromo SM 3111 B	MUESTRA 6	3,64	0,605	2,43	4,85	mg/L	6,60	4,89	0	I	0
	Pomo SM 3111 B	MUESTRA 6	38,2	5,48	27,24	49,16	mg/L	51,00	2,34	3	C	60
	Selenio SM 3114 B ó C	MUESTRA 6	1,96	0,346	1,27	2,65	mg/L	1,79	-0,49	5	S	100