



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE LOS  
BAÑOS DE CURTICION EN LA EMPRESASERVICUEROS  
S.A.”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa la obtención del Título de:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**DIANA VERONICA VINUEZA PAREDES**

**RIOBAMBA \*\*\* ECUADOR**

**2012**

*Una vez más agradezco a Dios por la bendición y el amparo que me dio todos los días para poder concluir con esta meta importante en mi vida.*

*A mis queridos padres por traerme a este mundo, educarme con amor, ser mi guía y apoyo durante toda mi vida.*

*A mis hermanos Eduardo y Erick, por ser mi reto de lucha.*

*A la empresa Servicueros S.A. por abrir sus puertas y brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente.*

*Al Ing. Reinel Valencia por orientarme con su conocimiento y experiencia.*

*A la Escuela de Ingeniería Química de la ESPOCH, y por intermedio de ella al distinguido cuerpo docente que supieron transmitir con voluntad y vocación sus conocimientos.*

*La meta que he culminado se la dedico a mis  
"Amados Padres", Eduardo e Isabel, quienes  
con su valioso e incondicional apoyo, han  
luchado día a día a mi lado, guiándome  
desde mis primeros pasos, a ellos va dirigido  
mi amor y eterno reconocimiento.*

*Verónica Vinuesa*

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dra. Yolanda Díaz <b>DECANA FAC. CIENCIAS</b>	-----	-----
Ing. Mario Villacrés <b>DIRECTOR ESC. ING. QUÍMICA</b>	-----	-----
Ing. Mario Villacrés <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	-----	-----
Ing. Cesar Puente <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	-----	-----
Ing. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	-----	-----
Tec. Carlos Rodríguez <b>DIRECTOR CENTRO DOCUMENTACIÓN</b>	-----	-----
<b>NOTA DE INFORME</b>	-----	

*“Yo, **DIANA VERONICA VINUEZA PAREDES** soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”*

## INDICE DE ABREVIATURAS

$pH$	Potencial Hidrogeno
%	Porcentaje
$\frac{Kg}{T}$	Kilogramo/Tonelada
$Cr^{3+}$	Cromo 3+
$Cr_2O_3$	Oxido de Cromo III
$TL$	Volumen Parcial del Bombo (m)
$R$	Radio(m)
$B$	Arco(m)
$S$	Secante(m)
$H$	Altura (m)
$L$	Longitud (m)
$V_{Agua}$	Volumen de Agua (m <sup>3</sup> )
$V_{Cuero}$	Volumen del Cuero (m <sup>3</sup> )
$m_{Cuero}$	Masa del Cuero cargado en el Bombo en análisis (Kg.)
$\rho_{Cuero}$	Densidad del Cuero (Kg/m <sup>3</sup> )

$V_{Desplazado}$	Volumen Desplazado ( $m^3$ )
$A$	Área del Acumulador ( $m^2$ )
$Q$	Caudal ( $m^3/s$ )
$\tau$	Tiempo de descarga (s)
$A$	Cantidad de $Cr_2O_3$ (g/L) en el baño de cromo a reciclar(análisis de laboratorio)
$B$	Cantidad de sal de cromo (g) que contiene 25 % de óxido de cromo y 33 % de basicidad.
$C$	Cantidad de sal cromo en el baño a reciclar (g/L)
$V$	Volumen de baño a reciclar (L)
$E$	Cantidad de sal de cromo a sustituir en el reciclo (g)
$T$	Cantidad de sal de cromo que se oferta normalmente (g)
$X$	Porcentaje de sal de cromo 33 % de basicidad y 25 % de óxido de cromo a restituir.
$D$	Porcentaje normal de sal de cromo basicidad 33 % o sea el 6% con el cual se curte normalmente.
$V_c$	Velocidad final de la partícula(m/s)
$\rho_s$	Densidad de la partícula ( $Kg/m^3$ )

$\rho$	Densidad del fluido (Kg/m <sup>3</sup> )
$D$	Diámetro de la partícula (m)
$C_D$	Coefficiente de Arrastre
$F_d$	Fuerza de Arrastre o resistencia por fricción
$V$	Velocidad de la Partícula(m/s)
$A$	Sección Transversal o área proyectada de la partícula en dirección normal a $V$
$N_{Re}$	Número de Reynolds
$V_S$	Velocidad de sedimentación(m/s)
$\rho_p$	Densidad de la partícula(Kg/m <sup>3</sup> )
$\rho$	Densidad del agua(Kg/m <sup>3</sup> )
$\mu$	Viscosidad dinámica (cP)
$A_D$	Área del tanque de Decantación(m <sup>2</sup> )
$T_R$	Tiempo de Retención (s)
$ADT$	Altura Dinámica Total (m)
$DBO$	Demanda Bioquímica de Oxígeno
$DQO$	Demanda Química de Oxígeno



$^{\circ}\text{Bé}$	Grados Baumé
$ml$	Mililitros
$L$	Litros
$v$	Velocidad (m/s)
$g$	Gravedad ( $m/s^2$ )
$P$	Presión (at)
$\gamma$	Peso específico
$h_f$	Pérdidas de energía (m)
$H$	Carga total del dispositivo mecánico (m)
$\emptyset$	Diámetro de la tubería (m)
$h_{FL}$	Pérdidas Longitudinales (m)
$h_{Fm}$	Pérdidas por Accesorios (m)
$f$	Factor de Fricción Fanning

## INDICE DE CONTENIDOS

CARATULA

DE FIRMAS

HOJA DE RESPONSABILIDAD

INDICE DE ABREVIATURAS

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS

INDICE DE ANEXOS

RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	iii
INTRODUCCIÓN.....	iv
ANTECEDENTES.....	v
JUSTIFICACIÓN.....	vii
OBJETIVOS.....	viii

### CAPITULO I

1. MARCO TEORICO.....	2
1.1. INDUSTRIA CURTIEMBRE.....	2

1.1.1.	Curtición.....	4
1.1.1.1.	Piquelado o piquel .....	4
1.1.1.2.	Curtición al Cromo.....	5
1.2.	RECUPERACIÓN DE LA SAL DE CROMO.....	7
1.3.	RECICLAJE DIRECTO DE LOS BAÑOS RESIDUALES DE CURTICIÓN.....	9
1.3.1.	ACUMULACIÓN DE BAÑOS RESIDUALES.....	12
1.3.1.1.	Cálculo de la Capacidad de un Bombo de Curtición.....	13
1.3.1.2.	Determinación del Volumen del Cuero .....	14
1.3.1.3.	Densidad del Cuero .....	15
1.3.2.	ANÁLISIS DE CROMO.....	17
1.3.2.1.	Sales de Cromo y Cuero .....	17
1.3.2.1.1.	Determinación la Cantidad de Sal de Cromo III en el Agua Residual a Reciclar ....	18
1.3.2.1.2.	Determinación del Contenido de Sal de Cromo en un determinado volumen de Agua Residual a Reciclar.....	19
1.3.2.1.3.	Determinación de Sal de Cromo a restituir en el Reciclo.....	19
1.3.2.1.4.	Determinación del porcentaje de Sal de Cromo a restituir en el Reciclo .....	20
1.3.3.	REMOCIÓN DE LAS PROTEÍNAS.....	20
1.3.3.1.	Decantación Primaria .....	22
1.3.3.2.	Sistema de Bombeo de tanque a tanque .....	27
1.3.3.2.1.	Dimensionamiento de una Bomba.....	28
1.4.	PRECIPITACIÓN DEL CROMO Y SU REDISOLUCIÓN O SISTEMA DE RECICLAJE INDIRECTO.....	29
1.5.	SELECCIÓN DE PROCESOS PARA EL RECICLAJE.....	30
1.5.1.	Aspectos Técnicos.....	30
1.5.2.	Aspectos Ambientales .....	31

1.5.3. Aspectos Económicos.....	31
---------------------------------	----

## CAPITULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL.....	34
2.1. MUESTREO.....	34
2.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	37
2.2.1. METODOS.....	37
2.2.1.1. Método Inductivo .....	37
2.2.1.2. Método Deductivo .....	37
2.2.1.3. Método Experimental .....	38
2.2.2. TÉCNICAS.....	38
2.2.2.1. Determinación del Volumen de Agua a Reciclar .....	39
2.2.2.2. Determinación del Volumen del Cuero .....	40
2.2.2.3. Determinación de la Capacidad Parcial de un Bombo .....	41
2.2.2.4. Determinación de contenido de Oxido de Cromo en el agua residual .....	42
2.2.2.5. Determinación de contenido de Oxido de Cromo en el Cuero .....	43
Tabla 2.2.2.5.-1.....	43
2.2.2.6. Estandarización del Tiosulfato de Sodio .....	44
2.2.2.7. Determinación del Potencial Hidrógeno pH.....	45
2.2.2.8. Determinación de la Densidad en Escala Baumé .....	46
2.3. DATOS EXPERIMENTALES.....	47
2.3.1. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE CURTICION DE LA EMPRESA SERVICUEROS S.A.....	47

2.3.2. DATOS.....	49
2.3.2.1. Datos de volumen y caudales diarios de Agua Residual a Reciclar .....	49
2.3.2.2. Datos de Volumen de Agua Residual de Curtición necesaria para Reciclar Diariamente53	
2.3.2.3. Datos Iniciales del Agua Residual de Curtición a Reciclar.....	53
2.3.2.4. Datos de Tratamiento dado al Agua Residual de Curtición .....	54
2.3.2.5. Datos de la Velocidad de Decantación del Colágeno.....	55
2.4. DATOS ADICIONALES.....	55

### **CAPITULO III**

3. DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DIRECTO DE AGUA RESIDUAL DE CURTICIÓN.....	57
3.1. CÁLCULOS.....	57
3.1.1. CÁLCULO DEL ACUMULADOR DE AGUA RESIDUAL DE CURTICIÓN.....	57
3.1.2. CÁLCULO DEL DECANTADOR PARA REMOCIÓN DE COLÁGENO.....	59
3.1.3. CÁLCULO DEL RECIPIENTE DOSIFICADOR DE ACIDO SULFÚRICO PARA DESNATURALIZACIÓN DE PROTEÍNA (COLÁGENO).....	60
3.1.4. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA DEL TANQUE DE ACUMULACIÓN AL DECANTADOR (Bomba 1).....	61
3.1.4.1. Cálculo de la Carga Total de la Bomba.....	61
3.1.4.1.1. Cálculo de la Velocidad.....	62
3.1.4.1.2. Cálculo de Pérdidas Totales ( $\sum h_f$ ) .....	63

3.1.4.1.2.1.	Cálculo de Pérdidas Longitudinales ( $h_{FL}$ ) .....	63
3.1.4.1.2.2.	Cálculo de Pérdidas por Accesorios ( $h_{fm}$ ) .....	64
3.1.4.2.	Cálculo del Trabajo de la Bomba .....	65
3.1.4.3.	Cálculo de la Potencia de la Bomba .....	65
3.1.4.4.	Cálculo del Factor de Seguridad.....	66
3.1.5.	CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA DEL DECANTADOR A LOS BOMBOS DE CURTICION (Bomba 2).....	66
3.1.5.1.	Cálculo de la Carga Total de la Bomba 2.....	66
3.1.5.1.1.	Cálculo de la Velocidad.....	67
3.1.5.1.2.	Cálculo de $\Sigma h_f$ .....	67
3.1.5.1.2.1.	Cálculo de $h_{fL}$ .....	68
3.1.5.1.2.2.	Cálculo de $h_{fm}$ .....	69
3.1.5.2.	Cálculo del Trabajo de la Bomba 2 .....	69
3.1.5.3.	Cálculo de la Potencia de la Bomba2 .....	70
3.1.5.4.	Cálculo del Factor de Seguridad.....	70
3.1.6.	CALCULO DE VOLUMEN DE AGUA DE DESCARGA.....	70
3.1.6.1.	Cálculo del Volumen Parcial del Bombo .....	70
3.1.6.2.	Cálculo del Volumen del Cuero .....	71
3.1.6.2.1.	Cálculo de la Densidad del Cuero .....	71
3.1.7.	CALCULO DE LA CANTIDAD DE SAL DE CROMO III EN EL AGUA RESIDUAL A RECICLAR.....	72
3.1.7.1.	Cálculo de g/L $Cr_2O_3$ en el Agua a Reciclar.....	72
3.1.7.2.	Cálculo de % $Cr_2O_3$ en el Agua a Reciclar .....	72
3.1.8.	CALCULO DE g/L SAL DE CROMO III EN EL AGUA A RECICLAR.....	73
3.1.8.1.	Cálculo de gramos de Sal de Cromo III en el Volumen Agua a Reciclar .....	73
3.1.9.	CALCULO DE SAL DE CROMO A RESTITUIR EN EL RECICLO.....	74

3.1.10. CALCULO DEL % SAL DE CROMO A RESTITUIR EN EL RECICLO.....	74
3.1.11. REQUERIMIENTO PRESUPUESTARIO.....	75
3.1.11.1. Recursos Humanos.....	75
3.1.11.2. Recursos Materiales.....	75
3.1.11.3. Recursos Totales.....	76
3.2. RESULTADOS.....	77

#### **CAPITULO IV**

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	82
--------------------------------------------	----

#### **CAPITULO V**

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
5.1. CONCLUSIONES.....	87
5.2. RECOMENDACIONES.....	88

#### **BIBLIOGRAFÍA**

.....;Error!

**Marcador no definido.**

ANEXOS .....	93
--------------	----

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.2.- 1 Emisión de Cromo según Proceso .....	8
Tabla 2.1- 1 Plan de Muestreo del Cuero para obtener su Densidad .....	34
Tabla 2.1- 2 Plan de Muestreo de Agua Residual .....	36
Tabla 2.2.2.1.- 1 Determinación del Volumen de Agua a Reciclar .....	39
Tabla 2.2.2.2- 1 Determinación del Volumen del Cuero .....	40
Tabla 2.2.2.3.- 1 Determinación de la Capacidad Parcial de un Bombo .....	41
Tabla 2.2.2.4.- 1 Determinación de contenido de Oxido de Cromo en el agua residual .....	42
Tabla 2.2.2.5.- 1 Determinación de contenido de Oxido de Cromo en el Cuero .....	43
Tabla 2.2.2.6.- 1 Estandarización del Tiosulfato de Sodio .....	44
Tabla 2.2.2.7.- 1 Determinación del Potencial Hidrógeno pH.....	45



Tabla 2.2.2.8.- 1 Determinación de la Densidad en Escala Baume .....	46
Tabla 2.3.1.- 1 Desventajas del Proceso de Curtición en la Empresa Servicueros S.A.....	48
Tabla 2.3.2.1.- 1 Datos del volumen diario de los Baños Residuales de Curtición a Reciclar .....	49
Tabla 2.3.2.1.- 2 Datos del Caudal Diario de los Baños Residuales de Curtición a Reciclar.....	52
Tabla 2.3.2.2.- 1 Datos de Volumen de Agua Residual de Curtición necesaria para Reciclar Diariamente .....	53
Tabla 2.3.2.3.- 1 Datos Iniciales del Agua Residual a Reciclar.....	53
Tabla 2.3.2.4.- 1 Datos de Tratamiento dado al Agua Residual de Curtición .....	54
Tabla 2.3.2.5.- 1 Datos de la Velocidad de Decantación del Colágeno.....	55
Tabla 2.4.- 1 Propiedades del Agua de Curtición a Reciclar .....	55
Tabla 3.1.11.1.- 1 Recursos Humanos .....	75
Tabla 3.1.11.1.- 2 Recursos Materiales.....	75
Tabla 3.1.11.1.- 3 Recursos Totales.....	76

Tabla 3.2- 1 Resultados del Agua Residual de Curtición Reciclada..... 77

Tabla 3.2- 2 Dimensionamiento del Sistema de Reciclaje de los Baños de Curtición ..... 78

## INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS

Figura 1.1.- 1 Diagrama de Flujo Servicueros S.A.....	3
Gráfico 1.2.- 1 Kilogramos de Oxido de Cromo III Residual por Tonelada de Piel en Tripa	7
Figura 1.3.- 1 Diagrama de Reciclaje Directo de Baños de Curtición.....	10
Gráfico 1.3.1.1.- 1 Capacidad de un Bombo de Curtición.....	13
Gráfico 1.3.3.1.- 1 Decantador Cilíndrico - Cónico.....	22
Figura 3.2.- 1 Balance de Masa del Sistema de Reciclaje de los Baños de Curtición .....	80
Figura 4.- 1 Diagrama de Flujo del Sistema de Reciclaje de Baños Residuales de Curtición .....	85

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO I	CAPACIDAD TOTAL DE LOS BOMBOS DE CURTICIÓN .....	93
ANEXO II	CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO .....	95
ANEXO III	FORMULAS DEL PROCESO DE CURTIDO CON RECICLAJE DE BAÑOS .....	106
ANEXO IV	MEDICION DE VOLUMEN DE DESCARGA .....	113
ANEXO V	DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO .....	114
ANEXO VI	ANALISIS DEL CONTENIDO DE $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .....	115
ANEXO VII	ENSAYOS DE RECICLAJE .....	117
ANEXO VIII	DISEÑO DEL SISTEMA DE RECICLAJE DE LOS BAÑOS DE CURTICIÓN .....	118

## RESUMEN

Se diseñó un Sistema de Reciclaje de los Baños de Curtición en la Empresa Servicueros S.A., como un mecanismo de disminución de consumo de agua y carga contaminante en las descargas líquidas. Para obtener el volumen de agua a reciclar se realizó la determinación de la capacidad parcial de los bombos y densidad del cuero, registrando un volumen máximo de  $5,93\text{m}^3$ .

El dimensionamiento del sistema se efectuó mediante los cálculos de ingeniería a partir de los datos experimentales y las variables de proceso. El sistema consiste en un Tanque acumulador subterráneo de hormigón armado de  $5,93\text{m}^3$ , desde el cual se bombeará con la ayuda de una Bomba 1 de 0.5HP, el agua residual requerida para el reciclaje a un tanque decantador de polietileno de alta densidad, con un volumen de  $6\text{m}^3$ , donde serán separados los sólidos sedimentables y el colágeno desnaturalizado mediante la adición de Ácido sulfúrico que estará contenido en un tanque dosificador de polietileno de alta densidad de 30L; una vez el agua residual a  $\text{pH}=1$  se llevará a los bombos con una Bomba 2 de 1 HP después de la operación de Purgado para dar inicio al Piquel y Curtición al Cromo.

Para garantizar la calidad de curtiembre mediante el Reciclaje de Baños, se efectuaron 7 ciclos a escala piloto con 6 bandas cada uno, obteniendo wetblue con un contenido de 3,7-3,8% de Oxido de Cromo III.

Para analizar la cantidad de sal de cromo III en el agua residual de cada uno de los reciclados, se empleó una titulación indirecta con Tiosulfato de Sodio.

Este sistema de reciclaje tendrá una capacidad instalada de  $5,93\text{m}^3/\text{día}$ , con un ahorro del 43-45% de Sal de Cromo y entre 66-83% de Cloruro de Sodio.

## SUMMARY

It has been design a recycling system in the Tanning Baths of Servicueros S.A Company, as a mechanism to decrease water consumption and pollution load in liquid discharges. To obtain the recycling water volume it was performed the determination of partial capacity of the containers and the leather density, the result was maximum volume of  $5,93\text{m}^3$ .

The system sizing was performed by engineering calculations from experimental data and the process variables. This system consist of an underground storage tank made with reinforced concrete of  $5,93\text{m}^3$ , from which will pump with the help of a pump 1 of 0.5 HP, in order to recycling the waste water required a settling tank of high density polyethylene with a volume of  $6\text{ m}^3$ , where sedimentary solids are separated and the denatured collagen by addition of Sulfuric Acid that will be contained in a dosing tank high density polyethylene of 30 L; once the waste water to  $\text{pH}=1$  will be carry drums with a pump 2 of 1 HP after the Purging operation to start the Pickle and Chrome Tanning.

Through the use of baths Recycling to ensure the quality of tanning, there were carried 7 recycles to pilot scale with 6 bands each, getting wet blue with a content of 3,7-3,8% of Chromium Oxide III.

It was employed an indirect titling with Sodium Thiosulfate to analyze the quantity of Chromium Salt in the waste water of each of the recycles.

This recycling system will have an installed capacity of  $5.93\text{m}^3/\text{day}$ , with a saving of 43-45% of Chromium Salt and between 66-83% of Sodium Chloride.

## INTRODUCCIÓN

El incremento la producción industrial, ha implicado un problema de contaminación, estos son temas que van de la mano, por lo que las empresas deben establecer un compromiso para su cuidado, mediante la aplicación de sistemas de reciclaje.

La Empresa Servicueros S.A. consiente del grado de contaminación que genera, mediante la descarga de sus efluentes de curtición, considera se realice el estudio de factibilidad de construcción de un Sistema de Reciclaje del los baños de curtición para disminuir su carga contaminante al ambiente.

El presente trabajo es analizar y proponer el diseño de un sistema de Reciclaje de mencionados baños, basado en pruebas experimentales de simulación de la curtición, mediante la cuantificación analítica del contenido de Sal de Cromo III en las aguas residuales recirculadas, para determinar su eficiencia.

A continuación se presentan cuatro capítulos, en el primer capítulo se detallan algunos conceptos importantes en la industria Curtiembre, contenido de Sal de Cromo III en los baños residuales, se detalla el acondicionamiento de estas aguas antes de su reuso; además se indican los criterios de diseño.

En el segundo capítulo se indican los métodos y técnicas utilizadas para el diseño del Sistema de Recirculación.

El tercer capítulo contiene los Cálculos de Ingeniería, cuyos resultados validan el dimensionamiento del diseño y por último en el cuarto capítulo se indican las Conclusiones y Recomendaciones.



## **ANTECEDENTES**

En las últimas décadas, la evolución de la industria ha llevado emparejada una preocupación creciente por la protección del medio ambiente, propiciada también por una legislación, cada vez más restrictiva, en materia de control de vertidos y residuos.

Por otro lado, el desarrollo tecnológico actual exige la incorporación al mercado de nuevos sistemas de producción cada vez más respetuosos con el medio ambiente sin perder competitividad, lo que implica la implantación en las industrias de las Mejores Tecnologías Disponibles en los procesos industriales.

Hoy en día, Alemania tiene una industria de curtiembres muy pequeña. Italia y los otros países europeos conducen operaciones limpias y eficientes. En la mayoría de los casos los curtidores han construido plantas grandes y eficientes cercanas a los mataderos. Estas plantas re-utilizan y reciclan sus efluentes de cromo.

En Octubre del 2001 en Mare Nostrum e INESCOP (Instituto Tecnológico del Calzado y Conexas), se verificó la viabilidad del reciclaje de los baños de piquel-curtición, comprobándose que después de siete ciclos el baño se estabiliza, manteniéndose constantes las concentraciones de los parámetros analizados (cloruros, sulfatos, cromo, y densidad), siendo necesario añadir solo una fracción de reactivos para lograr la concentración deseada.

En estas condiciones, se observó que el aspecto de las pieles tras la curtición era normal, no observándose ni diferencias de color ni de aspecto, y que las propiedades físicas y químicas

de las pieles curtidas según este procedimiento eran similares a las obtenidas mediante una curtición convencional.

SERVICUEROS S.A., una compañía productora y comercializadora de wetblue (cuero en azul), consciente de la problemática ambiental de su actividad industrial, se ha comprometido reducir el contenido de cromo de sus efluentes, mediante el reciclado de los baños de curtido, lo que conlleva una minimización de los costos de producción.

## JUSTIFICACIÓN

El desarrollo industrial ha conllevado a grandes avances tecnológicos, aunque asimismo ha implicado daños medioambientales graves e irreversibles. Claro ejemplo de esto es la industria de curtiembres, que descarga a las fuentes naturales de agua, grandes cantidades de residuos líquidos altamente contaminados, siendo su principal componente el cromo, (en la forma de Cr III), por lo que se hace necesario implementar tecnologías que permitan su remoción.

Motivo por el cual la Empresa SERVICUEROS S.A, en su afán de cuidado del Medio Ambiente, ha considerado crear un sistema de reciclaje del baño de curtido, minimizando así el uso de agua y su descarga. Por medio de este Sistema de Reciclaje se logrará una menor concentración de Cromo en los vertidos, cumpliendo de este modo con las ordenanzas de la legislación ambiental nacional vigente.

Mediante el reciclaje se consume menos cantidad de insumos químicos (cloruro sódico, ácidos, basificantes y sales de cromo) empleados en el proceso de Curtición, lo que se convierte en un ahorro económico para la empresa.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

- Diseñar un sistema de Reciclaje de los Baños de curtido.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Cuantificar el Cromo (III) en los baños procedentes de la operación de Curtido.
- Realizar los cálculos de Ingeniería para el Sistema de Reciclaje del cromo.
- Determinar la capacidad instalada del Sistema de Reciclaje.
- Especificar las características de los materiales del Sistema y los puntos de control.
- Establecer el requerimiento presupuestario para el Sistema de Reciclaje.



# CAPITULO

## I

# **1. MARCO TEORICO**

## **1.1. INDUSTRIA CURTIEMBRE**

La curtición es por definición una transformación de cualquier piel en cuero. Esta transformación está dada por una estabilización de la proteína. Las pieles procesadas en la ribera son susceptibles de ser atacadas por las enzimas segregadas por los microorganismos.

Por lo anterior queda claro que salvo excepciones, no encuentra aplicación si no se modifican algunas de sus propiedades.

La modificación a lograr implica que el producto a obtener:

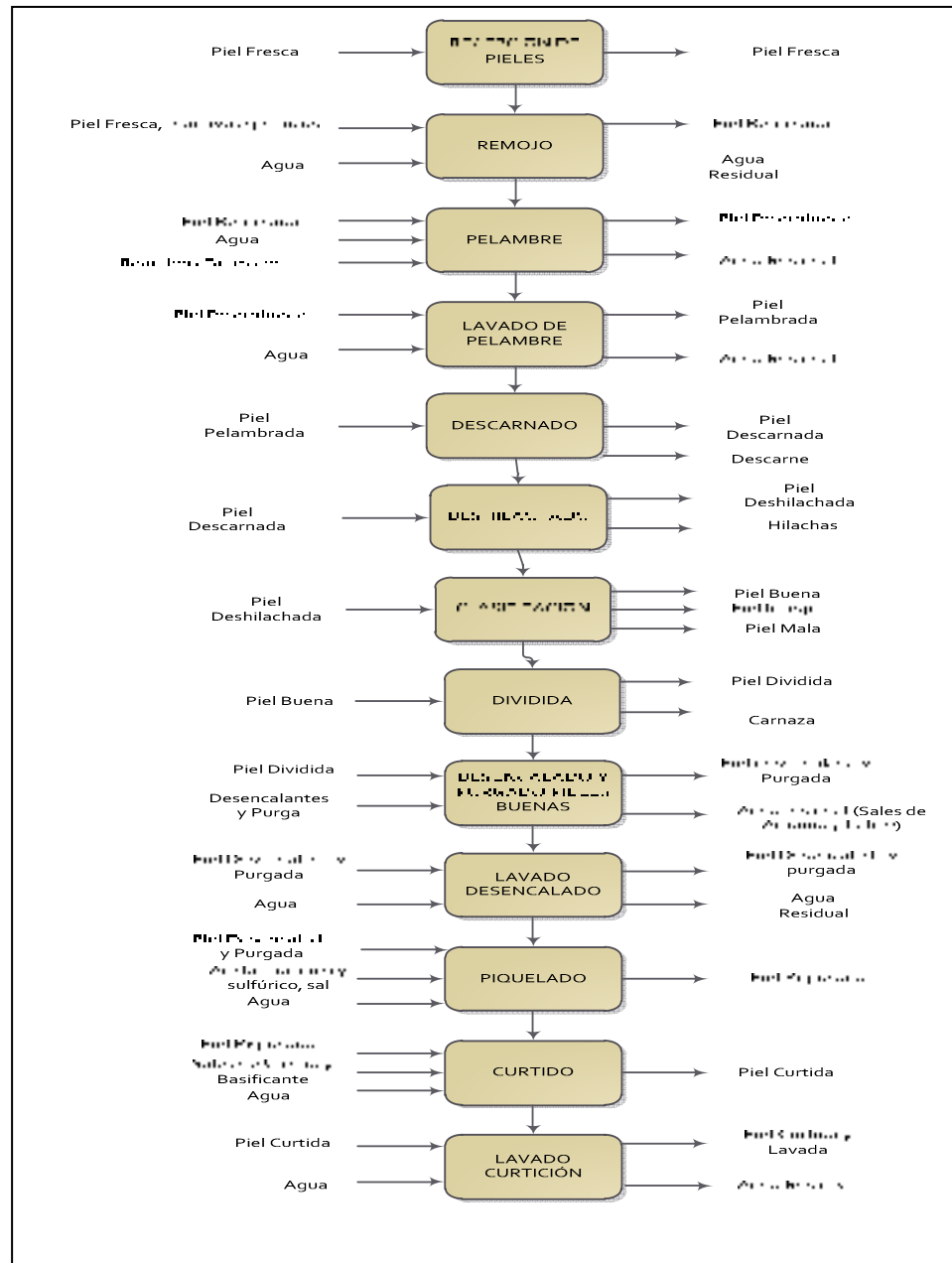
- no se encoja al secar.
- sea resistente a la acción enzimática microbiana en húmedo.
- sea estable a la acción del agua caliente.

Esa modificación de la piel para dar un producto que reúna esas propiedades se llama “CURTICION”, al producto logrado se le llama “CUERO”.

Este proceso de curtición involucra el tratamiento de la piel en tripa con un agente curtiente, que, por lo menos en parte, se combine irreversiblemente con el colágeno. La estabilidad de la proteína, que mencionamos anteriormente, está dada por la formación de

enlaces transversales, en los que participa el agente curtiente dando lugar a una reticulación de la estructura.

**Fig. 1.1.-1**  
**Diagrama de Flujo Servicueros S.A.**



FUENTE: Diana Verónica Vinuesa Paredes



### **1.1.1. Curtición**

La etapa de curtido comprende las operaciones y procesos que preparan la piel para ser curtida y transformada en cuero; genera un efluente con pH bajo al final de la etapa.

Los procesos de desencalado, desengrase y rendido eliminan la cal, el sulfuro y las grasas contenidas en la piel y limpian los poros de la misma. El consumo de agua no es tan alto como en la etapa de ribera y su efluente tiene pH neutro. Los dos últimos procesos de esta etapa consumen el menor volumen de agua; el piquelado en un medio salino y ácido prepara la piel para el curtido con agentes vegetales o minerales. Al final de esta etapa se tiene el conocido "wetblue" cuando es curtido con cromo, que es clasificado según su grosor y calidad para los procesos subsiguientes. La etapa de Curtición abarca dos actividades principales que son:

- PIQUELADO O PIQUEL
- CURTICION AL CROMO

#### **1.1.1.1. Piquelado o piquel**

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

En la operación del piquelado se trata la piel desescalada y rendida con productos ácidos que incorporan a la piel una importante cantidad de ácido, al mismo tiempo al bajar el pH a 3-3,5, se logra eliminar totalmente el álcali de la piel, incluso el combinado.

El piquelado es muy importante en lo que respecta a la operación posterior de curtición, ya que si la piel no estuviera piquelada, el pH sería elevado y las sales del agente curtiente adquirirían una elevada basicidad, reaccionando rápidamente con las fibras de colágeno, lo que produciría una sobrecurtición en las capas más exteriores, que dificultaría la difusión del curtiente en las capas internas, produciendo una contracción en la capa de flor del agente mineral hidrolizado o a su vez flocular la sal de cromo.

#### **1.1.1.2. Curtición al Cromo**

Es una actividad por la cual se estabiliza el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales o vegetales, transformándola en cueros.

La curtición permite la estabilización irreversible de la perecedera sustancia piel. La curtición de la piel en tripa en curtido origina:

- Estabilidad frente a degradación enzimática y aumento de la resistencia frente a productos químicos.
- Aumento de la temperatura de encogimiento y de la estabilidad al agua caliente

- Disminución o anulación de la capacidad de hinchamiento
- Disminución de la densidad por aislamiento de las fibras.
- Disminución de la deformabilidad.
- Disminución el encogimiento en volumen, superficie y grosor.
- Aumento de la porosidad de las fibras del colágeno.

Estas cualidades se consiguen gracias a la reticulación de las cadenas de colágeno con los distintos curtientes.

Al final de esta etapa se tiene el conocido “wetblue”, que es clasificado según su grosor y calidad para el proceso de acabado.

La curtición se efectúa con sales de cromo, el cromo se adiciona como sulfato básico de cromo III,  $\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$ , sal que no es pura sino que va acompañada de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  la sal de cromo comercial tiene una riqueza del 25% en  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Esto es importante ya que influirá en la cantidad de sulfatos vertidos. Normalmente se utiliza entre 15 y 20 Kg de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ /T de piel.

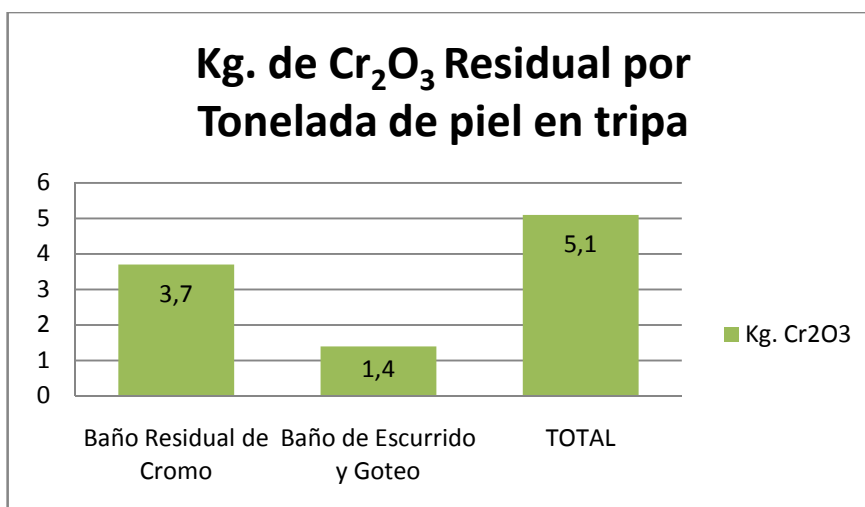
Se ha de considerar el grado de fijación de este cromo, dado que al cuero aún le quedan por sufrir varias operaciones en baño y si éste no está bien fijado se lixiviará en las operaciones posteriores. En un proceso normal la fijación está alrededor de 66% del cromo ofertado, así se pierden entre 6 y 7 Kg de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  por cada tonelada de piel curtida. El cromo de los baños de curtición y escurrido se puede aprovechar fácilmente reciclando baños o precipitándolo y redisolviéndolo para volver a aprovecharlo, pero éste cromo recuperable es el 80 % del

chromium not fixed, so we evacuate with the residual waters 20% of the chromium not fixed, approximately 1.4 Kg /T of leather, which expressed as  $\text{Cr}^{3+}$  ion is 0.96 Kg of leather.

## 1.2. RECUPERACIÓN DE LA SAL DE CROMO

“Due to the cost of chromium salts increasing every day and on the other hand to the problems that the presence in the residual waters has made that lately much thought has been given about the recovery of chromium salts.

**Graf. 1.2.-1**  
**Kilogramos de Oxido de Cromo III Residual por Tonelada de Piel en Tripa**



FUENTE: ADZET M, Química Técnica de Tenerife, España, 1985

According to a work by Luck and Wehling the most important quantity of residual chromium comes from the tanning bath, not from the bath that drips during the rest of the leathers and

en el propio escurrido mecánico. En la figura se indica la cantidad total de óxido de cromo residual por tonelada de piel en tripa.”<sup>1</sup>

Cuando la oferta total de óxido de cromo es 2,0-3,0% referido al peso tripa de las pieles y se utiliza un sistema de curtición cromo convencional se obtiene un baño residual que contiene 6-8 gramos de óxido de cromo por litro. En estos casos el cuero queda con un contenido de 4,4% de óxido de cromo, lo que representa que solo se aprovechan los dos tercios de las sales de cromo utilizadas y el tercio restante se queda en los baños residuales.

“La idea fundamental es conservar constante la calidad de los cueros curtidos al cromo y al mismo tiempo recuperar el cromo para lo cual puede pensarse en dos métodos:

- Reciclaje directo de los baños residuales de curtición.
- Precipitación de cromo de los baños residuales y su posterior redisolución.”<sup>2</sup>

**Tabla 1.2.-1**  
**Emisión de Cromo según Proceso**

<b>PROCESO</b>	<b>Kg. Cr<sup>3+</sup>/T piel</b>
Tradicional sin recuperación de baños	<b>4.45</b>
Tradicional con recuperación de baños	<b>0.96</b>

FUENTE: Química Técnica de Tenerife, España, 1985

---

<sup>1</sup> ADZET M., Química Técnica de Tenerife, España, 1985 Pp:220,221

<sup>2</sup>ADZET M., Química Técnica de Tenerife, España, 1985 Pp.225,226,228

### 1.3. RECICLAJE DIRECTO DE LOS BAÑOS RESIDUALES DE CURTICIÓN

Los baños residuales de la curtición al cromo contienen sales neutras del tipo cloruro sódico y sulfato sódico, así como sulfato de cromo básico. Estos baños se pueden recircular para emplearlos como baños de piquel o como baños de curtición.

Este reciclaje directo consiste básicamente en un proceso convencional de curtido en el que todo el baño residual se recupera, éste se refuerza con cloruro de sodio y la cantidad necesaria de ácido sulfúrico para usarlo como licor de pickle para la siguiente partida.

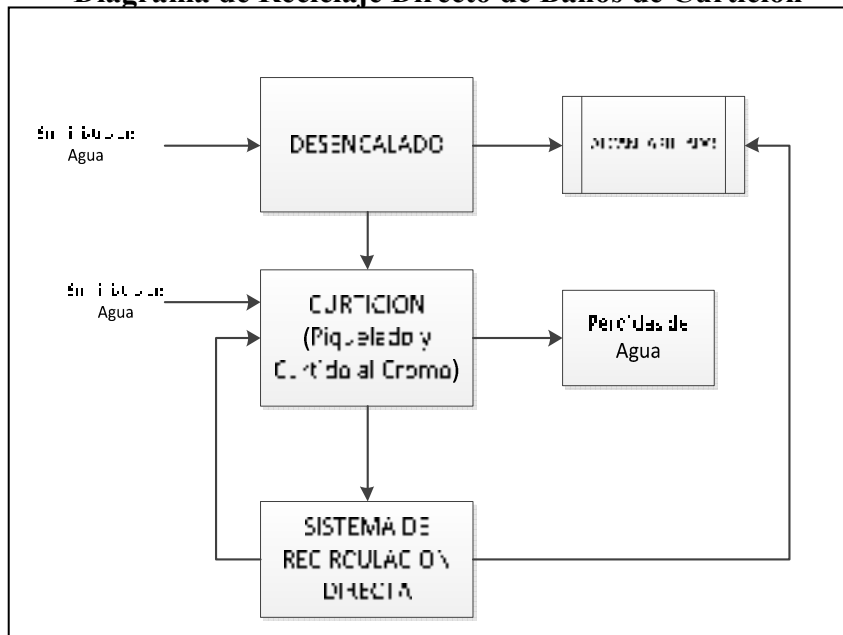
La recirculación implica modificar en mayor o menor grado las fórmulas de curtición, aunque en general los cambios son mínimos. El hecho de recircular el licor residual de la curtición disminuye notablemente la cantidad de sal de cromo utilizada así como el contenido en cromo y las sales neutras de los baños residuales.

Para la realización práctica hay que separar fibras de cuero, ya sea por decantación o filtración y en algunos casos restos de grasa, para obviar las dificultades del bombeo o su excesiva acumulación en el baño. Además se necesita un depósito resistente y suficiente capacidad, que puede estar enterrado o sobre el suelo, así como una bomba para impulsar el líquido hacia el bombo.

Antes de volver a utilizar la solución debe controlarse la concentración salina mediante un densímetro, y ajustarse al valor deseado. Al ir recirculando los baños aumenta la concentración de sulfato sódico pero por dilución puede mantenerse en el valor que se

deseo, también la acumulación del colágeno en el agua residual es un problema que causa manchas por lo que con la desnaturalización de la proteína se lo soluciona. Los complejos de cromo de los baños residuales son de composición parecida a los que contienen los baños iniciales.

**Fig. 1.3.-1**  
**Diagrama de Reciclaje Directo de Baños de Curtición**



Fuente: Diana Verónica Vinueza Paredes

Las ventajas respecto al medioambiente son que el cromo puede ser nuevamente reutilizado en las partidas posteriores minimizando su contenido en las aguas residuales de curtido. Por otro lado se tiene la ventaja de ahorro considerable en los ácidos que se usan en el pickle, y sobre todo en el cromo usado durante el proceso de curtido. Asimismo, un ahorro substancial de sal en el proceso, lo cual también disminuye la presencia de cloruros e iones sodio en los efluentes residuales.

Para lograr los objetivos de minimización de efluentes y reducción del consumo de compuestos químicos en el proceso de curtido sin afectar la calidad final del artículo elaborado, se propone una recirculación directa del baño recuperado y tamizado.

Industrialmente se utilizan diversas técnicas de curtido según el tipo y calidad del cuero a producir y esto debe ser tenido en cuenta cuando se realiza la recuperación y el reuso de los líquidos residuales del curtido. Se considera el reuso directo un proceso sencillo, económico y de fácil aplicación a la realidad de la industria, que no requiere modificar la técnica del curtido.

La recirculación directa es posible, y de hecho es utilizada en algunas tenerías en donde es posible realizar hasta 15 ciclos de recirculación con resultados satisfactorios.

Como contrapartida debe señalarse que un sistema de recirculación efectivo requiere de un control de laboratorio estricto.

Los equipos que se sugieren para la implementación de este sistema de recirculación Directa son los siguientes:

- Tanques de almacenamiento para baño de curtido.
- Tubería a los recipientes del proceso.
- Laboratorio de análisis, para determinar cromo en el licor que se va a recircular.
- Equipo y reactivos de laboratorio para realizar los análisis químicos.
- Recipientes para el almacenamiento de los baños residuales.



- Equipo de bombeo

Por todo lo indicado, para la instalación de este sistema de recirculación se requiere un tratamiento previo del agua residual de curtición, tal como el que se muestra a continuación:

- Acumulación de baños residuales
- Análisis de Cromo
- Remoción de Colágeno
- Determinación de la densidad y pH

### **1.3.1.ACUMULACIÓN DE BAÑOS RESIDUALES**

Consiste en la recepción de todas las corrientes residuales con lo cual se consigue regularizar el caudal e igualar su concentración.

El volumen del acumulador depende del volumen vertido y del régimen de trabajo. En general, se ha de calcular un volumen al menos igual al diario vertido. Asimismo, también se ha de tener también el proceso de fabricación. En la industria curtiembre se puede obtener el volumen a través de la medición de los bombos.

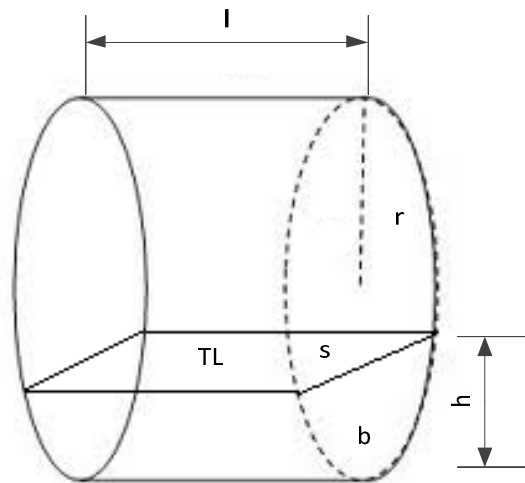
### 1.3.1.1. Cálculo de la Capacidad de un Bombo de Curtición

La capacidad de un bombo se calcula fácilmente porque disponemos de un cilindro, hueco. Como un bombo generalmente no se llena hasta el eje hueco, se calcula la capacidad parcial (TL) con la fórmula que se muestra a continuación:

$$TL = \frac{r(b - s) + s \times h}{2} \times l$$

Ec. 1.3.1.1.-1

**Graf. 1.3.1.1.-1**  
**Capacidad de un Bombo de Curtición**



Donde:

$TL$  = Volumen Parcial del Bombo

$r$  = Radio

$b$ = Arco

$s$ = Secante

$h$ = Altura

$l$ = Longitud

Este es el volumen ocupado por el agua y el cuero. Para cálculos de dimensionamiento del sistema de Recirculación es necesario establecer el volumen del agua, por lo que se requiere aplicar el siguiente cálculo:

$$V_{Agua} = TL - V_{Cuero}$$

**Ec. 1.3.1.1.-2**

Donde:

$V_{Agua}$ = Volumen de Agua

$TL$ = Volumen Parcial del Bombo

$V_{Cuero}$ = Volumen del Cuero

### **1.3.1.2. Determinación del Volumen del Cuero**

Para la determinación del volumen del cuero se despejará de la ecuación de la densidad.

$$V_{Cuero} = \frac{m_{Cuero}}{\rho_{Cuero}}$$

**Ec. 1.3.1.2.-1**

Donde:

$V_{Cuero}$  = Volumen del Cuero ( $m^3$ )

$m_{Cuero}$  = Masa del Cuero cargado en el Bombo en análisis (Kg.)

$\rho_{Cuero}$  = Densidad del Cuero ( $Kg/m^3$ )

### **1.3.1.3. Densidad del Cuero**

La densidad del cuero puede obtenerse de forma indirecta y de forma directa. Para la obtención indirecta de la densidad, se miden la masa y el volumen por separado y posteriormente se calcula la densidad.

La masa se mide habitualmente con una balanza, mientras que el volumen puede medirse determinando la forma del objeto, midiendo las dimensiones apropiadas o mediante el desplazamiento de un líquido.

Para el caso particular se usa el desplazamiento del líquido y la masa de la muestra pesada en una balanza. Con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$\rho_{Cuero} = \frac{m_{Cuero}}{V_{Desplazado}}$$

**Ec. 1.3.1.3.-1**

Donde:

$V_{Desplazado}$  = Volumen Desplazado (m<sup>3</sup>)

$m_{Cuero}$  = Masa del Cuero con ayuda de balanza (Kg)

$\rho_{Cuero}$  = Densidad del Cuero (Kg/m<sup>3</sup>)

$$A = \frac{Q * t}{h}$$

**Ec. 1.3.1.3.-2**

Donde:

$A$  = Área del Acumulador

$Q$  = Caudal

$t$  = Tiempo de descarga

$h$  = Altura

## **1.3.2. ANÁLISIS DE CROMO**

En la industria de curtidos es interesante analizar el contenido en dicromato de los licores de cromo obtenidos por reducción, la cantidad de óxido de cromo y su basicidad en las sales de cromo sólidas, en los licores de cromo y en los baños residuales. Así como el índice de floculación de los baños de curtición.

En el cuero húmedo nos puede interesar determinar la temperatura de contracción o simplemente hacer la prueba de ebullición. Sobre el cuero wetblue el análisis del contenido de óxido de cromo es importante para verificar el grado de curtición del cuero.

Existen varios métodos para determinar la cantidad de óxido de cromo en los baños residuales, entre ellos están:

- Dicromato en los licores de cromo
- Licores residuales de curtición
- Sal de cromo y cuero
- Índice de Floculación

### **1.3.2.1. Sales de Cromo y Cuero**

Para determinaciones más precisas de óxido de cromo ya sea en sales de cromo, licores o bien sobre el cuero puede utilizarse el método IUC 8 de la Unión Internacional de

Químicos de la Industria del Cuero, que en esencia consiste en oxidar el cromo trivalente por la acción del ácido perclórico o en medio alcalino por la acción del clorato de potasio y después valorar el cromato obtenido por yodometría. Las Marchas Analíticas para la determinación de Oxido de Cromo III ver en las Tablas 2.2.1.2.4-1., 2.2.1.2.4-1,

$$\%Cr_2O_3 = \frac{mL \text{ Solucion de Tiosulfato de Sodio} * 0.02533xN}{mL \text{ de Agua Residual Analizada}} x100$$

**Ec. 1.3.2.1.-1**

$$\%Cr_2O_3 = \frac{mL \text{ Solucion de Tiosulfato de Sodio} * 0.02533 * N}{Peso \text{ del cuero}} x100$$

**Ec. 1.3.2.1.-2**

El cromo que debe añadirse al proceso de recirculación es el porcentaje usado normalmentemenos la cantidad que existe en el baño residual.A continuación se presentan los cálculos para determinar la cantidad de sal de cromobasicidad 33% a ofertar cuando los baños de curtidos se reciclan para ajustar:

**1.3.2.1.1. Determinación la Cantidad de Sal de Cromo III en el Agua Residual a Reciclar**

$$B = A * \left(\frac{100}{25}\right)$$

**Ec. 1.3.2.1.1.-1**

Donde:

$A$  = Cantidad de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ (g/L) en el baño de cromo a reciclar(análisis de laboratorio)

$B$  = Cantidad de sal de cromo (g) que contiene 25 % de óxido de cromo y 33 % de basicidad.

**1.3.2.1.2. Determinación del Contenido de Sal de Cromo en un determinado volumen de Agua Residual a Reciclar**

$$C = B * V$$

**Ec. 1.3.2.1.2.-1**

Donde:

$C$  = Cantidad de sal cromo en el baño a reciclar (g/L)

$V$  = Volumen de baño a reciclar (L)

**1.3.2.1.3. Determinación de Sal de Cromo a restituir en el Reciclo**

$$E = T - C$$

**Ec. 1.3.2.1.3-1**

Donde:

$E$ = Cantidad de sal de cromo a sustituir en el reciclo (g)



T = Cantidad de sal de cromo que se oferta normalmente (g)

#### **1.3.2.1.4. Determinación del porcentaje de Sal de Cromo a restituir en el Reciclo**

$$X = (D * E) / T$$

**Ec. 1.3.2.1.4.-1**

Donde:

X = Porcentaje de sal de cromo 33 % de basicidad y 25 % de óxido de cromo a restituir.

D = Porcentaje normal de sal de cromo basicidad 33 % o sea el 6% con el cual se curte normalmente.

### **1.3.3. REMOCIÓN DE LAS PROTEÍNAS**

Para recircular los baños de curtición es necesario efectuar una remoción de las proteínas disueltas en el agua, para evitar su acumulación y saturación, de modo que en los recicles no represente problemas en la calidad del cuero, esto se lo hace mediante el proceso bioquímico de desnaturalización.

Si en una disolución de proteínas se producen cambios de pH, alteraciones en la concentración, agitación molecular o variaciones bruscas de temperatura, la solubilidad de

las proteínas puede verse reducida hasta el punto de producirse su precipitación. Esto se debe a que los enlaces que mantienen la conformación globular se rompen y la proteína adopta la conformación filamentosa.

De este modo, la capa de moléculas de agua no recubre completamente a las moléculas proteicas, las cuales tienden a unirse entre sí dando lugar a grandes partículas que precipitan. Esta variación de la conformación se denomina desnaturalización.

Para precipitar a las proteínas contenidas en los baños de curtido se procede a alterar el pH, por medio de la adición de sustancias químicas.

Para este tipo de reciclaje directo se empleará la desnaturalización por cambio de pH, por medio de la adición de ácido, debido a que en la operación de piquelado se requiere un pH ácido, lo que significa un ahorro de insumos en el proceso y se evita la floculación del cromo debido a que la piel desenchalada se encuentra en un pH 7, al ser puesta en contacto con el agua residual de curtición con pH inicial 3.8, provocaría la precipitación del cromo, causando manchas.

Para la desnaturalización se lleva al agua a un pH final de 1, mediante la adición de ácido sulfúrico, se efectúa una agitación para homogeneizarla y se procede a decantar.

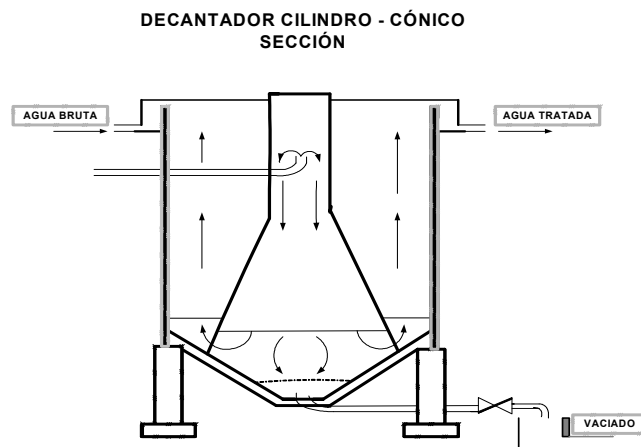
### 1.3.3.1. Decantación Primaria

La decantación, tiene por objetivo la separación de las partículas en suspensión, por diferencia de densidad, de forma que las partículas más pesadas que el agua son separadas por la acción de la gravedad. Bien sean fácilmente sedimentables por sí mismas o bien las que pueden sedimentar como resultado de una coagulación.

Los sólidos en suspensión, se recogen como resultado de ésta operación, como fangos, más o menos concentrados, denominados fangos primarios, que se separan de las aguas residuales depuradas.

Existen muchos tipos de decantadores pero el más utilizado para esta operación es el Decantador cilíndrico – cónico, quees un decantador estático que no dispone de partes móviles, se utilizan para pequeños caudales (hasta a 20 m<sup>3</sup>/h), la pendiente de la parte cónica se encuentra entre 45° - 65°.

**Graf. 1.3.3.1-1**  
**Decantador Cilíndrico - Cónico**



“Para el diseño de un decantador, hay varios factores a considerar, si bien los más importantes son:

- Velocidad Ascensional o Carga Superficial: también llamado Velocidad Descensional, es el caudal de fluido dividido por la superficie del depósito de sedimentación. Éste será el único parámetro de la sedimentación de partículas discretas.
- Tiempo de Retención: Volumen del depósito dividido por el caudal. A veces, en vez de este parámetro se toma la altura del depósito al ser ambos interdependientes.

Para el cálculo de la velocidad final de la partícula a partir de la Ley de Newton, tenemos:

$$V_c = \frac{4g(\rho_s - \rho)d}{3C_D\rho}$$

**Ec. 1.3.3.1.-1**

Donde:

$V_c$  = Velocidad final de la partícula

$\rho_s$  = Densidad de la partícula

$\rho$  = Densidad del fluido

$g$  = Aceleración de la gravedad

$d$  = diámetro de la partícula

$C_D$  = Coeficiente de Arrastre

$$C_D = \frac{Fd}{\left(\rho \frac{V^2}{2}\right) A}$$

**Ec. 1.3.3.1.-2**

Donde:

$Fd$  = Fuerza de Arrastre o resistencia por fricción

$V$  = Velocidad de la Partícula

$A$  = Sección Transversal o área proyectada de la partícula en dirección normal a  $V$

El valor de  $C_D$  varía dependiendo de si el régimen de flujo es laminar o turbulento.

También varía de acuerdo a la forma de la partícula.

Para partículas esféricas puede aplicarse la siguiente ecuación:

$$C_D = \frac{24}{N_R} + \frac{3}{\sqrt{N_R}} + 0,34$$

**Ec. 1.3.3.1.-3**

Donde:

$N_{Re}$  = Numero de Reynolds

Para Reynolds inferior a 0,3 predomina el primer término de la ecuación por medio de la

Ley de Stokes, así:

$$V_c = \frac{g(\rho_p - \rho)d^2}{18\mu}$$

**Ec. 1.3.3.1.-4**

Donde:

$V_s$  = Velocidad de sedimentación

$\rho_p$  = Densidad de la partícula

$\rho$  = Densidad del agua

$\mu$  =viscosidad dinámica

$d$ = diámetro de la partícula

Para flujo laminar Stokes determino que la fuerza de arrastre, responde a la siguiente ecuación:

$$F_d = 3\pi\mu Vd$$

**Ec. 1.3.3.1.-5**

Para el diseño de instalaciones se selecciona una determinada partícula de velocidad final conocida, se diseña el tanque de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$A_D = \frac{Q}{V_c}$$

**Ec. 1.3.3.1.-6**

Donde:

$A_D$  = Área del tanque de Decantación

$Q$  = Caudal

Las partículas de velocidad mayor o igual a la seleccionada serán eliminadas.

La profundidad y tiempo de retención se calcula de la siguiente expresión:

$$V_C = \frac{h}{T_R}$$

**Ec. 1.3.3.1.-7**

Donde:

$h$  = Altura (m)

$T_R$  = Tiempo de Retención (s)

En la práctica es necesario tener en cuenta la diversidad en los tamaños de las partículas y determinar la eficiencia de la eliminación mediante ensayos de laboratorio. Igualmente, tener en cuenta en el montaje de instalaciones, algunos factores como turbulencia en la entrada y salida, eliminación de fangos, etc.”<sup>3</sup>

---

3PUENTE J. Tratamiento de Aguas Residuales. Bucaramanga-Colombia. Representantes Jesenao. 1982. pp:214

### 1.3.3.2. Sistema de Bombeo de tanque a tanque

El cálculo del sistema de bombeo de tanque a tanque requiere de dos pasos previos, del cálculo de la dotación diaria (y caudal de bombeo) y de la carga dinámica total de bombeo. Sin embargo se hace necesario la coordinación de algunos parámetros, los cuales se explican en los párrafos siguientes:

- La tubería de bombeo entre un estanque bajo y el elevado deberá ser independiente de la tubería de distribución, calculándose el diámetro para que pueda llenar el estanque elevado en un máximo de dos (2) horas, previendo en esta que la velocidad esté comprendida entre 0.60 y 3.00 m/s.
- Puede estimarse el diámetro de la tubería de succión, igual al diámetro inmediatamente superior al de la tubería de impulsión, indicada en la tabla anterior.
- En la tubería de impulsión e inmediatamente después de la bomba, deberán instalarse una válvula de retención y una llave de compuerta.
- En el caso de que la tubería de succión no trabaje bajo carga (succión negativa), deberá instalarse una válvula de pie en su extremo, para prevenir el descebado de las bombas.
- La capacidad del sistema de bombeo deberá ser diseñado de manera tal, que permita el llenar el estanque elevado en un tiempo no mayor de dos (2) horas.
- Siendo la Altura Dinámica Total de bombeo ADT la resultante de la sumatoria de:



1. Diferencia de cotas entre el sitio de colocación de la válvula de pie y la cota superior del agua en el tanque elevado.
2. Las fricciones ocurridas en la succión de la bomba, descarga de la misma y montante hasta el tanque elevado.
3. Presión residual a la descarga del tanque elevado ( $\pm 2.00$  a  $4.00$  m.).

#### **1.3.3.2.1. Dimensionamiento de una Bomba**

La potencia de la bomba podrá calcularse por la fórmula siguiente:

$$HP = \frac{Q \times ADT}{75 \times \left(\frac{n\%}{100}\right)}$$

**Ec. 1.3.3.2.1.-1**

Donde:

$HP$  = Potencia de la bomba (HP)

$ADT$  = Altura Dinámica Total (m)

$Q$  = Caudal requerido para el bombeo (L/s)

$n$  = Rendimiento de la bomba, que para efectos de cálculo teórico de estima un 60%

#### **1.4. PRECIPITACIÓN DEL CROMO Y SU REDISOLUCIÓN O SISTEMA DE RECICLAJE INDIRECTO**

En este sistema previa filtración o decantación para eliminar las fibras de cuero, se precipita el cromo residual añadiendo un álcali y después de separar este precipitado se redissuelve con ácido para volverlo a emplear en la curtiduría.

Al tratar el licor residual con hidróxido sódico, óxido de magnesio, sosa o cal ya sea en frío o en caliente se obtiene un precipitado muy voluminoso que según sean las condiciones de precipitación puede sedimentar con más o menos facilidad.

El precipitado bien escurrido se disuelve con ácido sulfúrico en un depósito de acero inoxidable de buena calidad y mediante un adecuado control analítico, se puede ajustar la basicidad del licor de cromo, para su ulterior utilización en una nueva curtiduría.

Como el sedimento es muy floculento e hidratado a menudo se emplea un filtro prensa para escurrirlo mejor. La disolución del hidróxido de cromo es más rápida si se trata con una disolución de ácido sulfúrico en caliente.

Este método de aprovechamiento del cromo residual, que implica las fases de precipitación, separación y redissolución, es un sistema limpio, ya que se separan las impurezas de los compuestos de cromo y se obtiene un licor de la basicidad que se desee: no obstante es un sistema caro.

En este caso, como la dilución no importa ya que el cromo se precipita en forma de hidróxido insoluble, es posible reunir los baños residuales de curtición, escurrido e incluso de los baños de lavado y de recurtición y recuperar el cromo por este sistema. No obstante en la práctica presenta el problema de tener que tratar mayor volumen de líquido, y que pueden contener otros componentes que no sean adecuados.

## **1.5. SELECCIÓN DE PROCESOS PARA EL RECICLAJE**

Para elegir el proceso de Reciclaje adecuado es necesario analizar los Aspectos Técnicos, Ambientales y Económicos.

### **1.5.1. Aspectos Técnicos**

Los principales aspectos técnicos a considerarse para la selección de un proceso de Reciclaje se señalan a continuación:

- Conservar la misma formulación.
- El proceso de recicle no debe afectar la calidad, características físicas y químicas del producto final
- No requerir personal especializado para su realización

- Optimización de tiempo en su ejecución
- Utilización mínima de mano de obra

### **1.5.2. Aspectos Ambientales**

El Sistema de Reciclaje de agua de curtición es un mecanismo que presenta varias ventajas respecto al medioambiente debido a que el cromo puede ser nuevamente reutilizado en las partidas posteriores minimizando el contenido en las aguas residuales de curtido.

Los aspectos ambientales a ser analizados se enlistan a continuación:

- Minimización del volumen de efluentes
- Reducción del consumo de compuestos químicos
- Disminución de la concentración de productos químicos en las aguas residuales
- Cumplimiento de los parámetros del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).

### **1.5.3. Aspectos Económicos**

El aspecto económico juega el papel más importante dentro de las empresas en la selección del proceso adecuado para Reciclaje, pues se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Ahorro en los insumos químicos utilizados en los procesos normales

- Ahorro en los suministros de agua y energía
- Disminución en los costos de Tratamiento de aguas Residuales
- Baja Inversión de implementación

# CAPITULO

## II

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1. MUESTREO

El tipo de muestreo que se utilizó en el presente Trabajo de Investigación fue por el Método al Azar Simple, tanto para la obtención de muestras de cuero para determinar su densidad, así como para la toma de muestra de agua residual para la determinación del contenido de óxido de cromo en exceso.

Las muestras de cuero se recogieron del bombo del que se tomaron las medidas para el cálculo de Capacidad, una vez finalizada la operación de Curtición se tomaron 4 bandas o pieles de wetblue, de la cual se recogió 1 muestra, de sus diversas partes (cuello, falda, patas, grupón), como se muestra en la tabla a continuación:

**Tabla 2.1.-1**

**Plan de Muestreo del Cuero para obtener su Densidad**

Fecha Muestreo	Bombo Nro.				
	3	4	5	6	7
18-Feb-11	BANDAS	INTEGRAL	INTEGRAL		BANDAS
	4 muestras	4 muestras	4 muestras		4 muestras
24-Feb-11	BANDAS	BANDAS	INTEGRAL		INTEGRAL
	4 muestras	4 muestras	4 muestras		4 muestras
2-Mar-11	BANDAS			BANDAS	BANDAS
	4 muestras			4 muestras	4 muestras

3-Mar-11		INTEGRAL	INTEGRAL		
		4 muestras	4 muestras		
16-Mar-11	BANDAS	INTEGRAL	INTEGRAL	BANDAS	INTEGRAL
	4 muestras	4 muestras	4 muestras	4 muestras	4 muestras
18-Mar-11	BANDAS			BANDAS	BANDAS
	4 muestras			4 muestras	4 muestras
19-Mar-11		INTEGRAL			
		4 muestras			
24-Mar-11	BANDAS		BANDAS	INTEGRAL	BANDAS
	4 muestras		4 muestras	4 muestras	4 muestras
30-Mar-11	BANDAS	INTEGRAL	INTEGRAL		
	4 muestras	4 muestras	4 muestras		
1/4/2011	BANDAS	INTEGRAL	INTEGRAL	BANDAS	INTEGRAL
	4 muestras	4 muestras	4 muestras	4 muestras	4 muestras
6/4/2011	BANDAS			BANDAS	
	4 muestras			4 muestras	
8/4/2011	BANDAS	INTEGRAL	INTEGRAL	BANDAS	INTEGRAL
	4 muestras	4 muestras	4 muestras	4 muestras	4 muestras

Fuente: Diana Verónica Vinueza Paredes

Para analizar la cantidad de óxido de cromo en el agua procedente de la etapa de Curtición se tomó y homogenizó 30L de agua por bombo de curtición, después de terminada mencionada etapa, una vez analizado el contenido de sal de cromo se procedió a realizar la simulación de curtición con el agua residual analizada. Una vez finalizada la curtición, se recogió el agua residual de esta segunda curtición para ser analizarla y recircularla en una nueva curtición, este procedimiento se realizó como se muestra a continuación:



**Tabla 2.1.-2**  
**Plan de Muestreo de Agua Residual para análisis y Reciclaje**

<b>Fecha Muestreo</b>	<b>Volumen Muestra Analizada</b>
8-Oct-11	20mL
<b>I Reciclaje</b>	
12-Oct-11	20mL
<b>II Reciclaje</b>	
19-Oct-11	20mL
<b>III Reciclaje</b>	
26-Oct-11	20mL
<b>IV Reciclaje</b>	
4-Nov-11	20mL
<b>V Reciclaje</b>	
9-Nov-11	20mL
<b>VI Reciclaje</b>	
16-Nov-11	20mL
<b>VII Reciclaje</b>	
23-Nov-11	20mL

Fuente: Diana Verónica Vinueza Paredes

Las muestras de cuero y agua fueron tomadas de los bombos de curtiembre de la Planta de Producción de la Empresa Servicueros S.A.

## **2.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

### **2.2.1. METODOS**

#### **2.2.1.1. Método Inductivo**

Se realizó la toma de muestras según el plan de muestreo de la Tabla 2.1.-1 y Tabla 2.1.-2, se efectuó la tabulación de datos, para con estos, realizar los respectivos cálculos de ingeniería y dimensionar el sistema de Recirculación Directa de las Aguas Residuales de los baños de curtición.

#### **2.2.1.2. Método Deductivo**

Una vez determinado el contenido de Sal de Cromo III residual por litro de agua en los baños, se efectuaron los cálculos para ajustar la formulación de la operación de Curtición, al determinar la cantidad adicional a colocarse de cloruro de sodio y sal de cromo III. Este ajuste se efectuó en el bombo de pruebas, con lo que se obtuvieron los datos óptimos de control del proceso, tales como: Atravesado de Cromo, Temperatura de Contracción, pH final en el cuero y en el baño, comprobando así, que es posible reciclar el agua residual de Curtido y obtener un wetblue de buena calidad.

### **2.2.1.3. Método Experimental**

Mediante el método experimental realizado en el laboratorio con las muestras recolectadas y la simulación de recirculación del agua en el bombo de ensayos, se logró establecer el Diseño del Sistema de Reciclaje de los Baños de Curtición. Gracias a este método se comprobó que mientras se recircula el agua residual se genera acumulación de colágeno, el mismo que afecta la operación de Curtición, por lo que es necesario desnaturalizarlo a través de la acidificación y su posterior separación por decantación, de este modo, se obtiene un wetblue de calidad, siendo positiva la hipótesis planteada. Además se comprobó que al no añadir ácido al agua residual antes del piquelado, el cromo llega a su punto de floculación (a partir de un pH=4), precipitado que provoca manchas en el cuero.

### **2.2.2. TÉCNICAS**

### 2.2.2.1. Determinación del Volumen de Agua a Reciclar

Tabla 2.2.2.1.-1

#### Determinación del Volumen de Agua a Reciclar

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULO
<p>La Industria Curtiembre, para dimensionar un sistema de recirculación es necesario establecer el volumen de agua de residual, pues la descarga es discontinua.</p> <p>Para obtener el Volumen de agua procedente de la etapa de curtiembre es necesario determinar capacidad del bombo, tomando las medidas del mismo, posteriormente se sustraerá el volumen del cuero, al determinar su densidad y de este modo obtener el volumen del agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexómetro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la Capacidad parcial del Bombo de Curtición (Ver tabla 2.2.2.2.3.-1)</li> <li>Toma de Medidas de los bombos (Diámetro y Longitud)</li> <li>Determinación del Volumen del Cuero mediante el principio de densidad del cuero.(Ver tabla 2.2.2.2.-1)</li> <li>Sumar las capacidades parciales de los bombos que descargan sus aguas residuales por día, obteniendo así el volumen para recircular</li> </ul>	$V_{Agua} = TL - V_{Cuero}$ <p>Donde:</p> $V_{Agua} = \text{Volumen de Agua (m}^3\text{)}$ $TL = \text{Capacidad Parcial del Bombo (m}^3\text{)}$ $V_{Cuero} = \text{Volumen del Cuero (m}^3\text{)}$

Fuente: Vademécum para el técnico en curtiembre, Tercera edición revisada y ampliada BASF

### 2.2.2.2. Determinación del Volumen del Cuero

Tabla 2.2.2.2.-1  
Determinación del Volumen del Cuero

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULO
<p>Para la determinación del volumen del cuero se aplica la ecuación de Arquímedes de la densidad.</p> <p>“La densidad es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia. Se expresa como la masa de un cuerpo dividida por el volumen que ocupa”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexómetro</li> <li>• Probeta 1000mL.</li> <li>• Balanza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anotar la masa de cuero que ha sido procesada en el bombo a analizar el volumen.</li> <li>• Determinar la densidad del cuero como se indica a continuación:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Obtener las muestras del cuero (cabeza, falda, grupón, patas )</li> <li>b) Pesar en la balanza las muestra de cuero</li> <li>c) Colocar en la probeta un volumen conocido de agua (Volumen inicial)</li> <li>d) Poner la muestra de cuero en la probeta con el agua</li> <li>e) Anotar el Volumen desplazado de agua</li> </ol> </li> <li>• Realizar los cálculos respectivos.</li> </ul>	$V_{Cuero} = \frac{m_{Cuero}}{\rho_{Cuero}}$ <p>Donde:</p> <p><math>V_{Cuero}</math> = Volumen del Cuero (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>m_{Cuero}</math> = Masa del Cuero cargado en el Bombo en análisis (Kg.)</p> <p><math>\rho_{Cuero}</math> = Densidad del Cuero (Kg/m<sup>3</sup>)</p> $\rho_{Cuero} = \frac{m_{Cuero}}{V_{Desplazado}}$ <p>Donde:</p> <p><math>V_{Desplazado}</math> = Volumen Desplazado (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>m_{Cuero}</math> = Masa del Cuero con ayuda de balanza (Kg)</p> <p><math>\rho_{Cuero}</math> = Densidad del Cuero (Kg/m<sup>3</sup>)</p>

Fuente: Vademécum para el técnico en curtición, Tercera edición revisada y ampliada BASF

### 2.2.2.3. Determinación de la Capacidad Parcial de un Bombo

Tabla 2.2.2.3.-1

#### Determinación de la Capacidad Parcial de un Bombo

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULO
<p>Para efectuar la operación de curtiembre en los bombos, se requiere utilizar solamente una parte del total del bombo (cilindro), por lo que es necesario calcular su Capacidad Parcial, es decir, el volumen ocupado por el agua residual y el cuero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexómetro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destapar el bombo una vez finalizada la operación de curtiembre.</li> <li>• Observar los niveles de agua residual y cuero en el bombo</li> <li>• Proceder a medir el bombo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Diámetro</li> <li>b) Longitud</li> <li>c) Altura</li> <li>d) Arco</li> <li>e) Secante</li> </ul> </li> <li>• Realizar los cálculos de Capacidad Parcial de un Bombo</li> </ul>	$TL = \frac{r(b - s) + s \times h}{2} \times l$ <p>Donde:            TL= Volumen Parcial del Bombo            r= Radio (m)            b= Arco (m)            s= Secante (m)            h= Altura (m)            l= Longitud (m)</p>

Fuente: Vademécum para el técnico en curtiembre, Tercera edición revisada y ampliada BASF

## 2.2.2.4. Determinación de contenido de Oxido de Cromo en el agua residual

Tabla 2.2.2.4.-1

### Determinación de contenido de Oxido de Cromo en el Agua Residual

FUNDAMENTO	MATERIALES	REACTIVOS	TÉCNICA	CÁLCULO
<p>Consiste en oxidar el cromo trivalente por la acción del ácido perclórico y después valorar el cromato obtenido por yodometría (Método de Titulación Indirecto).</p> <p>La yodometría es un método de oxidación-reducción, que valora sustancias reductoras mediante soluciones de yodo, y a estas por medio de disolución patrón de tiosulfato sódico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza</li> <li>1 Erlenmeyer 250mL.</li> <li>Reverbero</li> <li>1 Bureta 50mL.</li> <li>2 Pipetas de 10mL.</li> <li>1 pipeta de 5mL.</li> <li>1 pipeta volumétrica de 10mL.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acido Sulfúrico</li> <li>Acido Nítrico</li> <li>Acido Perclórico</li> <li>Solución de Tiosulfato de Sodio 1N</li> <li>Solución de Yoduro Potasio al 10%</li> <li>Solución de Almidón 1%</li> <li>Agua Destilada</li> <li>Agua Residual de Curtición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar en un erlenmeyer, 20mL de muestra de agua residual (W)</li> <li>Anadir la mezcla oxidante (7mL. Ac. Sulfúrico, 10mL. Ac. Perclórico y 5mL de Ac. Nítrico) y llevar a ebullición hasta viraje de verde intenso a naranja.</li> <li>Diluir con agua destilada a 100mL y llevar a ebullición por 5 minutos</li> <li>Colocar 10mL. de KI 10%</li> <li>Iniciar la titulación con Tiosulfato de Sodio para disminuir yodo (tonalidad más clara)</li> <li>Colocar 1mL de solución. De almidón 1%</li> <li>Terminar la titulación y anotar el volumen consumido (V)</li> </ul>	$\%Cr_2O_3 = \frac{V * 0.02533xN}{W} * 100$ <p>Donde:</p> <p>V= Volumen de Tiosulfato de Sodio (mL)</p> <p>W= Volumen del baño residual analizado (mL)</p> <p>N=Concentración de Tiosulfato de Sodio (N)</p> <p><b>Gramos/Litro = %Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> * 10</b></p>

Fuente: Vademécum para el técnico en curtición, Tercera edición revisada y ampliada BASF

## 2.2.2.5. Determinación de contenido de Oxido de Cromo en el Cuero

Tabla 2.2.2.5.-1

### Determinación de contenido de Oxido de Cromo en el Cuero

FUNDAMENTO	MATERIALES	REACTIVOS	TÉCNICA	CÁLCULO
<p>Consiste en oxidar el cromo trivalente por la acción del ácido perclórico y después valorar el cromato obtenido por yodometría (Método de Titulación Indirecto).</p> <p>La yodometría es un método de oxidación-reducción, que valora sustancias reductoras mediante soluciones de yodo, y a estas por medio de disolución patrón de tiosulfato sódico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza</li> <li>1 Erlenmeyer 250mL.</li> <li>Reverbero</li> <li>1 Bureta 50mL.</li> <li>2 Pipetas de 10mL.</li> <li>1 pipeta de 5mL.</li> <li>1 pipeta volumétrica de 10mL.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acido Sulfúrico</li> <li>Acido Nítrico</li> <li>Acido Perclórico</li> <li>Solución de Tiosulfato de Sodio 1N</li> <li>Solución de Yoduro de Potasio al 10%</li> <li>Solución de Almidón 1%</li> <li>Agua Destilada</li> <li>Wet Blue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar en un erlenmeyer, 1g. de Wetblue seco (Wm)</li> <li>Anadir la mezcla oxidante (7mL. Ac. Sulfúrico, 10mL. Ac. Perclórico y 5mL de Ac. Nítrico) y llevar a ebullición hasta viraje de verde intenso a naranja.</li> <li>Diluir con agua destilada a 100mL y llevar a ebullición por 5 minutos</li> <li>Colocar 10mL. de KI 10%</li> <li>Iniciar la titulación con Tiosulfato de Sodio para disminuir yodo (tonalidad más clara)</li> <li>Colocar 1mL de solución. De almidón 1%</li> <li>Terminar la titulación y anotar el volumen consumido (V)</li> </ul>	$\%Cr_2O_3 = \frac{V * 0.02533xN}{Wm} * 100$ <p>Donde:</p> <p>V= Volumen de Tiosulfato de Sodio (mL)</p> <p>Wm= Peso de wetblue (1g)</p> <p>N=Concentración de Tiosulfato de Sodio (N)</p>

Fuente: Vademécum para el técnico en curtición, Tercera edición revisada y ampliada BASF



## 2.2.2.6. Estandarización del Tiosulfato de Sodio

Tabla 2.2.2.6-1  
Estandarización del Tiosulfato de Sodio

FUNDAMENTO	MATERIALES	REACTIVOS	TÉCNICA	CÁLCULO
La estandarización se emplea para ajustar una solución de tiosulfato de Sodio preparada, con el objeto de conocer su concentración y de este modo volverla un patrón primario que, por su especial estabilidad, se emplea para valorar la concentración de otras soluciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza</li> <li>1 Erlenmeyer 250mL.</li> <li>1 Bureta 50mL.</li> <li>1 pipeta de 5mL.</li> <li>1 pipeta de 10mL.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solución de Tiosulfato de Sodio 0.1N</li> <li>Yoduro de Potasio</li> <li>Yodato de Potasio</li> <li>Acido Clorhídrico</li> <li>Solución de Almidón 1%</li> <li>Agua Destilada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparar una solución de Tiosulfato de Sodio 0.1N</li> <li>Disolver en 50mL de agua destilada de 0.12 a 0.17g de Yodato de Potasio</li> <li>Anadir 2g. de Yoduro de Potasio y 1mL de Acido Clorhídrico.</li> <li>Diluir a 100mL aproximadamente</li> <li>Llevar a la oscuridad por 10 minutos</li> <li>Titular con el Tiosulfato de Sodio Preparado usando como indicador la solución de almidón al 1%</li> <li>Anotar el volumen utilizado hasta obtener el color claro</li> </ul>	$N Na_2S_2O_3 = \frac{W}{0.03567 * V}$ <p>Donde:</p> <p>W= Peso de Yodato de Potasio KIO<sub>3</sub>(g)</p> <p>V= Volumen de Solución de Tiosulfato de Sodio consumidos en la estandarización (mL)</p> <p>N= Normalidad obtenida (N)</p>

Fuente: LAITINEN H. Soluciones estándar y patrones primarios. Análisis químico.

### 2.2.2.7. Determinación del Potencial Hidrógeno pH

Tabla 2.2.2.7-1  
Determinación del Potencial Hidrógeno pH

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULO
<p>El pH es el parámetro que nos indica la acidez o alcalinidad del agua en una escala numérica de 1 a 14. Si el agua es acida el valor será menor a 7, si es básica será mayor a 7 y se encuentra en estado neutro cuando su valor es 7</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaso de Precipitación de 250mL</li> <li>• Cinta indicadora de pH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recoger una muestra de 50mL. de agua residual con contenido de Sal de Cromo III</li> <li>• Sumergir una cinta de pH en el agua</li> <li>• Retirar la cinta y observar el valor de pH en tabla de referencia.</li> </ul>	<p>Lectura Directa</p>

Fuente: EBBINGD., Química General

### 2.2.2.8. Determinación de la Densidad en Escala Baumé

Tabla 2.2.2.8-1  
Determinación de la Densidad en Escala Baumé

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULO
<p>Se emplea para medir las concentraciones de ciertas soluciones.</p> <p>Se establece en referencia a una disolución acuosa de cloruro de sodio (NaCl) al 10% en masa y agua destilada. Se marca el valor 0 para el agua destilada y el valor 10 para la disolución al 10%,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probeta de 1000mL</li> <li>• Aerómetro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recoger 1000mL de agua residual con contenido de Sal de Cromo III en la probeta</li> <li>• Dejar caer el aerómetro en el agua.</li> <li>• Observar la escala del aerómetro y determinar el valor de densidad en °Bé (grados Baumé).</li> </ul>	<p>Lectura Directa</p>

Fuente: EBBING D., Química General

## **2.3. DATOS EXPERIMENTALES**

### **2.3.1. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE CURTICION DE LA EMPRESA SERVICUEROS S.A.**

El proceso de curtición en la empresa Servicueros S.A. se efectúa en 6 bombos, lo que significa 10500 Kg. de cuero en proceso por día.

El suministro de agua para este proceso es inminentemente agua proveniente de la Acequia Lalama y de Tanqueros, la misma que después del proceso de Curtición es descargada directamente al alcantarillado público, sin previo tratamiento.

La operación de piquelado requiere una cantidad de 6% de Cloruro de sodio y 1,2% de ácido Sulfúrico, mientras que en la operación de curtición se utiliza un 6% de sal de cromo III (porcentajes con relación al peso de cuero).

Mediante la aplicación de esta formulación se obtiene una prueba de Temperatura de Contracción (TG) positiva y pruebas de resistencia de cuero terminado dentro de los parámetros.

El contenido de Oxido de Cromo III en el wetblue de la Empresa está entre de 3-4%, siendo 2,5% el mínimo para un cuero de buena calidad.

El contenido de Oxido de Cromo III en el agua residual a descargarse es de aproximadamente 0.55%, lo que equivale a 5,5gde  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{L}$ .

**Tabla 2.3.1-1**  
**Desventajas del Proceso de Curtición en la Empresa Servicueros S.A.**

<b>ASPECTO</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran caudal de vertimiento residual</li> <li>• Elevados costos por consumo del suministro</li> </ul>
Descarga al Alcantarillado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo por mantenimiento del sistema de tubería de alcantarillados.</li> <li>• Incumplimiento de los Parámetros del TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario), con altas concentraciones de Cloruros, Cromo Total, DBO, DQO.</li> </ul>
Insumos Químicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cantidad de sal de Cromo III y cloruro de sodio suministradas, deben estar en exceso por lo que generan un residual importante.</li> <li>• Gastos representativos en insumos químicos</li> </ul>

FUENTE: Diana Verónica Vinuesa Paredes

## 2.3.2. DATOS

### 2.3.2.1. Datos de volumen y caudales diarios de Agua Residual a Reciclar

Tabla 2.3.2.1-1

Datos del volumen diario de los Baños Residuales de Curtición a Reciclar.  
Datos obtenidos a partir de 4 muestras de cuero por bombo. (Ver anexo I)

Viernes, 18/02/2011							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
3	Bandas	1176.83	1330	1.13	1.48	0.35	348.60
4	Integrales	1128.28	1550	1.37	2.34	0.97	965.42
5	Integrales	1165.10	1550	1.33	2.06	0.73	726.90
7	Bandas	1134.65	1330	1.17	1.66	0.49	489.49
<b>VOLUMEN TOTAL DESCARGA</b>						2.53	2530.42
Jueves, 24/02/2011							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
3	Bandas	1243.70	1520	1.22	1.77	0.55	550.53
4	Bandas	1133.34	1520	1.34	2.27	0.92	924.07
5	Integrales	1130.20	1400	1.24	1.92	0.68	682.94
7	Integrales	1200.69	1400	1.17	2.03	0.86	859.44
<b>VOLUMEN TOTAL DESCARGA</b>						3.02	3016.97
Miércoles, 02/03/2011							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
3	Bandas	1034.81	1550	1.50	1.88	0.38	378.92
6	Bandas	1095.06	1550	1.42	2.16	0.75	745.51
7	Bandas	1149.55	1550	1.35	2.13	0.78	783.18
<b>VOLUMEN TOTAL DESCARGA</b>						1.91	1907.62

Jueves, 03/03/2011							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
4	Integrales	1104.82	1450	1.31	2.03	0.71	714.34
5	Integrales	1106.74	1450	1.31	2.28	0.97	973.79
<b>VOLUMEN TOTAL DESCARGA</b>						1.69	1688.13
Miércoles, 16/03/2011							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
3	Bandas	1115.23	1475	1.32	1.97	0.65	645.28
4	Integrales	1156.26	1450	1.25	2.46	1.21	1210.89
5	Integrales	1141.59	1450	1.27	2.13	0.86	859.79
6	Bandas	1177.44	1475	1.25	2.09	0.84	840.85
7	Integrales	1135.24	1450	1.28	1.90	0.63	625.32
<b>VOLUMEN TOTAL DESCARGA</b>						4.18	4182.13
Viernes, 18/03/2011							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
3	Bandas	1186.31	1235	1.04	1.77	0.73	728.91
6	Bandas	1118.20	1235	1.10	2.08	0.97	973.95
7	Bandas	1120.55	1235	1.10	1.82	0.71	714.68
<b>VOLUMEN TOTAL DESCARGA</b>						2.42	2417.53
Sábado, 19/03/2011							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
4	Integrales	1144.08	1440	1.26	2.32	1.06	1056.47
<b>VOLUMEN TOTAL DESCARGA</b>						1.06	1056.47
Jueves, 24/03/2011							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
3	Bandas	1085.16	1260	1.16	1.69	0.52	524.66
5	Bandas	1102.79	1260	1.14	1.96	0.81	813.69
6	Integrales	1235.83	1535	1.24	2.11	0.87	871.26
7	Bandas	1164.97	1260	1.08	1.75	0.67	672.77

VOLUMEN TOTAL DESCARGA						2.88	2882.37
<b>Miércoles, 30/03/2011</b>							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
3	Bandas	1119.54	1500	1.34	1.80	0.46	458.60
4	Integrales	1140.50	1550	1.36	2.30	0.95	945.06
5	Integrales	1145.84	1550	1.35	2.45	1.10	1099.14
VOLUMEN TOTAL DESCARGA						2.50	2502.80
<b>Viernes, 01/04/2011</b>							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
3	Bandas	1152.47	1630	1.41	2.13	0.72	718.23
4	Integrales	1139.39	1200	1.05	1.88	0.83	825.82
5	Integrales	1159.65	1200	1.03	1.54	0.51	509.25
6	Bandas	1194.97	1630	1.36	2.18	0.82	815.63
7	Integrales	1172.59	1200	1.02	1.71	0.69	687.29
VOLUMEN TOTAL DESCARGA						3.56	3556.22
<b>Miércoles, 06/04/2011</b>							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
3	Bandas	1153.80	1330	1.15	1.77	0.62	616.87
6	Bandas	1149.15	1330	1.16	2.10	0.94	944.06
VOLUMEN TOTAL DESCARGA						1.56	1560.93
<b>Viernes, 08/04/2011</b>							
Bombo Nro.	Producto	Densidad Prom.(kg/m3)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Cuero (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen Agua (m3)	Volumen Agua (L)
3	Bandas	1126.41	1425	1.27	2.49	1.23	1226.77
4	Integrales	1148.41	1532	1.33	2.43	1.09	1091.87
5	Integrales	1191.64	1532	1.29	2.07	0.79	785.73
6	Bandas	1118.14	1425	1.27	2.94	1.67	1666.05
7	Integrales	1195.96	1532	1.28	2.44	1.16	1157.36
VOLUMEN TOTAL DESCARGA						5.93	5927.77

FUENTE: Diana Verónica Vinueza Paredes

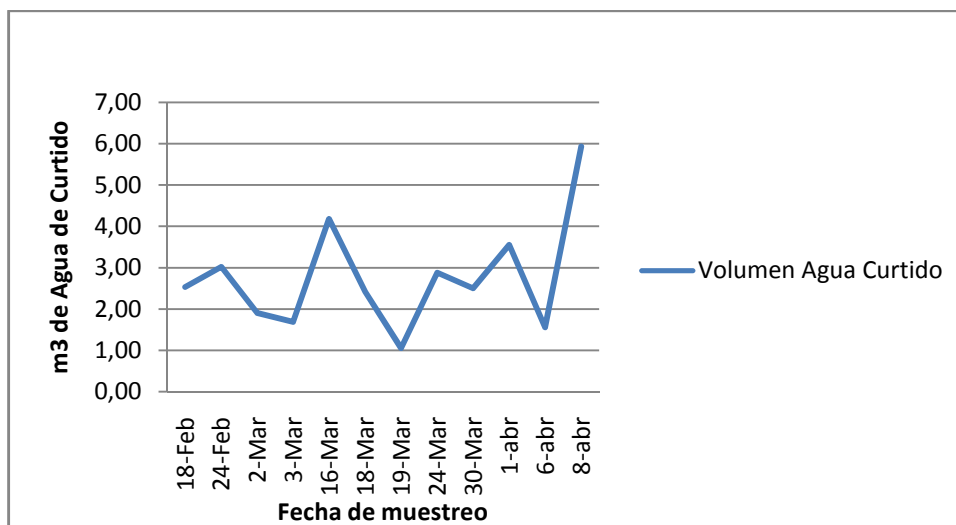


**Tabla 2.3.2.1-2**  
**Datos del Caudal Diario de los Baños Residuales de Curtición a Reciclar**

Fecha de Muestreo	Volumen Agua Curtido (m3)	Tiempo Descarga (min)	Caudal (m3/min)
18-Feb	2.53	30	0.084
24-Feb	3.02	35	0.086
2-Mar	1.91	25	0.076
3-Mar	1.69	20	0.084
16-Mar	4.18	45	0.093
18-Mar	2.42	33	0.073
19-Mar	1.06	20	0.053
24-Mar	2.88	30	0.096
30-Mar	2.50	30	0.083
1-abr	3.56	38	0.094
6-abr	1.56	23	0.068
8-abr	5.93	45	0.132

FUENTE: Diana Verónica Vinueza Paredes

**Graf. 2.3.2.3-1**  
**Volumen de Agua de Curtido**



**2.3.2.2. Datos de Volumen de Agua Residual de Curtición necesaria para Reciclar Diariamente**

**Tabla 2.3.2.2-1  
Datos de Volumen de Agua Residual de Curtición necesaria para Reciclar Diariamente**

Bombo Nro.	Capacidad Máxima (Kg.)	50% de agua residual inicial (m3)	m <sup>3</sup> Disolución. H2SO4	m <sup>3</sup> Disolución. HCOOH	Volumen Total para Reciclaje (m3)
3	1550	0.775	0.186	0.124	1.085
4	1550	0.775	0.186	0.124	1.085
5	1550	0.775	0.186	0.124	1.085
6	1550	0.775	0.186	0.124	1.085
7	1550	0.775	0.186	0.124	1.085
<b>TOTAL A RECICLAR (m3)</b>					<b>5.425</b>

FUENTE: Diana Verónica Vinueza Paredes

**2.3.2.3. Datos Iniciales del Agua Residual de Curtición a Reciclar**

**Tabla 2.3.2.3-1  
Datos Iniciales del Agua Residual a Reciclar**

Volumen de la Muestra (mL)	%Cr3O2 en el Agua Residual	g/L de Cr2O3	%Cr3O2 en el Cuero	pH	Densidad (°Bé)
20	0.5594	5.6	3.86	3.5	9.9

FUENTE: Diana Verónica Vinueza Paredes

#### 2.3.2.4. Datos de Tratamiento dado al Agua Residual de Curtición

**Tabla 2.3.2.4-1**  
**Datos de Tratamiento dado al Agua Residual de Curtición**

Nro. de Recirculación	I	II	III	IV	V	VI	VII
Densidad (°Bé)	9.9	10	10.5	11.4	11.6	11.2	11.8
pH inicial Agua Residual	3.5	3.8	3.5	3.5	3.8	3.5	3.8
Volumen Agua a Recircular (L)	72	78	76	82	75	72	78
mL. Acido para Desnaturalizar Colágeno	290	323	364	400	400	397	405
pH final Agua Residual	1	1	1	1	1	1	1

FUENTE: Diana Verónica Vinueza Paredes

### 2.3.2.5. Datos de la Velocidad de Decantación del Colágeno

**Tabla 2.3.2.5-1**  
**Datos de la Velocidad de Decantación del Colágeno**

Nro. de Recirculación	I	II	III	IV	V	VI	VII
Volumen Agua a Recircular (L)	72	78	76	82	75	72	78
Kg. de Colágeno Desnaturalizado	2.1	2.5	2.8	3.3	3.9	4.5	5.1
Tiempo de Decantación Colágeno (min)	20	25	27	30	36	40	43
Profundidad de Decantación (m)	1.12	1.3	1.25	1.5	1.2	1.28	1.35
Velocidad final de la partícula (m/min)	0.056	0.052	0.046	0.050	0.033	0.032	0.031

FUENTE: Diana Verónica Vinueza Paredes

## 2.4. DATOS ADICIONALES

**Tabla 2.4-1**  
**Propiedades del Agua de Curtición a Reciclar**

PRESION (Atm)	TEMPERATURA (C)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )	VISCOSIDAD (Kg/m s)
1	17	998,65	1,089x10 <sup>-3</sup>

FUENTE: Separata de Operaciones Básicas de Ingeniería Química, Universidad Central del Ecuador

# CAPITULO

# III

### **3. DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DIRECTO DE AGUA RESIDUAL DE CURTICIÓN**

#### **3.1. CÁLCULOS**

##### **3.1.1. CÁLCULO DEL ACUMULADOR DE AGUA RESIDUAL DE CURTICIÓN**

El volumen del depósito de acumulación, depende del caudal y régimen de trabajo. En general, se debe calcular un volumen al menos igual al caudal máximo diario total vertido. En tabla 2.3.2.1-2(0.132m<sup>3</sup>/min).

$$A = \frac{Q * t}{h}$$

Dónde:

Q =Caudal

t= Tiempo de descarga

h=Altura

Para el caso particular, este acumulador se ubicará debajo del nivel cero con una profundidad de h=1.7m., debido a la consistencia del suelo y será cuadrado.

$$A = \frac{0.132 \frac{m^3}{min} * \left( \frac{45 \text{ min}}{\text{desc arg } a} \right)}{1,70m}$$

$$A = 3.49m^2$$

Como el acumulador será cuadrado cada lado tendrá una dimensión de:

$$L = \frac{A}{2}$$

Dónde:

$L$  = Lado

$$L = \frac{3.49m^2}{2}$$

$$L = 1,74m$$

El volumen final del Acumulador será de:

$$V = A * h$$

$$V = 3,49m^2 * 1,7m$$

$$V = 5.93m^3$$

### 3.1.2. CÁLCULO DEL DECANTADOR PARA REMOCIÓN DE COLÁGENO

En la tabla 2.3.2.5-1 se puede observar que la velocidad conocida de decantación es de 0.013m/min. (Las partículas de velocidad mayor o igual a la seleccionada serán eliminadas).

$$A = \frac{Q}{V_c}$$

$$A = \frac{0.132m^3/min}{0.031m/min}$$

$$A = 4.26m^2$$

$$h = V_c * t$$

$$h = \frac{0.031m}{min} * 43min$$

$$h = 1,33m$$

$$V = A * h$$

$$V = 4.26m^2 * 1.33m$$



$$V = 5.68m^3$$

Para el caso particular se pondrá un decantador cilíndrico por lo que es necesario establecer el diámetro del mismo.

$$V = \pi r^2 h$$

$$r = \sqrt{V/\pi h}$$

$$r = \sqrt{\frac{5.68m^3}{\pi * 1.33m}}$$

$$r = 1.17m$$

### **3.1.3. CÁLCULO DEL RECIPIENTE DOSIFICADOR DE ACIDO SULFÚRICO PARA DESNATURALIZACIÓN DE PROTEÍNA (COLÁGENO)**

El volumen necesario de este recipiente para acido es de 30L. Se requerirá que sea un cilindro de 30cm de altura.

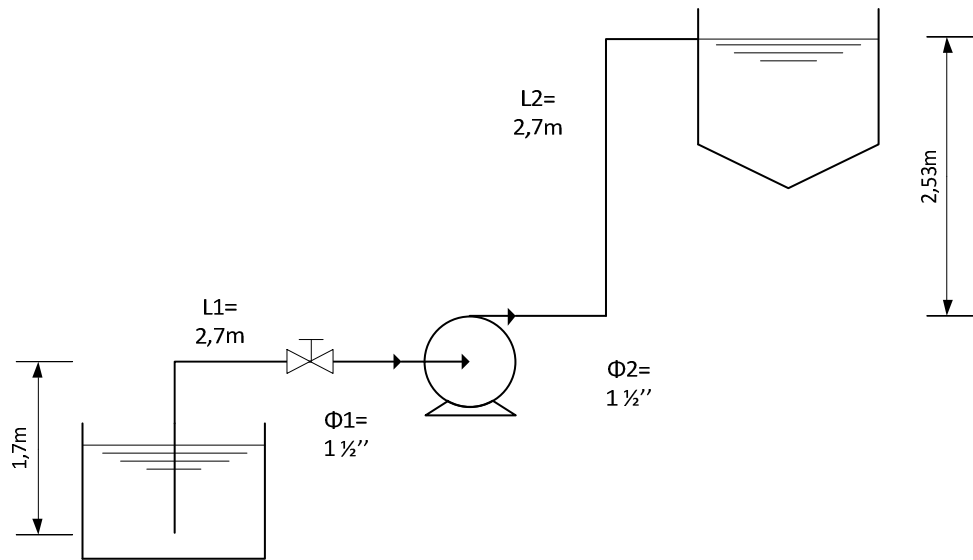
$$V = \pi r^2 h$$

$$r = \sqrt{V/\pi h}$$

$$r = \sqrt{\frac{0,03m^3}{\pi * 0.3m}}$$

$$r = 0.18m$$

### 3.1.4. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA DEL TANQUE DE ACUMULACIÓN AL DECANTADOR (Bomba 1)



$$HP = \frac{W * H}{75 * E}$$

Dónde:

$HP$ =Potencia de la Bomba (HP)

$W$ = Trabajo de la Bomba (Kg/s)

$H$ = Carga total del dispositivo mecánico (m)

$E$ = Eficiencia de la bomba (75%)

#### 3.1.4.1. Cálculo de la Carga Total de la Bomba

Se aplica la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + (h_2 - h_1) + \sum h_F = \pm H$$

Dónde:

$v$  = velocidad (m/s)

$g$  = gravedad ( $m/s^2$ )

$P$  = presión (at)

$h$  = alturas (m)

$\gamma$  = peso específico

$hf$  = pérdidas de energía (m)

$H$  = Carga total del dispositivo mecánico (m)

Se considera que:

$$P_1 = P_2$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$\frac{(1,22 \text{ m/s})^2}{2 * 9,8 \text{ m/s}^2} + (2,53 \text{ m} - 1,7 \text{ m}) + 0,456 \text{ m} = H$$

$$H = 1,36 \text{ m}$$

#### 3.1.4.1.1. Cálculo de la Velocidad

$$v = \frac{4Q}{\pi \phi^2}$$

Dónde:

$Q$ = Caudal Deseado ( $1,39 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ )

$\varnothing$ = Diámetro de la tubería (0,0381m)

$$v = \frac{4 * 1,39 * 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}}{\pi * (0,0381\text{m})^2}$$

$$v = 1,22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

#### 3.1.4.1.2. Cálculo de Pérdidas Totales ( $\square h_f$ )

$$hf = hf_L + hf_m$$

Dónde:

$h_{FL}$ = Pérdidas Longitudinales (m)

$h_{Fm}$ = Pérdidas por Accesorios (m)

$$hf = 0,237\text{m} + 0,219$$

$$hf = 0,456\text{m}$$

#### 3.1.4.1.2.1. Cálculo de Pérdidas Longitudinales( $h_{FL}$ )

$$hf_L = f \frac{L * v^2}{\varnothing 2g}$$

Dónde:

$f$ = Factor de Fricción Fanning

$L$ = Longitud de la Tubería (5,40m)

$$hf_L = 0,022 \frac{5,4m * (1,22m / s)^2}{0,0381m * 2 * 9,8m / s^2}$$

$$\mathbf{hf_L = 0,237m}$$

a) Numero de Reynolds para un flujo turbulento ( $N_{RE} > 2400$ )

$$N_{RE} = \frac{\rho * v * \emptyset}{\mu}$$

$$N_{RE} = \frac{998,65 * 1,22 * 0,0381}{1,089 \times 10^{-3}}$$

$$N_{RE} = 4,26 \times 10^4$$

b) Rugosidad Relativa

$$E = 0,0015mm = 1,5 \times 10^{-6}m$$

$$\frac{E}{\emptyset} = \frac{1,5 \times 10^{-6}}{0,0381} = 3,9 \times 10^{-5}$$

c) Cálculo de  $f$  (*Diagrama de Moody*)

$$f = \frac{N_{Re}}{\frac{\emptyset}{\epsilon}} = 0,022$$

3.1.4.1.2.2. Cálculo de Pérdidas por Accesorios ( $hf_m$ )

$$hf_m = K \frac{v^2}{2g}$$

CANTIDAD	ACCESORIO	K
3	Codos 90°	2,7
1	Válvula de Compuerta Completamente Abierta	0,19
<b>K (Total)</b>		<b>2,89</b>

$$hf_m = 2,89 \frac{\left(\frac{1,22m}{s}\right)^2}{2 * 9,8m/s^2}$$

$$hf_m = 0,219m$$

#### 3.1.4.2. Cálculo del Trabajo de la Bomba

$$W = Q * \rho$$

$$W = \frac{1,39 \times 10^{-3} m^3}{s} * 998,65 Kg/m^3$$

$$W = 1,39 Kg/s$$

#### 3.1.4.3. Cálculo de la Potencia de la Bomba

$$HP = \frac{1,39 * 1,36}{75 * 0,75}$$

$$HP = 0,034$$

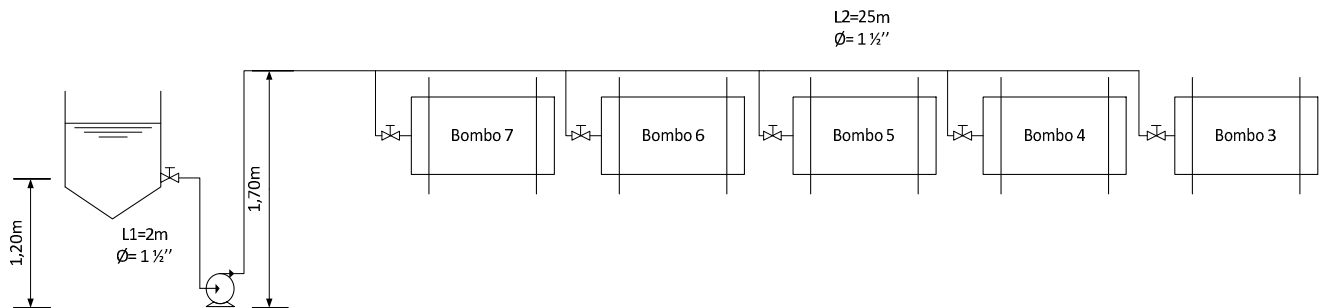
### 3.1.4.4. Cálculo del Factor de Seguridad

$$HP = HP + (HP * 0,15)$$

$$HP = 0,034 + (0,034 * 0,15)$$

$$HP = 0,039$$

### 3.1.5. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA DEL DECANTADOR A LOS BOMBOS DE CURTICION (Bomba 2)



$$HP = \frac{W * H}{75 * E}$$

#### 3.1.5.1. Cálculo de la Carga Total de la Bomba 2

Se aplica la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + (h_2 - h_1) + \sum h_F = \pm H$$

Se considera que:

$$P_1 = P_2$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$\frac{(2,65 \text{ m/s})^2}{2 * 9,8 \text{ m/s}^2} + (1,7 \text{ m} - 1,2 \text{ m}) + 9,49 \text{ m} = H$$

$$H = 10,35 \text{ m}$$

### 3.1.5.1.1. Cálculo de la Velocidad

$$v = \frac{4Q}{\pi \phi^2}$$

Dónde:

$Q$  = Caudal Deseado ( $3,02 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ )

$\phi$  = Diámetro de la tubería (0,0381 m)

$$v = \frac{4 * 3,02 * 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}}{\pi * (0,0381 \text{ m})^2}$$

$$v = 2,65 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### 3.1.5.1.2. Cálculo de $\square h_f$

$$hf = hf_L + hf_m$$

$$hf = 4,42 \text{ m} + 5,07$$

$$hf = 9,49 \text{ m}$$



### 3.1.5.1.2.1. Cálculo de $hf_L$

$$hf_L = f \frac{L * v^2}{\phi 2g}$$

$L$  = Longitud de la Tubería (5,40m)

$$hf_L = 0,0175 \frac{27m * (2,65m / s)^2}{0,0381m * 2 * 9,8m / s^2}$$

$$hf_L = 4,42m$$

a) Numero de Reynolds para un flujo turbulento ( $N_{RE} > 2400$ )

$$N_{RE} = \frac{\rho * v * \phi}{\mu}$$

$$N_{RE} = \frac{998,65 * 2,65 * 0,0381}{1,089 \times 10^{-3}}$$

$$N_{RE} = 9,26 \times 10^4$$

b) Rugosidad Relativa

$$E = 0,0015mm = 1,5 \times 10^{-6}m$$

$$\frac{E}{\phi} = \frac{1,5 \times 10^{-6}}{0,0381} = 3,9 \times 10^{-5}$$

c) Cálculo de  $f$  (*Diagrama de Moody*)

$$f = \frac{N_{Re}}{\frac{\varepsilon}{\phi}} = 0,0175$$

3.1.5.1.2.2. Cálculo de  $hf_m$

$$hf_m = K \frac{v^2}{2g}$$

CANTIDAD	ACCESORIO	K
10	Codos 90°	9
6	Válvula de Compuerta Completamente Abierta	1,14
4	Te	4
<b>K (Total)</b>		<b>14,14</b>

$$hf_m = 14,14 \frac{\left(\frac{2,65m}{s}\right)^2}{2 * 9,8m/s^2}$$

$$hf_m = 5,07m$$

3.1.5.2. Cálculo del Trabajo de la Bomba 2

$$W = Q * \rho$$

$$W = \frac{3,02 \times 10^{-3} m^3}{s} * 998,65 Kg/m^3$$

$$W = 3,02 Kg/s$$

### 3.1.5.3. Cálculo de la Potencia de la Bomba2

$$HP = \frac{3,02 * 10,35}{75 * 0,75}$$

$$HP = 0,56$$

### 3.1.5.4. Cálculo del Factor de Seguridad

$$HP = HP + (HP * 0,15)$$

$$HP = 0,56 + (0,56 * 0,15)$$

$$HP = 0,64$$

### 3.1.6. CALCULO DE VOLUMEN DE AGUA DE DESCARGA

$$V_{Agua} = TL - V_{Cuero}$$

$$V_{Agua} = 1,48m^3 - 1,13m^3$$

$$V_{Agua} = 0,35m^3$$

### 3.1.6.1. Cálculo del Volumen Parcial del Bombo

$$TL = \frac{r(b - s) + s \times h}{2} \times l$$

A partir de los datos de la tabla que se muestra en el **ANEXO I**, del Bombo 3, del 18 de Febrero del 2011.

$$TL = \frac{1,25 (2,56 - 2,10) + 2,10 \times 0,50}{2} \times 1,82$$

$$TL = 1,48m^3$$

### 3.1.6.2. Cálculo del Volumen del Cuero

$$V_{Cuero} = \frac{m_{Cuero}}{\rho_{Cuero}}$$

La masa del cuero se puede apreciar en el ANEXO I, que es de 1330 Kg.

$$V_{Cuero} = \frac{1330Kg}{1176,83Kg/m^3}$$

$$V_{Cuero} = 1,13m^3$$

### 3.1.6.2.1. Cálculo de la Densidad del Cuero

$$\rho_{Cuero} = \frac{m_{Cuero}}{V_{Desplazado}}$$

Este valor se obtiene a partir de 4 muestras de cuero, cuya masa y volumen desplazado se observa en el ANEXO II.

$$\rho_{Cuero} = \frac{0,4718Kg}{0,00004m^3}$$

$$\rho_{\text{Cuero}} = 1176,83 \text{Kg/m}^3$$

### 3.1.7. CALCULO DE LA CANTIDAD DE SAL DE CROMO III EN EL AGUA RESIDUAL A RECICLAR

#### 3.1.7.1. Cálculo de g/L Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en el Agua a Reciclar

$$\text{Gramos/Litro} = \%Cr_2O_3 * 10$$

$$\text{Gramos/Litro} = 0,5594\% * 10$$

$$\text{Gramos/Litro} = 5,594$$

#### 3.1.7.2. Cálculo de %Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en el Agua a Reciclar

$$\%Cr_2O_3 = \frac{V * 0.02533xN}{W} 100$$

$$\%Cr_2O_3 = \frac{44,17 * 0.02533x0,1}{20} 100$$

$$\%Cr_2O_3 = 0,5594$$

### **3.1.8. CALCULO DE g/L SAL DE CROMO III EN EL AGUA A RECICLAR**

$$B = A * \left(\frac{100}{25}\right)$$

$$B = 5,6 * \left(\frac{100}{25}\right)$$

$$***B = 22,4 g/L Sal de Cromo III***$$

#### **3.1.8.1. Cálculo de gramos de Sal de Cromo III en el Volumen Agua a Reciclar**

Para el Reciclo I se requieren 72L por lo tanto:

$$***C = B * V***$$

$$***C = 22,4 \frac{g}{L} * 72L***$$

$$***C = 1612,8 g Sal de Cromo III***$$

### **3.1.9. CALCULO DE SAL DE CROMO A RESTITUIR EN EL RECICLO**

En el Reciclo I, se tiene un peso de 60 Kg., por lo que la cantidad total de Sal a añadir es de 3,6Kg de Sal de Cromo III (T), que corresponde al 6% en peso.

$$E = T - C$$

$$E = 3600g - 1612,8g$$

$$E = 1987,2g \text{ Sal de Cromo III}$$

### **3.1.10. CALCULO DEL % SAL DE CROMO A RESTITUIR EN EL RECICLO**

$$X = (D * E)/T$$

$$X = (6\% * 1987,2g)/3600g$$

$$X = 3.3\% \text{ de Sal de Cromo III}$$

### 3.1.11. REQUERIMIENTO PRESUPUESTARIO

#### 3.1.11.1. Recursos Humanos

**Tabla. 3.1.11.1-1**  
**Recursos Humanos**

DENOMINACION	SUBTOTAL
Mano de obra para la Implementación	700.00
Asesoría Tutoría	80.00
Asesoría Colaborador	80.00
<b>TOTAL</b>	<b>860.00</b>

FUENTE: Diana Verónica Vinueza Paredes

#### 3.1.11.2. Recursos Materiales

Se hace referencia a todos los materiales, equipos y reactivos necesarios para un año, que deben adquirirse para la construcción del Sistema de Reciclaje de los Baños de Curtición de la empresa Servicueros S.A. En la tabla 3.5.1-1 se detallan cada uno.

**Tabla. 3.1.11.2-1**  
**Recursos Materiales**

DENOMINACION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
Tanque Decantador de Polietileno de 6m <sup>3</sup>	1	Unidad	2200.00	2200.00
Recipiente Dosificador	1	Unidad	50.00	50.00
Bombas Centrifugas de 0,5HP	1	Unidad	300.00	300.00
Bombas Centrifugas de 1HP	1	Unidad	450.00	450.00



Válvulas de Compuerta 1 1/2"	8	Unidad	41.75	334.00
Cemento	25	Quintal	7.00	175.00
Malla Electro soldada de 3*5m	1	Unidad	62.88	62.88
Arena	3	m3	12.00	36.00
Ripio	3.5	m3	12.00	42.00
Alambre de Amarre	2	Kg.	1.30	2.60
Tubería PVC de 1 1/2 "	15	Unidad	7.00	105.00
Unión PVC de 1 1/2"	12	Unidad	1.20	14.40
Codo 90 PVC de 1 1/2	13	Unidad	1.97	25.61
Tee PVC de 1 1/2"	4	Unidad	1.56	6.24
Acido Perclórico GR- 2.5L	1	Unidad	450.00	450.00
Acido Sulfúrico GR-2.5L	2	Unidad	28.00	56.00
Acido Nítrico GR-2.5L	1	Unidad	75.00	75.00
Tiosulfato de Sodio GR-100g	5	Unidad	10.50	52.50
Acido Clorhídrico GR-2.5L	1	Unidad	28.00	28.00
Ftalato de Sodio GR-50g	1	Unidad	30.80	30.80
Yodato de Sodio GR-50g	1	Unidad	55.90	55.90
Yoduro de Sodio GR-100g	2	Unidad	15.00	30.00
<b>TOTAL</b>				<b>3803.73</b>

FUENTE: Diana Verónica Vinueza Paredes

### 3.1.11.3. Recursos Totales

**Tabla. 3.1.11.3.-1**  
**Recursos Totales**

DENOMINACION	SUBTOTAL
RECURSOS HUMANOS	860.00
RECURSOS MATERIALES	3803.73
IMPREVISTOS (10%)	466.37
<b>TOTAL</b>	<b>5130.10</b>

FUENTE: Diana Verónica Vinueza Paredes

## 3.2. RESULTADOS

**Tabla 3.2.-1**  
**Resultados del Agua Residual de Curtición Reciclada**

Nro. de Recirculación	I	II	III	IV	V	VI	VII
Nro. De Bandas	6	6	6	6	6	6	6
Kg. de Cuero en Proceso	60	65	64	68	62	60	65
Volumen Agua a Recircular (L)	72	78	76	82	75	72	78
%Cr3O2 en el Agua Residual	0.5594	0.5585	0.5547	0.5509	0.5521	0.5497	0.5445
g/L de Cr2O3 Residual	5.6	5.6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.4
g. de Sal de Cromo III Residual	1612.8	1747.2	1672.0	1804.0	1650.0	1584.0	1684.8
% Sal de Cromo III Residual	2.7	2.7	2.6	2.7	2.7	2.6	2.6
g. Sal de Cromo III Adicionado	1987,2	2152.8	2168.0	2276.0	2070.0	2016.0	2215.2
% Sal de Cromo III Adicionado	3.3	3.3	3.4	3.3	3.3	3.4	3.4
kg. Sal de Cromo III Adicionado	1.98	2.15	2.18	2.24	2.05	2.04	2.21
%Cr3O2 en el Cuero	3.78	3.81	3.75	3.8	3.74	3.7	3.65
mL. Acido para Desnaturalizar Colágeno	290	323	364	400	400	397	405
Kg. de Colágeno Desnaturalizado	1.2	2.5	2.8	3.3	3.9	4.5	5.1
% Cloruro de Sodio Adicionado	2	2	2	1.5	1	1,5	1
Temperatura de Contracción	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

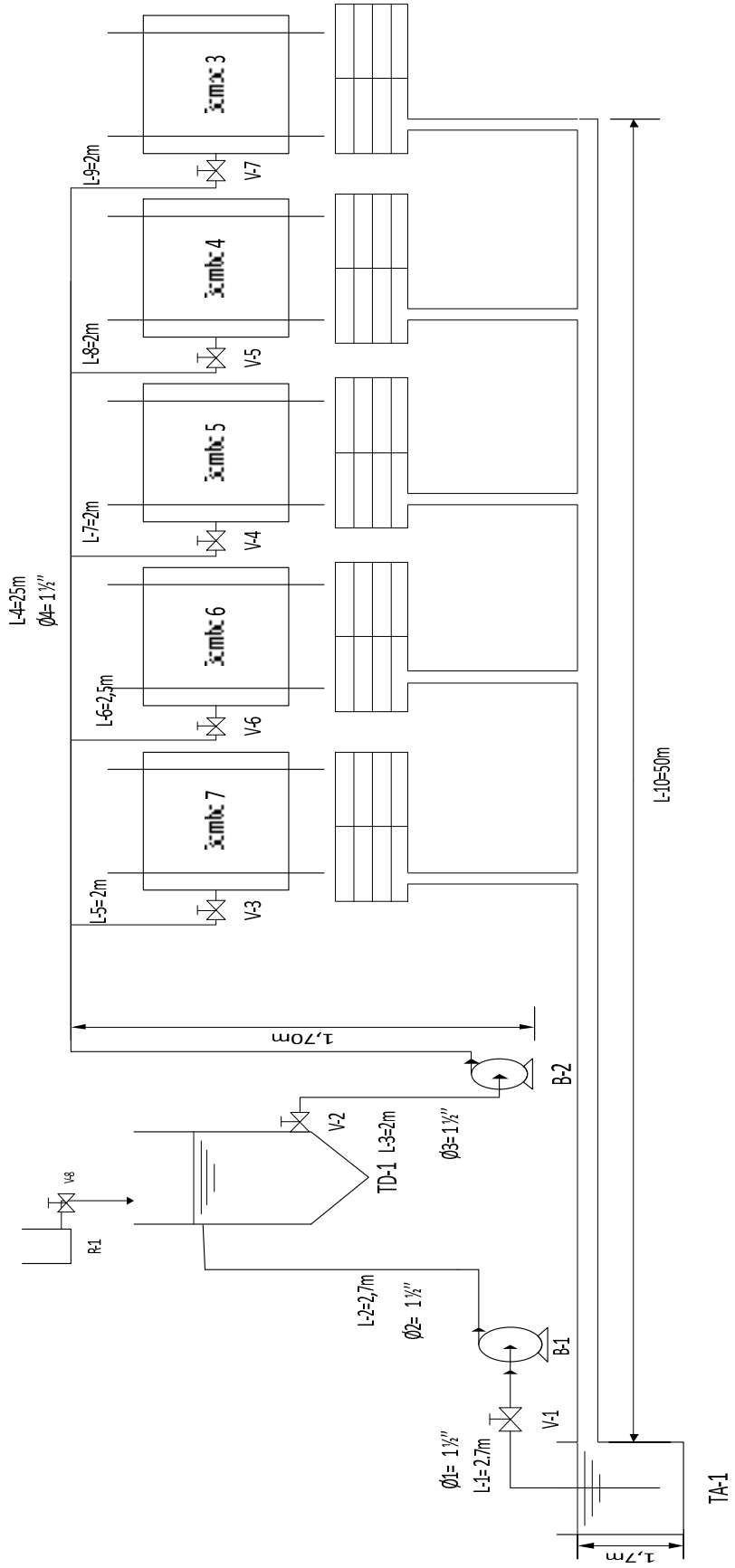
FUENTE: Diana Verónica Vinueza Paredes

**Tabla 3.2.-2**  
**Dimensionamiento del Sistema de Reciclaje de los Baños de Curtición**

DESCRIPCION	VARIABLE	INDICADOR
<b>TANQUE ACUMULADOR</b>		
Volumen	5.93	m <sup>3</sup>
Altura	1.70	m
Área	3.49	m <sup>2</sup>
Material	Hormigón Armado	
<b>TANQUE DECANTADOR</b>		
Volumen	6.00	m <sup>3</sup>
Altura	1.33	m
Diámetro	2.34	m
Material	Polietileno de Alta Densidad	
<b>RECIPIENTE DOSIFICADOR</b>		
Volumen	0,03	m <sup>3</sup>
Altura	0.3	m
Diámetro	0.36	m
Material	Polietileno de Alta Densidad	
<b>BOMBA 1</b>		
Potencia	0.039	HP
Caudal	1,39 x 10 <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> /s
Trabajo	1.39	Kg/s
Eficiencia	75	%
Especificación	Centrifuga (impulsor con revestimiento epóxico)	
<b>BOMBA 2</b>		
Potencia	0.64	HP
Caudal	3,02 x 10 <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> /s
Trabajo	3.02	Kg/s
Eficiencia	75	%
Especificación	Centrifuga (impulsor con revestimiento epóxico)	
<b>TUBERIA</b>		
Longitud	32.4	m
Diámetro	1 ½	Pulg.
Material	PVC	

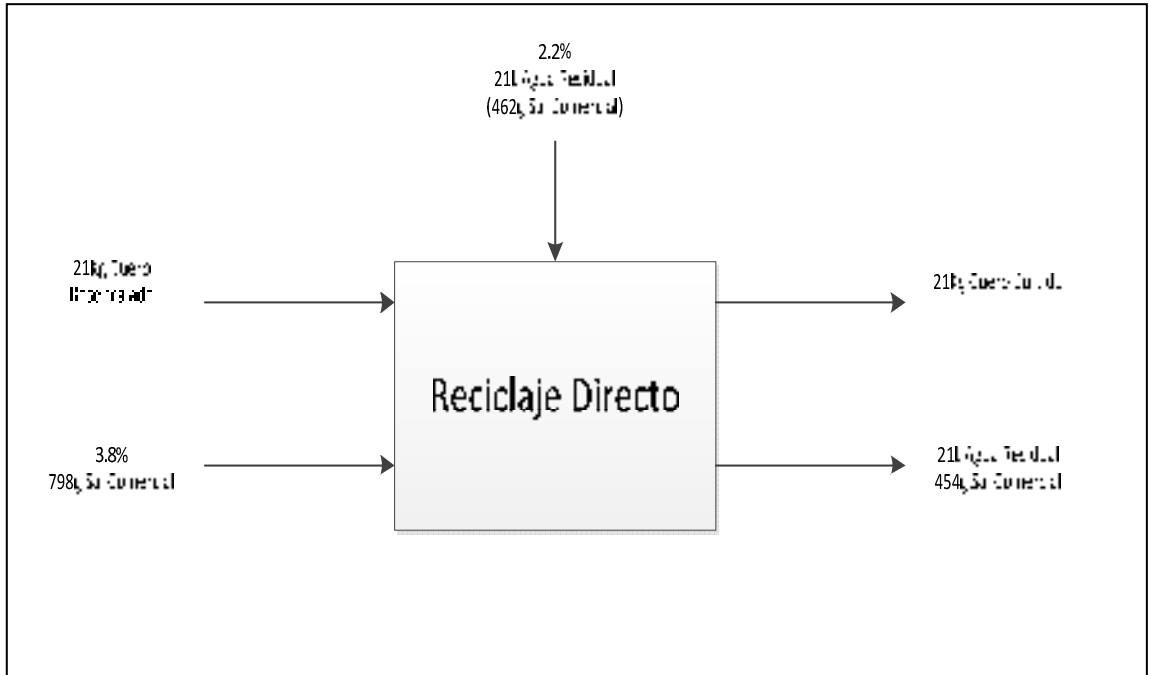
FUENTE: Diana Verónica Vinueza Paredes

**PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE RECICLAJE DE LOS BAÑOS DE CURTICIÓN**



- TA.-** Tanque Acumulador
- TD.-** Tanque Decantador
- B-1.-** Bomba Centrífuga 1
- B-2.-** Bomba Centrífuga 1
- R.-** Recipiente Dosificador de Acido
- V.-** Válvulas de paso
- L.-** Longitud de Tubería

**Fig. 3.2-1**  
**Balace de Masa del Sistema de Reciclaje de los Baños de Curtición**



**FUENTE:** Diana Verónica Vinueza Paredes

# CAPITULO

# IV

#### 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la Empresa Servicueros S.A. actualmente se está ejecutando el proceso de Curtición con un 6% de Sal de Cromo III, para obtener un wetblue con un promedio de 3,8% de Oxido de Cromo III ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) en el cuero, el mismo que se encuentra dentro de los valores normales ( $>2,5$  en Norma IUC 8 Exigencias de calidad para las clases de cuero más importantes<sup>1</sup>).

Cada cuero requiere 315g de oxido de cromo para curtir, en los ensayos se empleó 21L de agua de curtición por piel de cuero (100% en peso), con un contenido de promedio de 5,5g/L de Oxido de Cromo III, lo que significa 116g de Oxido de cromo residual.

A través de las pruebas a escala piloto del reciclaje de baños, se puede comprobar que es posible recuperar un 2,2% de sal de cromo, representando un ahorro significativo de este importante insumo, así como también el consumo de agua. Actualmente se ahorra un promedio de 2% en peso de la sal de cromo, es decir en 1Ton de Cuero se debe añadir 6kg pero actualmente se añaden 4kg.

En la tabla 3.2.-1 se puede observar que mediante se efectúan las recirculaciones el contenido de Oxido de Cromo III ( $\text{Cr}^{3+}$ ) de cada uno de los baños, se da una disminución de su concentración, teniendo en el I Reciclo 5,6g  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{L}$  y en el VII Reciclo de 5,4g  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{L}$ .

---

<sup>1</sup>Vademécum para el técnico en curtición, 3ra.ed.Alemania. BASF. pp. 252-255

De la misma manera mediante la aplicación de este sistema se comprueba que en la operación de piquelado se requiere disminuir el porcentaje de cloruro de sodio, del 6% que se aplica, a 1% y 1,5% en peso, como se indica en la Tabla 3.2.-1.

Se efectuaron siete recirculaciones con seis bandas cada una, estas 42 bandas de wetblue dieron pruebas positivas de contracción, uniformidad en el color azul, carencia de manchas, firmeza de flor, entre otras características de un curtido al cromo de la manera tradicional.

Las 42 bandas fueron sometidas a los procesos de recurtición, neutralización, engrase y acabados, dando un cuero de calidad, que cumple con las pruebas físicas de resistencia al desgarro con un promedio de 60,6daN/cm (>40 según Norma IUP8), a la tracción con un promedio de 304daN/cm<sup>2</sup> (>200 según Norma IUP8), resistencia a la flexión con un promedio de 70000 flexiones (según Norma IUP20 50000 flexiones) y distención de la flor con un promedio de 9mm (7mm según Norma IUP9).

Este proyecto presenta beneficios ambientales, contribuyendo a la disminución del consumo de agua que y su respectiva descarga, que por 1,5Ton. de piel corresponde a un consumo promedio de 1,5m<sup>3</sup> de agua (100% e\n peso) y 1,25m<sup>3</sup> de descarga, lo que representa directamente un ahorro económico en el tratamiento de aguas residuales, debido a que el volumen de agua a tratar, en la curtiembre es menor.

Estos 0,25m<sup>3</sup> se acumulan en los bombos, pues no se los puede escurrir completamente generando sobreacumulación de agua residual, la misma que será utilizada para la curtición de carnaza.



Para la implementación de este Sistema de Reciclaje de Baños de Curtición, inicialmente se requirió de la compra de materiales de laboratorio y reactivos químicos para el análisis del contenido de Oxido de Cromo III en el agua residual.

Para la puesta en marcha en producción se sugiere la construcción de un sencillo sistema de baja inversión económica de USD 5130,10 (Tabla 3.1.11.3.-1), cuya área de adecuación en pequeña.

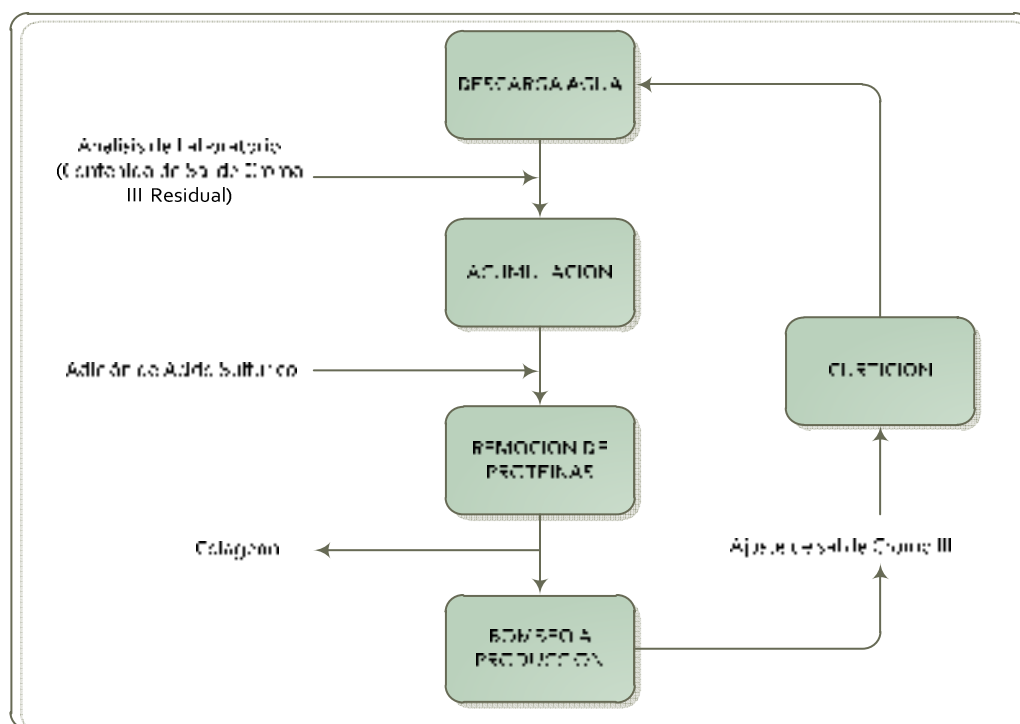
Mediante la medición diaria del volumen de descarga de agua de curtido de todos los bombos, la misma que es de 5,8L (volumen máximo de descarga), determinó el dimensionamiento de los equipos, tales como, el tanque Acumulador con una capacidad de 5,93m<sup>3</sup>, Tanque Decantador de 5,68m<sup>3</sup> (disponible en el mercado de 6m<sup>3</sup>), para separar las impurezas del agua y el colágeno desnaturalizado mediante la dosificación de ácido sulfúrico a través de un recipiente cilíndrico de 30L, cuyos materiales se pueden observar en la Tabla 3.2.-2.

Para el bombeo se requieren dos Bombas, la Bomba 1 con una potencia de 0,039HP (Disponible en el mercado de 0,5HP), para impulsar el agua del Tanque de Acumulación al Tanque Decantador: la Bomba 2 es la que distribuye el agua del Tanque Decantador a los bombos de curtición, cuya potencia necesaria es de 0,64HP (disponible en el mercado de 1HP).

Mediante datos obtenidos en los ensayos se pudo comprobar que por cada litro de agua a reusar se requiere de 5mL de ácido sulfúrico aproximadamente para llevarla a pH=1 (Tabla 2.3.2.4-1).

Posteriormente en el proceso de piquelado se requiere dosificar 1,2% en peso de Ácido sulfúrico, sin embargo la adición de ácido para desnaturalización no es descartada de este %, observándose el tamponamiento del baño de piquelado, pues no afecta los controles de pH en cuero=3 y corte con verde de cromo Cresol= amarillo en el cuero.

**Fig. 4-1**  
**Diagrama de Flujo del Sistema de Reciclaje de Baños Residuales de Curtición**



FUENTE: Vinuesa Paredes Diana Verónica

# CAPITULO

# V

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se efectuaron siete reciclajes de los baños de Curtición con seis bandas (3 pieles) cada uno, en donde se empleó 21L/piel de cuero (100% en peso), con un contenido de 5,5g/L de Oxido de Cromo III, lo que equivale a 462g de sal de cromo comercial, lo que significa un ahorro del 2,2% de sal.
- Se cuantificó el contenido de Oxido de Cromo III ( $C^{r3+}$ ) de cada uno de los baños, notándose una disminución de su concentración a medida se efectúan los reciclados.
- Mediante la determinación del volumen máximo de descarga se realizaron los cálculos de Ingeniería para la implementación del Sistema de Reciclaje del cromo, con un tanque acumulador de  $5,93m^3$ , tanque decantador  $6m^3$ , un dosificador de 30L y dos bombas centrífugas de 0,039 HP y 0,64 HP, para bombeo del Tanque Acumulador al Tanque Decantador y de distribución a Bombos respectivamente.
- Se determinó la capacidad instalada del Sistema de Reciclaje a partir del volumen máximo de descarga, siendo el volumen del tanque acumulador el que define la capacidad de este sistema, de  $5,93m^3/día$ .
- Se especificó las características de los materiales siendo el tanque acumulador bajo el nivel cero en hormigón armado, el tanque decantador y dosificador en polietileno

de alta densidad, bombas centrífugas con revestimiento epóxico, tuberías y accesorios en PVC y válvulas en acero galvanizado. Se indicó también que los puntos de control son el análisis de Oxido de Cromo III en el agua residual y en el cuero curtido, el pH del agua de entrada a los bombos que es de 1, densidad del agua residual y prueba de ebullición para garantizar la calidad del curtido.

- Se comprobó que concluida la operación de piquelado se presenta el tamponamiento del baño con un pH=3 (pH óptimo del piquel), a pesar de dosificar ácido para desnaturalizar el colágeno
- Se estableció el requerimiento presupuestario para el Sistema de Reciclaje que constituye USD 5130,10.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar los equipos de seguridad personal para la determinación del % de Oxido de Cromo III en el agua residual y en el cuero, debido a que los gases que se desprenden en la reacción de oxidación son muy tóxicos para la salud humana.
- La estandarización de la solución de Tiosulfato de sodio es recomendable aplicarla cada vez que se la prepare, para garantizar su concentración y obtener datos reales de contenido de óxido de cromo III en el agua residual y en el cuero.

- El control de pH en el tanque decantador debe ser muy cuidadoso de modo que se garantice que este sea igual a uno.
- La medición de la densidad del baño a reciclar debe ser considerado para la adición de la cantidad de sal en la operación de Piquelado, de modo que se mantengan los valores tradicionales de densidad antes de la colocación de los ácidos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. **ADZET., M.**, Química Técnica de Tenerife., Madrid-España., s.edt., 1985.,  
Pp.176-180.
2. **BRITO., H.**, Texto Básico de Mecánica de Fluidos., Riobamba-Ecuador., Xerox.,  
2000., Pp. 86-88.
3. **EBBING., D.**, Química General., 5a ed., México DF-México., Mc. Graw Hill.,  
1998., Pp.122, 125,209.
4. **LAITINEN., H.**,Análisis Químico., 2a ed., New York-Estados Unidos., Mc.  
Graw Hill., 1982., Pp.120, 121,123.
5. **MARTINEZ., S.**, Tratamiento de Aguas Residuales con MATLAB., México DF  
México., REVERTE S.A., 2005., 2p.
6. **PUENTE., J.**,Tratamiento de Aguas Residuales., Bucaramanga-Colombia.,  
Representantes Jesenao., 1982., Pp. 72-75 73.
7. **ZAMBRANO., A.**, Situación Legal de las Curtiembres en el Ecuador., Ambato-

Ecuador., s.edt., 2005., Pp.56.

8. **ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ESPOCH.**, Separata de Operaciones Básicas., Riobamba-Ecuador., Xerox., 2000., Pp.204, 205.

9. **BASF.**, Vademécum para el técnico en curtición 3a. ed., Berlín-Alemania., s.edt., Pp. 356-357.

#### **BIBLIOGRAFÍA INTERNET**

10. **PIQUELADO**

[www.cuero.net](http://www.cuero.net)

2011-08-06

11. **PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN CURTIEMBRE**

[www.cpts.org/prodlimp/casosest/34ARDICAL.pdf](http://www.cpts.org/prodlimp/casosest/34ARDICAL.pdf)

2011-08-06

12. **CONTAMINACIÓN CON CROMO III**

[www.ambiente.gov.ar](http://www.ambiente.gov.ar)

2011-09-23

13. **RECICLAJE DIRECTO DE BAÑOS DE CURTICIÓN**

[www.life-tareli.inescop.es/life-resultados-tecnicos.pdt](http://www.life-tareli.inescop.es/life-resultados-tecnicos.pdt)

2011-09-23

14. **RECICLAJE DE AGUA**

[www.lenntech.es/reciclaje-del-agua.htm](http://www.lenntech.es/reciclaje-del-agua.htm)

2011-12-20

15. **CURTIDO**

[es.wikipedia.org/wiki/Curtido](http://es.wikipedia.org/wiki/Curtido)

2011-08-06



# ANEXOS

**ANEXO I**  
**CAPACIDAD TOTAL DE LOS BOMBOS DE CURTICIÓN**

Fecha Muestreo	Nro. Bombo	Producto	Peso (kg)	Nro. De Bandas	Longitud (l)	Diámetro (d)	Radio (r)	Arco (b)	Secante (s)	Altura (h)	r(b-s) (m2)	s*h (m2)	Volumen Total (m3)
18-Feb-11	3	Bandas	1330	139	1.82	2.50	1.25	2.56	2.10	0.50	0.58	1.05	1.48
18-Feb-11	4	Integral	1550	47	1.72	2.40	1.20	3.04	2.32	0.80	0.86	1.86	2.34
18-Feb-11	5	Integral	1550	47	1.76	2.36	1.18	2.75	2.16	0.76	0.70	1.64	2.06
18-Feb-11	7	Bandas	1330	139	1.82	2.53	1.27	2.60	2.20	0.60	0.51	1.32	1.66
24-Feb-11	3	Bandas	1520	165	1.82	2.50	1.25	2.60	2.10	0.63	0.63	1.32	1.77
24-Feb-11	4	Bandas	1520	162	1.72	2.40	1.20	3.00	2.30	0.78	0.84	1.79	2.27
24-Feb-11	5	Integral	1400	47	1.76	2.36	1.18	2.64	2.07	0.73	0.67	1.51	1.92
24-Feb-11	7	Integral	1400	45	1.82	2.53	1.27	2.80	2.25	0.68	0.70	1.53	2.03
2-Mar-11	3	Bandas	1550	161	1.82	2.50	1.25	2.66	2.14	0.66	0.65	1.41	1.88
2-Mar-11	6	Bandas	1550	164	1.92	2.90	1.45	2.86	2.37	0.65	0.71	1.54	2.16
2-Mar-11	7	Bandas	1550	165	1.82	2.53	1.27	2.87	2.28	0.70	0.75	1.60	2.13
3-Mar-11	4	Integral	1450	47	1.72	2.40	1.20	2.85	2.17	0.71	0.82	1.54	2.03
3-Mar-11	5	Integral	1450	47	1.76	2.36	1.18	2.95	2.16	0.77	0.93	1.66	2.28
16-Mar-11	3	Bandas	1475	160	1.82	2.50	1.25	2.90	2.25	0.60	0.81	1.35	1.97
16-Mar-11	4	Integral	1450	51	1.72	2.40	1.20	3.12	2.31	0.82	0.97	1.89	2.46
16-Mar-11	5	Integral	1450	48	1.76	2.36	1.18	2.78	2.15	0.78	0.74	1.68	2.13
16-Mar-11	6	Bandas	1475	160	1.92	2.90	1.45	2.80	2.32	0.64	0.70	1.48	2.09
16-Mar-11	7	Integral	1450	47	1.82	2.53	1.27	2.80	2.25	0.62	0.70	1.40	1.90

**NOTAS**

**CAPACIDAD TOTAL DE LOS BOMBOS DE CURTICIÓN**

**CATEGORÍA DEL DIAGRAMA**  
 Por calificar  Para información  
 Por aprobar  Para archivar  
 Por eliminar  Certificado

**ESPOCH**  
 FACULTAD DE CIENCIAS  
 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
**Realizado por:** Vinuesa Diana

Capacidad Total de los Bombos de Curtición

<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>	<b>Fecha</b>
1-1		

**ANEXO I**  
**CAPACIDAD TOTAL DE LOS BOMBOS DE CURTICIÓN**

18-Mar-11	3 Bandas	1235	129	1.82	2.50	1.25	2.7	2.2	0.6	0.63	1.32	1.77
18-Mar-11	6 Bandas	1235	129	1.92	2.90	1.45	2.9	2.4	0.6	0.73	1.44	2.08
18-Mar-11	7 Bandas	1235	129	1.82	2.53	1.27	2.7	2.2	0.62	0.63	1.36	1.82
19-Mar-11	4 Integral	1440	48	1.72	2.40	1.20	3	2.27	0.8	0.88	1.82	2.32
24-Mar-11	3 Bandas	1260	121	1.82	2.50	1.25	2.60	2.15	0.6	0.56	1.29	1.69
24-Mar-11	5 Bandas	1260	121	1.76	2.36	1.18	2.70	2.14	0.73	0.66	1.56	1.96
24-Mar-11	6 Integral	1535	49	1.92	2.90	1.45	2.82	2.42	0.67	0.58	1.62	2.11
24-Mar-11	7 Bandas	1260	121	1.82	2.53	1.27	2.67	2.18	0.60	0.62	1.31	1.75
30-Mar-11	3 Bandas	1500	154	1.82	2.50	1.25	2.71	2.24	0.62	0.59	1.39	1.80
30-Mar-11	4 Integral	1550	52	1.72	2.40	1.20	2.89	2.32	0.86	0.68	2.00	2.30
30-Mar-11	5 Integral	1550	49	1.76	2.36	1.18	2.84	2.26	0.93	0.68	2.10	2.45
1-Abr-11	3 Bandas	1630	157	1.82	2.50	1.25	2.90	2.33	0.70	0.71	1.63	2.13
1-Abr-11	4 Integral	1200	37	1.72	2.40	1.20	2.76	2.21	0.69	0.66	1.52	1.88
1-Abr-11	5 Integral	1200	37	1.76	2.36	1.18	2.47	2.00	0.60	0.55	1.20	1.54
1-Abr-11	6 Bandas	1630	154	1.92	2.90	1.45	2.89	2.40	0.65	0.71	1.56	2.18
1-Abr-11	7 Integral	1200	37	1.82	2.53	1.27	2.59	2.10	0.60	0.62	1.26	1.71
6-Abr-11	3 Bandas	1330	130	1.82	2.50	1.25	2.60	2.14	0.64	0.58	1.37	1.77
6-Abr-11	6 Bandas	1330	130	1.92	2.90	1.45	2.94	2.44	0.60	0.73	1.46	2.10
8-Abr-11	3 Bandas	1425	136	1.82	2.50	1.25	2.95	2.26	0.83	0.86	1.88	2.49
8-Abr-11	4 Integral	1532	46	1.72	2.40	1.20	3.06	2.24	0.82	0.98	1.84	2.43
8-Abr-11	5 Integral	1532	46	1.76	2.36	1.18	2.76	2.15	0.76	0.72	1.63	2.07
8-Abr-11	6 Bandas	1425	140	1.92	2.90	1.45	3.26	2.56	0.80	1.02	2.05	2.94
8-Abr-11	7 Integral	1532	43	1.82	2.53	1.27	3.00	2.30	0.78	0.89	1.79	2.44

**NOTAS**

**CAPACIDAD TOTAL DE LOS BOMBOS DE CURTICIÓN**

**CATEGORÍA DEL DIAGRAMA**  
 Por calificar  Para información   
 Por aprobar  Para archivar   
 Por eliminar  Certificado

**ESPOCH**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE**  
**INGENIERÍA QUÍMICA**  
**Realizado por:** Vinuesa Diana

Capacidad Total de los Bombos de Curtición

<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>	<b>Fecha</b>
1-2		

**ANEXO II**  
**CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Inicial (mL)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (mL)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz(mL)	Volumen desplaz(m3)	Densidad cuero(kg/m3)
18-Feb-11	3	Bandas	25.60	0.0256	700	0.0007	722	0.00072	22	0.00022	1163.64
18-Feb-11	3	Bandas	58.50	0.0585	700	0.0007	750	0.00075	50	0.00050	1170.00
18-Feb-11	3	Bandas	65.72	0.0657	700	0.0007	755	0.00076	55	0.00055	1194.91
18-Feb-11	3	Bandas	38.90	0.0389	700	0.0007	733	0.00073	33	0.00033	1178.79
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 3:</b>			47.18	0.0472	700	0.0007	740	0.00074	40	0.00040	1176.83
18-Feb-11	7	Bandas	45.00	0.0450	700	0.0007	740	0.00074	40	0.00040	1125.00
18-Feb-11	7	Bandas	35.95	0.0360	700	0.0007	731	0.00073	31	0.00031	1159.68
18-Feb-11	7	Bandas	34.30	0.0343	700	0.0007	730	0.00073	30	0.00030	1143.33
18-Feb-11	7	Bandas	22.10	0.0221	700	0.0007	720	0.00072	20	0.00020	1105.00
18-Feb-11	7	Bandas	46.75	0.0468	700	0.0007	741	0.00074	41	0.00041	1140.24
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 7:</b>			36.82	0.0368	700	0.0007	732	0.00073	32	0.00032	1134.65
<b>PROMEDIO BANDAS</b>			42.00	0.0420	700	0.0007	736	0.00074	36	0.00036	1155.74
18-Feb-11	4	Integrales	43.40	0.0434	700	0.0007	740	0.00074	40	0.00040	1085.00
18-Feb-11	4	Integrales	58.80	0.0588	700	0.0007	749	0.00075	49	0.00049	1200.00
18-Feb-11	4	Integrales	93.45	0.0935	700	0.0007	790	0.00079	90	0.00090	1038.33
18-Feb-11	4	Integrales	53.30	0.0533	700	0.0007	747	0.00075	47	0.00047	1134.04
18-Feb-11	4	Integrales	29.60	0.0296	700	0.0007	725	0.00073	25	0.00025	1184.00
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 4:</b>			55.71	0.0557	700	0.0007	750	0.00075	50	0.00050	1128.28
18-Feb-11	5	Integrales	100.10	0.1001	700	0.0007	785	0.00079	85	0.00085	1177.65
18-Feb-11	5	Integrales	60.90	0.0609	700	0.0007	752	0.00075	52	0.00052	1171.15
18-Feb-11	5	Integrales	61.70	0.0617	700	0.0007	753	0.00075	53	0.00053	1164.15
18-Feb-11	5	Integrales	89.50	0.0895	700	0.0007	778	0.00078	78	0.00078	1147.44
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 5:</b>			78.05	0.0781	700	0.0007	767	0.00077	67	0.00067	1165.10
<b>PROMEDIO INTEGRALES</b>			66.88	0.0669	700	0.0007	759	0.00076	59	0.00059	1146.69

**NOTAS**

**CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

**CATEGORÍA DEL DIAGRAMA**

Por calificar  Para información   
 Por aprobar  Para archivar   
 Por eliminar  Certificado

**ESPOCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
 ESCUELA DE  
 INGENIERÍA QUÍMICA

Realizado por: Vinueza Diana

Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero

<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>
2-1	

<b>Fecha</b>

**ANEXO II**  
**CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Inicial (mL)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (mL)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz(mL)	Volumen desplaz(m3)	Densidad cuero(kg/m3)
24-Feb-11	3	Bandas	43.15	0.0432	700	0.0007	737	0.00074	37	0.000037	1166.22
24-Feb-11	3	Bandas	40.90	0.0409	700	0.0007	730	0.00073	30	0.000030	1363.33
24-Feb-11	3	Bandas	28.40	0.0284	700	0.0007	726	0.00073	26	0.000026	1092.31
24-Feb-11	3	Bandas	35.70	0.0357	700	0.0007	730	0.00073	30	0.000030	1190.00
24-Feb-11	3	Bandas	21.10	0.0211	700	0.0007	715	0.00072	15	0.000015	1406.67
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 3:</b>			<b>33.85</b>	<b>0.0339</b>	<b>700</b>	<b>0.0007</b>	<b>728</b>	<b>0.00073</b>	<b>28</b>	<b>0.000028</b>	<b>1243.70</b>
24-Feb-11	4	Bandas	27.10	0.0271	700	0.0007	721	0.00072	21	0.000021	1290.48
24-Feb-11	4	Bandas	35.40	0.0354	700	0.0007	743	0.00074	43	0.000043	823.26
24-Feb-11	4	Bandas	32.30	0.0323	700	0.0007	727	0.00073	27	0.000027	1196.30
24-Feb-11	4	Bandas	28.50	0.0285	700	0.0007	725	0.00073	25	0.000025	1140.00
24-Feb-11	4	Bandas	29.20	0.0292	700	0.0007	724	0.00072	24	0.000024	1216.67
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 4:</b>			<b>30.50</b>	<b>0.0305</b>	<b>700</b>	<b>0.0007</b>	<b>728</b>	<b>0.00073</b>	<b>28</b>	<b>0.000028</b>	<b>1133.34</b>
<b>PROMEDIO BANDAS</b>			<b>32.18</b>	<b>0.0322</b>	<b>700</b>	<b>0.0007</b>	<b>728</b>	<b>0.00073</b>	<b>28</b>	<b>0.000028</b>	<b>1188.52</b>
24-Feb-11	5	Integrales	80.50	0.0805	700	0.0007	770	0.00077	70	0.000070	1150.00
24-Feb-11	5	Integrales	52.70	0.0527	700	0.0007	747	0.00075	47	0.000047	1121.28
24-Feb-11	5	Integrales	49.60	0.0496	700	0.0007	749	0.00075	49	0.000049	1012.24
24-Feb-11	5	Integrales	40.70	0.0407	700	0.0007	740	0.00074	40	0.000040	1017.50
24-Feb-11	5	Integrales	70.20	0.0702	700	0.0007	752	0.00075	52	0.000052	1350.00
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 5:</b>			<b>58.74</b>	<b>0.0587</b>	<b>700</b>	<b>0.0007</b>	<b>752</b>	<b>0.00075</b>	<b>52</b>	<b>0.000052</b>	<b>1130.20</b>
24-Feb-11	7	Integrales	48.65	0.0487	700	0.0007	752	0.00075	52	0.000052	935.58
24-Feb-11	7	Integrales	61.50	0.0615	700	0.0007	751	0.00075	51	0.000051	1205.88
24-Feb-11	7	Integrales	38.50	0.0385	700	0.0007	738	0.00074	38	0.000038	1013.16
24-Feb-11	7	Integrales	34.10	0.0341	700	0.0007	731	0.00073	31	0.000031	1100.00
24-Feb-11	7	Integrales	75.20	0.0752	700	0.0007	743	0.00074	43	0.000043	1748.84
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 7:</b>			<b>51.59</b>	<b>0.0516</b>	<b>700</b>	<b>0.0007</b>	<b>743</b>	<b>0.00074</b>	<b>43</b>	<b>0.000043</b>	<b>1200.69</b>
<b>PROMEDIO INTEGRALES</b>			<b>55.17</b>	<b>0.0552</b>	<b>700</b>	<b>0.0007</b>	<b>747</b>	<b>0.00075</b>	<b>47</b>	<b>0.000047</b>	<b>1165.45</b>

<b>NOTAS</b> <b>CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado	<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA <b>Realizado por:</b> Vinueza Diana	Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero	
			<b>Lámina</b> 2-2	<b>Escala</b> Fecha

**ANEXO II**  
**CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Inicial (mL)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (mL)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz (mL)	Volumen desplaz (m3)	Densidad cuero(kg/m3)
2-Mar-11	3	Bandas	30.45	0.0305	700	0.0007	730	0.00073	30	0.000030	1015.00
2-Mar-11	3	Bandas	24.70	0.0247	700	0.0007	723	0.00072	23	0.000023	1073.91
2-Mar-11	3	Bandas	28.20	0.0282	700	0.0007	727	0.00073	27	0.000027	1044.44
2-Mar-11	3	Bandas	34.20	0.0342	700	0.0007	734	0.00073	34	0.000034	1005.88
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 3:</b>			29.39	0.0294	700	0.0007	729	0.00073	29	0.000029	1034.81
2-Mar-11	6	Bandas	28.00	0.0280	700	0.0007	726	0.00073	26	0.000026	1076.92
2-Mar-11	6	Bandas	30.45	0.0305	700	0.0007	730	0.00073	30	0.000030	1015.00
2-Mar-11	6	Bandas	36.70	0.0367	700	0.0007	733	0.00073	33	0.000033	1112.12
2-Mar-11	6	Bandas	24.70	0.0247	700	0.0007	721	0.00072	21	0.000021	1176.19
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 6:</b>			29.96	0.0300	700	0.0007	728	0.00073	28	0.000028	1095.06
2-Mar-11	7	Bandas	33.40	0.0334	700	0.0007	731	0.00073	31	0.000031	1077.42
2-Mar-11	7	Bandas	34.15	0.0342	700	0.0007	729	0.00073	29	0.000029	1177.59
2-Mar-11	7	Bandas	42.40	0.0424	700	0.0007	732	0.00073	32	0.000032	1325.00
2-Mar-11	7	Bandas	33.60	0.0336	700	0.0007	733	0.00073	33	0.000033	1018.18
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 7:</b>			35.89	0.0359	700	0.0007	731	0.00073	31	0.000031	1149.55
<b>PROMEDIO BANDAS</b>			31.75	0.0317	700	0.0007	729	0.00073	29	0.000029	1093.14

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero	
			Lámina	Fecha
<b>CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO</b> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b> Realizado por: Vinueza Diana	<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Vinueza Diana	2-3	
			2-3	

**ANEXO II**  
**CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Inicial (mL)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (mL)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz(mL)	Volumen desplaz(m3)	Densidad cuero(kg/m3)
3-Mar-11	4	Integral	53.60	0.0536	700	0.0007	751	0.00075	51	0.000051	1050.98
3-Mar-11	4	Integral	67.10	0.0671	700	0.0007	765	0.00077	65	0.000065	1032.31
3-Mar-11	4	Integral	149.00	0.1490	700	0.0007	820	0.00082	120	0.000120	1241.67
3-Mar-11	4	Integral	58.00	0.0580	700	0.0007	753	0.00075	53	0.000053	1094.34
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 4:</b>			<b>81.93</b>	<b>0.0819</b>	<b>700</b>	<b>0.0007</b>	<b>772</b>	<b>0.00077</b>	<b>72</b>	<b>0.000072</b>	<b>1104.82</b>
3-Mar-11	5	Integral	45.70	0.0457	700	0.0007	740	0.00074	40	0.000040	1142.50
3-Mar-11	5	Integral	53.90	0.0539	700	0.0007	749	0.00075	49	0.000049	1100.00
3-Mar-11	5	Integral	70.00	0.0700	750	0.0008	817	0.00082	67	0.000067	1044.78
3-Mar-11	5	Integral	68.38	0.0684	700	0.0007	760	0.00076	60	0.000060	1139.67
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 5:</b>			<b>59.50</b>	<b>0.0595</b>	<b>713</b>	<b>0.0007</b>	<b>767</b>	<b>0.00077</b>	<b>54</b>	<b>0.000054</b>	<b>1106.74</b>
<b>PROMEDIO INTEGRALES</b>			<b>70.71</b>	<b>0.0707</b>	<b>706</b>	<b>0.0007</b>	<b>769</b>	<b>0.00077</b>	<b>63</b>	<b>0.000063</b>	<b>1105.78</b>

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero	
<b>CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO</b>	Por calificar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE</b> <b>INGENIERIA QUIMICA</b> <b>Realizado por:</b> Vinuesa Diana	<b>Lámina</b>	<b>Fecha</b>
			2-4	

**ANEXO II  
CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Inicial (mL)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (mL)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz(mL)	Volumen desplaz(m3)	Densidad cuero(kg/m3)
16-Mar-11	3	Bandas	38.80	0.0388	700	0.0007	733	0.00073	33	0.000033	1175.76
16-Mar-11	3	Bandas	23.40	0.0234	700	0.0007	722	0.00072	22	0.000022	1063.64
16-Mar-11	3	Bandas	49.20	0.0492	700	0.0007	745	0.00075	45	0.000045	1093.33
16-Mar-11	3	Bandas	44.00	0.0440	700	0.0007	739	0.00074	39	0.000039	1128.21
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 3:</b>			<b>38.85</b>	<b>0.0389</b>	<b>700</b>	<b>0.0007</b>	<b>735</b>	<b>0.00073</b>	<b>35</b>	<b>0.000035</b>	<b>1115.23</b>
16-Mar-11	6	Bandas	31.10	0.0311	700	0.0007	728	0.00073	28	0.000028	1110.71
16-Mar-11	6	Bandas	36.20	0.0362	700	0.0007	729	0.00073	29	0.000029	1235.49
16-Mar-11	6	Bandas	35.40	0.0354	700	0.0007	729	0.00073	29	0.000029	1220.69
16-Mar-11	6	Bandas	32.00	0.0320	700	0.0007	728	0.00073	28	0.000028	1142.86
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 6:</b>			<b>33.68</b>	<b>0.0337</b>	<b>700</b>	<b>0.0007</b>	<b>729</b>	<b>0.00073</b>	<b>29</b>	<b>0.000029</b>	<b>1177.44</b>
<b>PROMEDIO BANDAS</b>			<b>36.26</b>	<b>0.0363</b>	<b>700</b>	<b>0.0007</b>	<b>732</b>	<b>0.00073</b>	<b>32</b>	<b>0.000032</b>	<b>1146.34</b>
16-Mar-11	4	Integrales	53.50	0.0535	800	0.0008	845	0.00085	45	0.000045	1188.89
16-Mar-11	4	Integrales	47.80	0.0478	800	0.0008	842	0.00084	42	0.000042	1138.10
16-Mar-11	4	Integrales	71.80	0.0718	800	0.0008	862	0.00086	62	0.000062	1158.06
16-Mar-11	4	Integrales	51.30	0.0513	900	0.0009	945	0.00095	45	0.000045	1140.00
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 4:</b>			<b>56.10</b>	<b>0.0561</b>	<b>825</b>	<b>0.0008</b>	<b>874</b>	<b>0.00087</b>	<b>49</b>	<b>0.000049</b>	<b>1156.26</b>
16-Mar-11	5	Integrales	71.60	0.0716	800	0.0008	863	0.00086	63	0.000063	1136.51
16-Mar-11	5	Integrales	56.00	0.0560	800	0.0008	848	0.00085	48	0.000048	1166.67
16-Mar-11	5	Integrales	46.10	0.0461	800	0.0008	840	0.00084	40	0.000040	1152.50
16-Mar-11	5	Integrales	83.30	0.0833	800	0.0008	875	0.00088	75	0.000075	1110.67
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 5:</b>			<b>64.25</b>	<b>0.0643</b>	<b>800</b>	<b>0.0008</b>	<b>857</b>	<b>0.00086</b>	<b>57</b>	<b>0.000057</b>	<b>1141.59</b>
16-Mar-11	7	Integrales	55.40	0.0554	900	0.0009	948	0.00095	48	0.000048	1154.17
16-Mar-11	7	Integrales	55.60	0.0556	800	0.0008	848	0.00085	48	0.000048	1158.33
16-Mar-11	7	Integrales	48.80	0.0488	900	0.0009	944	0.00094	44	0.000044	1109.09
16-Mar-11	7	Integrales	69.40	0.0694	800	0.0008	862	0.00086	62	0.000062	1119.35
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 7:</b>			<b>57.30</b>	<b>0.0573</b>	<b>850</b>	<b>0.0009</b>	<b>901</b>	<b>0.00090</b>	<b>51</b>	<b>0.000051</b>	<b>1135.24</b>
<b>PROMEDIO INTEGRALES</b>			<b>60.18</b>	<b>0.0602</b>	<b>813</b>	<b>0.0008</b>	<b>865</b>	<b>0.00087</b>	<b>53</b>	<b>0.000053</b>	<b>1148.92</b>

**NOTAS**

**CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

**CATEGORÍA DEL DIAGRAMA**  
 Por calificar  Para información   
 Por aprobar  Para archivar   
 Por eliminar  Certificado

**ESPOCH**  
 FACULTAD DE CIENCIAS  
 ESCUELA DE  
 INGENIERÍA QUÍMICA  
 Realizado por: Vinueza Diana

Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero

<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>	<b>Fecha</b>
2-6		



**ANEXO II  
CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(kg.)	Volumen Inicial (mL)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (mL)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz(mL)	Volumen desplaz(m3)	Densidad cuero(kg/m3)
18-Mar-11	3	Bandas	20.00	0.0200	800	0.0008	818	0.00082	18	0.000018	1111.11
18-Mar-11	3	Bandas	16.30	0.0163	800	0.0008	812	0.00081	12	0.000012	1358.33
18-Mar-11	3	Bandas	34.90	0.0349	800	0.0008	831	0.00083	31	0.000031	1125.81
18-Mar-11	3	Bandas	23.00	0.0230	800	0.0008	820	0.00082	20	0.000020	1150.00
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 3:</b>			<b>23.55</b>	<b>0.0236</b>	<b>800</b>	<b>0.0008</b>	<b>820</b>	<b>0.00082</b>	<b>20</b>	<b>0.000020</b>	<b>1186.31</b>
18-Mar-11	6	Bandas	22.30	0.0223	800	0.0008	819	0.00082	19	0.000019	1173.68
18-Mar-11	6	Bandas	33.00	0.0330	800	0.0008	829	0.00083	29	0.000029	1137.93
18-Mar-11	6	Bandas	31.40	0.0314	800	0.0008	829	0.00083	29	0.000029	1082.76
18-Mar-11	6	Bandas	27.50	0.0275	900	0.0009	926	0.00093	26	0.000026	1078.43
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 6:</b>			<b>28.55</b>	<b>0.0286</b>	<b>825</b>	<b>0.0008</b>	<b>851</b>	<b>0.00085</b>	<b>26</b>	<b>0.000026</b>	<b>1118.20</b>
18-Mar-11	7	Bandas	18.30	0.0183	800	0.0008	816	0.00082	16	0.000016	1143.75
18-Mar-11	7	Bandas	15.00	0.0150	900	0.0009	913	0.00091	13	0.000013	1153.85
18-Mar-11	7	Bandas	16.10	0.0161	900	0.0009	915	0.00091	15	0.000015	1110.34
18-Mar-11	7	Bandas	21.70	0.0217	900	0.0009	920	0.00092	20	0.000020	1074.26
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 7:</b>			<b>17.78</b>	<b>0.0178</b>	<b>875</b>	<b>0.0009</b>	<b>891</b>	<b>0.00089</b>	<b>16</b>	<b>0.000016</b>	<b>1120.55</b>
<b>PROMEDIO BANDAS</b>			<b>23.29</b>	<b>0.0233</b>	<b>833</b>	<b>0.0008</b>	<b>854</b>	<b>0.00085</b>	<b>21</b>	<b>0.000021</b>	<b>1141.69</b>
Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(kg.)	Volumen Inicial (mL)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (mL)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz(mL)	Volumen desplaz(m3)	Densidad cuero(kg/m3)
19-Mar-11	4	Integrales	55.40	0.0554	800	0.0008	849	0.00085	49	0.000049	1130.61
19-Mar-11	4	Integrales	63.80	0.0638	900	0.0009	955	0.00096	55	0.000055	1160.00
19-Mar-11	4	Integrales	47.40	0.0474	800	0.0008	842	0.00084	42	0.000042	1128.57
19-Mar-11	4	Integrales	81.00	0.0810	800	0.0008	870	0.00087	70	0.000070	1157.14
<b>PROMEDIO INTEGRALES 4:</b>			<b>61.90</b>	<b>0.0619</b>	<b>825</b>	<b>0.0008</b>	<b>879</b>	<b>0.00088</b>	<b>54</b>	<b>0.000054</b>	<b>1144.08</b>

**NOTAS**

**CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

**CATEGORÍA DEL DIAGRAMA**

Por calificar  Para información   
 Por aprobar  Para archivar   
 Por eliminar  Certificado

**ESPOCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
 ESCUELA DE  
 INGENIERÍA QUÍMICA

Realizado por: Vinuesa Diana

Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero

**Lámina**

2-7

**Escala**

**Fecha**

**ANEXO II  
CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Inicial (mL)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (mL)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz.(mL)	Volumen desplaz.(m3)	Densidad cuero(kg/m3)
24-Mar-11	3	Bandas	20.50	0.0205	900	0.0009	918	0.00092	18	0.000018	1138.89
24-Mar-11	3	Bandas	15.30	0.0153	920	0.0009	934	0.00093	14	0.000014	1092.86
24-Mar-11	3	Bandas	29.50	0.0295	900	0.0009	929	0.00093	29	0.000029	1017.24
24-Mar-11	3	Bandas	39.30	0.0393	930	0.0009	966	0.00097	36	0.000036	1091.67
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 3:</b>			<b>26.15</b>	<b>0.0262</b>	<b>913</b>	<b>0.0009</b>	<b>937</b>	<b>0.00094</b>	<b>24</b>	<b>0.000024</b>	<b>1085.16</b>
24-Mar-11	5	Bandas	28.40	0.0284	800	0.0008	827	0.00083	27	0.000027	1051.85
24-Mar-11	5	Bandas	72.80	0.0728	850	0.0009	920	0.00092	70	0.000070	1047.48
24-Mar-11	5	Bandas	23.50	0.0235	900	0.0009	920	0.00092	20	0.000020	1175.00
24-Mar-11	5	Bandas	21.60	0.0216	920	0.0009	939	0.00094	19	0.000019	1136.84
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 5:</b>			<b>36.58</b>	<b>0.0366</b>	<b>868</b>	<b>0.0009</b>	<b>901</b>	<b>0.00090</b>	<b>34</b>	<b>0.000034</b>	<b>1102.79</b>
24-Mar-11	7	Bandas	44.00	0.0440	900	0.0009	939	0.00094	39	0.000039	1128.21
24-Mar-11	7	Bandas	19.30	0.0193	900	0.0009	915	0.00092	15	0.000015	1286.67
24-Mar-11	7	Bandas	43.20	0.0432	930	0.0009	970	0.00097	40	0.000040	1080.00
24-Mar-11	7	Bandas	23.30	0.0233	920	0.0009	940	0.00094	20	0.000020	1165.00
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 7:</b>			<b>32.45</b>	<b>0.0325</b>	<b>913</b>	<b>0.0009</b>	<b>941</b>	<b>0.00094</b>	<b>29</b>	<b>0.000029</b>	<b>1164.97</b>
<b>PROMEDIO BANDAS</b>			<b>34.51</b>	<b>0.0345</b>	<b>890</b>	<b>0.0009</b>	<b>921</b>	<b>0.00092</b>	<b>31</b>	<b>0.000031</b>	<b>1133.88</b>
24-Mar-11	6	Integrales	43.50	0.0435	800	0.0008	839	0.00084	39	0.000039	1115.38
24-Mar-11	6	Integrales	73.30	0.0733	800	0.0008	860	0.00086	60	0.000060	1221.67
24-Mar-11	6	Integrales	67.50	0.0675	800	0.0008	848	0.00085	48	0.000048	1406.25
24-Mar-11	6	Integrales	66.00	0.0660	800	0.0008	855	0.00086	55	0.000055	1200.00
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 6:</b>			<b>62.58</b>	<b>0.0626</b>	<b>800</b>	<b>0.0008</b>	<b>851</b>	<b>0.00085</b>	<b>51</b>	<b>0.000051</b>	<b>1235.83</b>

<b>NOTAS</b>  <b>CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  Realizado por: Vinuesa Diana	Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero	
			<b>Lámina</b> 2-8	<b>Escala</b> Fecha

**ANEXO II**  
**CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(kg.)	Volumen Inicial (ml.)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (ml.)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz(ml.)	Volumen desplaz(m3)	Densidad cuero(kg/m3)
30-Mar-11	3	Bandas	21.80	0.0218	800	0.0008	820	0.00082	20	0.000020	1090.00
30-Mar-11	3	Bandas	23.70	0.0237	820	0.0008	840	0.00084	20	0.000020	1185.00
30-Mar-11	3	Bandas	20.20	0.0202	840	0.0008	859	0.00086	19	0.000019	1063.16
30-Mar-11	3	Bandas	22.80	0.0228	860	0.0009	880	0.00088	20	0.000020	1140.00
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 3:</b>			<b>22.13</b>	<b>0.0221</b>	<b>830</b>	<b>0.0008</b>	<b>850</b>	<b>0.00085</b>	<b>20</b>	<b>0.000020</b>	<b>1119.54</b>
30-Mar-11	4	Integral	90.20	0.0902	880	0.0009	960	0.00096	80	0.000080	1127.50
30-Mar-11	4	Integral	80.00	0.0800	800	0.0008	870	0.00087	70	0.000070	1142.86
30-Mar-11	4	Integral	91.50	0.0915	800	0.0008	882	0.00088	82	0.000082	1115.85
30-Mar-11	4	Integral	72.90	0.0729	800	0.0008	862	0.00086	62	0.000062	1175.81
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 4:</b>			<b>83.65</b>	<b>0.0837</b>	<b>820</b>	<b>0.0008</b>	<b>894</b>	<b>0.00089</b>	<b>74</b>	<b>0.000074</b>	<b>1140.50</b>
30-Mar-11	5	Integral	56.30	0.0563	800	0.0008	850	0.00085	50	0.000050	1126.00
30-Mar-11	5	Integral	24.00	0.0240	850	0.0009	870	0.00087	20	0.000020	1200.00
30-Mar-11	5	Integral	52.10	0.0521	870	0.0009	927	0.00093	57	0.000057	914.04
30-Mar-11	5	Integral	80.60	0.0806	600	0.0006	660	0.00066	60	0.000060	1343.33
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 5:</b>			<b>53.25</b>	<b>0.0533</b>	<b>780</b>	<b>0.0008</b>	<b>827</b>	<b>0.00083</b>	<b>47</b>	<b>0.000047</b>	<b>1145.84</b>
<b>PROMEDIO INTEGRALES</b>			<b>68.45</b>	<b>0.0685</b>	<b>800</b>	<b>0.0008</b>	<b>860</b>	<b>0.00086</b>	<b>60</b>	<b>0.000060</b>	<b>1143.17</b>

**NOTAS**

**CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

**CATEGORÍA DEL DIAGRAMA**

Por calificar  Para información   
 Por aprobar  Para archivar   
 Por eliminar  Certificado

**ESPOCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
 ESCUELA DE  
 INGENIERÍA QUÍMICA

Realizado por: Vinueza Diana

Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero

Lámina Escala Fecha

2-9

**ANEXO II  
CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(Kg.)	Volumen Inicial (mL)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (mL)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz(ml)	Volumen desplaz(m3)	Densidad cuero(kg/m3)
1-Abr-11	3	Bandas	37.00	0.0370	800	0.0008	831	0.00083	31	0.000031	1193.55
1-Abr-11	3	Bandas	28.10	0.0281	830	0.0008	855	0.00086	25	0.000025	1124.00
1-Abr-11	3	Bandas	32.00	0.0320	900	0.0009	927	0.00093	27	0.000027	1185.19
1-Abr-11	3	Bandas	31.00	0.0310	940	0.0009	968	0.00097	28	0.000028	1107.14
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 3:</b>			<b>32.03</b>	<b>0.0320</b>	<b>868</b>	<b>0.0009</b>	<b>895</b>	<b>0.00090</b>	<b>28</b>	<b>0.000028</b>	<b>1152.47</b>
1-Abr-11	6	Bandas	21.50	0.0215	800	0.0008	817	0.00082	17	0.000017	1264.71
1-Abr-11	6	Bandas	22.90	0.0229	820	0.0008	840	0.00084	20	0.000020	1145.00
1-Abr-11	6	Bandas	26.80	0.0268	840	0.0008	862	0.00086	22	0.000022	1218.18
1-Abr-11	6	Bandas	28.80	0.0288	870	0.0009	895	0.00090	25	0.000025	1152.00
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 6:</b>			<b>25.00</b>	<b>0.0250</b>	<b>833</b>	<b>0.0008</b>	<b>854</b>	<b>0.00085</b>	<b>21</b>	<b>0.000021</b>	<b>1194.97</b>
<b>PROMEDIO BANDAS</b>			<b>28.51</b>	<b>0.0285</b>	<b>850</b>	<b>0.0009</b>	<b>874</b>	<b>0.00087</b>	<b>24</b>	<b>0.000024</b>	<b>1173.72</b>
1-Abr-11	4	Integrales	79.40	0.0794	800	0.0008	868	0.00087	68	0.000068	1167.65
1-Abr-11	4	Integrales	91.20	0.0912	800	0.0008	879	0.00088	79	0.000079	1154.43
1-Abr-11	4	Integrales	73.80	0.0738	800	0.0008	867	0.00087	67	0.000067	1101.49
1-Abr-11	4	Integrales	116.80	0.1168	800	0.0008	903	0.00090	103	0.000103	1133.98
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 4:</b>			<b>90.30</b>	<b>0.0903</b>	<b>800</b>	<b>0.0008</b>	<b>879</b>	<b>0.00088</b>	<b>79</b>	<b>0.000079</b>	<b>1139.39</b>
1-Abr-11	5	Integrales	75.90	0.0759	800	0.0008	865	0.00087	65	0.000065	1167.69
1-Abr-11	5	Integrales	64.20	0.0642	800	0.0008	855	0.00086	55	0.000055	1167.27
1-Abr-11	5	Integrales	108.50	0.1085	800	0.0008	895	0.00090	95	0.000095	1142.11
1-Abr-11	5	Integrales	60.40	0.0604	800	0.0008	852	0.00085	52	0.000052	1161.54
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 5:</b>			<b>77.25</b>	<b>0.0773</b>	<b>800</b>	<b>0.0008</b>	<b>867</b>	<b>0.00087</b>	<b>67</b>	<b>0.000067</b>	<b>1159.65</b>
1-Abr-11	7	Integrales	111.80	0.1118	800	0.0008	898	0.00090	98	0.000098	1140.82
1-Abr-11	7	Integrales	76.60	0.0766	800	0.0008	865	0.00087	65	0.000065	1178.46
1-Abr-11	7	Integrales	74.10	0.0741	800	0.0008	861	0.00086	61	0.000061	1214.75
1-Abr-11	7	Integrales	82.10	0.0821	800	0.0008	871	0.00087	71	0.000071	1156.34
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 7:</b>			<b>86.15</b>	<b>0.0862</b>	<b>800</b>	<b>0.0008</b>	<b>874</b>	<b>0.00087</b>	<b>74</b>	<b>0.000074</b>	<b>1172.59</b>
<b>PROMEDIO INTEGRALES</b>			<b>83.78</b>	<b>0.0838</b>	<b>800</b>	<b>0.0008</b>	<b>873</b>	<b>0.00087</b>	<b>73</b>	<b>0.000073</b>	<b>1149.52</b>

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  Realizado por: Vinuesa Diana	Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero	
			<b>Lámina</b> 2-10	<b>Escala</b>  <b>Fecha</b>

**ANEXO II**  
**CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(kg.)	Volumen Inicial (mL)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (mL)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz(mL)	Volumen desplaz(m3)	Densidad cuero(kg/m3)
6-Abr-11	3	Bandas	21.00	0.0210	800	0.0008	818	0.00082	18	0.000018	1166.67
6-Abr-11	3	Bandas	38.40	0.0384	820	0.0008	851	0.00085	31	0.000031	1238.71
6-Abr-11	3	Bandas	56.30	0.0563	850	0.0009	902	0.00090	52	0.000052	1082.69
6-Abr-11	3	Bandas	66.50	0.0665	900	0.0009	959	0.00096	59	0.000059	1127.12
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 3:</b>			45.55	0.0456	843	0.0008	883	0.00088	40	0.000040	1153.80
6-Abr-11	6	Bandas	29.50	0.0295	800	0.0008	823	0.00082	23	0.000023	1282.61
6-Abr-11	6	Bandas	29.50	0.0295	820	0.0008	849	0.00085	29	0.000029	1017.24
6-Abr-11	6	Bandas	19.40	0.0194	850	0.0009	867	0.00087	17	0.000017	1141.18
6-Abr-11	6	Bandas	20.80	0.0208	867	0.0009	885	0.00089	18	0.000018	1155.56
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 6:</b>			24.80	0.0248	834	0.0008	856	0.00086	22	0.000022	1149.15
<b>PROMEDIO BANDAS</b>			35.18	0.0352	838	0.0008	869	0.00087	31	0.000031	1151.47

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero		
			Lámina	Escala	Fecha
<b>CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO</b> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado	<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 3:</b> <input type="checkbox"/> FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA <input type="checkbox"/> INGENIERIA QUÍMICA Realizado por: Vinueza Diana	Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero	Lámina	Escala	Fecha
			2-11		

**ANEXO II  
CALCULOS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**

Fecha Muestreo	Bombo	Producto	Masa cuero(g.)	Masa cuero(kg.)	Volumen Inicial (mL)	Volumen Inicial (m3)	Volumen Final (mL)	Volumen Final (m3)	Volumen desplaz(mL)	Volumen desplaz(m3)	Densidad cuero(kg/m3)
8-Abr-11	3	Bandas	25.00	0.0250	800	0.0008	820	0.00082	20	0.000020	1250.00
8-Abr-11	3	Bandas	25.80	0.0258	820	0.0008	841	0.00084	21	0.000021	1228.57
8-Abr-11	3	Bandas	21.30	0.0213	840	0.0008	860	0.00086	20	0.000020	1065.00
8-Abr-11	3	Bandas	27.90	0.0279	860	0.0009	889	0.00089	29	0.000029	962.07
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 3:</b>			<b>25.00</b>	<b>0.0250</b>	<b>830</b>	<b>0.0008</b>	<b>853</b>	<b>0.00085</b>	<b>23</b>	<b>0.000023</b>	<b>1126.41</b>
8-Abr-11	6	Bandas	21.30	0.0213	900	0.0009	920	0.00092	20	0.000020	1065.00
8-Abr-11	6	Bandas	25.20	0.0252	920	0.0009	940	0.00094	20	0.000020	1260.00
8-Abr-11	6	Bandas	34.90	0.0349	940	0.0009	973	0.00097	33	0.000033	1057.58
8-Abr-11	6	Bandas	43.60	0.0436	750	0.0008	790	0.00079	40	0.000040	1090.00
<b>PROMEDIO BANDAS BOMBO 6:</b>			<b>31.25</b>	<b>0.0313</b>	<b>878</b>	<b>0.0009</b>	<b>906</b>	<b>0.00091</b>	<b>28</b>	<b>0.000028</b>	<b>1118.14</b>
<b>PROMEDIO BANDAS</b>			<b>28.13</b>	<b>0.0281</b>	<b>854</b>	<b>0.0009</b>	<b>879</b>	<b>0.00088</b>	<b>25</b>	<b>0.000025</b>	<b>1122.28</b>
8-Abr-11	4	Integrales	207.90	0.2079	700	0.0007	887	0.00089	187	0.000187	1111.76
8-Abr-11	4	Integrales	90.20	0.0902	700	0.0007	778	0.00078	78	0.000078	1156.41
8-Abr-11	4	Integrales	113.40	0.1134	700	0.0007	799	0.00080	99	0.000099	1145.45
8-Abr-11	4	Integrales	153.40	0.1534	700	0.0007	830	0.00083	130	0.000130	1180.00
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 4:</b>			<b>141.23</b>	<b>0.1412</b>	<b>700</b>	<b>0.0007</b>	<b>824</b>	<b>0.00082</b>	<b>124</b>	<b>0.000124</b>	<b>1148.41</b>
8-Abr-11	5	Integrales	65.50	0.0655	700	0.0007	757	0.00076	57	0.000057	1149.12
8-Abr-11	5	Integrales	107.40	0.1074	700	0.0007	792	0.00079	92	0.000092	1167.39
8-Abr-11	5	Integrales	83.70	0.0837	800	0.0008	870	0.00087	70	0.000070	1195.71
8-Abr-11	5	Integrales	115.40	0.1154	700	0.0007	792	0.00079	92	0.000092	1254.35
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 5:</b>			<b>93.00</b>	<b>0.0930</b>	<b>725</b>	<b>0.0007</b>	<b>803</b>	<b>0.00080</b>	<b>78</b>	<b>0.000078</b>	<b>1191.64</b>
8-Abr-11	7	Integrales	72.70	0.0727	800	0.0008	862	0.00086	62	0.000062	1172.58
8-Abr-11	7	Integrales	92.50	0.0925	870	0.0009	950	0.00095	80	0.000080	1156.25
8-Abr-11	7	Integrales	73.80	0.0738	800	0.0008	860	0.00086	60	0.000060	1230.00
8-Abr-11	7	Integrales	73.50	0.0735	800	0.0008	860	0.00086	60	0.000060	1225.00
<b>PROMEDIO INTEGRALES BOMBO 7:</b>			<b>78.13</b>	<b>0.0781</b>	<b>818</b>	<b>0.0008</b>	<b>883</b>	<b>0.00088</b>	<b>66</b>	<b>0.000066</b>	<b>1195.96</b>
<b>PROMEDIO INTEGRALES</b>			<b>117.11</b>	<b>0.1171</b>	<b>713</b>	<b>0.0007</b>	<b>813</b>	<b>0.00081</b>	<b>101</b>	<b>0.000101</b>	<b>1170.03</b>

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b> Por calificar <input type="checkbox"/> Para informació Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  Realizado por: Vinueza Diana	Cálculos para la determinación de la Densidad del Cuero	
			<b>Lámina</b> 2-12	<b>Escala</b>  <b>Fecha</b>

**ANEXO III  
FORMULAS DEL PROCESO DE CURTIDO CON RECICLAJE DE  
BAÑOS**

<b>GUIA PROCESO CURTIDO CON AGUA RECICLADA</b>				
<b>PARADA:</b> 2RH	<b>PESO Kg</b>	60		
<b>BOMBO :</b> Ensayos	<b>Nro BANDAS</b>	6		
<b>RECICLAJE:</b> I	<b>PROMEDIO</b>	10		
PRODUCTO	%	CANTIDAD	TIEMPO	OBSERVACIONES
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 32°C	100			
METABISULFITO DE SODIO	0.4	0.24	20	
ESCURRE HASTA QUEDE 50%				
SULFATO DE AMONIO	1.3	0.78		
DESENCALANTE ORGANICO	1.2	0.72		
METABISULFITO DE SODIO	0.3	0.18	60	
CORTE=INCOLORO (FENOLFTALEINA)				
CORTE=AZUL (AZUL BROMOTIMOL)				
PH = 8,0 - 8,5 (CINTA DE pH)				
ENZIMA PARA PURGADO	0.2	0.12	40	
PH = 7,0 - 7,5 (CINTA DE pH)				
CORTE= AZUL CLARO O VERDOSO (AZUL BROMOTIMOL)				
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA RESIDUAL pH=1	100			60L
DENSIDAD= 9.9				
SAL	2	1.20	20	
DENSIDAD= 6,5-7				
ACIDO FORMICO (1x10)	0.8	0.48	30	Dilucion en 4.8L agua residual
ACIDO SULFURICO (1x10)	1.2	0.72	120	Dilucion en 7.2L de agua residual
FUNGICIDA	0.05	0.03		
pH = 2,8 - 3,0 (CINTA DE PH)      pH= 3				
CORTE= AMARILLO OK				
CROMO	1.65	0.99	30	
VER ATRAVESADO OK				
CROMO	1.65	0.99		
FUNGICIDA	0.05	0.03		
BASIFICANTE	0.2	0.12	40	
BASIFICANTE	0.25	0.15	8 HORAS	
pH = 3,6 - 3,8 (CINTA DE pH)      pH= 3.8				
CORTE = VERDE MANZANA OK				
TEMPERATURA CONTRACCION= OK				

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA</b>	Fórmulas del Proceso de Curtido con Reciclaje de Baños		
<b>FORMULACION DEL RECICLAJE I</b>	Por calificar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	<b>Realizado por: Vinueza Diana</b>	<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>	<b>Fecha</b>
			3-1		

**ANEXO III  
FORMULAS DEL PROCESO DE CURTIDO CON RECICLAJE DE  
BAÑOS**

<b>GUIA PROCESO CURTIDO CON AGUA RECICLADA</b>				
<b>PARADA:</b> 1206	<b>PESO Kg</b>	65		
<b>BOMBO :</b> Ensayos	<b>Nro BANDAS</b>	6		
<b>RECICLAJE:</b> II	<b>PROMEDIO</b>	10.83		
PRODUCTO	%	CANTIDAD	TIEMPO	OBSERVACIONES
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 32°C	100			
METABISULFITO DE SODIO	0.4	0.26	20	
ESCURRE HASTA QUEDE 50%				
SULFATO DE AMONIO	1.3	0.85		
DESENCALANTE ORGANICO	1.2	0.78		
METABISULFITO DE SODIO	0.3	0.20	60	
<b>CORTE=INCOLORO (FENOLFTALEINA)</b>				
<b>CORTE=AZUL (AZUL BROMOTIMOL)</b>				
<b>PH = 8,0 - 8,5 (CINTA DE pH)</b>				
ENZIMA PARA PURGADO	0.2	0.12	40	
<b>PH = 7,0 - 7,5 (CINTA DE pH)</b>				
<b>CORTE= AZUL CLARO O VERDOSO (AZUL BROMOTIMOL)</b>				
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA RESIDUAL pH=1	100	65.00		65L
<b>DENSIDAD= 10</b>				
SAL	2	1.30	20	
<b>DENSIDAD= 6,5-7</b>		<b>DENSIDAD= 6.6</b>		
ACIDO FORMICO (1x10)	0.8	0.52	30	Dilucion en 5.2L agua residual
ACIDO SULFURICO (1x10)	1.2	0.78	120	Dilucion en 7.8L de agua residual
FUNGICIDA	0.05	0.03		
<b>pH = 2,8 - 3,0 (CINTA DE PH)</b>		<b>pH= 3</b>		
<b>CORTE= AMARILLO OK</b>				
CROMO	1.65	1.07	30	
<b>VER ATRAVESADO OK</b>				
CROMO	1.65	1.07		
FUNGICIDA	0.05	0.03		
BASIFICANTE	0.2	0.13	40	
BASIFICANTE	0.25	0.16	8 HORAS	
<b>pH = 3,6 - 3,8 (CINTA DE pH)</b>		<b>pH= 3.8</b>		
<b>CORTE = VERDE MANZANA OK</b>				
<b>TEMPERATURA CONTRACCION= OK</b>				

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA	Fórmulas del Proceso de Curtido con Reciclaje de Baños		
<b>FORMULACION DEL RECICLAJE II</b>	Por calificar <input type="checkbox"/> Para informac. <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	<b>Realizado por:</b> Vinueza Diana	<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>	<b>Fecha</b>
			3-2		



**ANEXO III  
FORMULAS DEL PROCESO DE CURTIDO CON RECICLAJE DE  
BAÑOS**

<b>GUIA PROCESO CURTIDO CON AGUA RECICLADA</b>				
<b>PARADA:</b> 1208	<b>PESO Kg</b>	64		
<b>BOMBO :</b> Ensayos	<b>Nro BANDAS</b>	6		
<b>RECICLAJE:</b> III	<b>PROMEDIO</b>	10.67		
PRODUCTO	%	CANTIDAD	TIEMPO	OBSERVACIONES
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 32°C	100			
METABISULFITO DE SODIO	0.4	0.26	20	
ESCURRE HASTA QUEDE 50%				
SULFATO DE AMONIO	1.3	0.83		
DESENCALANTE ORGANICO	1.2	0.77		
METABISULFITO DE SODIO	0.3	0.19	60	
CORTE=INCOLORO (FENOLFTALEINA)				
CORTE=AZUL (AZUL BROMOTIMOL)				
PH = 8,0 - 8,5 (CINTA DE pH)				
ENZIMA PARA PURGADO	0.2	0.13	40	
PH = 7,0 - 7,5 (CINTA DE pH)				
CORTE= AZUL CLARO O VERDOSO (AZUL BROMOTIMOL)				
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA RESIDUAL pH=1	100	64.00		64L
DENSIDAD= 10.5				
SAL	2	1.28	20	
DENSIDAD= 6,5-7				
		<b>DENSIDAD= 7</b>		
ACIDO FORMICO (1x10)	0.8	0.51	30	Dilucion en 5L agua residual
ACIDO SULFURICO (1x10)	1.2	0.77	120	Dilucion en 7L de agua residual
FUNGICIDA	0.05	0.03		
pH = 2,8 - 3,0 (CINTA DE PH)		<b>pH= 3</b>		
CORTE= AMARILLO OK				
CROMO	1.7	1.09	30	
VER ATRAVESADO OK				
CROMO	1.7	1.09		
FUNGICIDA	0.05	0.03		
BASIFICANTE	0.2	0.13	40	
BASIFICANTE	0.25	0.16	8 HORAS	
pH = 3,6 - 3,8 (CINTA DE pH)		<b>pH= 3.8</b>		
CORTE = VERDE MANZANA OK				
TEMPERATURA CONTRACCION= OK				

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESPOCH</b>	Fórmulas del Proceso de Curtido con Reciclaje de Baños	
<b>FORMULACION DEL RECICLAJE III</b>	Por calificar <input type="checkbox"/> Para informac. <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA <b>Realizado por:</b> Vinueza Diana	<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>
			3-3	<b>Fecha</b>

**ANEXO III  
FORMULAS DEL PROCESO DE CURTIDO CON RECICLAJE DE  
BAÑOS**

<b>GUIA PROCESO CURTIDO CON AGUA RECICLADA</b>				
<b>PARADA:</b> 1212	<b>PESO Kg</b>	68		
<b>BOMBO :</b> Ensayos	<b>Nro BANDAS</b>	6		
<b>RECICLAJE:</b> IV	<b>PROMEDIO</b>	11.33		
PRODUCTO	%	CANTIDAD	TIEMPO	OBSERVACIONES
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 32°C	100			
METABISULFITO DE SODIO	0.4	0.27	20	
ESCURRE HASTA QUEDE 50%				
SULFATO DE AMONIO	1.3	0.88		
DESENCALANTE ORGANICO	1.2	0.82		
METABISULFITO DE SODIO	0.3	0.20	60	
CORTE=INCOLORO (FENOLFTALEINA)				
CORTE=AZUL (AZUL BROMOTIMOL)				
PH = 8,0 - 8,5 (CINTA DE pH)				
ENZIMA PARA PURGADO	0.2	0.14	40	
PH = 7,0 - 7,5 (CINTA DE pH)				
CORTE= AZUL CLARO O VERDOSO (AZUL BROMOTIMOL)				
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA RESIDUAL pH=1	100	68.00		68L
DENSIDAD= 11.4				
SAL	1.5	1.02	20	
DENSIDAD= 6,5-7				DENSIDAD= 6.8
ACIDO FORMICO (1x10)	0.8	0.54	30	Dilucion en 5,5L agua residual
ACIDO SULFURICO (1x10)	1.2	0.82	120	Dilucion en 8,5L de agua residual
FUNGICIDA	0.05	0.03		
pH = 2,8 - 3,0 (CINTA DE PH)	pH= 3			
CORTE= AMARILLO OK				
CROMO	1.65	1.12	30	
VER ATRAVESADO OK				
CROMO	1.65	1.12		
FUNGICIDA	0.05	0.03		
BASIFICANTE	0.2	0.14	40	
BASIFICANTE	0.25	0.17	8 HORAS	
pH = 3,6 - 3,8 (CINTA DE pH)	pH= 3.8			
CORTE = VERDE MANZANA OK				
TEMPERATURA CONTRACCION= OK				

NOTAS	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b> Por calificar <input type="checkbox"/> Para informac. <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA <b>Realizado por:</b> Vinueza Diana	Fórmulas del Proceso de Curtido con Reciclaje de Baños		
<b>FORMULACION DEL RECICLAJE IV</b>			Lámina	Escala	Fecha
			3-4		



**ANEXO III  
FORMULAS DEL PROCESO DE CURTIDO CON RECICLAJE DE  
BAÑOS**

<b>GUIA PROCESO CURTIDO CON AGUA RECICLADA</b>				
<b>PARADA:</b> 1219	<b>PESO Kg</b>	60		
<b>BOMBO :</b> Ensayos	<b>Nro BANDAS</b>	6		
<b>RECICLAJE:</b> VI	<b>PROMEDIO</b>	10.00		
PRODUCTO	%	CANTIDAD	TIEMPO	OBSERVACIONES
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 32°C	100			
METABISULFITO DE SODIO	0.4	0.24	20	
ESCURRE HASTA QUEDE 50%				
SULFATO DE AMONIO	1.3	0.78		
DESENCALANTE ORGANICO	1.2	0.72		
METABISULFITO DE SODIO	0.3	0.18	60	
CORTE=INCOLORO (FENOLFTALEINA)				
CORTE=AZUL (AZUL BROMOTIMOL)				
PH = 8,0 - 8,5 (CINTA DE pH)				
ENZIMA PARA PURGADO	0.2	0.12	40	
PH = 7,0 - 7,5 (CINTA DE pH)				
CORTE= AZUL CLARO O VERDOSO (AZUL BROMOTIMOL)				
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA RESIDUAL pH=1	100	60.00		60L
DENSIDAD= 11.2				
SAL	1.5	0.90	20	
DENSIDAD= 6,5-7				
				<b>DENSIDAD= 6.5</b>
ACIDO FORMICO (1x10)	0.8	0.48	30	Dilucion en 4.8L agua residual
ACIDO SULFURICO (1x10)	1.2	0.72	120	Dilucion en 7.2L de agua residual
FUNGICIDA	0.05	0.03		
pH = 2,8 - 3,0 (CINTA DE PH)		pH= 3		
CORTE= AMARILLO OK				
CROMO	1.7	1.02	30	
VER ATRAVESADO OK				
CROMO	1.7	1.02		
FUNGICIDA	0.05	0.03		
BASIFICANTE	0.2	0.12	40	
BASIFICANTE	0.25	0.15	8 HORAS	
pH = 3,6 - 3,8 (CINTA DE pH)		pH= 3.8		
CORTE = VERDE MANZANA OK				
TEMPERATURA CONTRACCION= OK				

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Fórmulas del Proceso de Curtido con Reciclaje de Baños		
<b>FORMULACION DEL RECICLAJE VI</b>	Por calificar <input type="checkbox"/> Para informac. <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA <b>Realizado por:</b> Vinueza Diana	<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>	<b>Fecha</b>
			3-6		

**ANEXO III  
FORMULAS DEL PROCESO DE CURTIDO CON RECICLAJE DE  
BAÑOS**

<b>GUIA PROCESO CURTIDO CON AGUA RECICLADA</b>				
<b>PARADA:</b> 1222		<b>PESO Kg</b>	65	
<b>BOMBO :</b> Ensayos		<b>Nro BANDAS</b>	6	
<b>RECICLAJE:</b> VII		<b>PROMEDIO</b>	10.83	
PRODUCTO	%	CANTIDAD	TIEMPO	OBSERVACIONES
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 35°C	200		20	
ESCURRE				
AGUA A 32°C	100			
METABISULFITO DE SODIO	0.4	0.26	20	
ESCURRE HASTA QUEDE 50%				
SULFATO DE AMONIO	1.3	0.85		
DESENCALANTE ORGANICO	1.2	0.78		
METABISULFITO DE SODIO	0.3	0.20	60	
CORTE=INCOLORO (FENOLFTALEINA)				
CORTE=AZUL (AZUL BROMOTIMOL)				
PH = 8,0 - 8,5 (CINTA DE pH)				
ENZIMA PARA PURGADO	0.2	0.13	40	
PH = 7,0 - 7,5 (CINTA DE pH)				
CORTE= AZUL CLARO O VERDOSO (AZUL BROMOTIMOL)				
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA FRIA	150		15	
ESCURRE				
AGUA RESIDUAL pH=1	100	65.00		64L
DENSIDAD= 11.8				
SAL	1	0.65	20	
DENSIDAD= 6,5-7				
		<b>DENSIDAD= 7</b>		
ACIDO FORMICO (1x10)	0.8	0.52	30	Dilucion en 5L agua residual
ACIDO SULFURICO (1x10)	1.2	0.78	120	Dilucion en 7L de agua residual
FUNGICIDA	0.05	0.03		
pH = 2,8 - 3,0 (CINTA DE PH)		<b>pH= 3</b>		
CORTE= AMARILLO OK				
CROMO	1.7	1.105	30	
VER ATRAVESADO OK				
CROMO	1.7	1.105		
FUNGICIDA	0.05	0.03		
BASIFICANTE	0.2	0.13	40	
BASIFICANTE	0.25	0.16	8 HORAS	
pH = 3,6 - 3,8 (CINTA DE pH)		<b>pH= 3.8</b>		
CORTE = VERDE MANZANA OK				
TEMPERATURA CONTRACCION= OK				

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Fórmulas del Proceso de Curtido con Reciclaje de Baños		
<b>FORMULACION DEL RECICLAJE VII</b>	Por calificar <input type="checkbox"/> Para informac. <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	<b>FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA</b> <b>Realizado por:</b> Vinueza Diana	<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>	<b>Fecha</b>
			3-7		

**ANEXO IV  
MEDICION DE VOLUMEN DE DESCARGA**



a)

<p style="text-align: center;"><b>NOTAS</b></p> <p>b) Medición de bombo de curtido</p>	<p><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b></p> <p>Por calificar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/></p> <p>Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/></p> <p>Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;"><b>ESPOCH</b></p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p><b>Realizado por:</b> Vinuesa Diana</p>	<p style="text-align: center;">Medición de Volumen de Descarga</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>Lámina</b></td> <td style="width: 33%;"><b>Escala</b></td> <td style="width: 33%;"><b>Fecha</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4-1</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>	<b>Fecha</b>	4-1		
	<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>	<b>Fecha</b>							
4-1										

**ANEXO V  
DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL CUERO**



a)

b)

<b>NOTAS</b>	a) Pesaje muestra de cuero		<b>Determinación de la Densidad del Cuero</b> <b>Lámina</b> <b>Escala</b> <b>Fecha</b> 5-1	
	b) Medición del volumen desplazado			
<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>			<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA <b>Realizado por:</b> Vinuesa Diana	

**ANEXO VI**  
**ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**



a)



b)

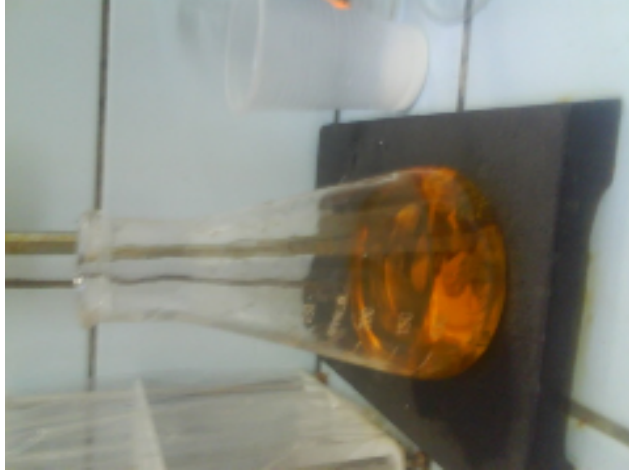


c)

<b>NOTAS</b>		<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b>		<b>ESPOCH</b>			<b>Análisis del Contenido de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>			
a)	Muestra de agua residual	Por calificar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b> <b>Realizado por: Vinuesa Diana</b>			<b>Lámina</b>	<b>Escala</b>	<b>Fecha</b>
b)	Adición de Ácidos	Por aprobar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				6-1		
c)	Oxidación Cr+3 a Cr+6	Por eliminar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						



**ANEXO VI  
ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**



a)

b)

<b>NOTAS</b>	a) Disolución de Agua Residual oxidada	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>	<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA <b>Realizado por:</b> Vinuesa Diana	Análisis del Contenido de Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
	b) Viraje de Titulación (Naranja a Azul)			<b>Lámina</b> 6-2	<b>Escala</b>	<b>Fecha</b>

**ANEXO VII  
ENSAYOS DE RECICLAJE**



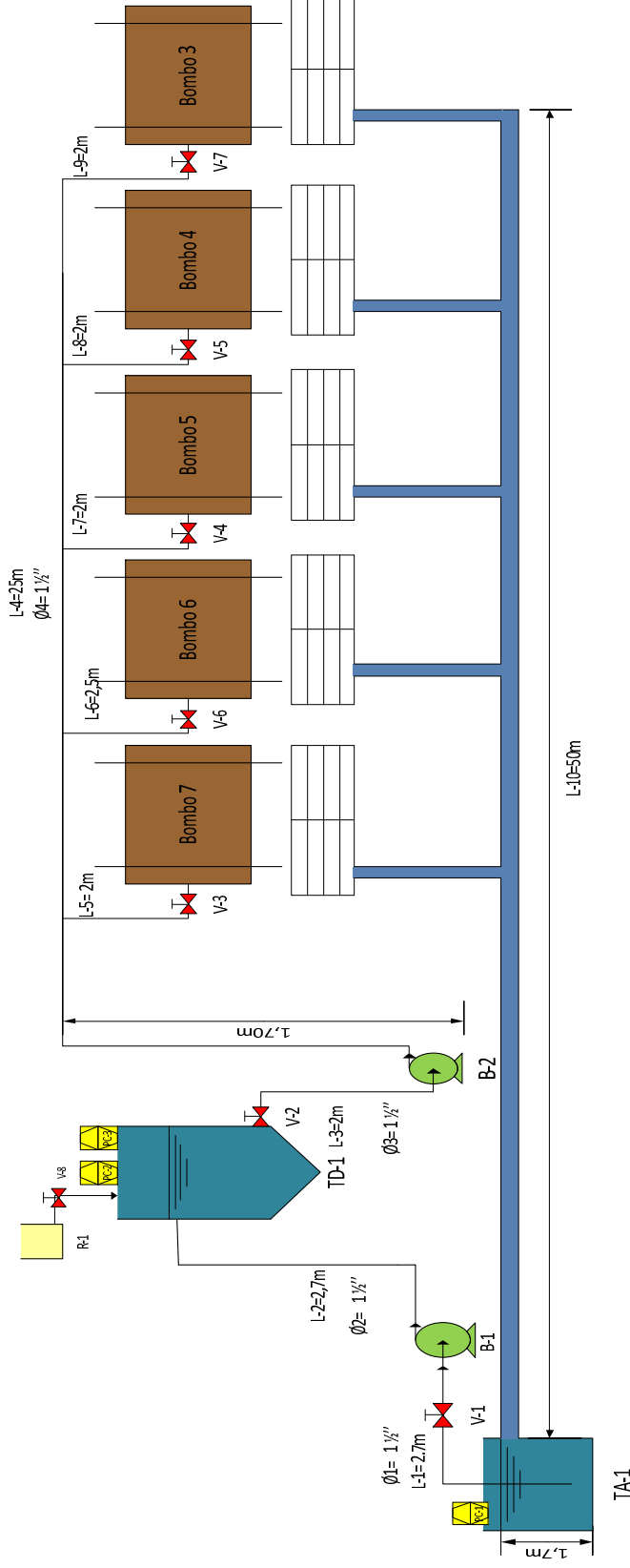
a)

b)

c)

NOTAS		ESPOCH		Ensayos de Reciclaje	
a) Medición Densidad	<input type="checkbox"/> Para calificar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA <b>Realizado por:</b> Vinueza Diana	Lámina	Escala	Fecha
b) Control de Atravesado	<input type="checkbox"/> Para aprobar				
c) Control con Verde de Bromo Cresol	<input type="checkbox"/> Para eliminar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Certificado				
			7-1		

**ANEXO VIII  
DISEÑO DEL SISTEMA DE RECICLAJE DE LOS BAÑOS DE CURTICIÓN**



<b>NOTAS</b> <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE RECICLAJE DE LOS BAÑOS DE CURTICIÓN</b>	<b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b> Por calificar <input type="checkbox"/> Para informac. <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/>		<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Vinuesa Diana	
	<b>Diseño del Sistema de Reciclaje de los Baños de Curtición</b>		<b>Lámina</b> 8-1	<b>Escala</b>

