

300618

2
3j



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

ESTABLECIMIENTO DE LAS CALIDADES TIPICAS
REPRESENTATIVAS DE LAS AGUAS DE DESE-
CHO EN LA INDUSTRIA DE LA CURTIDURIA.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

RAFAEL FORSECK RODRIGUEZ

MEXICO, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA DE LA CURTIDURIA EN MEXICO.....	5
2.1 DESCRIPCION GENERAL.....	5
2.2 PRODUCCION.....	14
2.3 LOCALIZACION DE LAS INDUSTRIAS.....	22
2.4 IMPORTACION Y EXPORTACION.....	27
3. TIPOS DE PROCESOS.....	33
4. DISTRIBUCION DEL AGUA EN LOS PROCESOS.....	79
5. METODOS DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTA- MINACION DE AGUA.....	101
6. EVALUACION ECONOMICA DE EQUIPOS DE TRATAMIE- NTO DE AGUA.....	122
7. CONCLUSIONES.....	160
8. BIBLIOGRAFIA.....	167

1. INTRODUCCION.

La Industria de la Curtiduría es, en la actualidad, una de las más contaminantes de los recursos naturales (principalmente los hídricos) y al mismo tiempo una de las que tienen mayor consumo de agua.

En México, se considera a la Industria de la Curtiduría como uno de los sectores industriales importantes para el desarrollo del país, pero al mismo tiempo es una fuente de contaminación debido a la cantidad y calidad de las descargas de aguas residuales.

El objetivo principal del presente estudio es evaluar la situación actual que guarda este sector industrial en cuanto al uso, cantidad y calidad del agua, tanto en la demanda de este líquido, vital para el desarrollo de cualquier industria, como en la descarga de las diferentes plantas establecidas en la República Mexicana. Después de elaborar esta evaluación, se tratará de establecer que tanto se contamina el agua que se descarga, después de utilizarla en el proceso de la curtiduría.

Se tomaron en cuenta el uso y volúmenes de agua para este proceso, así como la cantidad y calidad de las descargas de agua residuales, y se determinarán los métodos más adecuados para la prevención y control de la contaminación del agua, tanto en el aspecto técnico como en el económico, tomando en cuenta algunas

de las características principales de esta industria.

Ante la imposibilidad de visitar todas las curtidorías del país o de cada una de las zonas específicas y tomando en cuenta que es un rango muy amplio en cuanto a la producción de pieles curtidas, ya que en México existen muchas curtidorías del tipo familiar, así como grandes industrias que se dedican a este ramo y que producen un porcentaje notoriamente mayor que las industrias familiares, por lo que, tomando en cuenta este aspecto fundamental, he basado el presente estudio, principalmente en una región o zona que por tradición se le reconoce como una ciudad típicamente curtidora, la ciudad de León en el estado de Guanajuato.

Las curtidorías en León, han tenido un desarrollo muy especial. La mayoría actualmente está en manos, especialmente en su nivel técnico, de gente empírica, es decir, personas que han adquirido todos sus conocimientos en base a la experiencia.

En la actualidad, ha surgido la necesidad de tener, un "técnico" en cada tenería, sin embargo, todavía existen curtidores que no creen en el beneficio de tener estos "técnicos" en sus curtidorías y piensan que solo una persona con gran experiencia práctica puede ayudarlos y apoyarlos en su trabajo, sin tener en cuenta que con gente más capacitada y responsable que conozca y aplique continuamente los controles necesarios en los procesos, se podría

garantizar una calidad uniforme en el cuero y evitar algunos de los problemas que se presentan regularmente. Sin embargo, en algunas curtidorías familiares, los propietarios han resuelto este problema, enviando a sus hijos a especializarse, con lo que logran que una persona de su entera confianza y con los conocimientos empíricos necesarios se especialice y logre buenas reformas en las pequeñas curtidorías.

Por otro lado, se hace referencia al aprovechamiento de agua durante el proceso o los procesos del curtido de pieles, así como las posibilidades del tratamiento de estos efluentes.

Para lograr el establecimiento de la calidad del agua de desecho en esta industria se tomaron en cuenta los siguientes aspectos fundamentales :

- a) Se determinará que procesos utilizan agua y que uso se les da en los mismos y que grado de contaminación alcanza durante sus diferentes etapas.
- b) Se determinará que calidad de agua se requiere y en que cantidad es necesaria para los diferentes procesos de elaboración utilizados por esta industria.
- c) Se sugerirán métodos de prevención y control de la contaminación del agua, así mismo, se hace mención del efecto que tienen las descargas de agua residuales de esta industria en el medio ambiente.

- d) Se determinarán también, que alternativas se pueden aprovechar para el tratamiento de aguas residuales y se presentará una evaluación económica de los equipos de tratamiento.

2. ² IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA DE LA CURTIDURIA EN MEXICO.

2.1 DESCRIPCION GENERAL

El hombre en su afán de progresar, ha alcanzado un desarrollo científico y tecnológico que se ha acelerado en los últimos años, trayendo esto como consecuencia, grandes problemas a nivel mundial, principalmente en el aspecto de la contaminación, ya sea por contaminación del aire, agua, ruido, etc. Además la humanidad se ha ido concientizando que este proceso implica la utilización de gran cantidad de recursos naturales limitados : agua, petróleo, combustibles, etc. y a la vez se estaban produciendo una gran cantidad de desechos que estaban dañando el medio ambiente.

El problema se ha agudizado en algunas zonas en cuanto a la escasez de agua o la contaminación de la misma; el agua como todos nosotros sabemos, es un recurso natural limitado e indispensable para la vida humana, ya sea para la industria, la agricultura o para el hogar. El equilibrio ecológico se ha visto afectado por el progreso, debido al uso inadecuado y exagerado del agua por el hombre, ya sea por el desaprovechamiento de la misma en cualquier tipo de industria o en las grandes ciudades, así como la gran cantidad de efluentes contaminados que son descargados en el mar, en los ríos o en los lagos y que van acabando con lo que alguna vez fuera el hogar de plantas o animales.

En la Industria de la Curtiduría, se aprecia este mismo problema, ya que la mayoría de los establecimientos curtidores se encuentran en zonas urbanas, por lo que surge inmediatamente la necesidad de disminuir drásticamente la naturaleza contaminante de los efluentes de dicha industria, al mismo tiempo que se intenta encontrar las modificaciones necesarias al proceso tecnológico a fin de disminuir su consumo de agua.

Fabricar cuero quiere decir transformar la piel de tal manera que no se pudra en estado húmedo y no se quiebre en estado seco. La materia prima, la piel animal, consiste en un complicado sistema de distintos elementos albuminoides. Durante el proceso de curtición, las partículas curtientes se incorporan a las fibras de la piel, tratándose al mismo tiempo de un proceso de carácter físico-químico.

Aplicando métodos y materias curtientes adecuados, el proceso de curtición se puede conducir de tal manera que se obtengan cueros de las más distintas propiedades, tales como plenitud y firmeza (cuero para suelas), blandura, suavidad (cueros de empeine), plenitud y elasticidad (cueros para vestuario y guantes). Los métodos de tintura y acabado presentan la misma diversidad de aplicaciones, esto lo veremos más adelante en el capítulo 3.

El curtido de las pieles, por lo tanto, tiene un objetivo primordial que es convertir cualquier tipo de piel mediante diversos procesos, en un producto final que pueda ser utilizado, dependiendo

de su acabado, en una gama muy amplia de artículos, tanto industriales como domésticos o personales.

Actualmente en nuestro país, el volumen mayor de productos procesados esta compuesto por la oscaría, la suela y la carnaza, las cuales se obtienen por el curtido de pieles de diferentes especies de ganado, por lo general vacuno, ya que debido a sus características es el más recomendable, esto tomando en cuenta que muestra una mayor resistencia, durabilidad y superficie aprovechable que las demás especies de ganado. Las principales industrias que utilizan este tipo de piel son (en orden de importancia) :

- La industria del calzado
- La industria del vestido
- La talabartería

Para la obtención de la materia prima, la Industria de la Curtiduría recurre a los rastros y a la industria empacadora de carnes, ya que aquí en México, en estos lugares se obtienen muy buenas piezas, debido a que se controla cuidadosamente el desuello de los animales y se procede a la curación de las pieles, con un proceso de salado, para evitar la descomposición, sin afectar la calidad o las características de las mismas. Esta industria, se abastece también de las pieles procesadas mediante el método de secado al sol, el cual es todavía frecuentemente utilizado en algunos estados de la república y consiste principalmente en quitar la humedad a las pieles por medio del sol, con el cual estas se endurecen y se conservan

en buen estado.

La importancia de la piel cruda fue un factor determinante en el desarrollo de la industria de la curtiduría durante la década de los setentas. El concepto de tenería de principios de siglo o inclusive del siglo pasado como un taller familiar, difiere del vigente a mediados de los cincuentas, pero sin embargo, aún existen en la actualidad un número considerado de este tipo de establecimientos familiares.

Un hecho fundamental para el desenvolvimiento tan drástico en esta industria fue el aumento en el precio de las pieles a nivel mundial en aproximadamente un 175% durante el año de 1959. Este hecho ayudó a la consolidación de un gran número de industrias que empezaban a operar en nuestro país.

De manera general, una piel en sangre es la materia prima con que se empieza la producción del cuero. Si ningún tipo de conservación (con bactericidas, secado, salado, congelado, piclado, curtido, etc.) es un material o sustancia que por poseer características de materia orgánica viva, se pudre en ambiente de humedad, se vuelve enteramente dura, es decir, pierde su suavidad y flexibilidad al secarse completamente. Sin embargo al secarse, deshidratarse (por medio del salado), al piclarse o al curtirse, se conserva por grandes periodos de tiempo. No obstante si se hierve por unos minutos o se calienta en medio húmedo pierde sus características de estructura

fibrosa y se desnaturaliza (se gelatiniza).

Como materia prima se utilizan generalmente pieles gruesas de ganado vacuno, el cual esta formado, básicamente por tres partes diferentes en su constitución, desarrollo, composición química y funciones fisiológicas :

Epidermis (parte externa)

Corium o Cutis (parte central o cuero)

Subcutis (parte interna o carne)

Las diferencias principales entre ellas son :

Epidermis - La parte externa es durante la vida del animal la más importante, puesto que es la más dura y le da protección, junto con el pelo. Sin embargo, para el curtidor no es importante y es eliminada y destruida durante los procesos de depilado y encalado.

Corium o Cutis - La parte central, que es la más fibrosa y por lo mismo la que tiene mayor importancia para el curtidor, forma aproximadamente el 80% de la piel y esta constituida básicamente por la flor y la carnaza.

Subcutis - La parte interna, que une la parte central con la carne, está formada por un tejido fibroso, de menos consistencia que el anterior, por lo que no es de importancia para el curtidor, esta parte es eliminada durante el proceso de descarnado.

El proceso para el curtido de pieles a grandes rasgos, se podría describir desde que las pieles llegan a las tenerías ya saladas o conservadas a bajas temperaturas durante su transporte. Las grandes tenerías, en algunos lugares, disponen de amplios recintos refrigerados para el almacenamiento de las pieles crudas en espera de su curtido.

En la preparación de cualquier piel, para el curtido ha de eliminarse el pelo y todo vestigio de carne y suciedad; la primera operación, consistirá pues, en su lavado. Luego, con la inmersión de la piel en soluciones alcalinas y el empleo de máquinas depiladoras, quedarán limpias de pelo.

Antes del curtido, para que los poros de la piel permanezcan abiertos, se les introduce en una suave solución ácida, remojándolas durante cierto tiempo, träs de lo cual pasa a una solución salina.

Si se empleara cromo en el curtido, el procedimiento a seguir de manera general sería : las pieles se sitúan por periodos de cuatro

a ocho horas en tambores o cubas de madera o mampostería provistas de una solución de sales de cromo; algunas veces y dependiendo de la curtiduría que se trate, las pieles que presentan en esta fase del proceso tienen formas y superficies desiguales, por lo que se hacen pasar por una máquina estiradora, cuyos rodillos y cuchillas aplastan y presionan el cuero, alargándolo y suavizándolo, eliminando los excesos de humedad y las arrugas, evitando de esta manera, el peligro de estiramiento excesivo del cuero en las últimas fases de su elaboración.

Los cueros superiores, se empapan en el licor craso, que lubrica las fibras de la piel. Las operaciones subsiguientes, consistirán de ordinario en el raspado y recortado. El raspado se realiza sometiendo la cara interna de la piel a la acción de una serie de rápidas cuchillas giratorias que proporcionan al cuero un grosor uniforme, en nuestro país, en la mayoría de los pequeños establecimientos o tenerías, el raspado se hace manualmente. En las tenerías más avanzadas en cuanto a maquinaria y equipo, las pieles extremadamente gruesas, se pasan a través de una delicada y ajustada máquina de acuchillado continuo y muy afilado, que gira a gran velocidad y puede acoplarse a cualquier grosor deseado, para posteriormente pasar estas pieles al proceso de secado.

En el proceso de los taninos vegetales, que es el más antiguamente conocido por el hombre, comienza con la inmersión de las pieles sin curtir en extractos débiles, posteriormente en soluciones más

fúertes y finalmente en las decisivas fórmulas de curtido total, para esto el cuero es colocado entre capas alternas de cortezas curtientes, en grandes tinas, donde circulan los extractos tánicos, ya sea por gravedad o por medio de bombas, con un control químico adecuado, se puede garantizar que toda la piel quede igualmente expuesta a la acción de estos extractos.

En la siguiente operación, que es el teñido, se utilizan generalmente tambores, salvo cuando se trata de teñir únicamente la superficie, en cuyo caso se realiza la operación por medio de brochas, ya sea en forma manual o con máquinas. Para el teñido superficial se utilizan pigmentos, mientras que en el total, o sea, el realizado en estos tambores es utilizada la anilina. Aún cuando el cuero ó los cueros no son fáciles de teñir, dada su compleja constitución química, se pueden conseguir excelentes resultados uniformes y aplicar prácticamente cualquier color a cualquier clase de cuero.

Para la mayor parte de sus usos, el cuero debe reunir cierto grado de suavidad, para conseguirla, así como para lograr un óptimo rendimiento superficial, después de realizado el curtido, el cuero se estira y se amasa mecánicamente, para lograr de esta forma que al mismo tiempo de eliminar los excesos y pequeñas berrugas, se imparta una suavidad y blandura. Una vez estiradas, las pieles se fijan, húmedas aún, en tableros, o bien se estiran con palancas acodilladas en bastidores metálicos.

Los cueros quedan así listos para su acabado final. El cuero mate, que no requiere lustre posteriormente, como por ejemplo el destinado a la confección de calzados de trabajo, bolsas, etc., se sumerge en aceite. El brillante o semibrillante se reviste de finas capas de líquidos sazoadores. Para obtener un color uniforme se repiten estas operaciones con secados alternos. A continuación se somete el cuero a las operaciones de graneado y barnizado, la primera consiste en plegar la piel por su parte interior y presionar sobre los dobleces, con lo que se consiguen pequeñas arrugas paralelas que presentan mayor atractivo al cuero acabado, el barnizado es la etapa final y consiste básicamente en la aplicación de un líquido o grasa preparada.

Estos son los procedimientos utilizados en nuestro país de una manera general, en el capítulo número 3, se describen detalladamente las operaciones que se llevan a cabo, para el curtido de las pieles y los diversos procesos que se utilizan.

2.2 PRODUCCION

2.2.1 Situación General en México.

La curtiduría y la fabricación de calzado (sandalias y huachaches) en el país, son de las actividades manufactureras más antiguas que se remontan inclusive a los primeros pobladores de México. Los artículos de cuero, especialmente el calzado siempre han sido artículos de primera necesidad, de los que México hasta principios de siglo era fuerte importador, pero es entonces cuando se comienzan a establecer las bases de la industria mexicana actual del calzado y la curtiduría.

Este tipo de industria, que a principios de siglo estaba integrada únicamente por pequeños talleres familiares, que han ido creciendo, llegando incluso a saturar el mercado interno y han pasado del taller artesanal tipificado a una pequeña o mediana industria, que debido al gran número de empresas, 100% mexicanas, permiten competitividad de los precios, sin embargo a últimas fechas la cantidad de pieles que se importan va en aumento año con año, llegando a faltar materia prima; y provocar problemas de desocupación y quiebra de algunas pequeñas curtidurías.

Uno de los puntos a favor en este tipo de industria es que no existe empresa alguna que produzca más del 4% de la producción nacional del calzado, lo cual significa la ausencia de.

monopolios, lo cual beneficia el libre mercado y a la pequeña y mediana industria.

La contribución de la actividad manufacturera del cuero y calzado a la economía nacional es importante, ya que la principal materia prima que demandan proviene del sector agropecuario, además de que son industrias con gran captación de mano de obra y con posibilidades de exportar sus productos.

Sin embargo, el principal problema al que se enfrenta esta industria para continuar con su desarrollo, es la escasez de materias primas, tanto en cantidad y variedad, como en calidad e inclusive en sus precios, que deben garantizar que los productos manufacturados finales sean competitivos a nivel internacional. La disponibilidad de pieles (cueros crudos) nacionales no satisfacen la demanda interna para la producción de sus manufacturas, que junto con la baja calidad de un alto porcentaje de los cueros que se producen en el país, constituyen serias limitantes para el desarrollo de esta industria.

Para cubrir el déficit de cuero crudo en México, se ha importado durante los últimos años, en promedio, más de dos millones de cueros por año de Estados Unidos.

La escasez y carencia de otras materias primas en cantidad, variedad y calidad, e inclusive en la competitividad en precios

provocan serios problemas que no sólo impiden el desarrollo del ramo, sino que en ocasiones influyen negativamente en el aspecto socio-económico, reduciendo la cantidad de fuentes de trabajo, estos mismos, en su mayoría sintéticos, que son productos de la petroquímica, son principalmente : suelas de hule sintético y natural, PVC, poliuretano, hules termoplásticos, acetato de vinil-etileno (EVA).

2.2.2 La Industria de la Curtiduría

Las estadísticas industriales en esta industria, no han sido realizadas de una manera sistemática. Las que se tienen provenientes de bancos, censos, Secretarías de Estado, Cámaras Industriales, estudios e investigaciones directas y otras fuentes, son en mucho casos ambiguas, sin embargo, analizando y relacionando estos datos, se podrían establecer datos congruentes que reflejen de la manera más cercana posible la situación de la industria curtidora en México.

La producción de cueros curtidos en México alcanzó los datos siguientes durante el año de 1979, tal como se muestran en la tabla 2.1

De acuerdo con la misma tabla se aprecia que la producción de cuero a partir de pieles crudas de ganado bovino es la más representativa.

TABLA 2.1

PRODUCCION DE CUEROS CURTIDOS EN 1979

<u>TIPO DE CUERO</u>	<u>PRODUCCION</u>
Bovino	7'050,000
Ovino	1'980,000
Caprino	2'085,000

FUENTE : Centro de Investigaciones y Asistencia Tecnológica del
Estado de Guanajuato. (CIATEG)

TABLA 2.2

CONSUMO NACIONAL APARENTE DE PIELES CRUDAS DE BOVINO

<u>AÑO</u>	<u>NACIONAL</u> <u>(MILES DE PESOS)</u>	<u>IMPORTADO</u>	<u>CONSUMO NACIONAL</u> <u>APARENTE</u>
1963	1,954	564	2,518
1964	2,053	1,196	3,249
1965	2,127	1,341	3,468
1966	2,127	873	2,997
1967	2,160	1,665	3,825
1968	2,176	1,890	4,066
1969	2,239	2,103	4,333
1970	2,286	2,827	5,113
1971	2,394	2,676	5,070
1972	2,962	1,845	4,827
1973	3,057	2,087	5,144
1974	3,826	2,764	6,590
1975	4,216	2,359	6,575
1976	4,714	1,699	6,413
1977	4,892	1,944	6,836
1978	4,812	2,000	6,812

FUENTE : CIATEG y Estadísticas Anuales de U.S.A.

Las pieles usadas por los curtidores, proceden en su mayor parte de la producción nacional, sin embargo, se importan pieles para cubrir la demanda del país; tal como se aprecia en la tabla 2.2, vemos que la importación de cueros crudos es básica para la curtiduría en lo que se refiere a ganado bovino del que se importa aproximadamente el 40% del total de pieles para curtir.

Asimismo otro parámetro de comparación al que podemos recurrir, es el número de cabezas sacrificadas en México, tal como se detalla en la tabla 2.3 de la Confederación Nacional Ganadera.

Siendo este tipo de industria 100% mexicana y existiendo una competencia de mercado libre, en donde impera la ley de la oferta y la demanda, donde además la empresa de mayor capacidad en México cubre únicamente el 3.5% de la producción nacional total, siendo este un indicador que nos prueba que no puede existir un monopolio en materia de calzado. Los talleres familiares llamados Picas, tienen una producción entre 10 y 80 pares diarios, y por lo general, su producción es comprada por intermediarios.

2.2.3 La Industria del Calzado.

La Industria del Calzado, mantenía un ritmo de crecimiento de 7.5% anual por espacio de cuatro años consecutivos a partir de 1973, pero en 1977 se registra un decremento del 9% debido al cambio de paridad de nuestra moneda frente al dólar a fines del año de 1976, situación que se presenta nuevamente a principios

de 1982, así mismo existía la incertidumbre del cambio de poder en la Presidencia de la República, lo que podría provocar un cambio a su vez en la estructura política del país. Para 1978, la estabilidad económica se recobró y la industria del calzado alcanzó en 1978 un incremento del 9.8%. Sin embargo, se estima que para estas fechas, la situación de esta industria ha empeorado, debido a la situación general que atraviesa el país.

En la tabla 2.4 podemos apreciar este fenómeno en la producción nacional de calzado de todos tipos.

En los últimos años, se ha incrementado la fabricación de calzado con productos sintéticos elaborados en México, a pesar de la carencia de variedad, calidad y cantidad de estos. En la tabla 2.5, podemos ver la producción de calzado por tipo; esto lo provoca la escasez tanto a nivel nacional como a nivel internacional, de cueros crudos y a las fluctuaciones en el precio de los mismos.

En 1978, la producción alcanzó 210 millones de pares, cantidad necesaria para cubrir la demanda nacional, e inclusive exportar un excedente que representa el 3% de la producción, esperándose para 1979 alcanzar un porcentaje del 4% mínimo.

TABLA 2.3

SACRIFICIO ANUAL DE ANIMALES PARA EL

ABASTO INTERNO DE MEXICO

(Número de Cabezas Sacrificadas)

	1970	1974	1975	1976
Bovinos	4'234,846	5'677,855	6'216,456	6'713,772
Porcinos	3'896,713	4'615,123	5'328,588	5'867,218
Caprinos	1'242,370	1'286,333	1'415,125	1'485,881
Ovinos	1'619,286	1'850,368	1'665,502	1'700,473

FUENTE : Confederación Nacional Ganadera. Informes anuales del Consejo Directivo 1976 y 1977.

TABLA 2.4

PRODUCCION NACIONAL DE CALZADO

(En millones de pares anuales)

AÑO	CANTIDAD	VARIACION RELATIVO (%)	ANUAL ABSOLUTO (En millones de pares)
1973	169	- - -	- - -
1974	181.6	+ 7.45	+ 12.6
1975	195.3	+ 7.54	+ 13.7
1976	210	+ 7.53	+ 14.7
1977	191.1	- 9.10	- 18.9
1978	205	+ 7.27	+ 13.9
1979	210	+ 2.43	+ 5

FUENTE : CIATEG.

TABLA 2.5

PRODUCCION DE CALZADO POR TIPO

<u>AÑO</u>	<u>%</u>	<u>TIPO DE PRODUCTO</u>
1974	32	Todo cuero
	58	Corte cuero, suela sintética
	10	Otros (textiles, hules, sintéticos)
1975	28	Todo cuero
	60	Corte cuero, suela sintética
	12	Otros (textiles, hules, sintéticos)
1976	25	Todo cuero
	60	Corte cuero, suela sintética
	15	Otros (textiles, hules, sintéticos)
1977	20	Todo cuero
	60	Corte cuero, suela sintética
	20	Otros (textiles, hules, sintéticos)
1978	20	Todo cuero
	55	Corte cuero, suela sintética
	25	Otros (textiles, hules, sintéticos)
1979	17	Todo cuero
	53	Corte cuero, suela sintética
	30	Otros (textiles, hules, sintéticos)

FUENTE : CIATEG.

2.3 LOCALIZACION DE LAS INDUSTRIAS.

De acuerdo con los datos del IX Censo Industrial de 1971, tal como se muestra en la tabla 2.6, se puede apreciar que casi todos los estados (26 de 31), cuentan con industrias curtidoras. Los estados más importantes en esta area industrial son : Guanajuato con 163 establecimientos y con un porcentaje total de producción de 24.0%. El Distrito Federal con 90 establecimientos y el 37.76% en producción, Jalisco con 91 establecimientos, representando el 16.2 en producción y Nuevo León con 7 establecimientos y con un porcentaje de 7.63% en producción.

Sin embargo, por otras fuentes los datos aportados son los siguientes :

Número aproximado de curtidorías :	350
Concentración :	
Guanajuato	53%
Jalisco (Guadalajara)	17%
Resto del País (Valle de México, Orizaba, Monterrey, Toluca, Puebla y Sureste del País)	30%
Empleos aprox.	7000

Actualmente se mantienen en producción tres tipos de industrias curtidoras, tal como se muestra en la tabla 2.7.

TABLA 2.6

PRODUCCION DE CUERO Y PIEL CURTIDA POR ESTADOS

Curtido y Acabado de Cuero y Piel	No. de Estable cimientos	Producción bruta total miles de \$	Producción total estimada en tone ladas.
Total	531	879,012	175,802
Baja California	3	29,942	5,988
Colima	7	211	42
Chiapas	3	31	6
Distrito Federal	90	331,912	66,382
Guanajuato	163	211,090	42,218
Guerrero	8	916	185
Jalisco	91	142,355	28,471
México	17	17,877	3,575
Michoacán	21	2,542	508
Morelos	3	78	16
Nayarit	8	769	154
Nuevo León	7	67,115	13,423
Oaxaca	21	1,765	353
Puebla	19	11,873	2,375
San Luis Potosí	7	151	30
Sinaloa	13	18,620	3,724
Sonora	4	236	47
Tamaulipas	3	27	5
Veracruz	21	21,144	4,229
Yucatán	10	2,445	489
Zacatecas	4	172	34
Camp. Hgo y Tab.	5	972	194
Coah. y Chih.	3	16,769	3,354

FUENTE : IX Censo Industrial de 1971 excepto la columna de producción total estimada en toneladas.

NOTA : Ante la imposibilidad de obtener la producción total en toneladas, por carecer de información en el IX Censo Industrial de 1971, se recurrió a considerar que el precio unitario de piel curtida es en promedio de \$5.00 por Kg. y basándose en la producción bruta total para curtido y acabado de cuero y piel del IX censo industrial de 1971, dió como resultado los datos referentes a producción por estado en toneladas en la última columna de la tabla 2.6.

De las pieles que se curten en México se consumen de acuerdo con el siguiente cuadro :

	<u>% Producción</u>
Industria del Calzado	80
Industria del Vestido	12
Artículos de Peletería y Otros	8

En cuanto a la producción de calzado por entidad, la ciudad de León se ha mantenido a través de la historia, en el primer lugar de la producción de calzado; actualmente se fabrican en esta ciudad el 37% de la totalidad; en segundo lugar se sitúa la ciudad de México y sus alrededores, incluyendo el estado de México, que participan con un 27%; sigue la ciudad de Guadalajara y pueblos circunvecinos con el 26% de la producción total y el 10% restantes esta integrado por el resto del país.

En la tabla 2.8 se muestra la producción diaria de calzado, considerando 250 días hábiles por año.

En la tabla 2.9 se muestra el aspecto socio-económico que se manifiesta en la industria del calzado.

En la República Mexicana, el personal que labora en la industria curtidora y del calzado alcanzan aproximadamente los 175000 empleos, (168000 calzado y 7000 curtiduría); como se mencionó anteriormente

TABLA 2.7

TIPOS DE INDUSTRIAS CURTIDORAS
(%) PORCENTAJE DE PRODUCCION

Artesanal	15
Medianamente Equipada	20
Equipada	65

TABLA 2.8

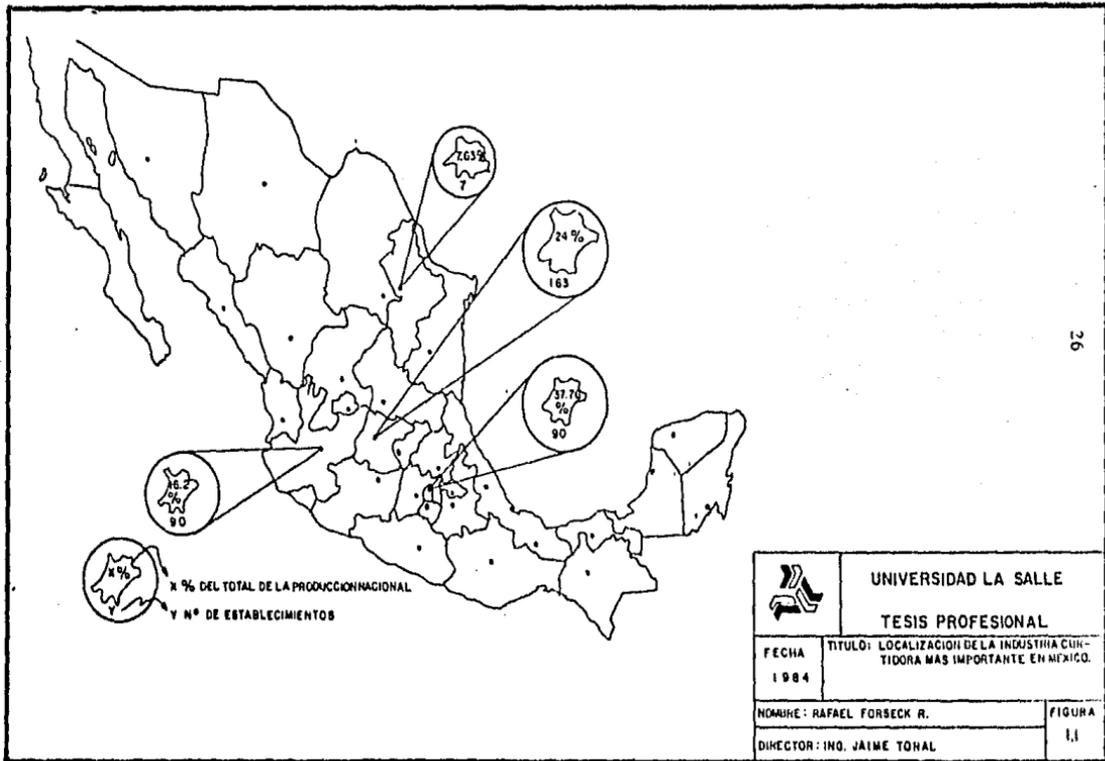
PARTICIPACION POR ENTIDAD
EN LA PRODUCCION DE CALZADO

<u>ENTIDAD</u>	<u>PRODUCCION DIARIA</u> (Miles de pares)	<u>PORCENTAJE</u> (%)
1. León, Gto.	310	37
2. México	227	27
3. Guadalajara	218	26
4. Resto del País	<u>85</u>	<u>10</u>
T O T A L	840	100

TABLA 2.9

PRODUCTORES DE CALZADO

<u>CONCEPTO</u>	<u>NUMERO</u>	<u>PRODUCCION DIARIA</u> (Pares)	<u>PROMEDIO</u>
Fábricas mecani- zadas	700	300 o más	600
Medianamente mecanizadas	1600	100 / 300	200
Talleres Familia- res	2000	10 / 80	50



 UNIVERSIDAD LA SALLE	
TESIS PROFESIONAL	
FECHA 1984	TITULO: LOCALIZACION DE LA INDUSTRIA CUN- TIDORA MAS IMPORTANTE EN MEXICO.
NOMBRE: RAFAEL FORSECK R.	
DIRECTOR: ING. JAIME TOHAL	
FIGURA 1.1	

Las industrias de la piel y del calzado en México, se encuentran concentradas en tres ciudades principales : León, Gto., Guadalajara, Jal. y México, D.F.

En la figura 1.1 se muestra el mapa territorial, indicando la concentración de la Industria de la Curtiduría específicamente en la República Mexicana.

2.4. IMPORTACION Y EXPORTACION

Los curtidores y fabricantes de productos de piel se han esforzado por impulsar la exportación de sus productos, logrando grandes adelantos en este renglón.

De acuerdo con los datos reportados en el ANUARIO ESTADISTICO DEL COMERCIO EXTERIOR DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS DE 1977, Sección VII, referente a pieles, cueros, peleterías y manufacturas de estas materias y similares, tenemos los siguientes datos :

<u>IMPORTACION</u>	\$ 856,462,676.00
	\$ (PESOS)
Pieles y Cueros	818,457,152.00
Artículos de Talabartería	34,841,920.00
Peletería y Confecciones	<u>3,163,604.00</u>
T O T A L	856,462,676.00

FUENTE : ANUARIO ESTADISTICO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS DEL AÑO 1977.

TABLA 2.10

IMPORTACION

SECCION VIII.- Pielés, Cueros, Peletería y Manufacturas de estas materias.

PIELÉS Y CUEROS	VALOR EN PESOS (\$)
Caprinos	3,674,027.00
Ovinos	2,824,800.00
Porcinos	1,224,487.00
Yacunos	676,647,382.00
Reptiles	725,157.00
Equinos	3,676,083.00
Becerras	56,865,952.00
Otros	76,819,264.00
	<hr/>
SUB-TOTAL	818,457,152.00
MANUFACTURAS DE CUEROS	VALOR EN PESOS (\$)
Bolsas, Carteras o Portamonedas	11,008,335.00
Artículos de Viaje	7,773,690.00
Prendas de Vestir	4,865,864.00
Otros	11,194,031.00
	<hr/>
SUB-TOTAL	34,841,920.00
PELETERIA EN BRUTO	VALOR EN PESOS (\$)
Visón (Mink)	1,209,463.00
Lobo de mar o de río	90,879.00
Carphincho	140,622.00
Otros	1,722,640.00
	<hr/>
SUB-TOTAL	3,163,604.00
	<hr/> <hr/>
TOTAL - IMPORTACION	856,462,676.00

FUENTE :

TABLA 2.11

EXPORTACION

SECCION VIII.- Pieles, Cueros, Peleterfa y Manufacturas de estas materias.

PIELES Y CUEROS	VALOR EN PESOS (\$)
Bovinos	77,713,683.00
Carnaza	4,180,105.00
Ovinos	3,104,332.00
Caprinos	3,029,834.00
Tiburón	1,889,649.00
Tortuga o Caguama	25,356,044.00
Agamuzados	15,168,565.00
Barnizados	10,264,946.00
Otros	50,154.00
SUB-TOTAL	140,757,312.00
MANUFACTURAS DE CUEROS	VALOR EN PESOS (\$)
Sillas de Montar	27,081,567.00
Bolsas o Bolsos	25,067,222.00
Carteras o Portamonedas	11,256,861.00
Portafolios	1,621,353.00
Petacas	5,253,294.00
Prendas de Vestir	61,277,779.00
Guantes para Deportes	4,283,224.00
Guantes	9,351,363.00
Cinturones	16,918,234.00
Otros	32,631,967.00
SUB-TOTAL	194,742,864.00
PELETERIA EN BRUTO	VALOR EN PESOS (\$)
Abrigos	1,994,983.00
Sacos	111,889.00
Otros	3,565,968.00
SUB-TOTAL	5,672,840.00
TOTAL - EXPORTACION	341,173,016.00

EXPORTACION \$ 341,173,016.00

\$ (PESOS)

Pieles y Cueros	140,757,312.00
Artículos de Talabartería	194,742,864.00
Peletería y Confecciones	<u>5,672,840.00</u>
T O T A L	341,173,016.00

En las tablas 2.10 y 2.11 se señalan las partidas-más importantes en lo que se refiere a importaciones y exportaciones de este tipo de productos y materias primas.

En la tabla 2.12 podemos apreciar que las pieles de ganado vacuno son las que se importaron en mayor cantidad durante 1977

TABLA 2.12
IMPORTACIONES DE CUEROS (1977)

<u>TIPO</u>	<u>PESO (KG. BRUTO)</u>	<u>\$ (PESOS)</u>
Caprinos	204,119	6,674,027.00
Ovinos	36,016	2,824,800.00
Porcinos	157,157	1,224,487.00
Vacunos	42,914,291	672,647,382.00
Reptiles	17,477	725,157.00
Equinos	267,026	3,676,083.00
Becerras	1,390,453	56,865,952.00

TABLA 2.13

IMPORTACION VS. EXPORTACION

<u>ARTICULO</u>	<u>IMPORTACION (\$)</u>	<u>EXPORTACION (\$)</u>	<u>BALANZA COMERCIAL TOTAL NETO (\$)</u>
Pieles y Cueros	818,457,152	140,757,312	-577,699,840.-
Talabartería	34,841,920	194,742,864	+159,900,944.-
Peletería y Confecciones	3,163,604	5,672,840	+ 2,509,236.-
T O T A L			-515,289,060.-

De acuerdo con esta última tabla (2.13), podemos observar que tanto en Artículos de Talabartería como en Peletería y Confecciones, la balanza comercial esta a nuestro favor, lo cual señala el esfuerzo que han estado realizando los industriales de este ramo en cuanto a la calidad de sus productos por exportarlos. Sin embargo, en el renglón de Pieles y Cueros, la importación es ampliamente superior a la exportación de las partidas anteriores, dando como resultado un balance negativo de aproximadamente 500 millones de pesos en 1977, margen que se ha ampliado en los últimos años.

En cualquier caso, uno de los principales problemas que padece esta industria, para continuar desarrollandose, es la marcada escasez de materias primas, tanto en cantidad y variedad, como en la calidad y el precio, esto, para poder garantizar que los productos manufacturados finales sean competitivos a nivel internacional.

Como ya vimos la disponibilidad de pieles (cueros crudos) nacionales no satisfacen la demanda interna para la producción de sus manufacturas,

constituyendo este factor, una seria limitante para el desarrollo de la Industria del Calzado.

Para cubrir el deficit de cuero crudo en México, se han importado durante los últimos años, en promedio, más de dos millones de cueros por año de Estados Unidos.

Durante el presente año, 1985 la industria de la curtiduría ha tenido que afrontar serios problemas en su desarrollo, encontrándose actualmente en crisis, reflejo de la crisis financiera por la cual atraviesa el país, que ha provocado pérdidas por varios millones de pesos y el cierre de varias medianas y pequeñas industrias curtidoras. Aunado a todo esto la gran dificultad que existe en la actualidad para importar los insumos necesarios para continuar el desarrollo de esta industria y exportar sus productos terminados (artículos de talabartería, peletería y confecciones).

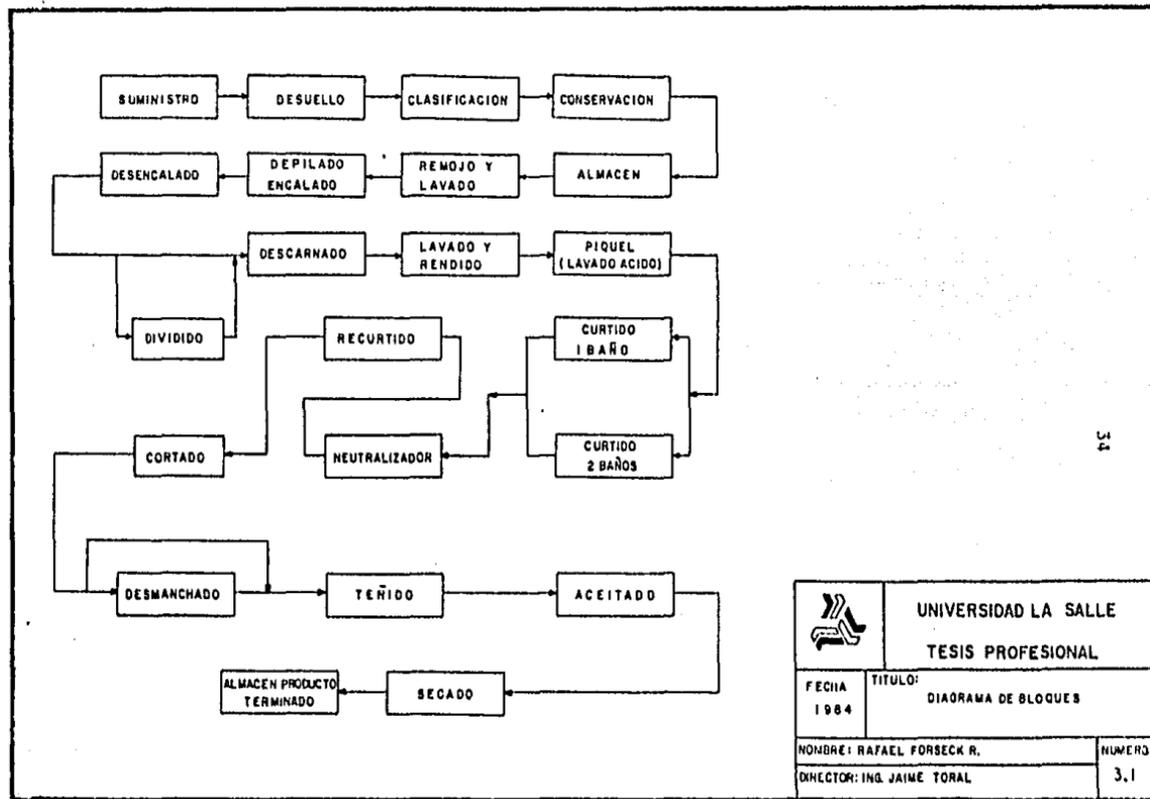
3. TIPOS DE PROCESOS.

En nuestro país, se utilizan dos métodos para la curtición de las pieles, principalmente :

- | | | |
|----------------------|---|--|
| CURTIDO DE
PIELES | } | A. Método de curtido a base de sales de cromo. |
| | | B. Método de curtido mediante agentes vegetales (tañinos). |

El proceso típico se muestra en el diagrama de bloques No. 3.1 y considerará las siguientes operaciones :

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| 1. SUMINISTRO | 15. RECURTIDO |
| 2. DESUELLO | 16. CORTADO |
| 3. CLASIFICACION | 17. DESMANCHADO |
| 4. CONSERVACION | 18. TEÑIDO |
| 5. ALMACEN | 19. ACEITADO |
| 6. REMOJO Y LAVADO | 20. SECADO |
| 7. DEPILADO Y ENCALADO | 21. ALMACENADO |
| 8. DESENCALADO | |
| 9. DIVIDIDO | |
| 10. DESCARNADO | |
| 11. LAVADO Y RENDIDO | |
| 12. PIQUEL (LAVADO ACIDO) | |
| 13. CURTIDO | |
| 14. NEUTRALIZACION | |



11

	UNIVERSIDAD LA SALLE TESIS PROFESIONAL	
	FECHA 1984	TITULO: DIAORAMA DE BLOQUES
NOMBRE: RAFAEL FORSECK R.		NUMERO 3.1
DIRECTOR: ING. JAIME TORAL		

De acuerdo con este proceso, describiremos cada una de estas operaciones :

1. SUMINISTRO.

La principal fuente de abastecimiento de pieles en el país, son los rastros y empacadoras de carne existentes. Regularmente en estos centros se prepara la piel con una solución de salmuera mientras les llega el momento de ser procesadas.

2. DESUELLO.

La operación de quitar al animal la piel, puede hacerse por varios métodos, dependiendo el tipo de animal, lugar donde se sacrifica y condiciones de trabajo.

Los tipos de desuellos más comunes en México son :

Manual.- Es uno de los métodos más antiguos de desuello, presenta el inconveniente de que es un método lento y se necesita personal con mucha experiencia y muy responsable para evitar al máximo las cortadas profundas.

Mecánico.- Por lo general, se utilizan cadenas, desollando en primer lugar la cabeza y posteriormente las patas y la barriga, todo esto en forma manual y luego se amarra con cadenas de la parte de las patas del cuero y se jala, presenta el inconveniente de reventadas en la piel.

Neumático.- Usado para desuello de animales pequeños, consiste en inyectar aire por una pata, para despegar el cuero de la carne y posteriormente sacarlo manualmente.

Cuchillo Mecánico.- Método muy poco empleado en nuestro país, siendo sin embargo bastante efectivo, tiene la gran ventaja de que se puede desollar rápido y con un mínimo de cortadas.

3. CLASIFICACION.

Existen varias clasificaciones, dependiendo el tipo de animal, zona en que se localiza, sexo, tamaño, raza y defectos que pueden tener.

En nuestro país, una de las clasificaciones más comunes, es por zonas, pudiendo ser la siguiente :

- 1) Chihuahua, Durango, Sonora y parte de Zacatecas. Esta zona se caracteriza por ser la mejor zona de pieles, debido a que estos animales no tienen garrapata, el ganado sacrificado es ganado de carne y presenta pocos rayones.
- 2) Sinaloa, Nuevo León y Tamaulipas. Presenta algunas de las características de la zona anterior, pero con mayores defectos.
- 3) Jalisco. Las pieles de Jalisco se caracterizan por ser delgadas y con muchos rayones, causados por espinas.
- 4) Veracruz. Las pieles de Veracruz se caracterizan por la gran cantidad de garrapata que contienen, también por la gran cantidad de cebues que existen en esta zona.

- 5) Tabasco. Su principal característica es la de contar con dos zonas, una muy buena y otra muy mala, por lo general en ésta última las pieles que se consiguen son de ínfima calidad.
- 6) Zona del Bajío. En esta zona no existe prácticamente ganado dedicado a la engorda, las reses sacrificadas son por lo general viejas o con algún defecto, esta zona no produce por lo general pieles de calidad.

Existe otra clasificación para pieles de importación, publicada por Tanners Hide Bureau.

- Novillo nativo pesado (sin fierros) (58 o más Lbs.)
- Novillo nativo ligero (sin fierros) (48 - 50 Lbs.)
- Novillo nativo ligero (sin fierros) (30 - 48 Lbs.)
- Novillo pesado con fierro (en la culata) (58 o más Lbs.)
- Novillo con fierro (en la culata) (30 o más Lbs.)
- Colorado pesado o novillo con fierro (en el costado) (58 o más Lbs.)
- Colorado o novillo con fierro (en el costado) (30 o más Lbs.)
- Novillo ligero con fierro (contiene uno o más fierros) (30 - 58 Lbs.)
- Vaca y vaquilla pesada (sin fierros) (53 o más Lbs.)
- Vaca y vaquilla ligera (sin fierros) (30 - 53 Lbs.)
- Vaca y vaquilla pesadas delgadas (sin fierros) (53 o más Lbs.)

Vaca y vaquilla ligera delgadas (sin fierros) (30 - 53 Lbs.)

Vaca y vaquilla con fierro (contiene uno o más fierros) (30 o más Lbs.)

Toro nativo pesado (sin fierros) (58 o más Lbs.)

Toro pesado con fierro (contiene uno o más fierros) (58 o más Lbs.)

De esta clasificación existen los números 1, 2 y 3 dependiendo de los defectos que las pieles presentan.

4. CONSERVACION.

Una vez que el animal ha sido desollado, se procede a enfriar las pieles y a someterlas al proceso de conservación o curado.

Debido a que es muy difícil procesar todas las pieles inmediatamente después del desollado del animal, es necesario darles un tratamiento con el cual las mismas puedan conservarse durante períodos más o menos largos, mientras esperan ser procesadas.

El fenómeno de la descomposición de la piel se debe al ataque de las bacterias sobre los componentes de la misma, estas bacterias producen una enzima, la cual descompone el colágeno y la bacteria se come la sustancia ya descompuesta, para que este fenómeno se lleve a cabo y la bacteria se reproduzca y pueda producir enzimas, requiere de ciertas condiciones tales como temperatura, humedad y PH, si no existen condiciones en su punto

óptimo, las bacterias no podrán atacar al cuero.

Con respecto a la temperatura para determinados tipos de pieles se utiliza congelarlas o mantenerlas a bajas temperaturas, sin embargo es poco frecuente que se lleve a cabo. Extrayendole la humedad a la pieles estas pueden conservarse durante períodos largos de tiempo, entre los métodos para extraer el agua del cuero se cuenta con el secado y el salado.

Las bacterias se reproducen y son capaces de producir enzimas a un PH entre 7 y 8, por lo que si variamos este factor veremos que también se pueden conservar las pieles; esto se logra con el piquel o lavado ácido, del cual se hablará más adelante.

SALADO

El sistema más usado para la conservación de las pieles en nuestro país es el de salado. A grandes rasgos, este método se podría describir de la siguiente forma :

Salado en Banco

- Una vez frías las pieles, se extienden en el suelo con el lado de las carnes hacia arriba, se les cubre con sal (cloruro de sodio) y se va formando una pila en la que se alternan las pieles con capas de sal, cubriendo finalmente toda la pila con sal. La altura de estas pilas generalmente es de uno a uno y medio metros. La duración de este banco debe ser de 30 días, que es el tiempo estimado en que el cuero estará prácticamente curado.

Una vez transcurrido este tiempo, se sacuden, se pesan y se clasifican; es costumbre doblar las pieles con el lado de la carne hacia afuera, para evitar daños en la flor. Si no se tiene cuidado con la duración del curado o pasan bastante tiempo las pieles saladas en bodega, se aflojará la flor o aparecerán manchas de sal que son de color amarillento o pardas y se presentan como un endurecimiento de la piel, este tipo de defectos, por lo general, es muy difícil corregirlos en el proceso de curtición.

Salado por Salmuera

El salado por salmuera consiste en :

- Una vez desollado el animal, la piel se lava (para eliminar suciedad y enfriarla), algunas veces se descarnan y se introducen en un paleta con salmuera en tinas sin movimiento y se mantienen en el paleta hasta que la salmuera haya penetrado en todo el espesor de la piel (alrededor de 48 horas). Una vez llevada a cabo esta operación, se escurren y se les agrega sal adicional, se pesan y por último se clasifican.

SECADO

Este método se utiliza para conservar principalmente pieles pequeñas o en aquellos países en los que el precio de la sal es muy elevado. En este método, las pieles se colocan en bastidores, se estiran, deberán estar en lugares ventilados en los que no reciban directamente la luz del sol, la humedad del aire deberá de ser baja.

CONSERVACION POR PIQUELADO Y CURTICION

Por lo general el sistema de conservación por piquelado se lleva a cabo en paletos donde las pieles una vez apelmbradas y desescaladas se procede a piquelaras de la siguiente manera : se le agrega cloruro de sodio (NaCl) al baño, hasta tener aproximadamente 8.10°Be , después se le agrega ácido sulfúrico (H_2SO_4) para tener las pieles en un PH de 1 - 2; una vez que las pieles han sido atravesadas completamente por el ácido se escurren y se empacan. Por lo general, se añade un fungicida al baño para evitar el crecimiento de hongos.

El sistema de conservación por curtición al cromo no es muy común y la ventaja que representa es poder observar la flor de los cueros y así determinar su calidad.

5. ALMACEN.

Una vez clasificadas y tratadas las pieles, por cualquiera de los métodos mencionados anteriormente, son recibidas en almacenes o depósitos especiales para este propósito hasta que les llega el momento de curtirlas.

6. REMOJO.

Con esta operación se persiguen dos objetivos :

- a) Reblandecer las pieles para lograr una flexibilidad adecuada y prepararlas para el proceso químico, que se lleva a cabo en la curtición. Se utiliza un equipo llamado "de paletos" o

símples tanques de remojo.

- b) Remoción de materias extrañas que afectan la calidad del producto, como pueden ser : sangre, carne, grasas y tierra.

La humedad o cantidad de agua que tienen los cueros, es la siguiente :

Al momento del desollado	60%
Salados (verde salado)	30 - 45%
Secos (seco crudo)	10 - 15%

6.1 TIPOS DE REMOJO

Tipos de Remojo	{	6.1.1 Pila
		6.1.2 Paleta
		6.1.3 Tambor

- 6.1.1 Pilas.- Fueron las primeras utilizadas para el remojo, pero tienen el gran inconveniente de no poder dar agitación a los cueros, por lo que el remojo es muy desuniforme; asimismo el tiempo de remojo debe ser mayor que por los métodos de paletos o tambor, por estas razones, este tipo de remojo tiende a desaparecer.

- 6.1.2 Paletos.- Es el equipo más empleado actualmente para el remojo, el principal problema consiste en no poder tener la certeza de que todos los cueros naden bien, es común que se agrupen en el fondo varios cueros y se queden amarrados entre si, evitando la penetración del agua en estas partes, sin embargo el remojo en pañeto, resulta muy efectivo, ya que se logra el control del proceso debido a que se tienen los cueros a la vista y al tacto.
- 6.1.3 Tambores.- El uso de tambores para remojar se va popularizando más día a día, estos tambores son iguales a los utilizados para el curtido, sólo que deben trabajar a revoluciones muy bajas para evitar la elevación de la temperatura del baño y un golpeteo excesivo de los cueros, tiene la gran ventaja de lograr una gran uniformidad en el remojo de los cueros. La desventaja estriba en que uno no está en contacto visual o físico con los cueros, provocando ésto una falta de control en el proceso.

6.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL REMOJO.

FACTORES

- 6.2.1 La cantidad de agua utilizada en relación con la partida de cueros.
- 6.2.2 La temperatura del agua de remojo.
- 6.2.3 El tiempo de remojo.
- 6.2.4 El movimiento o agitación (efecto mecánico).
- 6.2.5 PH.

6.2.1 Cantidad de agua.

Tratándose de remojo en paleta y para cueros verde salado, se recomienda una proporción de 3 a 4 partes de agua por una (1) de cuero, o sea un flote de 300 a 400%. Para cueros secos el flote (relación agua-cuero) debe ser de 600 - 800%, o sea 6 a 8 partes de agua por una de cuero.

6.2.2 Temperatura.

Cuando se trabaja con procesos de remojo con temperaturas altas, hay que tener mucho cuidado ya que afecta a los cueros. La temperatura máxima de remojo no deberá sobrepasar los 28°C. Al remojar los cueros a temperaturas bajas y poco movimiento, el tiempo de remojo será largo y al contrario, con temperaturas más altas y mucho movimiento, este tiempo se acorta. Lo más importante con la temperatura del baño, es que una

vez seleccionada se procure conservarla siempre igual.

6.2.3 Tiempo.

El tiempo de remojo es variable, no se puede fijar un tiempo determinado para ello, debido a que depende de la clase de agua, temperatura de la misma, tipo de piel y conservación de la misma, los cueros deberán permanecer dentro del baño, el tiempo necesario para lograr su completa rehidratación.

6.2.4 Agitación.

Anteriormente preferían no dar movimiento a los cueros, ya que pensaban que este afectaba las fibras del mismo, sin embargo, en la actualidad se ha comprobado que el movimiento no afecta en nada la resistencia de la fibra cuando se trabaja con cuero verde salado y además con mayor movimiento se acorta el tiempo de remojo.

6.2.5 PH.

El rango de PH recomendable para el remojo, es de 8 a 11.6; según estudios el PH óptimo en el remojo es de 11, sin embargo, advierten que a un PH más alto hay peligro de hinchamiento no deseado.

En muchas ocasiones se prefiere dar a los cueros un lavado o pre-remojo con el objeto de limpiar la suciedad de los cueros

y en ocasiones para descarnarlos y así ayudar a la penetración de los materiales, el tiempo de éste lavado o pre-remojo lo determinarán las condiciones de temperatura, movimiento, etc.

7. DEPILADO Y ENCALADO (PELAMBRE).

Operación mediante la cual se obtiene la remoción del pelo de la piel.

Después del remojo, dentro del proceso de curtido al cromo de cueros sin pelo, para la industria del calzado o de la vestimenta; las pieles son sometidas a un proceso donde se le quitará el pelo y se realizará un abrimiento o aflojamiento de la estructura fibrosa, lo cual es necesario para continuar con los procesos subsecuentes en el curtido; prácticamente durante este proceso se determina en cierta medida, las características de suavidad y resistencia que tendrá el cuero terminado.

Existen varios métodos para depilar y encalar los diferentes tipos de pieles para los diferentes tipos de curtido, destacando principalmente los siguientes :

7.1 DEPILADO POR EXUDADO.

Es una de las formas más antiguas y primitivas de depilar pieles, sobre todo lanares. Este proceso se basa en el efecto que tienen las pieles de descomponerse en las capas

basales de la epidermis y raíces del pelo, ocasionando que el desprendimiento del pelo, esto se debe a la acción de las enzimas proteolíticas que producen ciertas bacterias que provocan la pudrición, este tipo de depilado es difícil de controlar. Se lleva a cabo colgando las pieles remojadas en cámaras, de preferencia sótanos, con una alta humedad (90 - 95%) y temperatura controlada (20 - 25°C). El pelo se empieza a aflojar en 1 o 2 días y se depila a mano (tejado). Con este depilado se obtiene una flor mala, es utilizado principalmente cuando el objetivo principal es recuperar totalmente el pelo o lana.

7.2 DEPILADO ENZIMÁTICO

A pesar de que este proceso es en cierta manera similar al anterior y teóricamente tan antiguo como el exudado, la gran diferencia es que este proceso sí se puede controlar, ya que las enzimas son proporcionadas en la cantidad y el tipo que uno determina. La base de este tipo de pelambre, es la acción selectiva que tienen las enzimas para descomponer ciertas proteínas, esencialmente las de la epidermis, además se consigue cierto abrimiento de fibras, lo cual resulta muy provechoso.

Este proceso se utiliza cada vez más, debido al desarrollo técnico y científico en el campo de las enzimas y sobre todo por ser un proceso que prácticamente no contamina. Sin embargo es uno de los procesos de pelambre más caros.

7.3 EMBADURNADO (PINTADO).

Es ampliamente usada, sobre todo cuando se requiere que nuestro proceso de pelambre garantice una óptima calidad de la flor de nuestras pieles y/o cuando se requiere que el pelo o lana no sea dañado (borrego, cabra y becerro).

Este pelambre se realiza sin flote, se embadurna o pinta por el lado de la carne en las pieles bien remojadas, con lodo o brea a base de sulfuro de sodio (Na_2S) de 60% de pureza y por el otro lado un lodo (90 - 95%) de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). El depilado se efectúa entre 1 y 24 horas, según la cantidad de sulfuro y el grueso de la piel.

7.4 PELAMBRE ALCALINO.

El pelambre a base de cal es el más utilizado dentro de este tipo de pelambre, la práctica de este método se basa en el uso de baños de cal frescos y envejecidos, los primeros tienen un efecto de aflojamiento, pero todavía un mejor efecto hinchante, mientras los segundos tienen un mejor efecto de depilado y menor hinchamiento. Se realiza en una serie de pilas donde se remoja perfectamente las pieles, primero en los baños envejecidos y posteriormente en los frescos. La cantidad de cal apagada es de 30 a 45 Kg. por metro cúbico de agua en los baños frescos. En los baños ya usados se agrega hasta el 10% de cal (en base a peso de la piel) para garantizar que exista un exceso de cal y la solución se man-

tenga siempre saturada.

En caso de que este proceso se realice en paleta o tambor no es necesario mejorar la solución, el mismo baño es usado hasta el final, conteniendo gran cantidad de impurezas, lo cual hace imposible su reutilización; la práctica más usual es que estos baños se esten tirando continuamente.

La duración de este proceso con cal dura de 5 a 14 días, dependiendo principalmente de la temperatura; mientras más hinchamiento se quiera, la temperatura del baño de pelambre debe ser más baja. No se recomiendan temperaturas arriba de 25°C.

7.5 PELAMBRE A BASE DE SULFUROS.

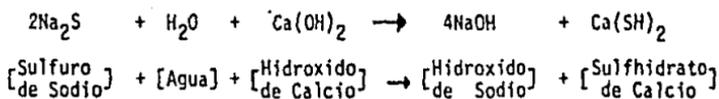
Dentro de este tipo de pelambres, los únicos importantes son los que se hacen a base de sulfuro de sodio (Na_2S) y sulfhidrato de sodio (NaHS). Ambos se trabajan principalmente en tambor en concentraciones que van del 1 al 3% (Na_2S 60%) (NaHS 0.5 - 2%), ambos presentan efectos de completo depilado entre 3 y 6 horas sin atacar al cuero. Si se usan en concentraciones más altas pueden provocar, sobre todo en pieles livianas, granos gruesos.

7.6 PELAMBRE A BASE DE CAL Y SULFUROS.

En la actualidad es el pelambre más usado en el mundo. Se

hace en paleta o tambor, el efecto mecánico y movimiento de los licores y las pieles conjuntamente, logran que se recorte el tiempo de duración de este proceso. A menudo se practica el remojo y pelambre de una manera consecutiva, ya sea en paleta o tambor.

El sulfuro de sodio más agua, y en presencia de iones (OH^-), tiene una actividad altamente depilante mientras la sosa cáustica (hidroxido de sodio) hincha la fibra y al mismo tiempo saponifica las grasas.



En general, para pelambres en paleta se usan cantidades de 3 a 10% de cal (hidroxido de calcio), calculados en base a peso de cuero verde salado, el flote varía de un 300% al 600% y las cantidades de sulfuro van de 1.5 a 3.5%. En tambor el flote varía de 20 a 200%, la cal se agrega entre 1 y 3% y el sulfuro entre un 0.5 a 2%. (El sulfhidrato, en su caso, se agrega de 0.5 a 1.5%).

8. DESENCALADO.

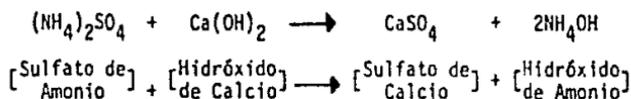
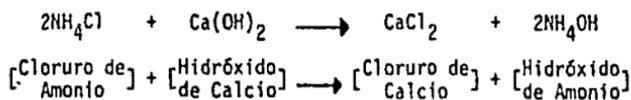
El desencalado consiste en eliminar la cal de la piel, reduciendo a su vez la alcalinidad de la misma. Esta existe en la piel de tres maneras diferentes :

- A. Cal en forma de jabones de calcio.
- B. Cal en solución no combinada entre las fibras de la piel.
- C. La cal combinada químicamente con la piel.

A. La cal que existe en la piel en forma de jabones de calcio, que en su mayoría está en las partes grasosas de la piel y es eliminada en el descarnado.

B. La cal no combinada se encuentra en forma de solución o suspensión y se introduce entre las fibras de las pieles, esta puede ser eliminada fácilmente por medio de lavados con agua.

C. El desencalado por medio de sales es el más utilizado actualmente. Las sales de amonio son las más utilizadas para desencalar, principalmente el sulfato de amonio y el cloruro de amonio, las cuales reaccionan con el hidróxido de calcio contenido en las pieles.



La diferencia experimental entre el cloruro de amonio y el

sulfato de amonio es que los cueros son más firmes y más llenos cuando son tratados con sulfato de amonio.

El PH disminuye de PH = 12 a un PH = 8 - 9, que es el más conveniente para las operaciones subsecuentes.

9. DIVIDIDO.

Esta operación se lleva a cabo en máquinas provistas de cuchillas, donde se corta la piel al espesor requerido, según el uso que se le vaya a dar, este proceso es optativo ya que en algunas tenerías no se lleva a cabo; para obtener la textura deseada se hace un desencañonado de la piel, lo que consiste en pasar la piel en una máquina especial con cuchillas muy afiladas que sobre un tambor giratorio engrazan la piel, eliminando las desigualdades en el espesor de las mismas.

10. DESCARNADO.

Esta operación dependiendo del proceso, antecede a la operación de desencalado o se realiza a continuación de la misma.

Consiste en la separación del tejido adiposo suelto y en algunos casos en la separación de algunos restos de músculos. Regularmente, se hace utilizando una máquina que cuenta con dos rodillos, uno de metal y otro de hule y la separación se hace cuando se aplica presión de los rodillos sobre la piel y se transporta a través de un cilindro revolvedor, equipado con cuchillas

en espiral.

Esta operación permite que los productos químicos para el curtido tengan una mejor penetración. Los desperdicios del descarnado se utilizan como materia prima para la fabricación de pegamentos y colas.

11. LAVADO Y RENDIDO.

Mediante esta operación que es a base de sales de amonio, agua y enzimas, se diluye la alcalinidad para disminuir el PH, además se eliminan los productos de descomposición al quitar las proteínas, lo que al mismo tiempo hace la piel más suave y reduce las arrugas.

La acción del rendido es importante por el ataque que hay en la membrana del poro de la piel, pues éste está constituido por un tejido estrecho en forma de red y es necesario que estas fibras decaigan o aflojen para obtener un grano sedoso.

Como la operación de rendido puede ir conjuntamente con la del descalcado, los rendidos comerciales que se encuentran en el mercado a disposición de la industria consiste en dos tipos :

- 1) Un sistema enzimático normalizado, presentado en forma seca, que no contiene agentes descalcantes.
- 2) Un sistema enzimático normalizado, que contiene agentes descalcantes como cloruro de amonio, sulfato de amonio, ácido

bórico o varias combinaciones de estos agentes descalciantes.

La principal fuente de obtención de estas enzimas, es a base del pancreas del puerco o de la oveja, aunque también pueden ser bacterias u hongos que tienen un buen efecto rindiente, pues las enzimas que producen presentan en sus fermentos una degradación.

El remojo se hace con agua a temperatura ambiente y posteriormente se le da un nuevo lavado.

12. PIQUEL (LAVADO ACIDO).

El piquel tiene como objetivo el acondicionar las pieles para el curtido, así como interrumpir la acción de las enzimas sobre el colágeno, y esto se lleva a cabo sometiéndolas a un tratamiento ácido en soluciones salinas; también es utilizado para la conservación de pieles, principalmente las de cordero, las cuales en estado de piquelado pueden almacenarse hasta un año sin perjuicio alguno.

Esta operación previene la precipitación de las sales de cromo insolubles en la fibra del cuero durante el curtido.

El piquel en tambor es el más empleado por los curtidores, ya que el piquel en paleta presenta el inconveniente de un mayor gasto de ácido, sal y agua, así como el tiempo de duración del proceso es mayor. Los reactivos típicos utilizados son el ácido

sulfúrico (H_2SO_4) y la sal común (NaCl) en un baño de agua a temperatura ambiente, combinándolas según el tipo y clase de acabado que se quiera dar a la piel.

La sal se utiliza en este caso para suprimir la hinchazón que el ácido provoca. Todas las pieles que se curten con sales que tengan como base al cromo, se deberán someter a esta operación. En la práctica se efectúa esta operación junto con el lavado y el rendido, técnica utilizada por la mayoría de los curtidores en la República Mexicana.

13. CURTIDO.

El objetivo principal del curtido es evitar que las proteínas de la estructura fibrosa del cuero crudo (piel) tengan como característica el efecto de descomponerse (pudrirse). Esto se logra mediante la estabilización de dichas proteínas; todas las sustancias que producen esta estabilización se les llama curtientes, su efecto se reconoce ya que el cuero al secarse no se hace duro como piedra, sino poroso y flexible.

Las sales de cromo son fundamentales en el curtido, ya que actualmente se curte en el mundo 80 - 90% al cromo.

TIPOS DE CURTIDO.

En la tabla 13.1, se muestran los diferentes tipos de curtidos utilizados en esta industria, ocupando el primer lugar como ya

TABLA 13.1

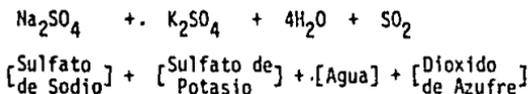
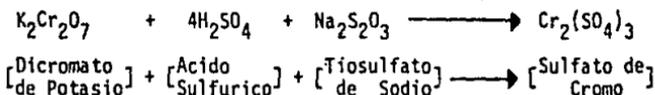
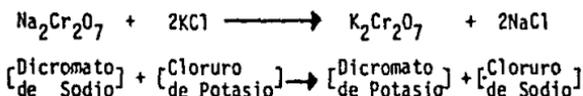
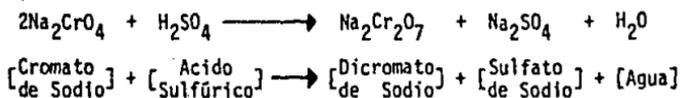
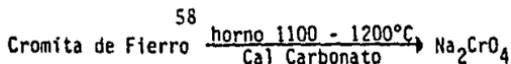
TIPOS DE CURTIDO	A. CURTIDO AL CROMO	A1. CURTIDO DE DOS BAÑOS
		A2. CURTIDO DE UN BAÑO
	B. CURTIDO VEGETAL	
	C. CURTIDO AL ZIRCONIO	
	D. CURTIDO CON FORMALDEHIDO Y ALUMBRE	[Sulfato de Alu- minio y Potasio]
E. CURTIDO MINERAL		

vimos el curtido al cromo, en segundo lugar tenemos el curtido a base de sales vegetales, aunque este procedimiento se utiliza más bien para el recurtido como veremos más adelante, existen también otros procedimientos de curtición, los cuales tienen usos muy específicos. A pesar de que en 1912 se descubrieron los curtientes sintéticos, estos son solo una ayuda y no han tenido éxito como curtientes principales.

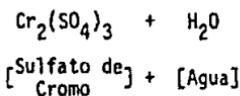
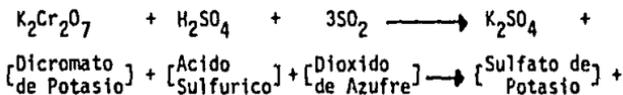
A. CURTIDO AL CROMO.

El curtido más común es este, a base de sales de cromo, ya que se logra una reducción considerable en el tiempo de curtido y se producen cueros con mayor resistencia al calor y a la abrasión.

La materia prima para producir estas sales de cromo es la cromita de hierro ($Fe_2(CrO_3)_3$) este mineral al oxidarse produce el cromato de sodio (Na_2CrO_4), el cual reacciona con ácido sulfúrico para producir el bicromato de sodio ($Na_2Cr_2O_7$), este a su vez se hace reaccionar con cloruro de potasio (KCl) para obtener el bicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) siendo este bicromato la base para producir las sales curtientes de cromo, ya que al reducirse con ácido sulfúrico y tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3$) se obtiene el sulfato de cromo ($Cr_2(SO_4)_3$), solo estas sales trivalentes de cromo son curtientes.



También se puede utilizar dioxido de azufre para la reducción por lo que obtendríamos lo siguiente :



Estas reacciones son las que se llevan a cabo en el procedimiento del curtido, empleándose los procedimientos :

A.1) Curtido en Dos Baños.

Usado poco y exclusivamente para cabra y borrego (glacé), el principio es tratar el cuero en tripa con solución de cromo no curtiente y después realizar la reducción y pasar a sales curtientes básicas de cromo.

Primer Baño.- Se realiza normalmente en tambor con un frote del 100 a 200% de agua. Se usan bicromato de sodio y de potasio (2.5 - 5%) y ácido sulfúrico para obtener ácido crómico, estando la penetración total y uniforme (1-5 horas), se sacan los cueros y se ponen en bancos.

Segundo Baño.- Como agente reductor se utiliza el tiosulfato de sodio y en casos especiales, becerros o cueros especiales, sulfito de sodio o bisulfito de sodio, agregando también ácido sulfúrico, esta operación se realiza en tambor y se necesitan aproximadamente 6 horas.

La característica principal de este curtido es la suavidad y lisura de la flor que se obtiene.

A.2) Curtido en Un Baño.

Es el proceso de curtición más amplio y mayor usado en todo el mundo. Es sencillo, barato y con un buen control de los parámetros se obtienen excelentes resultados.

Se lleva a cabo en tambor con un flote desde 100% o usar sales básicas en polvo sin flote, es importante que el pickle haya sido efectuado y que al principio los licores de cromo sean poco astringentes, es decir, moléculas pequeñas con poco poder de fijación, el cual deberá irse incrementando poco a poco. Se debe evitar cualquier posible fijación alta y rápida en la flor para asegurar la penetración adecuada de curtientes al interior del cuero y dar, de esta manera, el relleno y curtido necesario al cuero terminado, de esto depende la calidad de este cuero terminado; si es una flor suelta o pegada, lisa o arrugada, fina o gruesa, uniformidad de la textura, resistencia al desgarre, etc. los tambores deben ser suficientemente grandes para que no se enreden las pieles y debe tener el flote necesario para que las pieles nadan, mientras mayor flote tengamos, podemos incrementar las revoluciones, es práctica general usar 100 - 150% flote a 10 - 15 RPM; y de 6 a 8 horas con un 1.5 - 2.5% de óxido de cromo.

Al principio se deben evitar altas temperaturas e ir aumentándolas sobre todo al final del curtido, la basificación deberá hacerse de una manera muy lenta, para evitar la precipitación del cromo.

Consideraciones del curtido al cromo en un baño :

- Es sencillo y económico.

- Con un menor flote en el tambor se aprovechan mejor las sales de cromo (mayor concentración).
- Mientras menor flote más facilidad de aumentar temperatura, lo que favorece un mayor agotamiento y fijación del cromo.
- Reducción en el tiempo de curtido.

B. CURTIDO MEDIANTE AGENTES VEGETALES.

La curtición vegetal se prefiere cuando el cuero se destina para usos industriales, tal como la producción de suelas, bandas o pieles para tapicerías, aunque también se utiliza para hacer cuero con pieles de avestruz, cocodrilo, serpientes, tiburón, etc. El curtido de pieles se realiza mediante una mezcla de materias curtientes vegetales (que esencialmente actúan por el comportamiento del contenido de ácido tánico que poseen) las cuales pueden ser extractos de quebracho, cascalote, encino, acacia, castaño y eucalipto, que forman la mayor parte de las mezclas curtientes usadas, siendo las dos primeras las de uso más común.

Las pieles se curten mediante la inmersión en las soluciones curtientes que aumentan en concentración, pureza y acidez, - mientras que el material curtiente penetra las pieles, por lo que el proceso es lento para curtir así, lo que provoca una obstrucción durante el curtido en la superficie y la insuficiente curtición de la fibra en el centro.

Cuando las pieles han sido penetradas por el material curtierte, el curtido se completa manteniéndolas durante cierto tiempo en soluciones más concentradas, según el procedimiento de cada fabricante.

Son muchos los métodos que se han desarrollado para la reducción en el tiempo del curtido vegetal, entre ellos : la curtición previa, diversos sistemas de agitación y soluciones más concentradas, siendo el curtido previo el que mejores resultados ha brindado. Las pieles curtidas con materias vegetales exigen de mucho cuidado para secarles, pues de lo contrario pueden sufrir alteraciones en el color, por ejemplo, para el cuero para suelas, característico del curtido vegetal, se seca en grandes salas, fuera de la acción directa de la luz solar, usando solo un calentamiento moderado con aire de recirculación.

C. CURTIDO AL CIRCONIO.

Es utilizado especialmente para la obtención de cueros blancos o para el recurtido como veremos más adelante.

Por su elevado precio en el mercado son muy poco usadas actualmente .

D. CURTIDO POR FORMALDEHIDO Y ALUMBRE.

La curtición con formaldehido se utiliza en combinación con

el alumbre para obtener cueros blancos y al pastel, especialmente cueros para balones y pelotas.

En la actualidad son poco usadas, aunque aumentan la plenitud proporcionando un cuero blanco y resistente, en general se puede decir que su comportamiento es parecido a las sales de circonio, dándonos características semejantes.

E. CURTIDO MINERAL.

La curtición mineral modificada con urea, melamina y estireno, más anhídrido maleico es utilizada en algunas ocasiones para producir pieles para guantes y prendas de vestir.

14. NEUTRALIZACION

Neutralización del Cuero Curtido al Cromo.

Después de estar curtido y basificado el cuero, este se encuentra en medio ácido (PH=3-3.8).

El tiempo promedio que se deja el cuero en reposo después del curtido es de 24 horas, logrando con esto una mejor fijación de cromo, produciéndose ácido sulfúrico formado por la hidrolisis de las sales de cromo. La neutralización del ácido es muy importante, ya que si no sucede así, puede actuar desfavorablemente en los procesos subsiguientes, como son recurtición, teñido y engrase, pudiéndose fijar los productos que se utilizan en la superficie, provocando manchas en teñido desuniforme, a-

centuándose este defecto en el engrase. Esta es la causa por la cual se lleva a cabo el proceso de neutralizado, para que los productos químicos que se utilicen en los procesos posteriores penetren despacio y uniformemente al cuero.

Se inicia el neutralizado con un lavado en un tambor para eliminar las sales neutras que contiene la piel y las sales de cromo no fijadas, mientras más dura sea el agua, existe mayor riesgo de sobreneutralizar las capas externas del cuero; este lavado es recomendable hacerlo adicionando un ácido orgánico (ácido acético por ejemplo) para bajar la dureza del agua y con agua fría.

Después de efectuar el lavado se trata el cuero al cromo en el tambor con agua y sales alcalinas para eliminar los ácidos fuertes (ácido sulfúrico) y continuar separando las sales neutras que en parte han sido eliminadas en el lavado anterior, lo más importante es la preparación del cuero para las operaciones de recurtido, teñido y engrasado; estas operaciones deberán de realizarse inmediatamente después del neutralizado, ya que el ácido que quedó en las capas interiores del cuero no se extienda y vaya a modificar la recurtición y el teñido disminuyendo por lo tanto el efecto del neutralizado.

15. RECURTIDO

Una vez que se lleva a cabo la clasificación en el proceso de

fabricación y solo después de la curtición al cromo, antes del dividido y rebajado, es posible destinar los cueros según su estructura de flor y su grosor, al tipo de cuero más apropiado. Es aquí donde las características y propiedades específicas que exige cada tipo de piel, por lo que tiene que determinarse la forma de realizar la recurtición.

Los principales tipos de recurtientes son :

TIPOS DE
RECURTIENTES

- 1. Minerales
- 2. Vegetales
- 3. Sintéticos
- 4. Resínicos
- 5. Aldehídicos

15.1 RECURTIENTES MINERALES.

Se les llama recurtientes minerales a las sustancias inorgánicas que ayudan a modificar las propiedades del colágeno, transformandolas en cuero, siendo las principales las sales de cromo, de circonio y de aluminio.

En la recurtición con cromo es en la actualidad el curtierte mineral más usado, teniendo como finalidad la de introducirse en el colágeno y reaccionar con los grupos ácidos de este, grupos que no hayan sido atacados por los iones de cromo durante el curtido. Mientras más básicas sean las sales de cromo se obtendra mayor tacto, menor

finura y menor tiempo de fijación a un mismo PH. La recurtición con circonio, por su elevado precio en el mercado son muy poco usadas actualmente. La fijación de esta sal se lleva a cabo por la reticulación de las fibras de la piel que han tenido lugar durante la curtición a cromo, estas sales trabajan en un medio ácido, ya que se hidrolizan con facilidad.

La recurtición con aluminio es poco usada en la actualidad, pero aumenta la plenitud proporcionando un cuero blanco y resistente. Una recurtición con sales de aluminio es adecuada cuando los cueros en bruto tienen una flor floja, aumentando su firmeza.

15.2 RECURTICION CON TANINOS VEGETALES.

Esta operación se efectúa mediante el uso de agentes curtientes vegetales y proporciona a las pieles una calidad superior con mucho mayor resistencia al calor y a la abrasión.

En la actualidad es una práctica muy común la recurtición del cuero para empeine y tanto el tipo de material para el recurtido como la proporción del mismo, varía considerablemente según sea la clase de cuero y la calidad requerida.

Existen cinco factores que influyen en las características del recurtido vegetal:

- a) Tipo de extracto
- b) PH y carga del cuero
- c) Efecto mecánico
- d) Temperatura
- e) Concentración

- a) Tipo de extracto o recurtiente vegetal:

Los principales extractos empleados para la recurtición son : la mimosa, el quebracho, el castaño y en nuestro país también el cascañote, de los cuales los dos primeros tienen propiedades similares, aunque la mimosa tiene menos poder de fijación y por consiguiente más penetración en comparación al quebracho.

El extracto de castaño dulcificado es poco usado en nuestro medio y tiene la característica de ser más astringente que los anteriormente citados y por consecuencia nos produce un recurtido más superficial y más fuerte.

- b) El PH y la carga del cuero.

El objeto de aumentar el PH es el disminuir las cargas positivas del cuero y hacerlo menos reactivo frente a los taninos, el PH recomendado es de 5.

- c) Efecto mecánico.

Es recomendable proporcionar un buen efecto mecánico para la operación de recurtición, ya que con esto se logrará una mayor penetración y agotamiento del baño.

d) Temperatura.

Este efecto va muy ligado con el anterior, ya que a mayor efecto mecánico mayor temperatura, favoreciendo esto la penetración y la fijación. Temperatura recomendada 40°C. En algunos casos se llevan a cabo las operaciones de teñido y engrasado en el mismo baño.

e) Concentración.

Cuando se emplee poco flote la concentración será mayor y por lo tanto aumentará la penetración; la absorción de los taninos será más rápida.

La recurtición con extractos vegetales aumenta la plenitud de los cueros, proporciona relleno en las zonas flojas, dando un cuero más uniforme, facilita el grabado del cuero y aumenta el espesor de la flor, el defecto que se le encuentra es la pérdida de resistencia y elasticidad en el cuero.

15.3 RECURTICION CON TANINOS SINTETICOS.

Los taninos sintéticos también llamados "sintánes", fueron creados en un principio tratando de obtener sustitutos para los taninos vegetales. Los sintánes para la obtención de

cueros de cualidades especiales o los utilizados en combinación con cromo o circonio, han seguido un desarrollo más regular y sostenido.

Generalmente se usan en combinación con los extractos vegetales para la recurtición; de esta manera se pueden corregir algunos de los defectos producidos por los mismos, además de que aclaran el color de la flor.

Existen casos en los que solamente se emplean sintánes para la recurtición, tales como la fabricación de cueros blancos.

15.4 RECURTIENTES RESINICOS.

Son productos a base de resina, urea formiladehido, rellenan preferentemente las partes flojas de la piel, lo cual es muy importante para pieles en bruto malas y flojas. Para mejorar el esmerilado, se recomienda después de la recurtición resinica, una ligera recurtición con sintéticos.

15.5 RECURTIENTES ALDEHIDICOS.

Usando el glutaraldehido se tendrán las siguientes características :

- a) Mejor resistencia a la perspiración.
- b) Mejor resistencia al lavado y a los alcalis.
- c) Suaviza y rellena el cuero.
- d) excelente compatibilidad con las sales de cromo.

e) se obtiene un grano más fino y mejor quiebre.

16. CORTADO.

Esta operación se lleva a cabo en mesas de cortado, donde se procesa la piel según los requerimientos de la demanda; al mismo tiempo se cortan las partes irregulares que no son utilizables.

17. DESMANCHADO.

El objetivo de esta operación es eliminar las manchas oscuras de la piel, dándole un color más tenue y uniforme, lográndose esto por la adición de productos químicos o curtientes sintéticos a las ceras de la piel o bien por la selección de la técnica de curtido, según los propósitos deseados. En nuestro país es raramente utilizada esta operación.

18. TEÑIDO.

El teñido o coloreado de la piel, se lleva a cabo mediante tinturas básicas, ácidas o directas, puede llevarse a cabo mediante diversos métodos tales como en tambor, paleta, con pistola, con felpa, etc. siendo el más común el proceso en tambor debido a que resulta económico y eficiente.

La temperatura común para llevar a cabo el teñido, que es de 50 a 60°C para cuero curtido al cromo y de 45 a 50°C para cuero al vegetal cuando se utilizan colorantes amiónicos, para colorantes básicos, no es necesario elevar la temperatura a más de 50°C.

Una vez lavado y neutralizado el cuero se procede a la tintura introduciendo agua caliente en porcentajes desde un 80 a un 300% dependiendo la intensidad de color que se quiera, posteriormente se añade la anilina disuelta en agua caliente y si se quiere teñir solamente la flor, el tiempo será de 20 a 30 minutos. Con el teñido deberá de conseguirse : solidez al sudor, solidez a la luz, solidez al lavado, solidez al lavado en seco, solidez a los ácidos y alcalis, etc. Algunas veces el color del cuero se deriva fundamentalmente del proceso seguido durante la curtición, por ejemplo, el color canela natural del cuero se obtiene a partir del curtido vegetal.

19. ACEITADO.

El objetivo del aceitado es hacer más suave, flexible, fuerte y resistente a la piel, mediante la adición de aceites animales, algunos aceites minerales y vegetales, en una emulsión formada por una mezcla del aceite bruto y el jabón o aceite sulfatado. Regularmente se realiza en conjunto con la operación anterior, porque en la experiencia de los técnicos curtidores ha dado mejores resultados.

20. SECADO.

Hasta hace algún tiempo, la operación del secado del cuero se consideraba como una operación sin importancia durante la manufactura de él. El cuero, que ha sido curtido, teñido y engrasado, está listo para el secado en él, los materiales cur-

tientes, colorantes y lubricantes están colocados en íntimo contacto con las fibras y la reacción de esos materiales con las fibras en la mayoría de los casos están incompletas. Por lo tanto, el secado no solamente es la eliminación de la humedad del cuero para transformarlo en alguna forma de cuero más útil, sino que también contribuye a la realización completa de las reacciones químicas que hacen al cuero.

Existen diversos métodos para el secado de los cueros :

SECADO	{	Colgado
		Clavado
		"Togging"
		Pegado (pasting)
		Secado al vacío

20.1 COLGADO.

El método más sencillo de secado del cuero, es el secado al aire ambiente. Las pieles son colgadas en ganchos o varas o colocadas en bastidores horizontales. El cuero se seca por el paso natural del aire alrededor de él. Si las condiciones de temperatura y humedad son tales que el cuero se seca lentamente, se evita el endurecimiento superficial y se obtiene una buena uniformidad. Algunas veces se colocan ventiladores o extractores de aire en la parte superior de las paredes en los lugares de secado, con el fin de hacerlo circular alrededor de los cueros colgados.

El secado al aire tiene las siguientes ventajas :

- a) Baja inversión de capital.
- b) No requiere gasto de energía para generar calor.
- c) Poca oportunidad de endurecimiento superficial, cuero suave, flor menos pegada, etc.
- d) Sencillez de operación.

Las desventajas del sistema son :

- a) Baja productividad.
- b) Bajo rendimiento de área (pierde 5-10% área).

A condiciones climatológicas adecuadas el sistema de secado por aire es muy efectivo.

20.2 CLAVADO.

Una variante del secado al aire es el clavado, donde el cuero se estira y se clava.

Las fibras del cuero, al momento de secarse, tienden a permanecer juntas y resulta una reducción en el área, evitándose esto con el clavado. La operación de clavado conduce a disminuir la formación de pliegues permanentes. El clavado de los cueros tiene como ventajas :

- a) Baja inversión de capital (mayor que la anterior).
- b) No hay gasto por generación de calor.
- c) No existe endurecimiento superficial excesivo.

- d) Sencillez de operación.
- e) Buen rendimiento de area (10-14% más que colgado).

Las desventajas son :

- a) Baja productividad (mayor que el colgado).
- b) Alto costo de trabajo.

20.3 "TOGGLING."

Una unidad "toggling" consiste en un número determinado de pantallas colocadas dentro de un secador que tiene temperatura y humedad controlada. El cuero es estirado y colgado en la malla o pantalla de orificios por medio de varios ganchos que se atorán en esos orificios de las pantallas.

Ventajas :

- a) Se pueden secar una gran cantidad de cueros en un espacio relativamente pequeño.
- b) Proporciona un buen estiramiento del cuero durante el secado, produciendo un buen aumento de area del 3 - 4% más que en los otros sistemas.
- c) Muy buen aspecto del grano del cuero.

Desventajas :

- a) Alto costo de operación.
- b) Mantenimiento de control de temperatura y humedad.

- c) Adelgazamiento de los flancos del cuero debido a la tensión.

20.4 PEGADO (PASTING).

En una unidad pasting los cueros son pegados sobre una hoja grande o planchas de vidrio, porcelana o metal con la superficie del grano hacia la hoja de la placa, de esta forma el cuero puede ser extendido completamente y la fibras del grano orientadas de tal forma que dan la máxima tersura y rendimiento de area, en este método, se cubre la piel húmeda con pasta de almidón por el lado del grano (poro); se extiende la piel y se alisa sobre placas de vidrio, con el lado del grano hacia abajo, haciéndola pasar por un secador donde circula aire regulado. En una variante de este método, se empasta la piel por el lado de la carne, extendiéndola por esta cara sobre la placa de vidrio.

Ventajas :

- a) Rendimiento de area 8 - 10%.
- b) Optimo para grano corregido.
- c) Evita formación de arrugas u olanes en las orillas.

Desventajas :

- a) Costo muy elevado de inversión.
- b) Requiere mayor cantidad de grasa en el cuero (2 - 4% más).
- c) Debe recurrirse con vegetal, en cueros de flor corregida

para dar resistencia al pulido.

20.5 SECADO AL VACIO.

En el secado al vacío el cuero es extendido con el lado de la flor sobre una plancha metálica de acero pulido en cuyo interior existe un intercambiador de calor interconstruido, la temperatura en su interior se mantiene automáticamente por medio de un control termostático con circulación de agua caliente.

Las técnicas de secado al vacío, en general, dan ligeramente menor rendimiento de área que el pasting (pegado).

El grado de secado dependerá del grosor del cuero y la temperatura en la plancha. Los cueros curtidos al cromo soportarán mayores temperaturas que los curtidos al vegetal.

Ventajas :

- a) Secado rápido.
- b) Poco espacio para secar.
- c) Rendimiento de área hasta un 8%
- d) Buen uso para grano lleno.

Desventajas :

- a) Alto costo de operación y mantenimiento.
- b) Excesivo control de temperatura, humedad y tiempo.

21. ALMACENADO.

Una vez curtidas las pieles, se clasifican según su calidad y uso a que van a estar destinadas. Las pieles ligeras que se venden por decímetros cuadrados, se hacen pasar por unas máquinas que miden el área y la registra en un cuadrante. Cuando la piel se destina para la manufactura de suelas, o uso pesado, regularmente se expende en base a su peso.

Posteriormente, ya clasificadas, se empacan en diversas formas de acuerdo al uso al que se vayan a destinar.

Este es un proceso que se puede considerar típico, sin embargo puede variar de una tenería a otra y de un determinado tipo de cuero o piel en bruto a otro.

Con el fin de tener una idea más amplia del proceso de curtido, he tratado de profundizar en los procesos parciales que se llevan a cabo en la industria de la curtiduría, para establecer las calidades típicas representativas de las aguas de desecho de esta industria.

Las aguas residuales de las tenerías tienen una composición muy compleja que varían según sea el programa de fabricación de cada tenería y la materia prima empleada. Es especialmente característico para el agua residual de las tenerías que comienzan con la piel en bruto el hecho de tener sulfuros (del pelambre),

alta alcalinidad, alto contenido en compuestos orgánicos en solución (fundamentalmente albúmina parcialmente degradada procedente del pelambre y del rendido junto con curtientes no fijados, colorantes, engrasantes, emulsionantes y otros auxiliares de cuero). Además contienen sales inorgánicas así como compuestos de cromo trivalente en tenerías que elaboran cuero al cromo, además el agua residual contiene cantidades más o menos grandes de materiales orgánicos e inorgánicos en suspensión que se producen al mezclar las aguas de los diferentes procesos parciales.

En el siguiente capítulo se señala la distribución de agua en cada uno de los procesos parciales que involucran el uso de la misma, haciendo referencia a los diferentes incisos que se describen durante este capítulo.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

4. DISTRIBUCION DE AGUA EN LOS PROCESOS.

Dentro del proceso del curtido de cueros y pieles, las operaciones principales que involucran el uso de agua fresca son :

1. REMOJO Y LAVADO
2. DEPILADO Y ENCALADO
3. DESENCALADO
4. RENDIDO
5. DESCARNADO
6. PIQUEL (LAVADO ACIDO)
7. CURTIDO
8. NEUTRALIZACION
9. RECURTIDO
10. DESMANCHADO
11. TERIDO

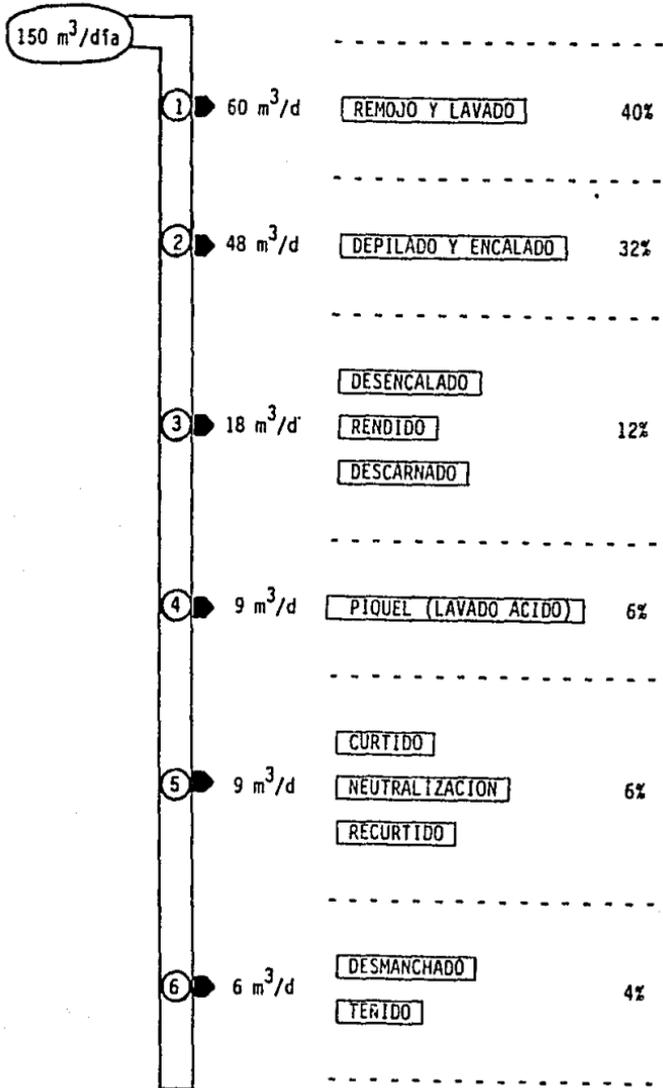
En la mayoría de los pasos que constituyen el proceso se utiliza agua, proporcionando por tanto cada uno de ellos, un cierto volumen de aguas de desecho, con características diversas dependiendo del proceso parcial u operación realizada, esto es, que el agua se utiliza a lo largo de todo el proceso, la sal (NaCl) se utiliza para la preservación de las pieles crudas, la calhidra y los sulfuros son elementos básicos para la operación de depilado, el ácido sulfúrico (H_2SO_4) se utiliza en la operación de lavado ácido, las sales de cromo, curtientes vegetales y sintéticos se utilizan en la operación de curtido según la técnica empleada y las grasas y las anilinas son ne-

cesarias en la operación del teñido, por esta razón las aguas residuales de las tenerías tienen una composición muy compleja que varía mucho de una tenería a otra.

Como podemos apreciar, el agua juega un papel muy importante en el proceso productivo, pero sus características físicas, químicas y bacteriológicas no son tan importantes como lo es su volumen, debido principalmente a que esta industria, por razones de calidad del producto terminado, se ve en la necesidad de utilizar dentro de sus operaciones del proceso, grandes volúmenes de agua de lavado.

El agua de proceso no es adaptada por el curtidor mexicano para la manufactura de las diferentes clases de pieles que son demandadas en el mercado. Las plantas la utilizan tal y como proviene de las diferentes fuentes de suministro, ya se trate de suministro municipal o a través de pozos de alimentación; de lo que se concluye que, el tipo de agua y su calidad no ha afectado hasta la fecha la calidad del producto terminado.

Considerando un gasto diario de 150 m^3 , que será el consumo aproximado de una curtiduría de mediano tamaño, obtendríamos los siguientes resultados :



De acuerdo con estos resultados, tenemos que las operaciones de remojo y lavado y de depilado y encalado son las que requieren una mayor cantidad de agua fresca (aproximadamente un 70% del consumo total de la curtiduría).

Sin embargo, en la mayoría de los pasos que constituyen el proceso se utiliza agua, proporcionando por tanto, cada uno de ellos, un cierto volumen de agua de desecho. Dichas operaciones incluyen :

- ① Lavado y remojo de pieles y cueros crudos, operación necesaria y muy importante debido a la gran cantidad de agua fresca que requiere así como la gran cantidad y diversidad de contaminantes que produce.

Es una operación indispensable, ya que remueve las impurezas y resblandece la piel para poder realizar correctamente las siguientes operaciones, como vimos en el capítulo anterior se puede llevar a cabo por diversos métodos, sin embargo, el agua residual que se origina en esta operación o proceso parcial varía considerablemente debido al método de conservación utilizado previamente. No obstante, estas pieles llevan adheridas una cierta cantidad de tierra y mugre, así como sangre y trozos de carne, que se desprenden cuando se lleva a cabo esta operación, lo que da origen a aguas residuales con características indeseables en cuanto a demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda

química de oxígeno (DQO), PH, nitrógeno total (NTK), sólidos sedimentables (ST), sal (NaCl), materia flotante, grasas y aceites, más adelante se analizan cada uno de estos parámetros.

- ② Como vimos en el capítulo anterior el tipo de pelambre más utilizado en la actualidad, es a base de cal y sulfuros y requiere un volumen considerable de agua, esta lleva como contaminantes : cal, sulfuros, sulfhidratos, grasas y aceites, así como algún residuo de mugre (carne, sangre, etc.) que hayan quedado de la operación anterior, y por lo tanto presenta características de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), PH, sólidos sedimentables, materia flotante y nitrógeno total (NTK). Los desechos del depilado son generalmente de alta alcalinidad, de color lechoso y con alguna concentración de sulfuros; representan de un 40 a un 70% de la demanda bioquímica de oxígeno total de la curtiduría y aproximadamente un 32% del volumen total del agua residual. La adición de sulfuro de sodio en la operación de depilado, es la causa de los olores producidos en la curtiduría e interfiere cuando se quiere llegar a un tratamiento secundario (tratamiento biológico de desechos), debido a que es tóxico para los micro-organismos que se desarrollan en este tratamiento.
- ③ Para las siguientes operaciones : Desencalado, Rendido y Descarnado se utiliza aproximadamente un 12% del consumo total de agua de la tenería. El desencalado tiene por objeto lavar la

piel para remover el exceso de cal y residuos de pelo y carne.

En el descarnado la corriente de agua se utiliza para seguir quitando las impurezas que aún hayan quedado y al mismo tiempo para arrastrar la materia sólida que se ha desprendido bajo los efectos del descarnado.

En la operación de rendido se utiliza un volumen considerable de agua, que tiene por objeto eliminar la cantidad excesiva de productos químicos utilizados para la operación del depilado.

En el desencalado y descarnado, se tienen las mismas características contaminantes que en el depilado, además en el descarnado se tienen como contaminantes los desechos de carne producidos por esta operación.

En el rendido donde se utilizan como reactivos químicos regularmente el sulfato de amonio $(NH_4)_2SO_4$ y, enzimas, además de suficiente agua de lavado, se tienen en el efluente características contaminantes como : demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno total Kjeldahl (NTK) y PH.

- ④ En el piqueo o lavado ácido, el agua se utiliza para la dilución del ácido empleado para la neutralización de la piel, la cual en algunas tenerías no se descarga, sino que una vez efec-

tuada la operación se procede a hacer el curtido en el mismo tambor, sin embargo, si consideramos esta operación individualmente tendremos que utiliza aproximadamente un 6% del volumen total demandado de agua fresca.

En este lavado se utiliza además del agua, ácido sulfúrico (H_2SO_4) o clorhídrico (HCl) tal como lo vimos en el capítulo anterior y tiene por objeto dejar convenientemente preparada la piel para el curtido e influye muchas veces en el acabado de las pieles y cueros. Como características contaminantes más comunes se tienen la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y el PH.

- ⑤ En las siguientes operaciones : Curtido, Neutralización y Recurtido, se emplean volúmenes variables de agua, según la cantidad de pieles procesadas. El agua sirve como vehículo de dilución de los materiales curtientes y para eliminar el ácido producido en el curtido con la adición de sales alcalinas en el agua, el recurtido es un segundo curtido para darle mayor calidad a la piel y el uso del agua tiene las mismas características que las del curtido, dependiendo del tipo de recurtido que se utilice.

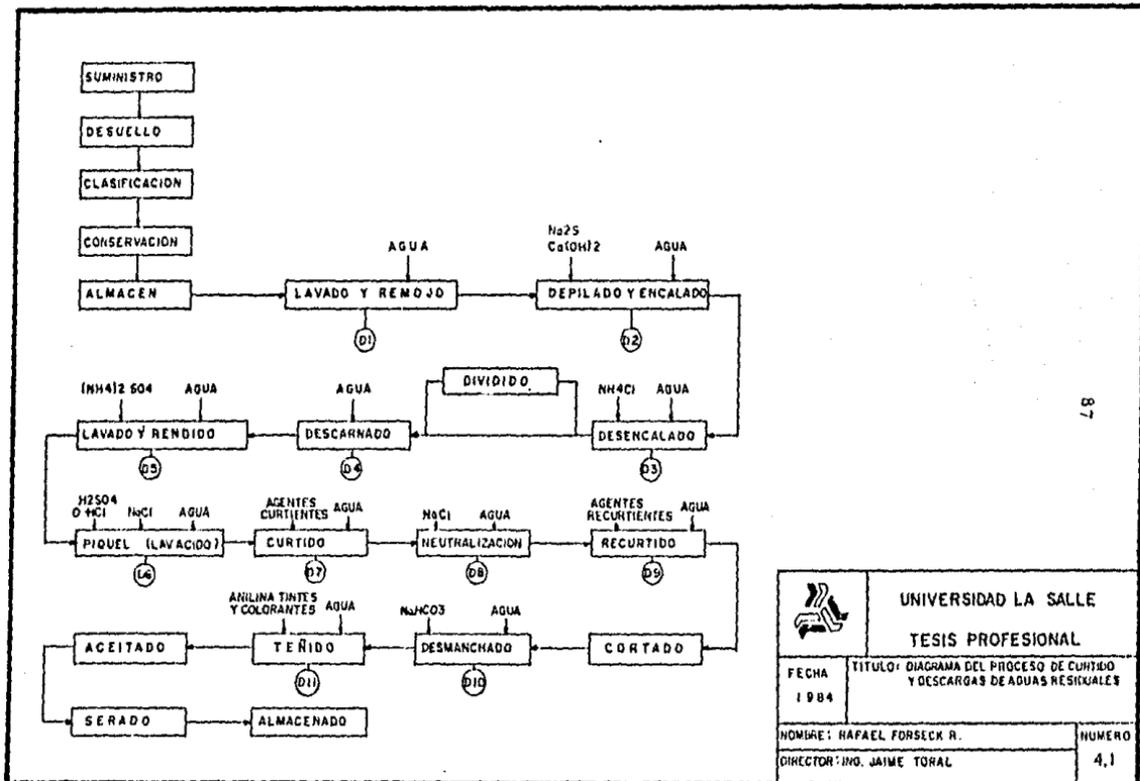
Los desechos del curtido representan cerca del 5% de la DBO y del volumen total de aguas residuales, produciendo un efluente de fuerte coloración, conteniendo concentraciones relativamente

altas de sólidos inorgánicos disueltos y cromo trivalente o curtientes vegetales (taninos) o sintéticos.

En estas operaciones las características contaminantes del agua son : demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), agentes curtientes (Cromo, taninos vegetales, sintéticos (sintanes), etc.) y el PH.

- ⑥ El desmanchado o emparejado de color es poco empleado en nuestro país, siendo la última operación donde aparece o es utilizada agua; es en el teñido, que como ya vimos en el capítulo anterior, normalmente se hace en un tambor, donde se utilizan además del agua, anilinas y otros colorantes que imparten al agua coloración y que originan problemas de : demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y el PH.

En el diagrama 4.1 se muestran los productos básicos y/o elementos químicos utilizados dentro del proceso y las descargas de aguas residuales. En la tabla 4.1 se muestra un resumen de las características que presenta cada una de las corrientes que involucran el uso de agua durante el proceso de la curtición.



87



UNIVERSIDAD LA SALLE
TESIS PROFESIONAL

FECHA: 1984
TITULO: DIAGRAMA DEL PROCESO DE CURTIDO Y CARGAS DE AGUAS RESIDUALES

NOMBRE: RAFAEL FORSECK R.
DIRECTOR: ING. JAIME TORAL
NUMERO: 4.1

TABLA 4.1

CARACTERISTICAS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES

DESCARGAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CARACTERISTICA											
DBO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DQO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SST	X	X	X	X							
G y A	X	X	X	X							
CROMO (Agentes Curtientes)							X	X	X		
NTK	X	X	X	X							
ST	X	X	X								
S ⁼		X									
PH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Color											X
Ca(OH) ₂		X	X								
NaCl	X	X	X			X		X			

La contaminación siempre ha existido, no solo en lo referente a la curtiduría, sino en cualquier industria química o industrias que en la operación normal tengan desechos químicos, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos. Ahora bien, esta contaminación se ha convertido en un problema de cuidado actualmente, debido a que se detectaron los daños causados por ella en determinadas zonas, y los gobiernos han empezado a tomar medidas para obligar a las industrias a no contaminar o restringirles el lanzar determinados productos al exterior de la industria. De acuerdo con los datos proporcionados por diversas curtidoras y los estudios que se han llevado a cabo en otros países, se observó que los contaminantes y/o parámetros más importantes, con que contribuyen las aguas residuales de la industria del curtido y acabado de pieles y cueros son :

1.- Demanda Bioquímica de Oxígeno	(DBO)
2.- Demanda Química de Oxígeno	(DQO)
3.- Sólidos Suspendidos Totales	(SST)
4.- Grasas y Aceites	(GyA)
5.- Cromo	(Cr ⁺³)
6.- Nitrógeno Total (Kjeldahl)	(NTK)
7.- Sólidos Totales	(ST)
8.- Sulfuros	(S ²⁻)
9.- Potencial Hidrógeno	(PH)
10.- Color	

He aquí una explicación breve de cada uno de ellos :

1.- Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁹⁰ (DBO₅);

Es la cantidad de oxígeno puro adecuada para una depuración admisible, y con este dato poder forzar el proceso artificialmente, suministrando en poco tiempo el oxígeno necesario para conseguir una síntesis acelerada; en otras palabras, este número indica el número de miligramos de oxígeno que son necesarios por 1 litro de agua residual, para biodegradarse mediante microorganismos.

Normalmente se valora el DBO₅, o sea, la demanda de oxígeno para ensayos de 5 días, o el DBO₂₀ (20 días de ensayos). En estos ensayos se toma un cierto volumen de agua residual (valor conocido), se mezclan microorganismos (biofangos de la depuradora o una muestra de agua residual) y se introduce en un recipiente cerrado con volumen de aire medido. Se mantiene 5 o 20 días respectivamente a 20°C y se determina el consumo de oxígeno por disminución de presión. Debido a que es un análisis muy complejo, solo puede hacerse en laboratorios especializados y con aparatos adecuados. Consiste en un análisis previo bacteriológico de la muestra, introduciendo esta en aparatos donde se suministra oxígeno, y en volver a analizar los restos para obtener las bacterias remanentes y la materia celular conseguida, lo que da la proporción de oxígeno que se precisa. El procedimiento es relativamente complicado. Existen muchos compuestos que no son biogradables (o lo son sólo parcialmente). Es un parámetro muy importante para el diseño de equipos de tratamiento de efluentes. Este valor se utiliza para :

- 1) Determinar la cantidad aproximada de oxígeno que será requerida para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.
- 2) Determinar el tamaño de las instalaciones necesarias para el tratamiento de los efluentes.
- 3) Medir la eficiencia de algunos métodos de tratamiento.

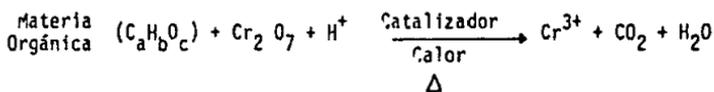
Estos factores determinados por el DBO influyen en el diseño de una planta de tratamiento de efluentes. La limitante más seria que representa este valor, radica en el equipo especializado necesario para llevar a cabo las muestras y los análisis, para la obtención de un valor confiable.

2.- Demanda Química de Oxígeno (DQO).

La demanda química de oxígeno es otra medida de la demanda de oxígeno y mide la cantidad de contaminantes orgánicos y algunos inorgánicos oxidables en el agua de desecho. Se determina oxidando la materia orgánica del agua residual con bicromato sódico. A partir del consumo de bicromato sódico se calcula la DQO y se indica en ppm (mg/l). La materia orgánica es degradable en esta prueba en casi su totalidad a agua y dióxido de carbono (CO_2). La prueba DQO (Demanda Química de Oxígeno) es usada para medir la cantidad de materia orgánica, tanto en aguas frescas como en aguas residuales. El oxígeno equivalente a la materia orgánica que puede ser oxidada, es medido usando un fuerte

agente químico oxidante en un medio ácido. Se ha encontrado, como ya lo dijimos, que el dicromato de potasio es excelente para este propósito. La prueba deberá realizarse a altas temperaturas. También es requerido un estabilizador (Sulfato de Plata, Ag_2SO_4) para auxiliar la oxidación de ciertas clases de compuestos orgánicos.

La reacción principal usando el dicromato como agente oxidante se puede representar de una manera general, con la siguiente ecuación no balanceada :



La prueba DQO es utilizada también para medir la materia orgánica en aguas residuales industriales y municipales que contienen compuestos que son tóxicos a la vida biológica. El DQO de los residuos es en general, mayor que DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), debido a que más compuestos pueden ser más fácilmente oxidados químicamente que biológicamente. Para algunos tipos de aguas de desecho se puede correlacionar DQO con DBO. Esto puede ser muy útil debido a que el DQO puede determinarse en 3 horas, comparados con los 5 días requeridos para el DBO, la cantidad de DQO puede representar una gran ventaja para la operación y el control de una planta de tratamiento de efluentes.

3.- Sólidos Suspendedos Totales (SST).

Los materiales encontrados en forma de sólidos suspendidos en las aguas

de desecho de la industria de la Curtiduría consisten principalmente en sustancias proteínicas (carne, cuero, pelo, etc.) y desechos químicos insolubles como la cal, que necesariamente debe de ser removida para que posteriormente se pueda realizar un adecuado tratamiento biológico de los desechos.

Los sólidos suspendidos son un importante parametro a considerar en la carga de contaminación producida por esta industria. Los sólidos suspendidos pueden separarse del agua residual ya sea por medios físicos o mecánicos; estos pueden ser disolución, suspensión, volatilización y filtración. Se considera que todos los sólidos suspendidos son susceptibles de ser sedimentados a través de una floculación biológica o química. Es importante efectuar una sedimentación ya que los sólidos suspendidos pueden ejercer efectos que van en perjuicio de la economía en un sistema de tratamiento, además de que también pueden causar efectos nocivos fisiológicos, osmóticos y laxantes; por otro lado imparte malos sabores y olores al agua.

4.- Grasas y Aceites (G y A).

Incluyen además otros materiales comunmente encontrados en las aguas residuales de esta industria que se originan de las grasas y aceites naturales de las pieles y de los que se añaden al proceso.

Grandes cantidades de grasas y aceites son perjudiciales a las corrientes de agua y por consiguiente, a la vida acuática, debido a que

retardan la aereación de la corriente, impidiendo la degradación biológica y originando problemas de olor.

5.- Cromo (Cr^{+3}).

Muchas de la pieles producidas en el país son curtidas con sales de cromo. El cromo hexavalente y trivalente es dañino por su alta toxicidad a la vida acuática por lo que es un importante parámetro a ser identificado. Por diversos estudios efectuados en el Japón y otros países, se ha comprobado que el cromo ingerido periódicamente en pequeñas cantidades es tóxico al hombre a través de su alimentación. El cromo es tóxico en valores de 500 mg/l. En el presente estudio, considerando un gasto de agua fresca de $150\text{ m}^3/\text{día}$ y una producción de 1550 Kg. de pieles curtidas por día, obtendremos 4 Kg./día de Cromo (Cr^{+3}), lo que representa 26 ppm. En el capítulo siguiente se proponen algunas alternativas para el tratamiento de estas aguas residuales y la eliminación del cromo de las mismas.

6.- Nitrógeno Total (KJELDAHL).

El nitrógeno Total (NTK) es el contenido de nitrógeno amoniacal y nitrógeno orgánico en las aguas de desecho provenientes del proceso de elaboración. Contribuye a la eutrificación, o sea, la proliferación de la flora acuática, cuando es amoniacal corroe los ductos de concreto. En algunos casos la insuficiencia de nitrógeno puede requerir la adición del mismo, para lograr el tratamiento de los residuales.

Cuando se requiera controlar el crecimiento de algas en el agua, es necesario remover o reducir la cantidad de nitrógeno en el agua residual.

El nitrógeno orgánico es determinado por el método Kjeldahl. La muestra de agua es hervida para liberar el amoníaco, el cual es recolectado. Durante esta recolección, el nitrógeno orgánico se convierte en amoníaco. El nitrógeno total Kjeldahl se determina de la misma manera que el nitrógeno orgánico, excepto que el amoníaco no es liberado antes de la recolección; por lo tanto, el nitrógeno Kjeldahl es la suma total del nitrógeno orgánico y amoniacal. La principal fuente de nitrógeno amoniacal en los desechos de la curtiduría son el sulfato de Amonio ($\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$), usado en el proceso de rendido y el que resulta de la descomposición del nitrógeno orgánico.

7.- Sólidos Totales (ST).

Los sólidos totales provenientes de esta industria incluyen los sólidos suspendidos y los sólidos disueltos, los cuales provienen de las operaciones efectuadas en el proceso y/o productos químicos utilizados dentro del mismo.

Análiticamente, los sólidos totales contenidos en las aguas de desecho, están definidos como aquellos que permanezcan como residuo cuando se evapora el agua a los 105°C. La materia que tiene una presión de vapor a esta temperatura se pierden durante la operación y no son

definidas como sólidos. Los sólidos totales o los residuos de la evaporación, pueden ser clasificados como sólidos suspendidos o sólidos filtrables, pasando un volumen conocido del líquido por el filtro. El filtro generalmente se selecciona para partículas con un diámetro mínimo de 1 micrometro (μ). La fracción de sólidos suspendidos incluye los sólidos sedimentables que permanecen en el fondo de un recipiente en forma de cono (llamado Imhoff cone) en un período de 60 minutos.

La cantidad de sólidos sedimentados es característica o representativa de la cantidad de lodos que serán removidos por sedimentación.

La fracción de sólidos filtrables, consiste en los sólidos coloides y disueltos. La fracción de sólidos coloidales consiste en partículas con diámetro aproximado en un rango de 1 milimicrometro ($m\mu$) a 1 micrometro (μ). Los sólidos disueltos consisten en moléculas orgánicas e inorgánicas que se hayan presentes en una solución acuosa. La fracción coloidal no puede ser removida por sedimentación. Generalmente, oxidación biológica o coagulación seguido de sedimentación es requerido para remover estas partículas en suspensión.

Cada una de estas categorías de sólidos pueden ser clasificadas en base a su volatilidad a 600°C ; este análisis es aplicado comunmente a lodos de aguas residuales para medir su estabilidad biológica.

El método de turbidez, una medida de la propiedad de transmisión de la luz en el agua, es otra prueba usada para indicar la calidad de las aguas de desecho o agua fresca con respecto a la materia coloidal; esta materia coloidal puede difundir o absorber la luz y por lo tanto prevenir su transmisión (de la luz).

8.- Sulfuros (S^{2-}).

Una fracción significativa de sulfuros alcalinos en las aguas de desecho provenientes del proceso de depilado pueden ser convertidas a ácido sulfhídrico (H_2S) a un PH entre 8.5 y 9 que causa olores desagradables y que en grandes cantidades puede ser nocivo a la salud y causar corrosión en los equipos de proceso.

Hoy en día, aún no es factible prescindir del empleo del sulfuro sódico o sulfhidrato sódico para apelarbrar (depilar), a pesar de que existen varias opciones para sustituirlas por otros productos químicos (por ejemplo, cloruro de sodio, peróxido sódico, peróxidos orgánicos). La necesidad de reducir los volúmenes de baño y los tiempos de rotación del mismo, así como el de los procesos de lavado, han ocasionado que llegue sulfuro de pelambre a las siguientes operaciones (desenclado, pique, etc.). Durante estos procesos, que tienen lugar a un PH neutro o ácido, puede liberarse el ácido sulfhídrico (H_2S) - tóxico - ya que el reducido volumen de los baños no alcanza a solubilizar el gas sulfhídrico producido. Con ello el H_2S llega a alcanzar concentraciones peligrosas en el aire del local de trabajo

(a una concentración de 700 ppm de H_2S en el aire, existe peligro de intoxicación y muerte, aunque actúe por poco tiempo). Sin embargo, en una curtiduría, no se llegan a estos valores extremos. En el capítulo siguiente se citan algunas alternativas para el tratamiento de sulfuros.

9.- Potencial Hidrógeno (PH).

El PH de los desechos depende sobre todo del tipo de proceso empleado en las tenerías, así como del consumo de productos químicos en el proceso de curtido de pieles y cueros. Regularmente una mezcla homogénea de desechos puede variar de un PH 5 a un PH 12. Para un tratamiento biológico adecuado es conveniente no tener muy alto el PH, ya que no habrá una reducción adecuada de la demanda bioquímica de oxígeno.

El PH es un parámetro muy importante para determinar la calidad de las aguas de desecho, y muy fácilmente medible con un medidor de PH (Phmetro). Algunas soluciones indicadoras cambian de color a valores de PH definidos y también son utilizadas.

El color de la solución es comparado con el color de muestra. Este método solo se puede usar con líquidos relativamente limpios.

10.- Color.

El color de las aguas de desecho en la Industria de la Curtiduría resulta principalmente del licor de curtido (cromo o vegetal) y de colorantes y tintes usados durante el teñido de las pieles y cueros.

RESUMEN:

Para el presente estudio se han considerado los siguientes parámetros representativos de una curtiduría de mediano tamaño en nuestro país.

CURTIDURIA CON CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 1500 KG DE PIELES CURTIDAS/DIA.

Indice de demanda de agua fresca :	100 lt/Kg piel curtida.
Gasto agua fresca	150 m ³ /día.
Demanda bioquímica de oxígeno	1450 ppm
Demanda química de oxígeno	1590 ppm
Sólidos suspendidos totales	1034 ppm
Grasas y aceites	39 ppm
Cromo (Cr ⁺³)	26 ppm
Nitrógeno total Kjeldahl	29 ppm
Sulfuros	65 ppm
Sólidos totales	3131 ppm
PH	5 - 8
Temperatura (°C)	20-25

Estos valores se han obtenido en diversos estudios realizados en nuestro país y son representativos de una curtiduría de mediano tamaño, con curtido al cromo, considerando como :

CURTIDURIAPRODUCCION DE PIELES

Planta pequeña	400 Kg pieles curtidas/día
Planta mediana	1,500 Kg pieles curtidas/día
Planta grande	25,000 Kg pieles curtidas/día

En el siguiente capítulo se presentan diversas alternativas para el tratamiento de las aguas de desecho de la industria de la curtiduría.

5. METODOS DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DE AGUA.

Como hemos observado a lo largo de este estudio, la demanda de agua en el proceso de curtido de pieles tiene una gran importancia, ocasionando un problema que se ha agudizado en algunas zonas, debido a su escasez o la contaminación de la misma, y siendo el agua un recurso natural limitado e indispensable para la vida humana, ya sea en la industria, la agricultura o para el hogar, debemos preocuparnos por eliminar las impurezas o contaminantes provocados por la industria y las ciudades o poblados. Asimismo hay que considerar el recurso agua como un auténtico recurso económico y muy importante para el desarrollo del país, debido a que no la tenemos en abundancia y en algunos casos debe ser transportada desde lugares distantes.

Por otra parte el aspecto social también influye en el desenvolvimiento de nuevos reglamentos o limitantes para las descargas de ciertos tipos de industrias (Vgr. en Lechería en el Edo. de Mexico, se clausuró la fábrica Cromatos De México, S.A. debido a que contaminaba en el medio ambiente), lo mismo puede suceder con otras empresas, fábricas o talleres.

En estos últimos años ha sido una preocupación de los diferentes gobiernos la contaminación ambiental, en cualquiera de sus aspectos, siendo uno de los más importantes la contaminación del agua, por lo que se han empezado a tomar medidas para que las industrias no contaminen o res-

tringirles el descargar determinados productos a la atmósfera, en el caso del agua : a los ríos, lagunas o mares.

En México, también ha sido una preocupación latente del gobierno fijar los parámetros para las descargas de aguas residuales. El 29 de Marzo de 1973 se publicó en el Diario Oficial el REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS y el 11 de Enero de 1982 se publicó también en el Diario Oficial la LEY FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE en la cual en el capítulo III trata de la Protección de las Aguas y establece, de una manera muy general, las condiciones en que pueden ser descargadas las aguas residuales. En el artículo transitorio número tres señala que :

"ARTICULO TERCERO (TRANSITORIO).- En tanto el Ejecutivo Federal expida los reglamentos de esta ley, seguirán aplicándose en lo que no la contravengan, el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica originada por la Emisión de Humos y Polvos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de Septiembre de 1971, el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de Marzo de 1973 y el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental originada por la Emisión de Ruidos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de Enero de 1976."

por lo que hasta esta fecha (finales de 1983), el Reglamento publicado en Marzo de 1973 es el vigente y nos señala los siguientes parámetros para las descargas de aguas residuales, en su artículo trece :

"ARTICULO 13.- Los responsables de las descargas de aguas residuales

que no sean arrojados en el alcantarillado de las poblaciones, deberán dentro de un plazo de tres años contados a partir de la fecha del registro de la descarga, ajustarla a la siguiente :

TABLA No. 1

DE MAXIMOS TOLERABLES

I.-	Sólidos Sedimentables	1.0 ml/l
II.-	Grasas y Aceites	70 mg/l
III.-	Materia Flotante	Ninguna que pueda ser retenida por malla de 3mm de claro libre cuadrado.
IV.-	Temperatura	35°C
V.-	Potencial Hidrógeno	4.5 - 10.0

Los métodos de muestreo y análisis de laboratorio para comprobar que los responsables de las descargas se ajustan a la tabla anterior serán fijados por la Secretaría de Industria y Comercio, mediante instructivo que se publicará en el Diario Oficial de la Federación."

Estos métodos de muestreo y análisis fueron publicados en diversas fechas en el Diario Oficial de la Federación como se muestra en la siguiente relación :

- NORMA Oficial Mexicana. "Determinación de grasas y aceites en aguas residuales".

DGN-AA-5-1973 publicada en el Diario Oficial el 25 de Septiembre de 1973.

- NORMA Oficial Mexicana. "Determinación del valor del PH en las aguas residuales".
DGN-AA-8-1973 publicada en el Diario Oficial el 25 de Septiembre de 1973.

- NORMA Oficial Mexicana. "Determinación de Sólidos Sedimentables en Aguas Residuales".
DGN-AA-4-1973 publicada en el Diario Oficial el 25 de Septiembre de 1973.

- NORMA Oficial Mexicana. "Método de Muestreo de Aguas Residuales".
DGN-AA-3-1973 publicada en el Diario Oficial el 27 de Noviembre de 1973.

- NORMA Oficial Mexicana. "Determinación de Materia Flotante en Aguas Residuales".
DGN-AA-6-1973 publicada en el Diario Oficial el 27 de Noviembre de 1973.

- NORMA Oficial Mexicana. "Determinación de Temperatura en Aguas Residuales".
DGN-AA-7-1973 publicada en el Diario Oficial el 27 de Noviembre de 1973.

De acuerdo con los máximos tolerables señalados en el capítulo 13 del

Reglamento citado y con los datos reportados en el Resumen del capítulo anterior tenemos que únicamente necesitaríamos implementar, para una curtiduría de mediano tamaño (1500 Kg. de pieles curtidas por día) de curtido al cromo : una malla de 3 mm de claro libre cuadrado y un tanque sedimentador, ya que solamente en dos de los parámetros señalados : sólidos sedimentables y materia flotante, no se cumple con el actual reglamento.

Sin embargo, por experiencias en otros países, y tomando en cuenta el análisis del capítulo anterior, respecto a las descargas de aguas residuales en cada operación, así como el aspecto social de una comunidad, que como se ha demostrado a lo largo de la historia, afectan en las decisiones políticas, esto es, si las descargas de aguas contaminadas afectan el desarrollo de una comunidad, ya sea provocando enfermedades o malestares en los habitantes de la misma, ocasionará problemas de índole social que provocará una mayor restricción a las descargas industriales, llegando inclusive a modificar los reglamentos actuales; debido a estos factores, he considerado importante señalar que deberán ser tomados en cuenta los siguientes parámetros :

- | | | |
|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1.- DBO ₅ | 5.- Cromo (⁺³) | 9.- PH (*) |
| 2.- DQO | 6.- NKT | 10.- Color |
| 3.- SST (*) | 7.- ST | 11.- Temperatura (*) |
| 4.- G y A (*) | 8.- Sulfuros (=) | |

(*) Considerados en el actual Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas.

CUADRO 5.1

REGLAMENTOS CONSIDERADOS EN OTROS PAISES EN COMPARACION CON MEXICO

	ESPAÑA 1	ESTADOS UNIDOS 2			MEXICO 6
		BPTCA 3	BATEA 4	NSSP 5	
DBO5	menos de 40 ppm	8 ppm	2.8 ppm	8 ppm	-
DQO	menos de 4 ppm	-	-	-	-
SST	menos de 60 ppm	10 ppm	3 ppm	10 ppm	1.0 ml/l
GyA	indicios	1.5 ppm	1.06 ppm	1.06 ppm	79 mg/l
Cr+3	menos de 0.2 ppm	0.2 ppm	0.1 ppm	0.1 ppm	-
HTK	menos de 200 ppm	-	0.54 ppm	-	-
ST	-	-	-	-	-
S-2	-	-	0.01 ppm	-	-
PH	entre 5.3 y 9.0	6-9	6-9	6-9	4.5-10
Color	menos de 30 ppm en PH	-	-	-	-
Temp.	menos de 25°C	15-25°C	15-25°C	15-25°C	35°C
Mat.Flot.	-	-	-	-	Ninguna ma yor de 3mm

1 Fuente : Art. 6° de OM del 4 de Septiembre de 1959 de la legislación española.

2 Fuente : Effluent Guidelines and Standars. (considera tres niveles)

3 Best Practicable Technology Currently Available.- Aplicación de la mejor tecnología actualmente disponible y definido como el equivalente a un tratamiento secundario practicado por cada industria particular, divididas en subcategorías (por rama industrial). Se fijó para Julio 1° de 1977.

4 Best Available Technology Economically Achievable.- Aplicación de la mejor tecnología disponible económicamente comprobada y definido como el tratamiento tecnológico demostrado y probado a nivel laboratorio o planta piloto que sea técnica y económicamente factible para una categoría industrial específica. Se fijó para Julio 1° de 1983.

5 New Sources Standars of Performance, Nuevas Fuentes Estadares de Cumplimiento.

6 Fuente : Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas del 29 de Marzo de 1973 y Ley Federal de Protección al Ambiente del 11 de Enero de 1982.

En base a la comparación anterior y tomando en cuenta que la contaminación en nuestros ríos, lagos y mares es perjudicial para todos nosotros, se requiere un tratamiento de los efluentes residuales de la industria curtidora.

Dadas las características de los desechos y de la situación que guarda esta industria en la República Mexicana tendremos que :

este tratamiento se dividiría en tres etapas :

- 1) Pretratamiento
- 2) Tratamiento Primario
- 3) Tratamiento Secundario

Considerándose como primera etapa el Pretratamiento y el Tratamiento Primario para el cumplimiento de lo que establece el Reglamento en la tabla No. 1 de máximos tolerables indicados en el artículo 13 del mismo y como segunda etapa, cuando los requerimientos de calidad de agua sean más estrictos o cuando se hayan fijado condiciones particulares de descarga a las industrias; un Tratamiento Secundario o biológico el cual se podrá efectuar después de haber tratado el agua residual en la primera etapa.

Generalmente la remoción de DBD se ha convertido en la meta más importante de las plantas de tratamiento de efluentes y es el parámetro más importante para el diseño de las mismas.

Mención aparte merecen los contaminantes inorgánicos que genericamente reciben el nombre de metales pesados (Hg, Cu, Zn, Pb, Cr, Ag, Cd). Los

efectos tóxicos de estos metales pueden interferir con los procesos de autodepuración, así como en los procesos de tratamiento biológico. En altas concentraciones provocan la muerte de los peces y en cantidades menores, pueden entrar en la cadena alimentaria, concentrándose en los niveles tróficos superiores. En la industria curtidora, como ya vimos, el cromo trivalente (⁺³) existe en las plantas con curtido al cromo, por lo que deberá eliminarse en el transcurso o tratamiento de efluentes.

De acuerdo a estos factores tendremos que, el tratamiento óptimo de las aguas residuales debería incluir los siguiente equipos de acuerdo con la clasificación anterior.

1.- Pretratamiento.

Consiste en separar todos aquellos constituyentes que pueden ocasionar problemas en el equipo de bombeo o interferir con los tratamientos subsecuentes. Los dispositivos empleados sirven a su vez para eliminar acidez o alcalinidad en el agua, sólidos mayores en suspensión orgánicos e inorgánicos, sólidos inorgánicos pesados, y en algunos casos, eliminación de grasas y olores. Los dispositivos que se emplean en esta industria son :

- 1.1.- Rejas y cribas de barras.
- 1.2.- Trampa de grasas.
- 1.3.- Tanques de homogeneización.

2.- Tratamiento Primario.

Consiste básicamente en la separación de los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables de las aguas de desecho, mediante la sedimentación (tanques). El equipo de tratamiento primario, es un sedimentador o un tanque de sedimentación en donde se permite reposar la corriente de agua residual, lográndose la separación líquido - sólido.

En el tratamiento primario se efectúa una reducción de los sólidos suspendidos de aproximadamente 65 a 70% sedimentándose como lodos y se logra una reducción de la DBO_5 de aproximadamente 30 a 45%.

Los tanques de sedimentación por su diseño y operación, pueden ser :

2.1.- Tanque de tolva.

2.2.- Tanques de sedimentación simple con eliminación mecánica de lodos.

2.3.- Tanques sedimentadores de flujo ascendente con eliminación mecánica de lodos.

En el tratamiento primario se pueden utilizar reactivos químicos para desechos industriales que no son atacables biológicamente. Los reactivos más empleados son el sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$).

el sulfato ferroso (FeSO_4) con cal; el sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), el cloruro férrico (FeCl_3) con o sin cal, el bisulfito de sodio (NaHSO_3), para esta industria lo recomendable por las características de las aguas residuales son el sulfato de aluminio, el bisulfito de sodio e hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) comúnmente conocido como cal.

Los dispositivos empleados en el tratamiento primario de las aguas de desecho, cuando se utilizan reactivos químicos llevan unidades auxiliares, tales como :

- a) Unidades alimentadoras de reactivos.
- b) Mezcladores. Facilitan el espesamiento de los fangos y eliminan restos de bacterias patógenas que pudieran contener los desechos.
- c) Fluoculadores. Los reactivos químicos hacen a los sólidos más decantables ; tanto la materia orgánica como algunas partículas coloidales constituyen los floculos.

3.- Tratamiento Secundario.

Se pretende con el eliminar la DBO ejercida por los compuestos solubles que permanecen en el agua residual, luego del tratamiento primario así como lograr una remoción de los sólidos sedimentables. Este tratamiento se basa en una oxidación biológica, para lo cual recurre normalmente a bacterias aerobias, las cuales para subsistir requieren

oxígeno. Estos objetivos se logran proporcionando las condiciones para que se produzcan los mismos procesos biológicos naturales de autopurificación de las aguas en períodos relativamente cortos en unidades de tratamiento especiales. Como ya lo comentamos esta labor de degradación se debe a una gran cantidad y variedad de microorganismos tales como bacterias, protozoarios, hongos, algas, etc. Por tal motivo los procesos deben poner en íntimo contacto a estos microorganismos con las impurezas del agua para que les sirvan de sustrato a su actividad metabólica, convirtiéndolos en CO_2 , H_2O y materia celular orgánica. Para esta labor estos microorganismos necesitan oxígeno, por lo que podemos deducir que son necesarias las siguientes condiciones básicas :

- Disponibilidad de gran cantidad de microorganismos.
- Buen contacto entre los microorganismos y la materia orgánica.
- Disponibilidad de oxígeno.
- Temperatura y tiempo requeridos.

Entre las alternativas que existen para el tratamiento secundario tendremos :

3.1) Tratamiento con Filtros y Rociadores.

Son dispositivos que ponen a las aguas residuales en contacto con cultivos biológicos. Consisten de un lecho de piedras, bloques de madera, material plástico, etc. sobre el que se aplican las aguas en gotas, películas o rocío, por medio de distribuidores móviles o boquillas fijas.

Para el presente estudio estos filtros no se consideran adecuados, dadas las características de los efluentes.

3.2) Tratamiento de Lodos Activados.

Consiste en una oxidación biológica que para su operación requiere de oxígeno. En este proceso es necesario que haya nutrientes como son el fósforo y el nitrógeno para la subsistencia de las bacterias. Los nutrientes se encuentran en las aguas residuales de las curtidurías y por lo tanto, no es necesario agregarlos a las corrientes.

El proceso de lodos activados requiere de una recirculación de lodos que puede llegar hasta el 100%. El proceso consta de varias etapas :

- a) Mezclado de los lodos activados con el efluente que se va a tratar.
- b) Aereación y agitación de este licor mezclado durante el tiempo que sea necesario.
- c) Separación de los lodos activados del licor mezclado.
- d) Recirculación de la cantidad adecuada de lodos activados para mezclarlos con las aguas residuales.
- e) Disposición del exceso de lodos activados.

El éxito de esta operación consiste en mantener las condiciones aeróbicas ambientales que son favorables para el ciclo vital de

Los organismos y en controlar la cantidad de materia orgánica que descompongan; la eficiencia de los microorganismos disminuye tanto por una sobrealimentación como por una alimentación deficiente.

El agua obtenida por el tratamiento de oxidación biológica es bastante aceptable para ser desalojada sin peligro de contaminación, efectuando una sedimentación secundaria adecuada y posterior desinfección de acuerdo a la calidad que se desee.

Es uno de los tratamientos que se consideran adecuado tomando en cuenta las características de los efluentes.

3.3) Laguna de Aereación, Anaerobias y Facultativas.

Las lagunas se pueden clasificar como aerobias y anaerobias o facultativas.

- Las lagunas de oxidación (aerobias) tienen la característica de que son poco profundas y cubren un área de terreno bastante grande. La carga de DBO debe ser ligera para evitar condiciones anaerobias y por consecuencia generaciones de malos olores; la principal limitante es el costo de terreno, ya que el costo del equipo de este tipo de lagunas es mínimo.

Otro tipo de laguna aerobia son los tanques de aereación que actúan o efectúan la aereación mecánicamente requiriendo uni-

camente un 3.5% de terreno comparando con las lagunas de oxidación. Tienen de 3 a 5 m. de profundidad y cuyo tiempo de retención puede ser de 1 a 10 días (usualmente lo más apropiado son 5 días). El oxígeno se puede suministrar mediante difusores de aire o aereadores mecánicos. Con estas lagunas no se pueden separar los sólidos debido a los requerimientos de mezclado, es necesario tener un sedimentador para tratar el efluente de la laguna. La remoción en el tanque de aereación es de 85 a 95% de DBO.

- Las lagunas anaerobias son más profundas que las de aereación y los desechos se estabilizan por una combinación de precipitación y conversión anaerobia de materia orgánica a bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), ácido sulfhídrico (H_2S), otros productos gaseosos, ácidos orgánicos y células bacteriales. El tiempo de retención es de 10 días normalmente.

- Las lagunas facultativas son cuerpos de agua poco profundos (de 1 a 2 m.) que ocupan un área relativamente grande y en la cual las aguas residuales permanecen por un período de varios días. La purificación se logra mediante la acción de algas bacterias, la luz y el viento. Se les llama lagunas facultativas, ya que en las vecindades de la superficie persisten condiciones aeróbicas debido a la actividad fotosintética de las algas que liberan oxígeno, mientras que cerca del fondo se mantiene un ambiente anaeróbico.

La laguna debe ser suficientemente grande para almacenar el caudal de aguas residuales de 15 a 60 días y debe ser de proceso continuo.

Por lo general una laguna facultativa bien diseñada y con un mantenimiento adecuado puede dar reducciones de DBO de 75 a 95% y una reducción de coliformas del 95 a 99.9%.

3.4) Lagunas de Sedimentación.

Las lagunas de sedimentación se utilizan para la remoción de sólidos, para la separación de aceites y estabilización mediante la oxidación biológica.

Para la remoción de sólidos, las lagunas deberán estar diseñadas con un tiempo de retención adecuado y tener suficiente capacidad para almacenar los sólidos depositados con objeto de limpiarlas una o dos veces por año.

Se acostumbra, cuando se diseñan las lagunas de sedimentación, tener dos secciones paralelas en prevención de que cuando se limpia una de las secciones, la otra este trabajando. Así mismo, las lagunas deberán estar equipadas con baffles para distribuir adecuadamente el flujo y utilizar el máximo volumen de sedimentación.

Específicamente para los efluentes de las curtidurías, se deberá

poner especial atención al tratamiento de los cromatos y sulfuros.

CROMATOS

Por los datos contenidos en el Resumen del capítulo anterior, se tienen parámetros como DBO, DQo, SST, grasas y aceites, etc. apareciendo también una cantidad de Cromo expresada por ppm de Cromo trivalente (Cr^{+3}).

La presencia de cromatos es inhibitoria del tratamiento biológico, por lo que deberán ser retirados por un tratamiento previo al tratamiento secundario o biológico, pero es recomendable que se lleve a cabo después de que el desecho ha pasado por la rejilla (pretratamiento) y el sedimentador (tratamiento primario). Esto se deberá hacer con el objeto de retirar pelo y sólidos sedimentables y disminuir el consumo de reactivos que se requieren para eliminar los cromatos.

Es necesario determinar si el cromo aparece en su forma hexavalente como : Dicromato de potasio, o Cromato de sodio, tal como vimos en el capítulo 3 sección 13-A Curtido al cromo, estos compuestos aparecen como reactivos en las reacciones de curtido; sin embargo se reducen a su forma trivalente como sulfato de cromo ($Cr_2(SO_4)_3$), los cromatos que no hubieran reaccionado, es necesario reducirlos a su forma trivalente, y posteriormente coagularlos y precipitarlos para su eliminación. Los reactivos requeridos para la reducción son el ácido sulfúrico (H_2SO_4) con

objeto de mantener un PH bajo (ácido) y el bisulfito de sodio para efectuar la reducción.

De acuerdo con el gasto o volumen de agua a tratar es necesario para la eliminación del cromo contar con el siguiente equipo :

- Tanque reactor de 625 litros de capacidad, fabricado en fibra de vidrio o material similar resistente a la corrosión.
- Agitador portátil con flecha y propela de acero inoxidable con motor de 1/3 H.P. a 1750 RPM.
- Sistema dosificado de ácido sulfúrico tipo paquete.
- Sistema dosificado de bisulfito de sodio tipo paquete.
(Consiste en un tanque de almacenamiento, agitador portátil, bomba dosificadora, conexiones y tubería).

Una vez efectuada la reducción los cromatos pueden ser retirados por un proceso de clarificación; en este caso se pueden tratar de precipitarlos por medio de cambio de PH, al añadir hidróxido de calcio (Ca(OH)_2), en otro tanque donde también se provea de agitación.

En el capítulo siguiente se presentan diferentes alternativas y su evaluación económica, considerando los diferentes parámetros especificados con anterioridad.

SULFUROS

La separación de sulfuro de los baños alcalinos de apelmbrado

antes de mezclarlos con el resto de las aguas residuales es un paso relativamente sencillo. El sistema técnicamente más sencillo y el más empleado es la oxidación catalítica con aire en presencia de sulfato de magnesio ($Mn_2(SO_4)_3$) como catalizador.

También se puede lograr la remoción de los sulfuros mediante la precipitación con sulfato de hierro ($Fe_2(SO_4)_3$), separándose el precipitado del efluente del pelambre.

En el proceso señalado en este estudio, los valores de sulfuros son muy pequeños, sin embargo, en plantas mayores deberá considerarse este parámetro con especial cuidado.

Como hemos visto, las aguas residuales de tenería tienen un composición que depende de la naturaleza y duración de las operaciones que se llevan a cabo en la misma.

En términos generales los vertidos de tenería contienen :

- Contaminantes de las pieles.
- Productos de descomposición.
- Residuos de licores que se usan en los procesos de preservación y durante el curtido de las pieles.

Los vertidos más contaminantes son los del proceso de pelambre y curtido.

La industria curtidora en nuestro país, y en general, en el mundo entero, no practica nuevos procesos en la manufactura de sus productos, los principios siguen siendo los mismos que se han empleado tradicionalmente desde principios de siglo (en los países más desarrollados, existen algunos avances tecnológicos que modifican parcialmente el proceso, sin embargo los principios siguen siendo los mismos).

Lo que ha acelerado la producción es la maquinaria moderna y los reactivos químicos que simplifican la operación. El agua es siempre necesaria para los procesos de manufactura y es indudable que el empleo adecuado de ella, le da una alta calidad al producto terminado. Es por esto que debe de existir un punto de equilibrio en el uso de agua, pues muchas veces no se tiene cuidado del uso y desperdicio que se le da a este elemento.

Sin cambiar los procesos se ha visto que una planta bien organizada, puede reducir su consumo de agua hasta en 50%. Esto aplicaría únicamente en plantas medianas o grandes en las que se puede implantar una organización adecuada y se pueden evitar las fugas y desperdicios, puesto que representan un volumen considerable de agua.

El agua que se emplea en las operaciones del proceso, queda prácticamente inutilizada para recircularla o para emplearla en otro paso productivo. Por ejemplo, el agua utilizada en el remojo y lavado se utiliza precisamente para eliminar impurezas de los cueros,

por lo que prácticamente sería inadecuado la recirculación de agua en dicha operación. En el depilado (pelambre); descarnado, dividido, desencalado, lavado y rendido, la concentración de contaminantes también es muy alta, imposibilitando su reutilización.

Existen, sin embargo, estudios realizados para valorar la conveniencia de estas recirculaciones, llegándose a la conclusión que la única posibilidad de recirculación de agua es la empleada en el lavado ácido y el curtido y en algunos casos en el pelambre. Algunas plantas emplean la misma solución de lavado ácido para curtir, agregando los materiales curtientes; sin embargo, esto no se practica en todas las plantas y los volúmenes que se desperdician son menores. Salvo que las aguas residuales se sujeten a un tratamiento, no se podrían emplear nuevamente en las primeras operaciones del proceso o para fines de irrigación.

Otro aspecto interesante, es el correspondiente a la recuperación de reactivos. Siendo fundamental el aspecto económico para evaluar si es costeable la recuperación de materias primas, pues cuando resultó conveniente lleva además el ahorro de un posible tratamiento de aguas residuales. A los fabricantes en pequeña escala no les resulta conveniente practicar la recuperación de reactivos. Las materias primas que básicamente se recuperan son las empleadas como agentes curtientes; en particular las sales de cromo y los agentes vegetales (taninos). Algunas tenerías recuperan los subproductos originados del proceso

para su utilización, como materia prima de otros productos. Como por ejemplo: los desechos del depilado se utilizan para la manufactura de bajo alfombras y tapicería; los desechos del descarnado se utilizan para la elaboración de productos alimenticios para animales, manufactura de gomas, lacas y aceites; los desechos del cortado para manufactura de cartón. Un uso realmente nuevo de las soluciones de curtido vegetal, ya evaporadas y secadas, es como combustible de calderas. Como ya mencionamos, el aspecto económico representa el factor primordial para la evaluación de estas recuperaciones, por lo que únicamente podrán llevarse a cabo cuando los volúmenes de producción de cueros y pieles sean considerables.

En nuestro país, tomando en cuenta la actual crisis económica, es imposible la creación de ciudades industriales para tenerías o la instalación de una planta de tratamiento de aguas colectiva, ya que no solo es costoso el equipo, sino también la operación, por lo que se daría el caso que sería más costoso tratar el agua que curtir la piel. La solución más factible es la instalación de plantas de tratamiento de acuerdo con la capacidad de cada curtidoría.

6. EVALUACION ECONOMICA DE EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUA.

Como hemos visto, el factor económico juega un papel muy importante para la adquisición de los equipos para el tratamiento de las aguas residuales en la industria curtidora, asimismo, tenemos que actualmente los únicos parámetros considerados en el reglamento vigente para la prevención y control de la contaminación de aguas son :

Sólidos sedimentables	1.0 ml/l
Grasas y Aceites	70 mg/l
Materia flotante	3 mm
Temperatura	35°C
PH	4.5 - 10.0

Tenemos por otro lado que los parámetros representativos de la contaminación de los efluentes para una planta de curtido al cromo con una producción de 1500 Kg. de pieles curtidas al día son :

<u>GASTO</u>	<u>CARGA (Kg/día)</u>	<u>150 m³/día</u>
DBO	218	150 ppm
DQO	239	190 ppm
SST	155	034 ppm
G y A	6	39 ppm
Cromo	4	26 ppm
NTK	5	29 ppm
Sulfuros	10	65 ppm
ST	470	3131 ppm
PH		5.8 - 8.0
T		20 - 25°C

En la Ley Federal de Protección al Ambiente publicada en el Diario Oficial de la Federación del 11 de Enero de 1982, en el Artículo 21 nos señala :

"Se prohíbe descargar, sin su previo tratamiento, en las redes colectoras, ríos, cuencas, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, o infiltrar en terrenos, aguas residuales que contengan contaminantes, desechos, materias radioactivas o cualquier otra sustancia dañina a la salud de las personas, a la flora, a la fauna o a los bienes. La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en coordinación con la Secretaría de Salubridad y Asistencia, dictarán las medidas para el uso o el aprovechamiento de las aguas residuales y fijarán las condiciones de vertimiento en las redes colectoras, cauces, vasos, y demás depósitos o corrientes de aguas, así como infiltrarlas en terrenos."

Y en el Artículo Tercero de los Transitorios nos señala :

"En tanto el Ejecutivo Federal expida los reglamentos de esta Ley, seguirán aplicándose en lo que no la contravengan, el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica originada por la Emisión de Humos y Polvos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de Septiembre de 1971, el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de Marzo de 1973 y el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental originada por la Emisión de Ruidos y publicada en el Diario Oficial de la Federación el

el 2 de Enero de 1976."

Como vemos, en el Artículo 21 nos señala únicamente que se prohíbe la descarga de aguas residuales que contengan contaminantes, pero no especifica los tipos de contaminantes a que se refiere y lo establece de una manera muy general y que la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y la Secretaría de Salubridad y Asistencia efectuarán en cada caso un estudio específico para autorizar las descargas de los efluentes de determinada industria, fijando los parámetros correspondientes en cada caso.

Asimismo, por otro lado, en el Artículo Tercero de los Transitorios establece que el Reglamento publicado en Marzo de 1973 sigue vigente y por lo tanto únicamente están especificados :

Sólidos Sedimentables

Grasas y Aceites

Materia Flotante

Temperatura

PH

De acuerdo con los valores establecidos en dicho Reglamento tenemos que sólidos suspendidos y materia flotante son los únicos que deberían ser considerados para las alternativas de tratamiento de efluentes, sin embargo, es lógico pensar en la aplicación futura de un nuevo reglamento que limite las descargas de : DBD, Sulfuros, Cromo, Sólidos Totales, etc.

y que se especifiquen claramente cuales son los máximos valores tolerables que apliquen para los mismos, todo esto debido a los problemas ocasionados por la contaminación sobre el medio ambiente, por lo tanto, he estudiado la posible aplicación de diversas alternativas para el tratamiento de los efluentes de la Industria de la Curtiduría, evaluando cada una de ellas, tanto en resultados obtenidos de remoción, como económicamente.

En el caso de considerar únicamente los parámetros de sólidos suspendidos y materia flotante, se requeriría solamente un pretratamiento y está considerado en la Alternativa número V.

Para la evaluación económica de los equipos se consideraron costos vigentes a Diciembre de 1984.

ALTERNATIVA I

TANQUE DE SEDIMENTACION DE TOLVA

Bases Generales de Diseño :

- A.- DBO 218 Kg/día (1450 ppm)
 B.- SST 155 Kg/día (1034 ppm)
 C.- Carga Superficial Tanque Sedimentación = $20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$

Equipo y Dimensionamiento :

	CANTIDAD
1.- Pejillas de 3 cm de claro libre y trampa para grasas y aceites	1 jgo.
2.- Tanque Homogeneizador 150 m ³ de capacidad 24 horas de tiempo de retención	1
3.- Agitadores de 10 HP Se requiere 0.05 HP/m ³ (150 m ³) (0.05 HP/m ³) = 7.5 HP	2
4.- Bombas de Alimentación de Influyente 110 litros/min. (27.5 GPM) Flujo Promedio = $\frac{(150 \text{ 000 l/día})}{(1440 \text{ min/día})} = 104.17 \text{ l/min}$	2 (1 operación) (1 repuesto)
5.- Tanque de Sedimentación de Tolva Carga Superficial $20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$ Flujo Residual = $150 \text{ m}^3/\text{día}$ Area Requerida = $\frac{150 \text{ m}^3/\text{día}}{20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ día}} = 7.5 \text{ m}^2$	1

Dimensiones del Tanque

Altura = 2 m

Longitud = 5 m Volumen = 15 m³

Ancho = 1.5 m

Inclinación de la Tolva 45°

Tiempo de Retención = $\frac{15 \text{ m}^3}{150 \text{ m}^3} (24 \text{ horas}) = 2.4 \text{ horas}$
 = 3 horas

Accesorios : Baffle, Desnatador y Vertedores

Construcción : Concreto

6.- Bombas para Lodos

2

Sólidos Sedimentables 108 Kg/día SST (1 operación)

Concentración Lodos 0.02 Kg/litro (1 repuesto)

Lodos Sedimentador 5400 l/día

Flujo Promedio = $\frac{(5400 \text{ l/día})}{(1440 \text{ min/día})} = 3.75 \text{ l/min}$

Capacidad de bomba = 4 l/min (1.06 GPM)

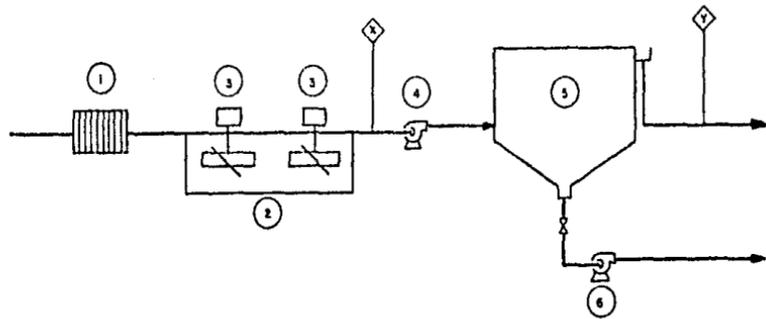
Tipo Centrífuga Inatascable

ALTERNATIVA I

	CORRIENTE X	CORRIENTE Y	% REMOCION
Flujo	150 m3/dfa	150 m3/dfa	
DBO	218 Kg (1450 ppm)	120 Kg (798 ppm)	45
DQO	239 Kg (1590 ppm)	132 Kg (875 ppm)	45
SST	155 Kg (1034 ppm)	47 Kg (310 ppm)	70
G y A	6 Kg (39 ppm)	0.6 Kg (4 ppm)	90
Cromo	4 Kg (26 ppm)	2 Kg (13 ppm)	50
NTK	5 Kg (29 ppm)	3.5 Kg (20 ppm)	30
Sulfuro	10 Kg (65 ppm)	9 Kg (58.5 ppm)	10
S. Sed.	100 ml/l	1 ml/l	
PH	5 - 8	7 - 9	
T	22°C	22°C	

COSTOS : ALTERNATIVA I

1.- Rejillas y Trampas de grasas	\$ 51,825.00
2.- Tanque Homogeneizador (Concreto) Vol = 150 m ³	\$ 984,675.00
3.- 2 Agitadores 10 HP	\$ 1'472,000.00
4.- 2 Bombas para Influyente 110 l/min (27.5 GPM)	\$ 595,918.00
5.- Sedimentador de Tolva (Concreto). Vol = 15 m ³	\$ 450,022.00
6.- 2 Bombas para Lodos 4 l/min (1.06 GPM)	\$ 169,295.00
	<hr/>
	\$ 3'723,735.00
Instalaciones Eléctricas (5%)	\$ 186,187.00
Instrumentación (4%)	\$ 148,950.00
Tuberfa (4%)	\$ 148,950.00
Acondicionamiento de Terreno (5%)	\$ 186,187.00
Varios (Imprevistos) (10%)	\$ 372,373.00
	<hr/>
T O T A L	\$ 4'766,382.00



130

- 1.- REJILLAS Y TRAMPA DE GRASAS
- 2.- TANQUE HOMOGENEIZADOR
- 3.- AGITADORES (2)
- 4.- VÁLVULAS PARA INFLUENTE (2)
- 5.- TANQUE DE SEDIMENTACION DE TOLVA
- 6.- BOMBAS PARA LODOS (2)



UNIVERSIDAD LA SALLE

TESIS PROFESIONAL

F E C H A
1984

TITULO: DIAGRAMA DEL SISTEMA DE TANQUE
DE SEDIMENTACION DE TOLVA.

NOMBRE: RAFAEL FORSECK R.

NUMERO

DIRECTOR: ING. JAIME YORAL.

6,1

ALTERNATIVA II

TANQUE DE SEDIMENTACION DE TOLVA PRIMARIO, TANQUE DE AERACION Y TANQUE DE SEDIMENTACION DE TOLVA SECUNDARIO

Bases Generales de Diseño :

- A.- DBO 218 Kg/día (1450 ppm)
- B.- SST 155 Kg/día (1034 ppm)
- C.- Oxfgeno requerido 13 Kg O₂/Kg DBO removido
- D.- Carga de DBO 0.4 Kg de DBO/día.Kg SSLM
- E.- Carga Superficial Tanque de Sedimentación 20 m³/m².día
- F.- Carga de Sólidos Suspendidos del Licor Mezclado = 0.0025 Kg SSLM/l

Equipo y Dimensionamiento :

	CANTIDAD
1.- Rejillas de 3 cm de claro libre y trampa para grasas y aceites	1 Jgo.
2.- Tanque Homogeneizador 150 m ³ de capacidad 24 horas de tiempo de retención	1
3.- Agitadores de 10 HP Igual que la alternativa I	2 (1 operación) (1 repuesto)
4.- Bombas de Alimentación del Influyente de 110 l/min (27.5 GPM)	2 (1 operación) (1 repuesto)

CANTIDAD

- 5.- Tanque de Sedimentación de Tolva Primaria 1
Igual que la alternativa I
- 6.- Bombas para Lodos (Primarias)
Igual que la alternativa I
- 7.- Tanque de Aereación 1
Capacidad 120 Kg DBO/0.4 Kg DBO/Kg SSLM = 300 Kg SSLM
 $\frac{300 \text{ Kg SSLM}}{0.0025 \text{ Kg SSLM/l}} = 120,000 \text{ l} = 120 \text{ m}^3$
Dimensiones
Altura = 3 m
Longitud = 10 m
Ancho = 4 m
Area = $\frac{120 \text{ m}^3}{3 \text{ m}} = 40 \text{ m}^2$
Flujo en el Tanque = 225 m³/día (fuljo + recirculación)
Tiempo de Retención = $\frac{120 \text{ m}^3}{225 \text{ m}^3} (24 \text{ horas}) = 12.8 \text{ horas}$
= 13 horas
- 8.- Equipo de Aereación
DBO removido = 105 Kg
Oxígeno requerido = 1.3 Kg O₂/Kg DBO rem.
necesario = 136.5 Kg O₂
Capacidad de oxigenación de los aereadores = 22 Kg O₂/HP.día
Número de HP requerido = 6.2 = 10 HP
Tipo Aereador Mecánico
- 9.- Tanque de Sedimentación de Tolva Secundario 1

Flujo de entrada = 225 m³/día

Carga superficial = 20 m³/m². día

Dimensiones

Altura = 2.1 m

Longitud = 5.5 m

Volumen = 23 m³

Ancho = 2 m

Area = 11 m²

Tiempo de Retención = $\frac{23 \text{ m}^3}{225 \text{ m}^3} (24 \text{ horas}) = 2.4 \text{ horas}$
 = 2.5 horas

Construcción : Concreto

Accesorios : Vertedores y Desnatador

10.- Bombas para Lodos (Secundarias)

2

Sólidos del Sedimentador Secundario = 105 Kg. SST

(1 operación)

Concentración de Lodos = 0.02 Kg/l

(1 repuesto)

Lodos del Sedimentador = 5.3 m³/día

Flujo Promedio = 3.6 l/m = 5 l/m

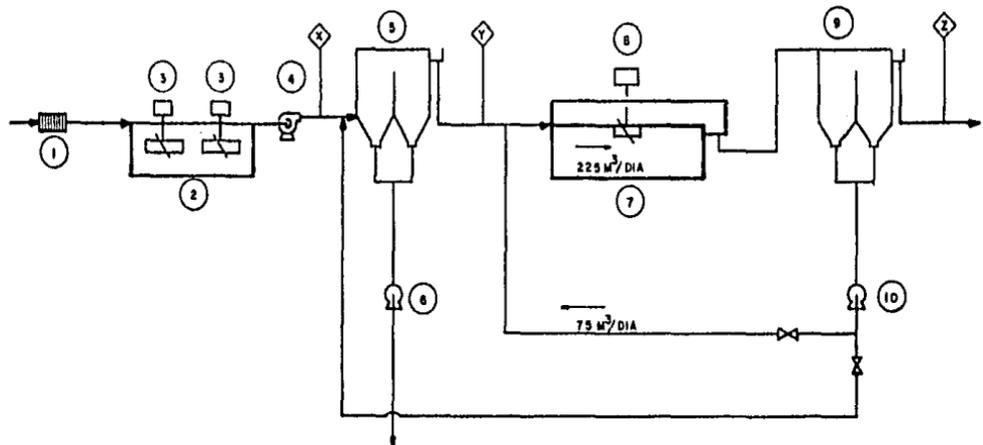
Tipo Centrífuga Inatascable

ALTERNATIVA II

	CORRIENTE X	CORRIENTE Y	%REMOCION	CORRIENTE Z	%REMOCION
Flujo	150 m3/dfa	150 m3/dfa		150 m3/dfa	
DBO	218 Kg (1450 ppm)	120 Kg (798 ppm)	45	12 Kg (87 ppm)	94
DQO	239 Kg (1590 ppm)	132 Kg (875 ppm)	45	27 Kg (175 ppm)	89
SST	155 Kg (1034 ppm)	47 Kg (310 ppm)	70	15 Kg (103 ppm)	90
G y A	6 Kg (39 ppm)	0.6 Kg (4 ppm)	90	0.1 Kg (1 ppm)	98
Cromo	4 Kg (26 ppm)	2 Kg (13 ppm)	50	1 Kg (6 ppm)	75
NTK	5 Kg (29 ppm)	3.5 Kg (20 ppm)	30	1 Kg (6 ppm)	80
Sulfuro	10 Kg ('65 ppm)	9 Kg (58.5 ppm)	10	0 Kg (0 ppm)	100
S. Sed.	100 ml/l	1 ml/l		1 ml/l	
PH	5 - 8	7 - 9		7 - 9	
T	22°C	22°C		22°C	

COSTOS : ALTERNATIVA II

1.-	Rejillas y Trampas de grasas	\$	51,825.00
2.-	Tanque Homogeneizador (Concreto) Vol = 150m ³	\$	984,675.00
3.-	2 Agidadores 10 HP	\$	1'472,000.00
4.-	2 Bombas (Influente) 110 l/min (27.5 GPM)	\$	595,918.00
5.-	Sedimentador de Tolva (Concreto) Vol = 15 m ³	\$	450,022.00
6.-	2 Bombas para Lodos (primarias) 4 l/min (1.06 GPM)	\$	169,295.00
7.-	Tanque de Aereación (Concreto) Vol. = 120 m ³	\$	975,000.00
8.-	Aereador 10 HP	\$	1'750,000.00
9.-	Sedimentador de Tolva Secundario (Concreto) Vol = 33 m ³	\$	531,725.00
10.-	2 Bombas para Lodos (Secundario) 4 l/min (1.06 GPM)	\$	172,750.00
			<hr/>
		\$	7'153,210.00
	Instalaciones Eléctricas (5%)	\$	357,660.00
	Instrumentación (4%)	\$	286,128.00
	Tuberfa (4%)	\$	286,128.00
	Acondicionamiento de Terreno (5%)	\$	357,660.00
	Varios (Imprevistos) (10%)	\$	715,532.00
			<hr/>
	T O T A L	\$	9'156,318.00



136

- 1.- REJILLAS Y TRAMPAS DE GRASAS
- 2.- TANQUE HOMOGENEIZADOR
- 3.- AGITADORES (2)
- 4.- BOMBAS (2)
- 5.- TANQUE SEDIMENTADOR DE TOLVA PRIMARIO
- 6.- BOMBA PARA LODO
- 7.- TANQUE DE AIREACION
- 8.- ABHEADORES
- 9.- TANQUE SEDIMENTADOR DE TOLVA SECUNDARIO
- 10.- BOMBA PARA LODO

	UNIVERSIDAD LA SALLE	
	TESIS PROFESIONAL	
FECHA 1984	TITULO: DIAGRAMA DEL SISTEMA TOQUE DE SEDIMENTACION DE TOLVA, TOQUE DE AIREACION Y TANQUE DE SEDIMENTACION DE TOLVA SECUNDARIO.	
NOMBRE: RAFAEL FORSECK R.		NUMERO
DIRECTOR: ING. JAIME TONAL		6,2

ALTERNATIVA III

TANQUE DE SEDIMENTACION PRIMARIO, CON TANQUE DE AEREACION Y TANQUE DE SEDIMENTACION SECUNDARIO CON ADICION DE FLOCULANTE

Bases Generales de Diseño :

- A.- DBO 218 Kg/dfa (1450 ppm)
 B.- SST 155 Kg/dfa (1034 ppm)
 C.- Oxígeno req. 1.3 Kg O₂/Kg DBO removido
 D.- Carga de DBO 0.4 Kg de DBO/dfa Kg SSLM
 E.- Carga Superficial del Tanque de Sedimentación 20 m³/m² día
 F.- Carga SSLM 0.0025 Kg SSLM/l

Equipo y Dimensionamiento :

	CANTIDAD
1.- Rejillas de 3 cm de claro libre y trampa para grasas y aceites	1 Jgo.
2.- Tanque Homogeneizador 150 m ³ de capacidad 24 horas de tiempo de retención	1
3.- Agitadores de 10 HP Igual que la alternativa anterior	2 (1 operación) (1 repuesto)
4.- Bombas de Alimentación del Influyente de 110 litros/min. (27.5 GPM)	2 (1 operación) (1 repuesto)

5.- Tanque Sedimentador primario

1

Carga Superficial $20 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{día}$ Flujo $150 \text{ m}^3/\text{día}$ Área Requerida = $[150 \text{ m}^3/\text{día}]/[20 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}] = 7.5 = 8 \text{ m}^2$

Dimensiones : Altura = 2.1 m

Longitud = 4 m

Ancho = 2 m

Volumen = $16.8 \text{ m}^3 = 17 \text{ m}^3$ Tiempo de Retención = $17 \text{ m}^3/150 \text{ m}^3 \times 24 \text{ h} = 2.72 \text{ horas}$
= 3 horas

Altura para evitar derrames : 50 cm

Equipo Paquete Dosificador de Fluoculantes

(1)

(2)

$$\left(\begin{array}{l} \text{Al}(\text{SO}_4)_3 \\ \text{Ca O} \\ (3) \end{array} \right) \text{ o } \text{FeSO}_4$$

Incluye : tanques, bombas, accesorios normales.

Concentración de Fluoculantes :

 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ o FeSO_4 94 mg/l

CaO 188 mg/l

Construcción : Concreto

Accesorios : Desnatador, Rastras y Vertederos

6.- Bombas para Lodos

2

Sólidos del Sedimentador Primario 179 Kg/día SST (1 operación)

(SST removido más fluoculante) (1 repuesto)

(1) Sulfato de Aluminio

(2) Sulfato Férrico

(3) Óxido de Ca

Concentración de lodos 0.02 Kg/l

Lodos del Sedimentador $\left[\frac{179 \text{ Kg/dfa}}{0.02 \text{ Kg/l}} \right]$ 8950 l/dfa

Flujo Promedio $\frac{8950}{1440} = 6.22 = 7 \text{ l/m}$

Capacidad Bombas 7 l/min (1.85 GPM)

Tipo Centrífuga Inatascable

7.- Tanque de Aereación (tratamiento biológico)

Capacidad 55 Kg/DBO/0.4 Kg DBO/Kg SSLM = 137.5 Kg SSLM

$$\frac{137.5 \text{ Kg SSLM}}{0.0025 \text{ Kg SSLM/l}} = 55 \text{ m}^3$$

Dimensiones : Altura = 3 m

Longitud = 5 m

Ancho = 4 m

$$\text{Area} = \frac{55 \text{ m}^3}{3 \text{ m}} = 18.33 = 20 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 60 \text{ m}^3 (3 \times 5 \times 4)$$

Altura para evitar derrames : 50 cm

Flujo en el Tanque 225 m³/dfa (Flujo Agua Residual + Recirculación)

Tiempo de Retención $(60 \text{ m}^3 / 225 \text{ m}^3)$ 24 h = 6.4 horas

= 7 horas

8.- Equipo de Aereación

DBO removido 40 Kg

Oxígeno requerido 1.3 Kg O₂/Kg DBO removido

Oxígeno necesario 52 Kg de O₂

Capacidad de oxigenación 22 Kg O₂/HP/dfa

HP requeridos = $\frac{52}{22} = 2.4 = 5 \text{ HP}$

Tipo Mecánico

CANTIDAD

9.- Tanque Sedimentador Secundario

1

Flujo de entrada = $225 \text{ m}^3/\text{día}$ Carga Superficial = $20 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$

Dimensiones : Altura = 2.1 m

Longitud = 4 m

Ancho = 3 m

Area = $\frac{225 \text{ m}^3/\text{día}}{20 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}} = 11.25 \text{ m}^2 = 12 \text{ m}$ Volumen = $25.2 \text{ m}^3 (4 \times 3 \times 2.1)$

Altura recomendada para evitar derrames : 50 cm

Tiempo de Retención ($25 \text{ m}^3/225 \text{ m}^3$) 24 h = 2.7 horas

= 3 horas

Accesorios : Rastras, Vertederos y Desnatador

Construcción : Concreto

10.- Bombas para Lodos (Secundarias)

2

Sólidos del Sedimentador Secundario = 40 Kg SST

(1 operación)

Concentración de Lodos = 0.02 Kg/l

(1 repuesto)

Lodos del Sedimentador Secundario = 2000 l/d

Flujo Promedio = 1.39 l/min = 2 l/min

Capacidad de bombas incluyendo recirculación = 2 l/min

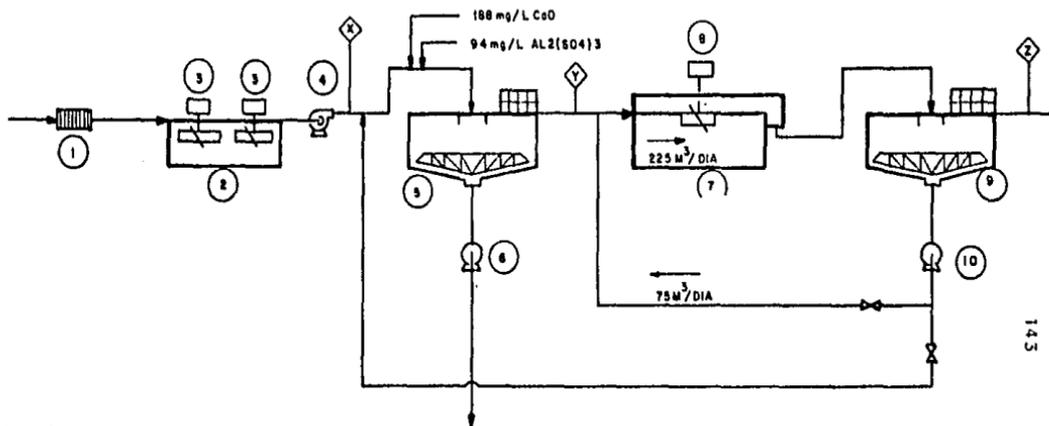
Tipo Centrífuga Inatascable

ALTERNATIVA III

	CORRIENTE X	CORRIENTE Y	% REMOCION	CORRIENTE Z	% REMOCION
Flujo	150 m ³ /dfa	150 m ³ /dfa		150 m ³ /dfa	
DBD	218 Kg (1450 ppm)	55 Kg (366 ppm)	75	15 Kg(99.8 ppm)	93
DQD	239 Kg (1590 ppm)	168 Kg (1118 ppm)	30	15 Kg(99.8 ppm)	94
SST	155 Kg (1034 ppm)	16 Kg (107 ppm)	90	15 Kg(100 ppm)	90
G y A	6 Kg (39 ppm)	0.3 Kg (2 ppm)	95	0.03 Kg(0.2 ppm)	99.5
Cromo	4 Kg (26 ppm)	0.4 Kg (2.6 ppm)	90	0.2 Kg (1.3 ppm)	99.5
NTK	5 Kg (29 ppm)	2.8 Kg (16 ppm)	45	4.5 Kg (8.6 ppm)	70
Sulfuro	10 Kg (65 ppm)	1.0 Kg (6.5 ppm)	90	0 Kg (0 ppm)	100
S. Sed.	100 ml/l	-		-	
PH	5 - 8	7 - 9		7 - 9	
T	22°C	22°C		22°C	

COSTOS : ALTERNATIVA III

1.-	Rejillas y Trampas de grasas	\$	51,825.00
2.-	Tanque Homogeneizador (Concreto) Vol = 150 m ³	\$	984,675.00
3.-	2 Agitadores 10 PH	\$	1'472,000.00
4.-	2 Bombas para Influyente 110 l/min. (27.5 GPM)	\$	595,918.00
5.-	Sedimentador Primario (Concreto) y Equipo Dosificador Vol = 17 m ³	\$	2'850,375.00
6.-	2 Bombas para Lodos (Primario) 7 l/min. (1.85 GPM)	\$	169,295.00
7.-	Tanque de Aereación (Concreto) Vol = 55 m ³	\$	451,500.00
8.-	Aereador 5 HP	\$	1'320,000.00
9.-	Sedimentador Secundario (Concreto) Vol = 25 m ³	\$	2'591,250.00
10.-	2 Bombas para Lodos (Secundario) 2 l/min (0.5 GPM)	\$	169,295.00
			<hr/>
			\$10'656,133.00
	Instalaciones Eléctricas (9%)	\$	959,052.00
	Instrumentación (8%)	\$	852,491.00
	Tubería (4%)	\$	426,245.00
	Acondicionamiento de Terreno (5%)	\$	532,807.00
	Varios (Imprevistos) (10%)	\$	1'065,613.00
			<hr/>
	T O T A L		\$14'492,341.00



143

- 1.- REJILLAS
- 2.- TANQUE HOMOGENEIZADOR
- 3.- AGITADORES (2)
- 4.- BOMBAS PARA INFLUENTE (2)
- 5.- TANQUE SEDIMENTADOR PRIMARIO
- 6.- BOMBAS PARA LODO (2)
- 7.- TANQUE DE AIREACION
- 8.- AERADORES
- 9.- TANQUE SEDIMENTADOR SECUNDARIO
- 10.- BOMBAS PARA LODO (2)

	UNIVERSIDAD LA SALLE TESIS PROFESIONAL	
	FECHA 1984	TITULO: DIAGRAMA DEL SISTEMA TOQUE DE SEDIMENTACION PRIMARIO, TOQUE DE AIREACION Y TOQUE DE SEDIMENTACION SECUNDARIO CON AGUICONGE FLOCULANTE
NOMBRE: RAFAEL FORSECK R.		NUMERO 6.3
DIRECTOR: ING. JAIME TORAL		

ALTERNATIVA IV

FILTRO PRECOLADOR, TANQUE REACTOR, CLARIFICADOR, CANAL DE ENTRADA, TANQUE SEPTICO, (CIRCULACION NATURAL)

Para el sistema "filtro percolador" la presencia de cromatos es inhibidora del tratamiento biológico, por lo que estos deberán ser retirados por un tratamiento previo al filtro percolador, pero es recomendable que se lleve a cabo después de que el desecho ha pasado por la rejilla y el sedimentador.

Bases Generales de Diseño :

- A.- DBO 218 Kg/día (1450 ppm)
- B.- SST 155 Kg/día (1034 ppm)
- C.- Cr^{+3} 4 Kg/día (26 ppm)
- D.- Flujo 150 m³/día

Equipo y Dimensionamiento :

	CANTIDAD
1.- Rejillas de 3 cm de claro libre y trampa para grasas y aceites	1 Jgo.
2.- Tanque Séptico (Concreto)	2
De acuerdo con el flujo = 150 m ³ /día	
Altura = de 1.21 m (4' - 0") a 3.03 m (10' - 0")	
Longitud = 3.81 m (12' - 6")	
Ancho = 1.295 m (4' - 3")	

SISTEMA REDUCTOR DE CROMATOS (3-6)

CANTIDAD

3A.- Tanque Reactor de 5000 l (5 m^3)

fabricado en resina poliéster, reforzado con fibra de vidrio, resistente a la corrosión, diseñado para una capacidad aproximada de 10 minutos de tiempo de retención.

Tanque Cilíndrico Vertical, Fondo Plano, Sin Tapa y Caja Perimetral (Volumen - 5000 lts.) .

Diámetro = 1.8 m

Altura Total = 1.975 m

Accesorios = 3 Boquillas bridadas de 2" ϕ

. 4 Silletas de anclaje

3B.- Tanque Neutralizador de 7000 l (7 m^3)

fabricado en resina poliéster, reforzado con fibra de vidrio, resistente a la corrosión, diseñado para una capacidad aproximada de 14 minutos de tiempo de retención.

Tanque Cilíndrico Vertical, Fondo Cónico, Sin Tapa y Caja Perimetral (Volumen - 7000 lts.)

Diámetro = 2.0 m

Altura Total = 2.9 m

Accesorios = 3 Boquillas bridadas de 2" ϕ

3 Patas de acero al carbón

- 4A.- Agitador tipo "pinza" con flecha y propela de acero inoxidable con motor TCCV de 1/3 HP a 1750 RPM.
- 4B.- Agitador tipo "pinza" con flecha y propela de acero inoxidable con motor TCCV de 1/3 HP a 1750 RPM.
- 5A.- Sistema Dosificador de Acido Sulfúrico (H_2SO_4) tipo paquete, incluyendo Tanque (200 lts.), Bomba Dosificadora, Tubería y Conexiones de entrega. La mitad está diseñada para entregar una solución al 0.5% de Acido Sulfurico al Tanque Reactor.
- 5B.- Sistema Dosificador de Bisulfito de Sodio (Na_2SO_3) tipo paquete, incluyendo Tanque (200 lts.), Bomba Dosificadora, Tubería y Conexiones de entrega. La mitad está diseñada para entregar una solución al 0.5% de Bisulfito de Sodio al Tanque Reactor.
- 6.- Sistema Dosificador de Hidróxido de Calcio $Ca(OH)_2$ tipo paquete, incluyendo Tanque (200 lts.), Bomba Dosificadora, Tubería y Conexiones de entrega. La mitad está diseñada para entregar una solución al 0.5% de Hidróxido de Calcio al Tanque Neutralizador.
- 7.- Tanque Percolador (Concreto)
- El filtro percolador es un lecho formado por material natural o sintético donde se provee el área suficiente para el crecimiento de microorganismos aeróbicos, los cuales degradan la materia orgánica contenida en el desecho. El medio filtrante esta constituido en este caso, por piedras de

"bola o de rfo" con un diámetro máximo de 10 a 15 cm y mínimo de 5 cm.

De acuerdo a la carga = $150 \text{ m}^3/\text{día}$

Altura = 1.066 m (3' - 6")

Diámetro del tanque = 6.096 m (20' - 0")

= 1.066 m (3' - 6")

Volumen = $\left(\frac{11r^2}{2}\right) h = 15.55 \text{ m}^3$

$\theta_r = 24$ horas

8.- Clarificador o Tanque de "Humus". (Concreto) 1

Finalmente se clarificó el agua que descarga el filtro percolador y es clorada en una proporción de 10 a 15 ppm.

9.- Sistemas de Cloración Manual 1

Capacidad 1 Kg/24 horas

Incluye : 1 Rotámetro

1 Inyector

1 Manómetro

Válvulas para cilindro

Conexiones, tuberfa, abrazaderas y accesorios

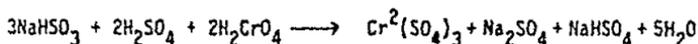
Este sistema de tratamiento esta considerado para que funcione por gravedad, sin embargo, en este caso se requerirán bombas.

10.- Bombas para alimentación del influente 2

110 l/min (27.5 GPM) (1 operación)

Flujo Promedio = $\frac{(150 \text{ l/día})}{1440 \text{ min/día}} = 104.17 \text{ l/min.}$ (1 repuesto)

El efluente pasa por una rejilla en la cual se detendrán los sólidos gruesos, posteriormente a una trampa de grasas, para de ahí pasar al tanque Séptico. Una vez realizados el cribado la separación de grasas y la sedimentación, se pasa el efluente al Sistema Reductor de Cromatos; en el tanque reactor se añade el Acido Sulfúrico para tener un PH ácido y se añade una solución reductora de Bisulfito de Sodio, mediante la cual los cromatos hexavalentes son pasados a trivalentes, mediante la siguiente reacción :



Una vez efectuada la reducción, los cromatos pueden ser retirados en un proceso de clarificación, o como, en este caso se precipitan por medio de un cambio de PH al añadir Hidróxido de Calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en otro tanque provisto de agitación.

Ya eliminados los cromatos, el efluente fluye por gravedad al filtro percolador, por medio de un distribuidor mecánico.

La unidad de tratamiento de agua es una instalación doble con un rociador giratorio el cual es activado por la cenda libre del agua que golpea una paleta giratoria tipo jaula de ardilla. Esta transmite el movimiento horizontal a un reductor de piñon y corona, el cual esta montado sobre un pasaje fijo de comunicación fluida, a través del cual se suministra el agua a un canal giratorio de distribución.

El reductor de piñon y corona transmite el movimiento a dicho canal giratorio por medio de una flecha impulsora montada sobre rodamientos de acero. El agua se distribuye uniformemente a través de una serie de ranuras en forma de "V" espaciadas a lo largo del canal de distribución.

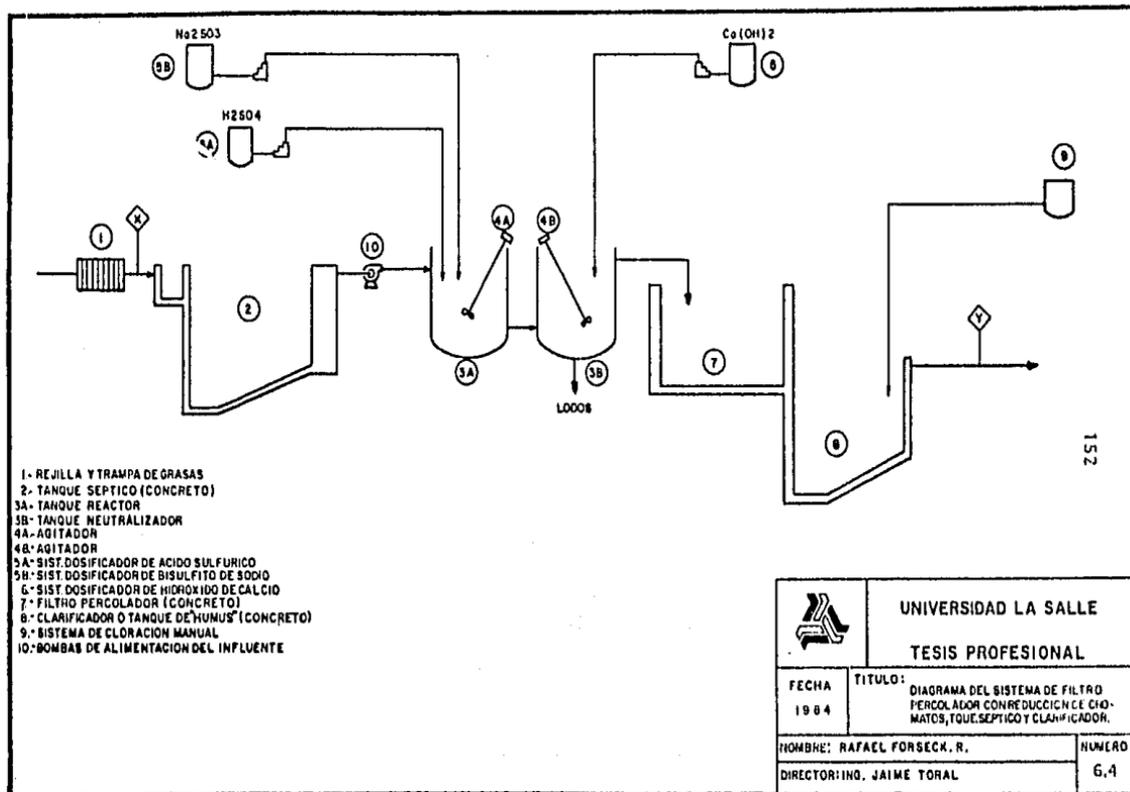
El filtro percolador es un lecho formado por material natural o sintético donde se provee el área suficiente para el crecimiento de microorganismos aeróbicos, los cuales degradan la materia orgánica contenida en el desecho. Posteriormente el agua tratada fluye por gravedad hacia el tanque de "humus" o clarificador final. A continuación el agua es clorada en una proporción de 10 a 15 ppm para su desalojo final.

ALTERNATIVA IV

	CORRIENTE X	CORRIENTE Y	% REMOCION
Flujo	150 m ³ /dfa	150 m ³ /dfa	
DBO	218 Kg (1450 ppm)	20 Kg (133 ppm)	90
DQO	239 Kg (1590 ppm)	28 Kg (186 ppm)	88
SST	155 Kg (1034 ppm)	15 Kg (100 ppm)	90
G y A	6 Kg (39 ppm)	0.3 Kg (2 ppm)	95
Cromo	4 Kg (26 ppm)	0.2 Kg (1.3 ppm)	99.5
NTK	5 Kg (29 ppm)	3 Kg (18 ppm)	40
Sulfuro	10 Kg (65 ppm)	1 Kg (6.5 ppm)	90
S. Sed.	100 ml/l	1 ml/l	
PH	5 - 8	7 - 9	
T	22°C	22°C	

COSTOS : ALTERNATIVA IV

1.- Rejillas y Trampas de grasas	\$ 51,825.00
2.- Tanque Séptico (Concreto) (2)	\$ 975,000.00
3A.- Tanque Reactor (Fibra de Vidrio)	\$ 35,000.00
3B.- Tanque Neutralizador (Fibra de Vidrio)	\$ 40,000.00
4A.- Agitador 1/3 HP	\$ 100,000.00
4B.- Agitador 1/3 HP	\$ 100,000.00
5A.- Sistema Dosificador Acido Sulfúrico	\$ 616,000.00
5B.- Sistema Dosificador Bisulfito de Sodio	\$ 380,000.00
6.- Sistema Dosificador Hidróxido de Calcio	\$ 380,000.00
7.- Filtro Percolador (Concreto) (2)	\$ 2'625,000.00
8.- Clarificador (Concreto)	\$ 825,000.00
9.- Sistema de Cloración Manual	\$ 500,000.00
10.- Bombas para Influyente 110 l/min (27.5 GPM)	\$ 595,918.00
	<hr/>
	\$ 7'223,743.00
Instalaciones Eléctricas (5%)	\$ 361,187.00
Instrumentación (4%)	\$ 288,950.00
Tubería (4%)	\$ 288,950.00
Acondicionamiento de Terreno (5%)	\$ 361,187.00
Varios (Imprevistos) (10%)	\$ 722,374.00
	<hr/>
T O T A L	\$ 9'246,391.00



	UNIVERSIDAD LA SALLE	
	TESIS PROFESIONAL	
FECHA 1984	TITULO: DIAGRAMA DEL SISTEMA DE FILTRO PERCOLADOR CON REDUCCION DE CHOMATOS, TQUE. SEPTICO Y CLARIFICADOR.	
NOMBRE: RAFAEL FORSECK, R.		NUMERO 6.4
DIRECTOR: ING. JAIME TORAL		

ALTERNATIVA V

PRETRATAMIENTO : REJILLAS, TRAMPA DE GRASAS Y TANQUE SEDIMENTADOR

Cuando solamente se requiera disminuir la carga del efluente, sin realizar un tratamiento completo, se utilizaría un pretratamiento consistente de una rejilla, una trampa de grasas y un pequeño tanque sedimentador.

Con este pretratamiento se retiene el pelo, sólidos gruesos y sedimentables y los aceites y grasas, pero no disminuye la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), ni alguna sustancia contenida en solución.

Bases Generales de Diseño :

- | | |
|-----------|-------------------------|
| 1.- Flujo | 150 m ³ /día |
| 2.- SST | 155 Kg/día (1034 ppm) |

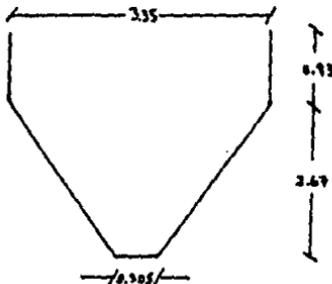
Equipo y Dimensionamiento :

	CANTIDAD
1.- Rejillas de 3 cm de claro libre y trampa para grasas y aceites	1 Jgo.
2.- Bombas de alimentación del influente de 110 l/min (27.5 GPM)	2 (1 operación) (1 repuesto)

3.- Tanque Sedimentador tipo : Dortmund (concreto)

Flujo = $150 \text{ m}^3/\text{día}$ (1 día = 14 horas trabajadas)

$$Q = \frac{150 \text{ m}^3/\text{día}}{14 \text{ horas}} = 10.7 \text{ m}^3/\text{hr.}$$



$$V' = 3.35 \times 3.35 \times 0.93$$

$$V' = 10.45 \text{ m}^3$$

$$V'' = \frac{(3.35 + 0.305) \times 2.67}{2} \times 3.35$$

$$V'' = 16.35 \text{ m}^3$$

$$V = V' + V'' = 26.80 \text{ m}^3$$

$$\emptyset \text{ ret} = \frac{26.800}{10.700/\text{h}} = 2.5 \text{ horas}$$

$\emptyset \text{ ret}$ 2.5 horas

Velocidad de Ascenso :

3.3 m de lado 11 ft

$$A = 121 \text{ ft}^2$$

menos m^2 de mampara, = 10.76 ft^2

$$\text{Diferencia} = 110 \text{ ft}^2$$

1 día = 14 horas trabajadas

$$\text{Flujo} = \frac{150,000 \text{ l}}{14 \text{ h}} = 10715 \text{ l/hr} \quad 300 \text{ ft}^3/\text{hr}$$

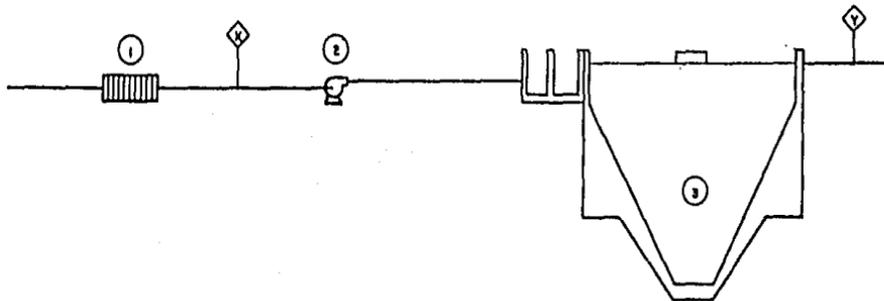
$$\text{Ascenso} = \frac{300 \text{ ft}^3/\text{hr}}{110 \text{ ft}^2} = 2.727 \text{ ft/hr} \quad 0.83 \text{ m/hr}$$

ALTERNATIVA V

	CORRIENTE X	CORRIENTE Y	% REMOCION
Flujo	150 m ³ /dfa	150 m ³ /dfa	
DBO	218 Kg (1450 ppm)	190 Kg (1264 ppm)	13
DQO	239 Kg (1590 ppm)	204 Kg (1357 ppm)	15
SST	155 Kg (1034 ppm)	35 Kg (233 ppm)	77
G y A	6 Kg (39 ppm)	0.6 Kg (4 ppm)	90
Cromo	4 Kg (26 ppm)	2 Kg (13 ppm)	50
NTK	5 Kg (29 ppm)	3.5 Kg (20 ppm)	30
Sulfuro	10 Kg (65 ppm)	9 Kg (58.5 ppm)	10
S. Sed.	100 ml/l	1 ml/l	
PH	5 - 8	7 - 9	
T	22°C	22°C	

COSTOS : ALTERNATIVA V

1.- Rejillas y Trampas de grasas	\$ 51,825.00
2.- 2 Bombas para el Influyente 110 l/min (27 GPM)	\$ 595,918.00
3.- Sedimentador tipo Dortmund (Concreto) y accesorios	\$ 962,500.00
	<u>\$ 1'610,243.00</u>
Instalaciones Eléctricas (4%)	\$ 64,410.00
Instrumentación (2%)	\$ 32,205.00
Tuberfa (4%)	\$ 64,410.00
Acondicionamiento de Terreno (5%)	\$ 80,512.00
Varios (Imprevistos) (10%)	\$ 161,024.00
	<u>\$ 2'012,804.00</u>
T O T A L	



157

- 1.- REJILLA Y TRAMPA DE GRASAS
- 2.- BOMBA DE ALIMENTACION DEL INFLUENTE
- 3.- TANQUE SEDIMENTADORA

	UNIVERSIDAD LA SALLE	
	TESIS PROFESIONAL	
FECHA 1984	TITULO: DIAGRAMA DEL SISTEMA DE SEDIMENTACION SENCILLO	
NOMBRE: RAFAEL FORSECK R.		NUMERO
DIRECTOR: ING. JAIME TORAL		6,5

RESUMEN DE LA EVALUACION ECONOMICA

Los costos reportados deben considerarse vigentes a Diciembre de 1984 y para su determinación en fechas futuras será necesario aplicar un factor de escalación de acuerdo con los incrementos en el costo de los materiales y mano de obra de los equipos utilizados.

En la Tabla Comparativa se muestran las diferentes alternativas, señalando los Costos de los Equipos y sus accesorios, así como los costos de : agua, reactivos, electricidad, operación y mantenimiento, considerados a 10 años, asimismo, se comparan las eficiencias de remoción (%) obtenidas en cada una de las alternativas. Esto con el propósito de tener una evaluación completa; analizando tanto los costos de inversión inicial, como la inversión total a 10 años y determinar cuales equipos son los más eficientes.

	ALTERNATIVA I TANQUE DE SEDIMENTACION DE TOLVA TANQUE DE HOMOGENIZACION	ALTERNATIVA II TANQUE DE SEDIMENTACION DE TOLVA PRIMARIO Y SECUNDARIO Y AERADOR MECANICO	ALTERNATIVA III TANQUE DE SEDIMENTACION DE TOLVA PRIMARIO Y SECUNDARIO CON ADICION DE FLUCCULANTES Y AERADOR MECANICO I	ALTERNATIVA IV FILTRO PERCOLADOR Y REACTOR CLARIFICADOR	ALTERNATIVA V PRETRATAMIENTO TANQUE SEDIMENTADOR DORTMUND
COSTO EQUIPO	3'723,735.00	7'153,210.00	10'656,133.00	7'223,743.00	1'610,243.00
COSTO ACCESORIOS	1'042,647.00	2'003,108.00	3'836,208.00	2'022,448.00	402,561.00
INVERSION TOTAL (INICIAL)	4'766,382.00	9'156,318.00	14'492,341.00	9'246,191.00	2'012,804.00
COSTO AGUA (10 AÑOS)	2'500,000.00	2'500,000.00	2'500,000.00	2'500,000.00	2'500,000.00
COSTO REACTIVOS (10 AÑOS)	- - -	- - -	2'000,000.00	3'000,000.00	- - -
COSTO ELECTRICIDAD (10 AÑOS)	1'500,000.00	2'000,000.00	2'000,000.00	1'500,000.00	1'500,000.00
COSTO OPERACION (10 AÑOS)	4'000,000.00	4'000,000.00	8'000,000.00	4'000,000.00	4'000,000.00
COSTO MAINTENIMIENTO (10 AÑOS)	750,000.00	1'000,000.00	1'000,000.00	1'500,000.00	750,000.00
INVERSION TOTAL (10 AÑOS)	13'516,382.00	18,656,318.00	30'992,311.00	21'746,191.00	10,762,804.00
EFICIENCIA DE REMOCION (%) APROXIMADO					
DBO	45	93	93	90	10
DQO	45	89	94	88	10
NITR	33	80	70	50	40
SST	70	90	90	90	75
CR+3	50	75	99.5	95	10
GyA	90	98	99.5	95	90
S-2	10	100	100	90	10

7. CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla comparativa, tanto en el aspecto económico como en las eficiencias de remoción de las diferentes alternativas, podemos concluir que la segunda alternativa es la más adecuada.

Esta consideración es tomando como base que el actual Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas se modifique y controle parámetros tan importantes y significativos como : DBO, DQO, S^{2-} , Cr^{+3} , etc.; lo cual podrá acontecer en el transcurso de los próximos tres años.

La actual situación en México, empezando por la falta de divisas para la importación de pieles y cueros crudos, así como la crisis que sufre en estos momentos la industria curtidora en nuestro país, impiden la inversión en estos momentos de fondos para evitar la contaminación ambiental, en el caso del agua, sin embargo, se tendrá que concientizar a los industriales del ramo de la necesidad de organizarse para evitar un consumo excesivo de agua y eliminar o controlar algunos de los parámetros contaminantes más perjudiciales para el medio ambiente.

A grandes rasgos, los efectos nocivos en los cuerpos receptores se podrán clasificar en dos grupos :

1.- Efectos Tóxicos

- a) Los desagües provenientes de las operaciones de ribera (lavado, remojo, depilado, encalado) por su alto contenido en sulfuros, al ser descargados a un curso receptor pueden liberar sulfuro de hidrógeno (H_2S - Acido Sulfhídrico), que es causa de mortandad de peces en concentraciones cercanas a los 10 mg/l.
- b) Los desagües de ribera como los de curtido llevan respectivamente en solución alcalis y ácidos fuertes, que al ser descargados a un curso de agua producen una disminución en la capacidad depuradora del mismo, al afectar el sistema carbonato, reduciendo la productividad biológica.

2.- Daños Físico-Químicos

- a) Las grasas que los residuales de los distintos procesos llevan en suspensión, al tener un peso específico menor que el agua, forman sobre el curso receptor una costra, impidiendo la reaeración superficial del mismo y la penetración de los rayos solares, dificultando esto último los procesos fotosintéticos. Asimismo la capa grasosa produce un desmejoramiento del aspecto natural del curso.
- b) La carga orgánica que llevan en suspensión y disuelta los residuales de las diversas operaciones es tan elevada (en algunos casos de DBO_5 hasta 10000 ppm), que determina que en una zona del curso receptor se anule prácticamente el oxígeno disuelto, dependiendo dicho fenómeno de la relación caudal efluente / caudal receptor. Es importante destacar que con concentraciones de oxígeno

disuelto inferiores a 4 mg/l la vida de la mayoría de los peces se anula.

- c) La alcalinidad de los líquidos de ribera y la acidez de los licores de curtido pueden provocar una variación tal en el PH del curso de agua receptor, que produciría efectos corrosivos en los equipos, construcciones y embarcaciones que estuvieran en el mismo.

Asimismo otro aspecto que trasciende al implemento de equipos anti-contaminantes es la presión que ejerce la sociedad: por ejemplo, si una comunidad ve afectado su medio ambiente provocado por alguna industria o tipo de industria, logrará como se ha visto en el caso de Cromatos de México, en el rumbo de Iztapalapa, que sean clausurados, debido a la gran descarga de contaminantes que produce; este aspecto provoca también el uso de equipo de tratamiento de aguas residuales.

Otra alternativa que se presenta, es el tratamiento por operación o por bloque de operaciones, tal como se esta investigando en otros países, en los cuales ya se han llevado ensayosa escala, laboratorio e investigación a escala piloto, y que consiste en diversificar el tratamiento por separado, ya sea por operación o bloque de operaciones cuyos efluentes tengan la misma naturaleza, analizando en cada caso la posibilidad de reutilizar los licores tratados que presenten características útiles en el proceso, tales como sustancias químicas no agotadas (por ejemplo, sulfuros en el depilado y cromo en el curtido) o que puedan utilizarse para lavados, con lo cual obtendríamos

las siguientes ventajas :

- a) La reutilización implica la disminución en el consumo de reactivos.
- b) Se economiza agua para la reutilización de licores.
- c) La reutilización parcial o total de las sustancias químicas disminuye su presencia en el efluente final.

Sintetizando lo expuesto, llegamos a la conclusión de que si fuera factible la reutilización de líquidos en la industria curtidora, lograríamos disminuir la contaminación y deterioro de los recursos, disminuir el consumo de agua con un tratamiento que si bien introduce modificaciones tecnológicas en el procesos (reutilización) significa ahorro de insumos, lo que permite que en términos globales el tratamiento de efluentes no sea tan oneroso como en los tratamientos convencionales.

Como ya mencioné anteriormente, esta alternativa se encuentra en etapa de investigación a nivel planta piloto, lográndose los siguientes resultados para la sección ribera, en los ensayos a nivel laboratorio:

- a) Ahorro del 36% de solución de sulfuros
- b) Ahorro del 50% de hidróxido de calcio sólido
- c) Ahorro del 70% de agua
- d) Disminución de 76% en el volumen de efluentes

SECCION
RIBERA

- e) Disminución de 77¹⁶⁴% en la concentración de sulfuros
- f) Disminución de 80% de la carga de DBO

Asimismo en estos ensayos de laboratorio obtuvieron los siguientes resultados para la sección curtido.

- a) Ahorro del 38% de solución de Cromo trivalente
- b) Prácticamente no habría cromo presente en el efluente, lo que implica una gran ventaja para poner en práctica un proceso biológico de tratamiento
- c) El PH de la solución deja de ser altamente ácido (en la sección de efluentes de curtido) para pasar a ligeramente alcalino.
- d) Se disminuirá en un 60% el volumen de efluentes

Todos estos ahorros de insumos, así como las disminuciones de la carga polucionante en ambas secciones se obtendrían mediante la modificación del proceso tecnológico actual, lo cual simplificaría el tratamiento final de los efluentes pudiéndose hacer el mismo a un bajo costo.

Sin embargo no se han obtenido los resultados a nivel planta piloto, sino únicamente se tienen programadas las modificaciones que sufriría el proceso tecnológico actual. Todos estos resultados se obtuvieron por ensayos a nivel laboratorio.:

La tecnología que presenta la industria de la curtiduría en la República Mexicana, ésta íntimamente ligada con la capacidad de producción. Cuando la capacidad de producción es grande los procesos pueden ser continuos, ya sea que el producto se venda inmediatamente o se almacene. En este caso, casi siempre la tecnología es avanzada. Sin embargo el pequeño industrial está sujeto a la demanda del producto y su tecnología es antigua.

El uso del agua también va en relación directa con la tecnología y la capacidad de producción. Mientras más moderna sea una planta y su capacidad de producción sea alta, más agua requerirá para su industria, los volúmenes de agua empleados por los pequeños fabricantes son menores, pero la concentración de los contaminantes de sus aguas residuales llegan a ser mayores que los provenientes de las plantas grandes.

Los tratamientos adecuados para las aguas residuales de las curtidurías se determinaron de acuerdo con los parámetros señalados en la tabla No. 1 de máximos tolerables que indica el artículo 13 del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas (RPCCA) y en seguida enfocarse al acondicionamiento del efluente para un nivel de tratamiento más amplio (biológico) que puede requerirse en el futuro, o para las industrias que se les haya fijado condiciones particulares en sus descargas.

Cuando una industria grande o mediana en el área de la curtiduría esta bien organizada, la demanda de agua puede reducirse hasta en un 50%. En las plantas chicas no se puede determinar el grado de ahorro en la demanda de agua, por las características propias de estas industrias.

8. BIBLIOGRAFIA.

167

- 1.- Ferrero, José M.
Depuración Biológica de las Aguas
Editorial Alhambra
- 2.- Grant, Iresen Leavenworth
Principles of Engineering Economy
John Wiley & Sons
- 3.- Gurnham, C.F.
Principles of Industrial Waste Treatment
John Wiley & Sons
- 4.- Kirk & Othmer
Enciclopedia Tecnológica Química
- 5.- Lund, Herbert F.
Industrial Pollution Control Handbook
Mc Graw-Hill
- 6.- Metcalf & Eddy
Waste Water Engineering
Treatment/Disposal/Reuse
Mc Graw-Hill
- 7.- Nemerow, Nelson L.
Liquid Waste of Industry
Theories, Practice and Treatment
Addison-Wesley Publishing Co.
- 8.- Perry & Chilton
Chemical Engineer's Handbook
Mc Graw-Hill

- 9.- Purschel Wolfgang
El Tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas
URHO, S.A.
- 10.- Schroeder, E.D.
Water and Wastewater Treatment
Mc Graw-Hill
- 11.- Shepard, Powell T.
Acondicionamiento de Aguas para la Industria
Límusa
- 12.- Singh, Azad H.
Industrial Wastewater Management Handbook
Mc Graw-Hill

OTRAS PUBLICACIONES :

- Asendorf, E.
"A New Method of Purification of Waste Water in the Tannery"
Chem. Abstr. 60
- Berchard, E.
"Depollution of Tannery Waste Water"
Chem. Abstr. 65
- Berchard, E.
"Treatment of Tannery Waste Water"
Chem. Abstr. 63
- Foster, W.
"Chrome Tannery Treatment Plant, Description"
Sewage Ind. Wastes

- Henry Lee
"Effluent Guidelines and Standards"
The Mogul Corporation

- Ley Federal de Protección al Ambiente Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de Enero de 1982.

- Navon, Lotito, Borsani
"Tratamiento de los Líquidos Residuales de Curtiembre. Reuso de los Líquidos de Ribera y Curtido"
Primer Premio - Medalla de Oro y Diploma - XV Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria.
Buenos Aires, Argentina 1976

- "Normas Oficiales de Muestreo y Análisis de Laboratorio para Aguas Residuales"
SARH Subsecretaría de Planeación

- "Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas"
SARH Subsecretaría de Planeación
SSA Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente

- Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos de Año de 1977.