

“MANEJO DE VERTIDOS DE LA EMPRESA CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A., DE LA CIUDAD DE AMBATO (ECUADOR), EN EL AÑO 2013 Y SU IMPACTO AMBIENTAL. DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES”

Autores: Naranjo Mantilla, O, M. (1) La Calle Domínguez, J, J. (2)

- 1 marisolnaranjo@uti.edu.ec Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI) (Ecuador)
- 2 Juan.lacalle@utc.edu.ec Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) (Ecuador)

RESUMEN

La industria del cuero ecuatoriana se concentra en un 90% en el centro del país, en la provincia de Tungurahua. Siendo la generación de vertidos el principal problema al que se enfrenta este sector productivo. Entre las principales causas para considerar a la industria del cuero como de alto impacto ambiental están; el manejo inapropiado de los vertidos de los procesos de producción, el consumo descontrolado del recurso agua y de químicos, y el tratamiento insuficiente de las aguas residuales. El interés del presente trabajo se circunscribió en analizar el manejo de los vertidos y evaluar el impacto ambiental ocasionado por las actividades de los procesos. Para el análisis del manejo de vertidos se elabora el diagrama de flujo del proceso de entradas/salidas y se sintetiza la descripción del proceso de curtido, a la vez se identifican los aspectos ambientales derivados de las actividades dadas en las etapas de proceso. Respecto a la calificación del impacto ambiental, inicialmente, se describe la línea base, considerando los parámetros ambientales que representen los impactos ambientales significativos derivados del manejo de vertidos, y seguidamente se emplea la matriz de valoración de impactos ambientales del Autor Vicente Conesa, en donde se determinan los impactos ambientales que las distintas acciones generadas por el funcionamiento de las instalaciones y procesos productivos de la empresa, producen sobre los factores del medio y el impacto total de la actividad en el momento estudiado. Se presenta finalmente la propuesta “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la empresa Curtiduría Tungurahua”, en donde se describe y se dimensiona el sistema propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales y se plantea la operación y control procedimental de las unidades de tratamiento.

Palabras claves: Vertidos, impacto ambiental, curtiduría, aguas residuales, aspecto ambiental, contaminación, planta de tratamiento.

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la curtiembre a nivel mundial es considerada de alto impacto ambiental, debido principalmente a los efluentes productos de los distintos procesos, los mismos que son eliminados al alcantarillado o hacia un cuerpo de agua, en ciertas ocasiones sin tratamiento previo, lo que ocasiona el deterioro de los recursos naturales.

El curtido de pieles consiste en transformar la piel de un animal en cuero. Para el efecto se realiza el proceso de curtido, el mismo que consiste en tres etapas principales denominadas; ribera, curtido y post curtido, en las cuales se utilizan como insumos; agua, energía y varios productos químicos.

En el proceso de curtido la dosificación de los insumos se realiza de acuerdo a fórmulas elaboradas por técnicos en curtiembres. A pesar de ello, la baja eficiencia de los procesos genera volúmenes considerables de descargas, las mismas que contienen excesos de contaminantes en especial de lodos de cromo. El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (2003, pág. 35), asevera que por cada tonelada de piel salada que entra al proceso de curtido se necesitan 450 kg de diferentes insumos químicos, obteniéndose 255 kg de cuero acabado, 40 kg de solventes emitidos a la atmósfera, 380 kg de residuos sólidos que contienen reactivos químicos y 138 kg de agua que pierde la piel.

Es por ello que la industria de curtiembre tiene varios problemas con los diferentes componentes del medio ambiente, principalmente por los vertidos que se realizan, sin subestimar los residuos sólidos de carácter peligroso que se generan. Ello determinó que, en los últimos años, se hicieran importantes esfuerzos para el desarrollo en el área de insumos químicos, para responder a la demanda creciente de productos menos agresivos y más compatibles con las pautas establecidas por la ecología.

En los últimos años la Autoridad Ambiental ecuatoriana ha comenzado a regular este tema con mayor énfasis. De acuerdo a lo estipulado en la legislación ambiental vigente, Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, que en el Anexo I del Libro VI de Calidad Ambiental, señala los parámetros de descarga de efluentes al alcantarillado y a cuerpos de agua dulce.

En el centro del país el sector del cuero es uno de los más importantes, específicamente en la provincia de Tungurahua se concentra el 90% de la producción de cuero del país, concretándose, según datos de la Cámara de Calzado de Tungurahua en la existencia de 50 empresas y 1500 locales artesanales dedicados a esta actividad.

La ciudad de Ambato está considerada como de gran desarrollo industrial y comercial, cuenta múltiples empresas, entre ellas del sector curtiembre, y una de las más importantes es Curtiduría Tungurahua. La producción de dicha empresa está asociada a un considerable número de impactos ambientales, entre los cuales se pueden mencionar: elevado consumo de agua, 30 a 35 litros por kg de cuero procesado y el uso de químicos como sulfuro y sales

de cromo trivalente, en los procesos de pelambre y curtido respectivamente, los cuales disminuyen considerablemente la calidad ambiental del vertido generado en el proceso.

2. METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se desarrolló en la empresa Curtiduría Tungurahua S.A., la cual se dedica al procesamiento de pieles para transformarlas en cueros, los productos que se obtienen son: wet blue, crust y cuero terminado.

En la investigación, en primer lugar, se estableció realizar el análisis del actual manejo de vertidos, empleando diagramas de flujo de proceso y descripción del proceso, para conocer las cantidades en kilogramos de químicos empleados como insumos y los volúmenes de agua en m³.

En segundo lugar, se decidió utilizar una metodología de valoración del impacto ambiental, del autor: Conesa, V (2009), en donde se lleva a cabo la identificación de factores ambientales susceptibles de ser impactados y su respectiva valoración cuantitativa.

En tercer lugar, se tomaron datos de los muestreos de los vertidos de la empresa Curtiduría Tungurahua, para posteriormente realizar el análisis de los datos obtenidos. Estos datos, se cotejaron con los parámetros de los límites permisibles de la norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, que constan en el anexo 1, del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente de Ecuador.

Finalmente se realizó el diseño de una planta de tratamiento para dar solución al problema.

3. RESULTADOS

3.1 Descripción de los Procesos Productivos

La empresa Curtiduría Tungurahua S.A., tiene establecidos los Procesos Productivos siguientes:

- Pelambre – Curtido
- Teñido
- Acabado

A continuación se presentan los diagramas de flujo de los procesos productivos que se realizan en la Empresa Curtiduría Tungurahua S.A.

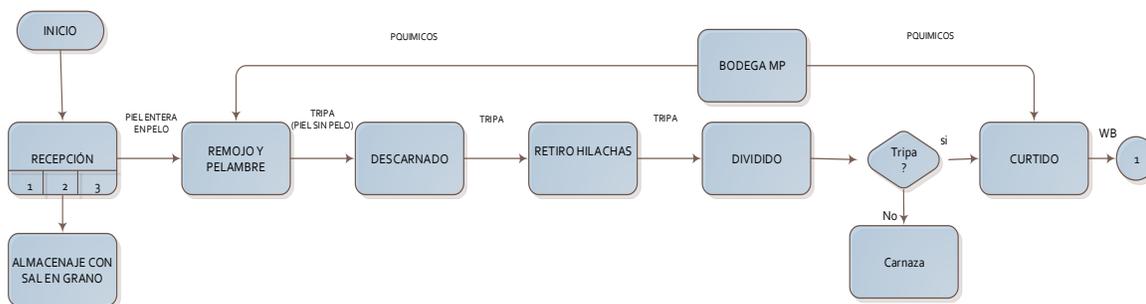


Figura 1. Diagrama de flujo de procesos de Pelambre y Curtido

Fuente: Empresa Curtiduría Tungurahua S.A.
Elaboración: Marisol Naranjo M.

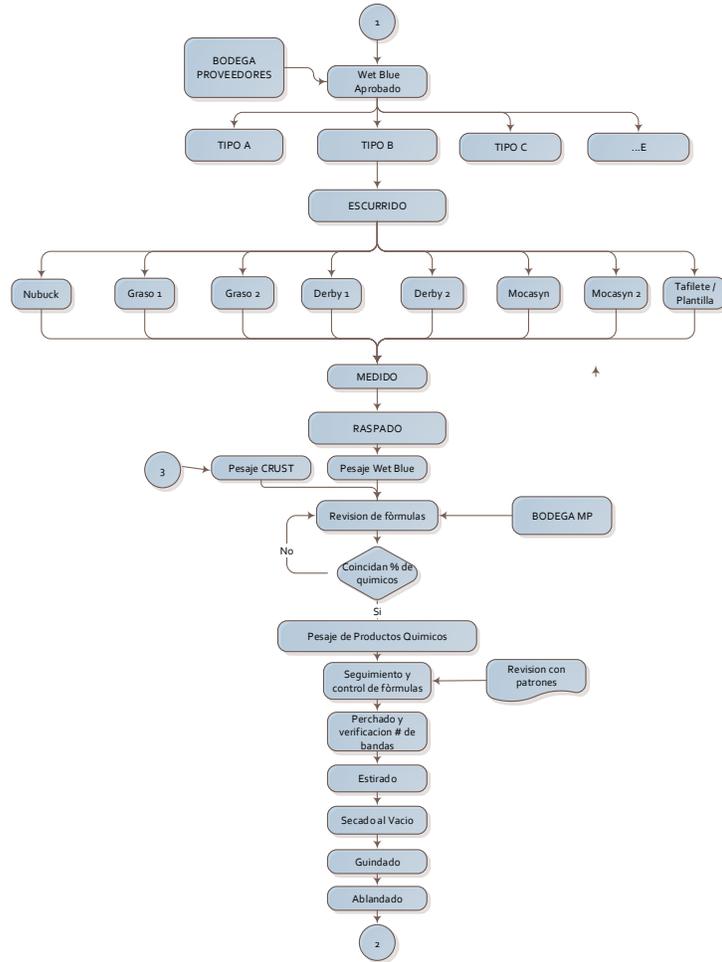


Figura 2. Diagrama de flujo de proceso de Teñido

Fuente: Empresa Curtiduría Tungurahua S.A.
Elaboración: Marisol Naranjo M.

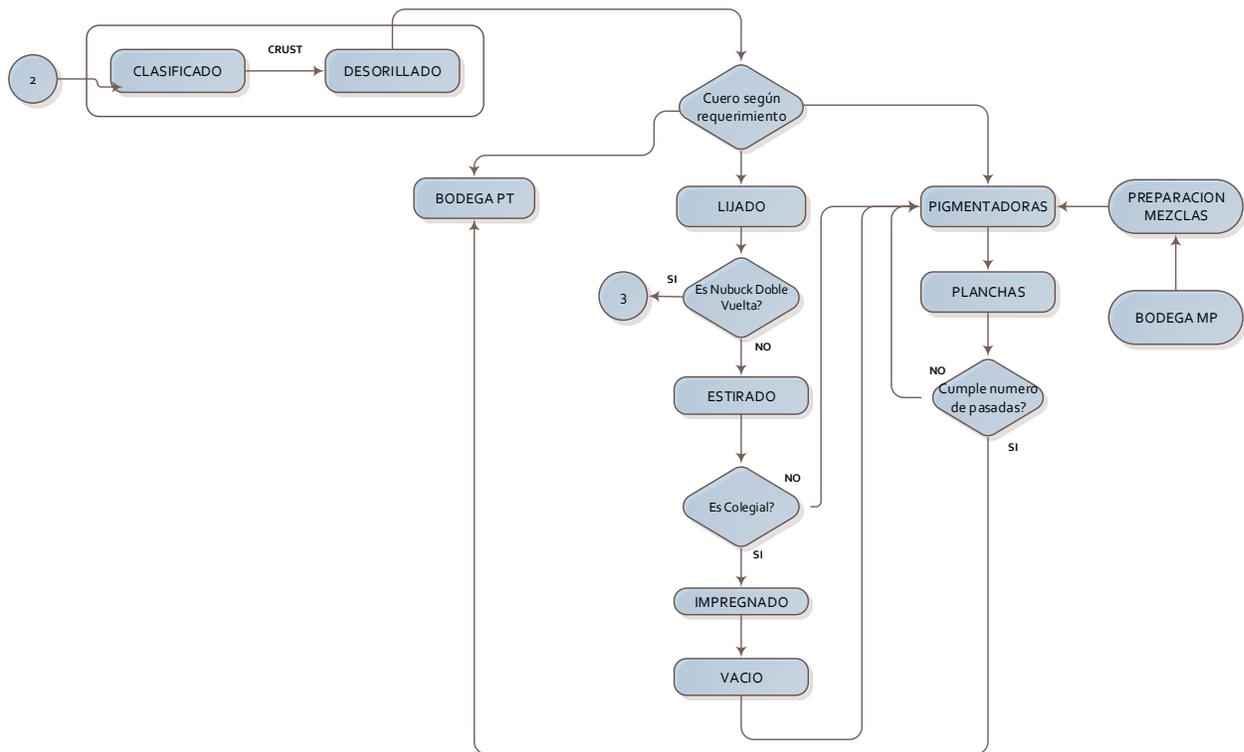


Figura 3. Diagrama de flujo de proceso de Acabado

Fuente: Empresa Curtiduría Tungurahua S.A.
Elaboración: Marisol Naranjo M.

Estos diagramas permiten conocer de manera precisa los puntos de generación de residuos y vertidos en la cadena de producción de la empresa.

3.2 Consumos de agua por fuente

El cálculo del consumo de agua por fuente, se realiza en base al peso promedio de la piel, y de acuerdo a la formulación en porcentaje para cada etapa de proceso. Luego al final se expresan los valores del total de agua requerida, por día en m³, conociendo que 1 litro de agua tiene una masa de 1kilogramo.

El balance del proceso está realizado para 600 pieles, con un peso promedio de la piel de 24,00 kg de peso salado, este aumenta cuando es fresco en un 5 %. El peso total a procesar en el proceso de pelambre es de 14.400 kg.

A continuación se expresan los valores del total de agua requerida por día:

Tabla 1. Consumo total de agua por día

Centro de Producción	Cantidad m ³
Remojo – Pelambre	100
Curtido	145
Teñido	110
Máquinas	90
TOTAL	445

Fuente: Empresa Curtiduría Tungurahua S.A

3.3 Resultados de los análisis de los efluentes

Los análisis de los efluentes, se presentan, para las descargas de pelambre en la tabla 2. Para el curtido en la tabla 3 y finalmente para el teñido en la tabla 4.

Los parámetros de análisis considerados son tres: DBO₅, DQO, SST, definidos por ser indicadores de mayor importancia de la calidad de aguas residuales.

La norma de comparación utilizada es la del TULSMA, Acuerdo Ministerial-AM-028, Libro VI, Anexo 1, Tabla 9. Límites descarga al sistema de alcantarillado público.

En las tablas, se tienen datos sobre tres muestras, tomadas con una periodicidad semestral, la primera muestra se establece como la línea base, y a partir de ésta, se realizan cálculos para obtener el indicador de desempeño ambiental – (IDA) referido a la reducción de la contaminación.

Los valores porcentuales de indicadores de desempeño ambiental IDA (reducción de la contaminación) se calculan multiplicando el valor del límite permisible, por el valor de la muestra, y se suman los valores de los tres parámetros para obtener el total. Luego, para obtener el valor de ponderación, se divide el valor total del cálculo IDA entre el valor total del límite máximo permisible. Y para obtener el porcentaje del IDA, se establece como punto de partida al valor de ponderación 1, y se obtiene el porcentaje para las muestras 2 y 3. Con este cálculo, se llega a establecer el comportamiento del indicador en un sentido positivo o negativo.

Tabla 2. Análisis del efluente de la descarga del Proceso de Pelambre

DESCARGA PELAMBRE							
PARÁMETRO S TULSMA	Límite Max. Permisibl e mg/l	MUESTRA 1	MUESTRA 2		MUESTRA 3		Cálculo IDA (3)
		Línea base Unidad mg/l	Cálculo IDA (1)	2do. semestre 2014 Unidad mg/l	Cálculo IDA (2)	1er. semestre 2015 Unidad mg/l	
DBO5	250	11074	2768500	8564	2141000	5235	1308750
DQO	500	17038	8519000	13175	6587500	12910	6455000
SST	220	2724	599280	1256	276320	608	133760
Total	970		11886780		9004820		7897510
		12254,41		9283,32		8141,76	
		Ponderación 1		Ponderación 2		Ponderación 3	
IDA: Reducción de la contaminación				24%		34%	

Fuente: Curtiduría Tungurahua S.A.

Elaboración: Marisol Naranjo M.

En la **tabla 2**, se observa que todos valores de los resultados, de los análisis, de los tres parámetros, de las tres muestras, sobrepasan los límites permisibles de la Norma, con lo cual es indudable la inobservancia respecto a la normativa vigente. Respecto al Indicador de desempeño ambiental IDA (reducción de la contaminación) este tiene un comportamiento positivo, observándose un porcentaje de reducción del 24% de la contaminación, para la muestra 2, respecto de la línea base y, también de la muestra 3, con un 34% de reducción de la contaminación, respecto de la línea base. Esta reducción se debe principalmente a la implementación de buenas prácticas ambientales en este proceso. No obstante, de esta mejora en el indicador de desempeño ambiental, se evidencia claramente que los valores de los parámetros medidos, están muy distantes de cumplir con los límites permisibles establecidos, en la norma ambiental vigente.

La tabla 3, presenta los valores de los resultados de los análisis de los dos parámetros DBO5 y DQO, de las tres muestras, en donde se observa que sobrepasan los límites permisibles de la Norma, lo que señala evidentemente el incumplimiento de la norma ambiental vigente. El parámetro SST, presenta en el resultado de la línea base estar dentro de norma, pero para las siguientes muestras se observa un incremento que triplica el límite máximo permisible. Respecto al Indicador de desempeño ambiental IDA, este tiene un comportamiento negativo, con lo cual se tiene un incremento de la contaminación, observándose un porcentaje de -53% para la muestra 2, respecto de la línea base y, también de la muestra 3, con un -7%, respecto de la línea base. Este incremento notorio de la contaminación, se debe principalmente a la puesta en marcha y operación completa del proceso de curtido, en las nuevas instalaciones, en el Parque Industrial. Se evidencia claramente que los valores de los parámetros medidos están distantes de cumplir con los límites permisibles establecidos, en la norma ambiental vigente.

Se observa en **la tabla 4**, que los valores de los resultados de los análisis de los dos parámetros: DBO5 y DQO, de las tres muestras, sobrepasan los límites permisibles de la Norma, lo que muestra de manera indiscutible el desacato de la norma ambiental vigente. El parámetro SST, en los resultados de las muestras 1 y 2, presenta valores cercanos al límite permisible, y el valor de la muestra 3 está dentro del límite máximo permisible. Al analizar el Indicador de desempeño ambiental IDA- reducción de la contaminación, este tiene un comportamiento bastante positivo, observándose un porcentaje de 82% de reducción de la contaminación, para la muestra 2, respecto de la línea base y también de la muestra 3, con un 65% respecto de la línea base. Esta reducción se debe principalmente a la implementación de buenas prácticas ambientales en este proceso.

Tabla 3. Análisis del efluente de la descarga del Proceso de Curtido

DESCARGA CURTIDO							
PARÁMETRO S TULSMA	Límite Max. Permisible mg/l	MUESTRA 1	MUESTRA 2		MUESTRA 3		Cálculo IDA (3)
		Línea base Unidad mg/l	Cálculo IDA (1)	2do. semestre 2014 Unidad mg/l	Cálculo IDA (2)	1er. semestre 2015 Unidad mg/l	
DBO ₅	250	1790	447500	7497	1874250	3494	873500
DQO	500	9190	4595000	11534	5767000	8800	4400000
SST	220	155	34100	686	150920	686	150920
	970		5076600		7792170		5424420
		5233,61		8033,16		5592,19	
		Ponderación 1		Ponderación 2		Ponderación 3	
IDA: Incremento de la contaminación				-53%		-7%	

Fuente: Curtiduría Tungurahua S.A.

Elaboración: Marisol Naranjo M.

Tabla 4. Análisis del efluente de la descarga del Proceso de Teñido

DESCARGA TEÑIDO							
PARÁMETRO S TULSMA	Límite Max. Permisible mg/l	MUESTRA 1	MUESTRA 2		MUESTRA 3		Cálculo IDA (3)
		Línea base Unidad mg/l	Cálculo IDA (1)	2do. semestre 2014 Unidad mg/l	Cálculo IDA (2)	1er. semestre 2015 Unidad mg/l	
DBO5	250	4392	1098000	757	189250	1297	324250
DQO	500	6757	3378500	1165	582500	2440	1220000
SST	220	242	53240	256	56320	171	37620
	970		4529740		828070		1581870
		4669,84		853,68		1630,79	
		Ponderación 1		Ponderación 2		Ponderación 3	
IDA: Reducción de la contaminación				82%		65%	

Fuente: Curtiduría Tungurahua S.A.

Elaboración: Marisol Naranjo M.

3.4 Valoración de los impactos ambientales

La valoración de impactos ambientales, se ha realizado, empleando la metodología de Vicente Conesa, la cual se ha modificado para que ajuste al requerimiento del estudio. La matriz se ha empleado para la etapa de operación de la planta de producción, de la empresa Curtiduría Tungurahua S.A.

En esta metodología se emplea una matriz de importancia, que consta de atributos que caracterizan el efecto de la actividad, una vez que se han analizado los impactos ambientales perjudiciales derivados de la actividad. Los atributos corresponden a: signo o naturaleza del efecto, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación, efecto y periodicidad.

Una vez que se han calificado los impactos ambientales, con los valores asignados para los atributos, se plasman estos valores en una ecuación para obtener un número que representa la importancia del impacto, en función del valor asignado a las características del atributo. La importancia del impacto puede tomar valores entre 13 y 100.

La relevancia del impacto alcanza cuatro niveles: los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50, los impactos severos tienen una importancia entre 50 y 75, y críticos cuando el valor sea superior a 75.

En la matriz (**Tabla 5**) de calificación de impactos ambientales, se consideran los procesos de pelambre, curtido, teñido y acabado, con sus respectivas actividades, y se ha señalado para cada una de estas el aspecto ambiental y el/los impactos ambientales.

Los resultados expuestos en la tabla 5 indican 29 impactos ambientales, derivados de los elementos ambientales identificados. Estos impactos están calificados de acuerdo a los valores asignados para cada característica del atributo.

Una vez que se han calificado, se calcula la importancia, y se designa la relevancia del impacto, dando como resultado: 4 impactos irrelevantes los mismos que son por contaminación del aire, por emisiones y por olores, lo que quiere decir que estos son impactos puntuales, de baja intensidad y reversibles en el corto plazo, siendo el manejo recomendado el control y la prevención.

Los impactos ambientales con calificación de moderado son 20, estos impactos son de intensidad media o alta, generalmente son reversibles en el mediano plazo y recuperables en el mismo plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención y mitigación.

Los impactos con calificación de importancia crítico, son 5, estos se han identificado en la etapa de remojo, pelambre, curtido y teñido. Los elementos ambientales identificados son los vertidos, con características diversas que afectan o contaminan el recurso agua. Estos impactos en general son de intensidad alta, siendo la extensión del impacto en el área de influencia extensa. Para su manejo requieren medidas de control, prevención, mitigación y hasta compensación.

Tabla 5. Matriz de calificación de impactos ambientales

 CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A.		CURTIDURÍA TUNGURAHUA S.A.		Fecha de Revisión		7/6/2015										
		MTRIZ DE CALIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES		Fecha de Aprobación		7/6/2015										
Estudio N.		Codigo: UTC-CT-MCIA-001		Version: 001		Página: 1 de 1										
001		Evaluador: Marisol Naranjo Mantilla		Fecha: 7/6/2015												
PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	CALIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL												RELEVANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL
				Signo	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Recuperabilidad (RE)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	IMPORTANCIA	
RIBERA	RECEPCIÓN	Sal impura (sólido reutilizable)	Alteración de las propiedades químicas del suelo	-	2	1	4	4	2	2	1	1	4	2	28	Moderado
		Recorte de cuero	Alteración de las propiedades químicas del suelo	-	2	1	2	4	2	2	1	4	4	2	29	Moderado
	ALMACENAMIENTO	Residuo de sal (sólido reutilizable)	Contaminación del recurso agua	-	4	2	4	4	2	4	1	1	4	2	38	Moderado
	REMOJO	Agua residual (sal, grasas, sangre, sólidos)	Contaminación del recurso agua	-	8	4	4	4	2	4	2	4	4	2	58	Severo
		Agua residual (sulfuros, cal, materia orgánica)	Contaminación del recurso agua	-	8	4	4	4	2	4	4	4	4	2	60	Severo
	PELAMBRE	Lodo (pelos)	Contaminación del recurso agua	-	8	4	4	4	2	4	4	4	4	2	60	Severo
			Alteración de las propiedades químicas del suelo	-	4	2	4	4	2	4	4	4	4	2	44	Moderado
			Afectación de la flora	-	4	2	2	2	2	2	4	4	1	2	35	Moderado
			Molestias al hombre por olores	-	1	2	4	1	1	1	1	1	1	2	19	Irrelevante
	LAVADO	Agua residual (sulfuros, cal, materia orgánica)	Contaminación del recurso agua	-	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	48	Moderado
DESCARNADO	Agua residual	Contaminación del recurso agua	-	4	4	4	4	2	4	2	4	4	2	46	Moderado	
	Carnazas	Alteración de las propiedades químicas del suelo	-	2	2	4	4	2	4	2	4	4	2	36	Moderado	
DIVIDIDO	Recortes	Alteración de las propiedades químicas del suelo	-	2	2	2	4	2	4	2	4	4	2	34	Moderado	
CURTIDO	DESENCALADO	Agua residual (amonio)	Contaminación del recurso agua	-	4	4	4	4	2	4	4	4	2	48	Moderado	
	LAVADO	Agua residual (amonio)	Contaminación del recurso agua	-	4	4	4	4	2	4	2	4	2	46	Moderado	
	PIQUELADO	Agua residual (sal, ácidos)	Contaminación del recurso agua	-	4	4	4	4	2	4	4	4	2	48	Moderado	
	CURTIDO	Agua residual (sal, cromo, ácidos)	Contaminación del recurso agua	-	8	4	4	4	2	4	4	4	2	60	Severo	
TEÑIDO	ESCURRIDO	Agua residual	Contaminación del recurso agua	-	4	4	4	4	2	4	2	4	2	46	Moderado	
	RASPADO	Virutas, recortes	Alteración de las propiedades químicas del suelo	-	1	2	2	4	2	4	2	4	2	31	Moderado	
	NEUTRALIZADO	Agua residual (sales)	Contaminación del recurso agua	-	4	2	4	4	2	4	2	4	2	42	Moderado	
	LAVADO	Agua residual	Contaminación del recurso agua	-	4	2	4	4	2	4	2	4	2	42	Moderado	
	TEÑIDO	Agua residual (colorantes, aceites)	Contaminación del recurso agua	-	8	4	4	4	2	4	2	4	2	58	Severo	
	LAVADO	Agua residual (colorantes, aceites)	Contaminación del recurso agua	-	4	4	4	4	2	4	4	4	2	48	Moderado	
	SECADO	Vapor	Contaminación del aire	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	2	20	Irrelevante
ACABADO	DESORILLADO	Residuo sólido (recorte en crust)	Alteración de las propiedades químicas del suelo	-	2	2	2	4	2	4	2	4	2	34	Moderado	
	LIJADO	Residuo sólido (polvo)	Alteración de las propiedades químicas del suelo	-	2	1	2	4	2	4	2	4	2	32	Moderado	
	IMPREGNADO /PIGMENTADO	Residuo sólido (recipientes que contuvieron pigmentos, lacas y disolventes)	Contaminación del aire	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	2	20	Irrelevante
	PLANCHADO	Emissiones al aire (solventes orgánicos)	Contaminación del aire	-	1	2	2	4	2	4	2	4	2	31	Moderado	
			Contaminación del aire	-	1	1	4	1	1	1	2	4	2	24	Irrelevante	

3.5 Descripción del sistema propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales.

La descripción parte señalando un enfoque denominado de Análisis Ambiental Integrado, por lo que se proponen las Mejores Tecnologías Disponibles (MTDs) que minimicen el gasto hídrico, energético y que además evidencien la reducción y minimización del impacto ambiental, producto de las actividades propias de la empresa.

El concepto del diseño propuesto incluye la separación de las aguas alcalinas y neutras del proceso de remojo, pelambre y lavados finales del pelambre. Esto se realiza en una canaleta que aún admite la posibilidad de separar una vez más, el baño de pelambre de los otros baños producidos en los mismos bombos de la etapa de ribera. La separación adicional deberá ser hecha por medio de compuertas que, permitan una vez terminado el proceso de pelambre, su descarga separada de los otros procesos que vengan de los mismos bombos.

Adicionalmente, en el caso de adoptarse el proceso de pelambre con inmunización del pelo (Hair Saving) deberá tener el respectivo micro filtro para separación del pelo durante el proceso de depilación.

Los baños de pelambre serán dirigidos por gravedad, hacia una trampa de grasas previamente ubicada con un tamiz auto limpiante y de éste, también por gravedad a un tanque de oxidación catalítica de sulfuros residuales. Finalizada la reacción de oxidación, los baños oxidados serán bombeados a un sedimentador donde se separan los lodos que serán destinados a producción de abono y el sobrenadante que, en principio, será descargado en el tanque de homogeneización. En el futuro se podrá estudiar la posibilidad de reutilización de esta agua para el siguiente proceso de pelambre.

Este sistema de tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembre se proyecta para una producción diaria de cerca de 1.200 cueros (31.200 cueros vacunos mensuales), considerando la capacidad máxima instalada para la producción, en un régimen de funcionamiento de 26 días por mes, y con una generación máxima de 1000 m³ diarios de aguas de proceso, con una estimación inicial de un rango entre 65 % y 70% de este volumen diario de vertidos.

Para el sistema de pretratamiento de aguas de pelambre cuando los bombos en donde se procesan pelambres son descargados los efluentes líquidos, por medio de una compuerta estos baños serán descargados en una canaleta de descarga exclusiva de estos efluentes hacia una trampa de grasas y, de ésta, pasando por un tamiz auto limpiante, por gravedad, llegan a un tanque donde, serán sometidos a una pre oxidación catalítica de los sulfuros residuales.

Con la presente propuesta de tratamiento, no se permitirá la mezcla de baños con naturaleza química diversa. Sin embargo, se ha determinado el aislamiento del tanque de las aguas de curtido. Así, este tanque deberá ser destinado solamente para acumulación y oxidación de las aguas residuales del proceso de pelambre, para direccionar este volumen importante de los efluentes producidos para la unidad de reciclado de pelambre, o para un futuro reaprovechamiento.

En anexo se incluyen los cálculos efectuados para la canaleta exclusiva para aguas de pelambre, la trampa de grasa y el tamiz parabólico auto limpiante.

4. CONCLUSIONES

- El actual manejo de los vertidos en la empresa Curtiduría de Tungurahua S.A., presenta deficiencias dadas durante la operación de los procesos productivos, estas tienen que ver con el uso del agua, entre ellas, se identifican: uso deficiente en ciertas operaciones, pérdidas de agua por derrames y el uso indiscriminado en la limpieza de equipos y pisos, lo que significa en primer lugar una mezcla de sus vertidos y el incremento en el volumen de agua a ser tratada.
- El consumo de agua en la empresa Curtiduría Tungurahua S.A., se encuentra en un rango de 40 a 50 m³/ton de pieles frescas, lo que constituye la cuota más elevada del volumen de agua a ser tratada.
- Las características de los efluentes, se pueden diferenciar de acuerdo al proceso de donde provengan:
 - Así el efluente de remojo, contiene principalmente: estiércol, restos de sangre, grasas y otros compuestos orgánicos, y según los insumos que se agregan en esta etapa de proceso, pueden tener; sal, tensoactivos y biocidas.
 - El efluente del resto de las etapas de proceso de ribera y curtido, posee niveles altos de nitrógeno amoniacal, valores de pH muy bajos y sólidos disueltos.
 - Los efluentes propiamente de la etapa de curtido, contienen; sal, ácidos minerales y orgánicos, cromo, pH ácido y el color del efluente es verdoso, característico en esta etapa por la presencia de cromo.
 - Los efluentes del proceso de teñido tienen rezagos de cromo y ciertas sales, la coloración del efluente varía, de acuerdo a los colorantes utilizados. El volumen del efluente en este proceso es significativamente menor al volumen del proceso de remojo y curtido.
- En la valoración de los impactos ambientales, luego de haber calificado y cuantificado la magnitud de impactos producidos por las acciones de los procesos dados, en la empresa Curtiduría Tungurahua, se ve la tendencia mayormente impactante en las acciones dadas en las etapas de proceso: remojo, pelambre y curtido.
- Para la determinación del diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, se consideraron las características de los efluentes líquidos y las instalaciones actuales con que cuenta la empresa. Se determinó la existencia de infraestructura para la segregación o se recomienda en los casos necesarios. Con la finalidad de que se separen las distintas corrientes de vertidos de agua y se diferencien las características de estos, para así proponer el tratamiento más eficiente.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ▣ Artiga, P. (2005). *Contribución a la mejora del tratamiento biológico de aguas residuales de la industria de curtidos*. Santiago de Compostela: Lápices4.
- Blanco R., J. H., & Maya M., J. M. (2014). *Fundamentos de Salud Pública. Administración de Servicios de Salud (Tomo II)*. Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas.
- Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles - CPTS. (2003). *Guía Técnica de Producción Más Limpia para Curtiembres*. La Paz, Bolivia.
- Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales. (2004). *Proyecto Gestión Ambiental en la Industria de Curtiembre en Colombia: Manual Ambiental Sectorial*.
- Cevallos, M. (2013). *Plan de manejo de desechos*. Quito.
- Comunidad de Madrid - Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio – Dirección General de Evaluación Ambiental – Área de Calidad Hídrica. (2014).

Documentación requerida para la tramitación de informe sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento. Madrid, España.

- Conesa, V. (1997). *Auditorías Medioambientales. Guía metodológica*. (Segunda edición). España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Art. 14*. Ecuador.
- Emmer, V., & del Campo, M. J. (2014). *Guía de Producción Más Limpias en el Sector Curtiembres*. Montevideo: FREPLATA.
- M Escuela de Organización Industrial. (2000). *Prontuario de Gestión Medioambiental*. España: Gráficas Muriel, S.A.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Anexo 1. Del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes al Recurso Agua*. Quito.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). *Guía Ambiental para la industria del curtido y preparado de cueros*. Bogotá D.C.: Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Ministerio del Medio Ambiente – Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. (2003). *Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector de curtidos*. España: Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica.
- Mendez, R. Vidal, G. Lorber, K. Márquez, F. (2007). *Producción Limpia en la Industria de curtiembre*. Universidad Santiago de Compostela. Santiago de Compostela: Servizo de Publicación e Intercambio Científico.
- Romero, J. (2013). *Tratamiento de Aguas Residuales*. (Cuarta reimpresión). Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

6. ANEXO

1.- Cálculo para canaleta exclusiva para aguas de pelambre:

$$Q = 100 \frac{m^3}{h} \div 3600 \frac{s}{h}$$

$$Q = 0,028 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 28 \frac{l}{s}$$

$$Q = AH * v \rightarrow \text{Continuidad}$$

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \rightarrow \text{Manning}$$

$$v \rightarrow \text{Hormigón} \quad n = 0,016$$

$$AH = 0,30 \times 0,20 = 0,06 \text{ m}^2$$

$$X = 0,20 + 0,30 + 0,20 = 0,70 \text{ m}$$

$$R = \frac{AH}{X} = \frac{0,06 \text{ m}^2}{0,70 \text{ m}} = 0,086 \text{ m}$$

$$v = \frac{1}{0,016} (0,086)^{\frac{2}{3}} (0,004)^{\frac{1}{2}}$$

$$v = 0,768 \text{ m/s}$$

$$Q = A \times v$$

$$Q = 0,06 \text{ m}^2 \times 0,768 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = 0,046 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 46 \text{ l/s}$$

2.- Cálculo para trampa de grasa:

$$Q = 28 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$TRH = 24 \text{ min.}$$

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow V = Q \times t$$

$$V = 0,028 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times (24 \text{ min.} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min.}})$$

$$V = 40,32 \text{ m}^3$$

Profundidad 1,00 m.

$$V = A \times H$$

$$40,32 \text{ m}^3 = A \times 1 \text{ m}$$

$$A = 40,32 \text{ m}^2$$

$$x + 2x = 40,32$$

$$3x = 40,32$$

$$x = \frac{40,32}{3} = 13,44 \text{ m} \approx 14 \text{ m.}$$

3.- Cálculo para tamiz parabólico auto limpiante:

$$Q_{TRATADO} = 210 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{DISEÑO} = 28 \frac{\text{l}}{\text{s}} = \frac{3600}{1000} = 100,8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q = 210 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{DISEÑO} = 100,8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$