



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN.**

CARRERA DE “INGENIERÍA INDUSTRIAL”

TEMA:

**“DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES PARA LA CURTIEMBRE SAN MIGUEL DE LA CIUDAD
DE AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA PERIODO 2018.”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Calucho Sailema Juan Nolberto

Tutora

Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

AMBATO – ECUADOR
2019

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Calucho Sailema Juan Nolberto, declaro ser autor de la Propuesta Metodológica, titulado “**DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CURTIEMBRE SAN MIGUEL DE LA CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA PERIODO 2018**”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-Universidad Tecnológica Indoamérica).

Los usuarios del RDI-Universidad Tecnológica Indoamérica podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los ocho días del mes de febrero del 2019, firmo conforme:

Autor: Calucho Sailema Juan Nolberto

Firma:

Número de Cédula: 1803396629

Dirección: Platón y Real Audiencia

Correo Electrónico: juanncs20@gmail.com

Teléfono: 0992651994

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de grado: “**DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CURTIEMBRE SAN MIGUEL DE LA CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA PERIODO 2018**”, presentado por Calucho Sailema Juan Nolberto para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO:

Que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 26 de septiembre del 2018

Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

TUTORA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 8 de Febrero 2019

Calucho Sailema Juan Nolberto
C.I. 1803396629

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, sobre el Tema: **DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CURTIEMBRE SAN MIGUEL DE LA CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA PERIODO 2018**, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la suspensión del trabajo de titulación.

Ambato, 8 de Febrero 2019

Ing. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Lara Calle Andrés Rogelio, Mg.
VOCAL

Ing. Fuentes Pérez Esteban Mauricio, Ph.D.
VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación primero a Dios por darme la vida y por haber llegado a este día tan especial de mi formación de mi carrera, también a mi esposa Lucía Sisalema y mis hijos Kevin Stalin y José Miguel que son los pilares fundamentales para llegar a este momento tan especial, a mis padres Manuel Calucho y Fanny Sailema por brindar su apoyo incondicional y a toda mi familia en general por compartir buenos y malos momentos a la Universidad Tecnológica Indoamérica por contribuir en mi desarrollo profesional.

Juan Calucho

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por darme sus bendiciones, fuerza, fortaleza y sabiduría, a mi esposa, mis hijos, mis padres y toda mi familia que estuvieron apoyándome incondicionalmente en el transcurso de mi formación académica, a la Ing. Marisol Naranjo por ser una guía en el transcurso de mi tesis con paciencia y sabiduría saber guiar para la culminación de la tesis y a todos los docentes por compartirme sus sabios conocimientos en mi vida estudiantil.

Juan Calucho

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE FÓRMULAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT	xv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Introducción	2
Antecedentes	4
Justificación.....	5
Objetivos	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos.....	7

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la Curtiduría San Miguel	8
Área de estudio.....	10
Modelo operativo	11
Desarrollo del Modelo Operativo.....	12
ETAPA 1. Describir los procesos productivos y los vertidos generados.....	12
Identificación de procesos.....	12
Descripción del proceso de curtiembres	12
Descripción de entradas	20
Descripción del proceso de la curtiembre San Miguel de la Ciudad de Ambato..	20
ETAPA 2. Dimensionar el sistema de tratamiento de aguas residuales	35
Descripción del sistema de tratamiento.....	36
Estructura y características del sistema de tratamiento	36

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Diseño del sistema de tratamiento para la Curtiembre San Miguel	37
ETAPA 3. Proponer el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales....	47
Resultados Esperados.....	48
Cronograma de Actividades.....	50

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	53
Recomendaciones.....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	56
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Área de estudio.....	10
Tabla 2. Proceso ribera.....	14
Tabla 3. Etapa de curtido	15
Tabla 4. Proceso de acabado	17
Tabla 5. Productos químicos por proceso	18
Tabla 6. Contaminantes principales	20
Tabla 7. Detalle de los procesos.....	21
Tabla 8. Entradas, procesos y salidas.....	26
Tabla 9. Comparación de resultados obtenidos en el laboratorio con TULSMA .	30
Tabla 10. Dimensiones de los bombos.....	32
Tabla 11. Volumen útil de los bombos	32
Tabla 12. Volumen ocupado por la piel dentro del volumen útil	33
Tabla 13. Volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil	33
Tabla 14. Información del proceso de estudio	34
Tabla 15. Cálculo del volumen del agua por proceso	35
Tabla 16. Resultados del análisis físico – químico esperado.....	48
Tabla 17. Costos del sistema de tratamiento	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Modelo operativo	11
Gráfico 2. Proceso general de curtido de cuero	13
Gráfico 3. Pozo de recepción	38
Gráfico 4. Tamiz	39
Gráfico 5. Tanque de homogenización y aireación con neutralización de pH.....	41
Gráfico 6. Tanque de coagulación – floculación y sedimentación	42
Gráfico 7. Tanque de coagulación – floculación y sedimentación	43
Gráfico 8. Filtro biológico anaerobio.....	44
Gráfico 9. Flujograma del proceso de tratamiento.....	46

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Volumen útil del bombo	31
Fórmula 2. Volumen ocupado.....	32
Fórmula 3. Volumen promedio	33
Fórmula 4. Volumen total	33
Fórmula 5. Volumen de consumo de agua.....	34
Fórmula 6. Volumen del pozo.....	37
Fórmula 7. Volumen del tamiz.....	39
Fórmula 8. Volumen del tanque de homogenización.....	40
Fórmula 9. Longitud del tanque de homogenización.....	40
Fórmula 10. Longitud del tanque de homogenización por 3 días	40
Fórmula 11. Volumen total del tanque de homogenización	40
Fórmula 12. Diámetro del tanque de coagulación y floculación	42
Fórmula 13. Volumen del tanque de coagulación, floculación y sedimentación..	43
Fórmula 14. Diámetro del tanque de coagulación y floculación	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis Físico - Químico.....	61
Anexo 2. Estándares de los valores normales	62
Anexo 3. Distribución de la planta de la Curtiembre.....	63
Anexo 4. Diseño del sistema de la planta de tratamiento propuesto.....	64

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA: “DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CURTIEMBRE SAN MIGUEL DE LA CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA PERIODO 2018”

AUTOR: Calucho Sailema Juan Nolberto

TUTORA: Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación centra su estudio en el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la curtiembre San Miguel de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, periodo 2018. La contaminación del agua en la producción del cuero, es considerada de alto riesgo, por lo que esta investigación tiene impacto dentro de las necesidades medio ambientales. El modelo operativo se estructura en 3 etapas: (1) descripción del proceso productivo en la cual se cuantificó el volumen de descargas, los insumos utilizados, muestras y análisis de aguas residuales; (2) dimensiones del sistema de tratamiento, en esta fase se estableció las necesidades que se requieren para la planta de tratamiento y, (3) descripción del sistema propuesto. En los resultados obtenidos existen cuatro parámetros que exceden el máximo nivel permisible de acuerdo a la Normativa Ambiental vigente, estos son: DQO, DBO5, sólidos totales y sulfuros, así como también la inexistencia de una planta de tratamiento de aguas residuales. Los volúmenes de agua de descarga que semanalmente se arroja en cada proceso son: 2725 litros en la etapa de ribera, en la etapa de curtido 1071.8 litros, y en la etapa de acabados 712 litros, en total se vierten 4508.6 litros semanalmente. Es indispensable que, en la curtiembre, se tome en cuenta el diseño propuesto para una futura implantación del sistema de tratamiento de aguas residuales que está estructurado por tres procesos: ribera, curtido y acabado, contribuyendo a que el agua residual que ingresa, se convierta en agua tratada y cumpla con parámetros establecidos en la norma ambiental vigente en el Ecuador.

DESCRIPTORES: aguas residuales, contaminación ambiental, curtiembre, planta de tratamiento.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

THEME: "DESIGN OF THE WASTEWATER TREATMENT PLANT FOR SAN MIGUEL TANNERY IN AMBATO TUNGURAHUA PROVINCE PERIOD 2018"

AUTOR: Calucho Sailema Juan Nolberto

TUTORA: Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

ABSTRACT

This research focuses its study on the design of a wastewater treatment plant for Tannery San Miguel in the city of Ambato, Tungurahua Province, period 2018. The contamination of the water in the production of the leather, is considered of high risk, so this investigation has impact within the environmental necessities. The operating model is structured in 3 stages: (1) Description of the production process in which the volume of discharges, the inputs used, samples and analysis of wastewater were quantified; (2) Dimensions of the treatment system, at this stage the requirements required for the treatment plant were established and, (3) Description of the proposed system. In the results obtained there are four parameters that exceed the maximum permissible level according to the current environmental regulations, these are: Cod, BOD5, total solids and sulphides, as well as the non-existence of a wastewater treatment plant. The volumes of discharge water that weekly is thrown in each process are: 2725 liters in the stage of Ribera, in the stage of tanning 1071.8 liters, and in the stage of finishes 712 liters, in total are poured 4508.6 litres weekly. It is essential that, in the tannery, the proposed design for a future implantation of the wastewater treatment system is taken into account, which is structured by three processes: riverbank, tanning and finishing, contributing to the residual water entering, is converted into treated water and complies with parameters established in the environmental norm in force in Ecuador.

KEYWORDS: environmental pollution, tannery, treatment plant, wastewater.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Introducción

El 59% del consumo total de agua en los países desarrollados se destina a uso Industrial, el 30% a consumo agrícola y un 11% a gasto doméstico, según se constata en el primer informe de Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos del mundo, Agua para todos, agua para la vida (Cyclus, 2003). En el año 2025, el consumo de agua destinada a uso industrial alcanzará los 1.170 km³ / año, cifra que en 1995 se situaba en 752 km³ / año. El sector productor no sólo es el que más gasta, también es el que más contamina. Más de un 80% de los desechos peligrosos del mundo se producen en los países industrializados, mientras que en las naciones en vías de desarrollo un 70% de los residuos que se generan en las fábricas se vierten sin ningún tipo de tratamiento previo, contaminando así los recursos hídricos disponibles (Lapsolite, 2018).

Las aguas residuales que se generan en las industrias actualmente son altamente tóxicas, esto se debe a la alta tecnología contaminante que emplean para obtener sus diferentes productos de óptima calidad, esto ha relevado los procesos de producción tradicional y la tecnología moderna que usan en la actualidad, prueba de estas actividades es la generación de grandes volúmenes de aguas residuales, que hoy en día se han convertido en un problema ambiental y social (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2017).

A pesar de que las manufacturas con cuero se remontan a antiguas tradiciones, y a

que comporta importantes elementos culturales, durante las dos últimas décadas la industria del cuero y del calzado tiende a globalizarse, lo que conlleva serios retos para los núcleos de este tipo de actividad en los lugares del globo donde las condiciones tecnológicas, de infraestructura e institucionales suelen ser menos apropiadas para la competencia en los mercados globalizados. La ropa de vestir de cuero se elabora a partir de la piel de animales, preparada químicamente, para producir materiales robustos, flexibles y resistentes a la putrefacción. Los cueros más utilizados para este tipo de manufacturas son los provenientes del ganado vacuno. De hecho, la mayor parte de la producción mundial de cuero procede de pieles de ganado vacuno, caprino y lanar. También se emplean, aunque en menor proporción, pieles de caballo, cerdo, canguro, ciervo, foca, morsa y diversos reptiles. Esta diversidad de procedencias origina agudos conflictos sociales, entre conservacionistas y grupos empresariales sin disposición a asumir sus responsabilidades ambientales (Centro Comercial Internacional, 2016).

En Ecuador, el desarrollo del sector curtidor mantuvo niveles artesanales hasta la década de los sesenta del siglo pasado. Es evidente que la calidad de la materia prima de las curtidurías depende en buena medida de los estándares sanitarios, fitosanitarios y ambientales prevalecientes en los mataderos, que para esa época también eran artesanales. Ante el crecimiento de ciudades como Quito, Guayaquil, Cuenca y Ambato; del consecuente incremento de la demanda (de calzado, bolsos, billeteras, carteras, manufacturas de cuero, etc.); y, de políticas de protección industrial, se inició la industrialización del sector, bajo el modelo de sustitución de importaciones de la década de los setenta del siglo pasado. Sin embargo, este impulso no pudo continuar (FLACSO - MIPRO, 2011).

Tungurahua es una de las provincias con mayor movimiento en la economía dentro de la Región Interandina y en general a nivel nacional, dentro de las actividades que se destacan, están las empresas dedicadas a actividades textiles, cuero y calzado, por esta razón se cuenta con un gran número de empresas dedicadas al sector curtiembre, estas empresas realizan su trabajo la mayoría de ellas sin cumplir con todas las exigencias que dispone la normativa ambiental vigente, ocasionando un alto nivel de contaminación. El sector curtiembre dentro

del cantón Ambato es uno de los más representativos por su aporte a la economía, destacando su contribución a la generación de fuentes de trabajo y a la producción de materia prima de calidad para la posterior fabricación de calzado y prendas de vestir. El proceso productivo que manejan estas empresas es complejo y detallado para conservar las pieles en buen estado, pero a la vez es un proceso muy contaminante debido a los residuos sólidos y líquidos que se desechan durante las etapas de producción, los mismos que son enviados al alcantarillado, o en otros casos, hacia los ríos y afluentes más cercanos, lo cual no solo provoca un gran impacto en el ambiente sino también problemas de salud a los habitantes de las comunidades cercanas (Santana, 2016).

Actualmente algunas empresas cuentan con métodos sustentables de producción; pero aún se debe elevar el nivel de innovación en sus procesos e incrementar la implementación de técnicas amigables con el ambiente, los impactos negativos, además de mejorar el nivel de competitividad de cada empresa en particular y también del sector curtiembre en general. Es importante señalar que el conocimiento de las normas ambientales que rigen a estas empresas es significativo para su adecuado cumplimiento, pero los propietarios de las curtiembres no están al tanto en su totalidad de la legislación ambiental. El desperdicio, la escasez y la contaminación del agua es ignorada por la sociedad en común, dado así el crecimiento de establecimientos industriales, el mismo afecta directamente los recursos naturales y en conjunto la mala administración de los mismos ha generado un problema de tipo ambiental y social. La calidad del agua es importante, hay muchos sistemas que encuentran la manera de utilizar agua contaminada o residual en alguna función. Claro está el ejemplo de la agricultura, en el cual se utiliza agua contaminada para el riego. En el desarrollo de este estudio, se detallará a la industria dedicada al proceso del cuero y sus principales etapas de producción, desde luego que el proceso del curtido genera una carga altamente contaminante, por lo tanto, se considera a la industria del curtido como una de las más contaminante para el ambiente (Osorio, y otros, 2015).

Se propone diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales, para la curtiduría “San Miguel” ya que la empresa no cuenta con una planta de

tratamiento de aguas residuales por lo que es de gran importancia cumplir con las normativas del medio ambiente y buscar una solución para las multas que generan y tener los permisos adecuados para su funcionamiento.

Antecedentes

En la investigación realizada por Gutara H. 2016, relacionada con Diseño de la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales mediante biodiscos del sistema de alcantarillado de la localidad de Huayllaspanca – Sapallanga, Se realiza la comparación entre las dos propuestas de PTAR, se verifica el ahorro de costos en la construcción, asimismo la eficiencia en los tratamientos esencialmente en la reducción de DBO por parte de los Biodiscos y la reducción de espacio para poder construir las PTAR ya que el municipio de Sapallanga no cuenta con muchos recursos ni terrenos para poder construir esta infraestructura. El daño medioambiental que se origina por el vertido de aguas negras en el rio, destruyendo el ecosistema, generando enfermedades diarreicas en niños, por lo cual se plantea el tratamiento de aguas servidas en beneficio de la localidad de Huayllaspanca. (Gutarra Comun, 2016)

Otra investigación que tiene similitud con el trabajo realizado es la elaborada por Lombeida L. 2017 relacionada con Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para una empresa de curtiembre En la presente investigación se diseñó una planta de tratamiento de aguas residuales para una empresa de curtiembre de tipo artesanal, con el objetivo de eliminar principalmente la materia orgánica, para esto se inspeccionó la empresa, y se obtuvo muestras del agua descargada, determinando los parámetros de caudal, PH, turbidez, DBO5 y DQO, con estos datos se propuso las operaciones adecuadas para la remediación del agua, siendo el principal el tratamiento de coagulación y floculación para lo cual se realizó las pruebas de jarras en el laboratorio con el fin de encontrar la mejor dosificación de reactivos químicos y las condiciones necesarias para su funcionamiento, el agua obtenida después del tratamiento se volvió a caracterizar en los parámetros ya descritos y se comparó con los límites establecidos por el TULSMA. Se obtuvo resultados que se encuentran dentro del rango permitido por la norma, por lo tanto se propuso los tratamientos complementarios y se proyectó en el diseño de la

planta real (Lombeida Rojas , 2017).

La investigación realizada por Abad R. 2016, en este trabajo de titulación la propuesta es la utilización del efluente de la planta de tratamiento Los Merinos de la ciudad de Guayaquil proveniente de las lagunas de oxidación, para el riego de las áreas verdes que se encuentran en el Parque Samanes, arboles no frutales como césped, arbustos, bosques, flores y otras especies que están siendo plantadas con el fin de reforestar, se realizaron las pruebas en el agua que vierte la plata de tratamiento al cuerpo hídrico para ser comparadas con los parámetros que debe de tener en el agua para el uso de riego, y se encuentran algunos parámetros dentro de los rangos normales y aceptables mientras los microorganismos están fuera del rango, por ello se propone un tratamiento terciario que consiste en la filtración, desinfección de agua para poder utilizarla. Se ha recolectado la información de las entidades tanto de la PTAR Los Merinos como los datos del administrador del Parques, el procesamiento de la información, comparar y determinar los parámetros a tratar en el diseño del tratamiento propuesto (Ronquillo Abad, 2016).

En la actualidad la curtiduría “San Miguel” realiza cuero de las pieles de ganado vacuno, para la exportación a diferentes partes del país. Las pieles a ofertar son: ruso, gamuza, mástil, napa, suela, vaqueta, Split, etc., y las aguas generadas son muy elevadas, pero estas aguas van por el alcantarillado hasta llegar al río.

Al no contar con un plan de tratamiento de aguas residuales la empresa está expuesta a sanciones o multas por parte del ministerio del medio ambiente que las aguas generadas contaminan el rio, cultivos cercanos a la ciudad y a la población en su entorno.

Justificación

El presente trabajo es de gran relevancia, primordialmente para la curtiduría San Miguel, y el entorno en el que se encuentra, debido a la contaminación de las aguas y el suelo que se produce en la producción del cuero, es considerado de alto riesgo e **impacto** ya que la curtiduría no cuenta con una planta de tratamiento de aguas y se pretende realizar una medición de los riesgos que causa las aguas

residuales. El impacto que generaría este proyecto para la empresa es significativo pues contribuirá a reducir los niveles de contaminación y de esta manera cumplir con la normativa existente de medio ambiente, lo que beneficiará a los propietarios de la misma y por ende al medio ambiente Para el medio ambiente y la sociedad. Este estudio, constituye un punto de referencia para conducir a las industrias del sector curtiembre a mejorar su imagen ante la sociedad y a cumplir con las normativas ambientales vigentes.

La **importancia** del presente trabajo es el control de la carga contaminante producida por la industria del curtido, que durante muchos años han venido degradando los causes hídricos, con sus aguas residuales altamente toxicas. Es por ello que curtiduría San Miguel pretende implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales, con el objetivo de optimizar el recurso natural y evitar la contaminación, a ríos y quebradas, donde vierten sus efluentes sin previo tratamiento. Por esta razón es necesario describir los procesos productivos y los vertidos generados, que resulta del de tratamiento del cuero.

La curtiduría San Miguel de la ciudad de Ambato en la actualidad no posee una planta de tratamiento de aguas residuales por eso se considera de vital importancia construir una planta de tratamiento, mediante a la identificación que genera estas aguas al contaminar el medio ambiente. Es por eso que se ha tomado la decisión de diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales y evitar que los ríos sean contaminados y las aguas generadas sean tratadas antes que se liberen en el alcantarillado.

La **utilidad** teórica del presente trabajo de investigación se orienta en el desarrollo de un marco teórico sustentado en fuentes de primer y segundo nivel que servirá como fuente de información y consulta para investigaciones similares.

Esta propuesta tendrá como **beneficiarios** la curtiduría San Miguel que ya contará una planta de tratamiento de aguas residuales y disminuirá el nivel de contaminación de las aguas.

Es **factible** desarrollar la siguiente propuesta metodológica porque se dispone de los recursos necesarios para su desarrollo, contando con la apertura de la empresa para poder acceder a su sitio de trabajo, evaluar el estado de las aguas generadas y conocer a fondo el nivel de contaminación.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para la curtiembre San Miguel de la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua periodo 2018.

Objetivos Específicos

- Describir los procesos productivos y los vertidos generados.
- Dimensionar el sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Proponer el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la Curtiduría San Miguel

La Curtiembre San Miguel está considerada dentro de las pequeñas empresas que se dedican al tratamiento de las pieles hasta la obtención de cuero, proceso en el cual se adicionan químicos, las instalaciones con las que la planta cuenta actualmente recorren entre 400 y 500 bandas al mes para el proceso de carnaza, el agua residual que se genera de las actividades de carnaza lleva consigo gran cantidad de sólidos suspendidos totales (SST), este afluente sin un tratamiento previo es vertido directamente hacia la red de alcantarillado público, contribuyendo a elevar los niveles de contaminación del agua. Al aumentar los niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO), se produce un nivel de contaminación significativo, contribuyendo a que la curtiembre de estudio no se encuentran dentro de los parámetros que indica el TULSMA (Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente), libro VI anexo I tabla 8, lo que produce malos olores en el aire, y sobre todo genera un incumplimiento con lo que exige el Ministerio del Ambiente durante cada control que le realizan a la empresa (Lapsolite, 2018). Actualmente la planta no cuenta con registros sobre estudios de tratamiento del agua residual por lo que desconoce el nivel de contaminación con el que afecta al medio ambiente.

Dentro de los principales problemas es que sus efluentes no cumplen con los parámetros ambientales que dicta la normativa ecuatoriana de acuerdo al Plan de

Manejo Ambiental presentado al Ministerio del Ambiente para obtención de la Licencia Ambiental. Por ello en la Curtiembre San Miguel, se pretende diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales, con la finalidad de mejorar los procesos del curtido del cuero y cumplir con los respectivos controles de calidad medioambientales que la normativa del país exige en cuanto al tratamiento de aguas residuales.

Descripción de la curtiduría

La Curtiduría San Miguel, está ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, en el sector de Picaihua, la razón social está a nombre del Sr. Miguel Ángel Sisalema Guaita, es una empresa de tipo privada y su dirección es la calle Mario Tulio Cicerón y Pitágoras, como se observa en la imagen 1:



Imagen 1. Ubicación satelital de Curtiduría San Miguel

Fuente: Google Maps

Misión

Contribuir al éxito de nuestros clientes, al otorgar de forma honesta y puntual, cuero terminado de alta calidad; utilizando nuestra capacidad, experiencia y tecnología en el tratamiento industrial a las pieles bovinas.

Visión

Ser una curtiembre sostenible que se posicione en los próximos años como una de las mejores curtidurías del mercado nacional, capaces de satisfacer y encantar a nuestros clientes, en base al mejoramiento continuo de nuestros procesos,

servicios, tecnología e innovación permanente; con un equipo humano comprometido, creativo y competente, en la búsqueda constante de la excelencia de nuestros productos.

Valores

Calidad. En curtiduría San Miguel están comprometidos en entregar un producto de calidad, mediante la realización de cada fase del curtido de cuero; de la mejor manera y con los mejores productos existentes.

Compromiso. El tiempo es el más valioso del mundo, por ello curtiduría San Miguel, pretende cumplir con sus clientes, la producción prometida en el tiempo establecido.

Honestidad. Curtiduría San Miguel, establece que la honestidad es el pilar fundamental para que la empresa logre un crecimiento, pues no pretende estafar a sus clientes ni al estado.

Compromiso. El compromiso de la empresa con sus clientes, está orientado a la entrega de un producto que pueda competir con otros de la misma calidad.

Área de estudio

Las áreas de estudio en que enmarca esta investigación se detallan en la tabla 1:

Tabla 1. Área de estudio

Dominio:	Tecnología y Sociedad
Línea de Investigación:	Medio Ambiente y Gestión de Riesgos.
Campo:	Ingeniería Industrial
Área:	Diseño de la planta de tratamiento.
Aspecto:	Reducir el impacto ambiental al recurso agua.
Objeto de estudio:	Vertidos de aguas residuales en el periodo enero - julio del 2018
Periodo de análisis:	Enero 2018 – Julio 2018

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Fuente: Investigación Directa

A continuación, se detalla el modelo operativo que se desarrolló en este estudio y que delinearé el orden de trabajo a realizar, como se visualiza en el gráfico 1:

Modelo operativo

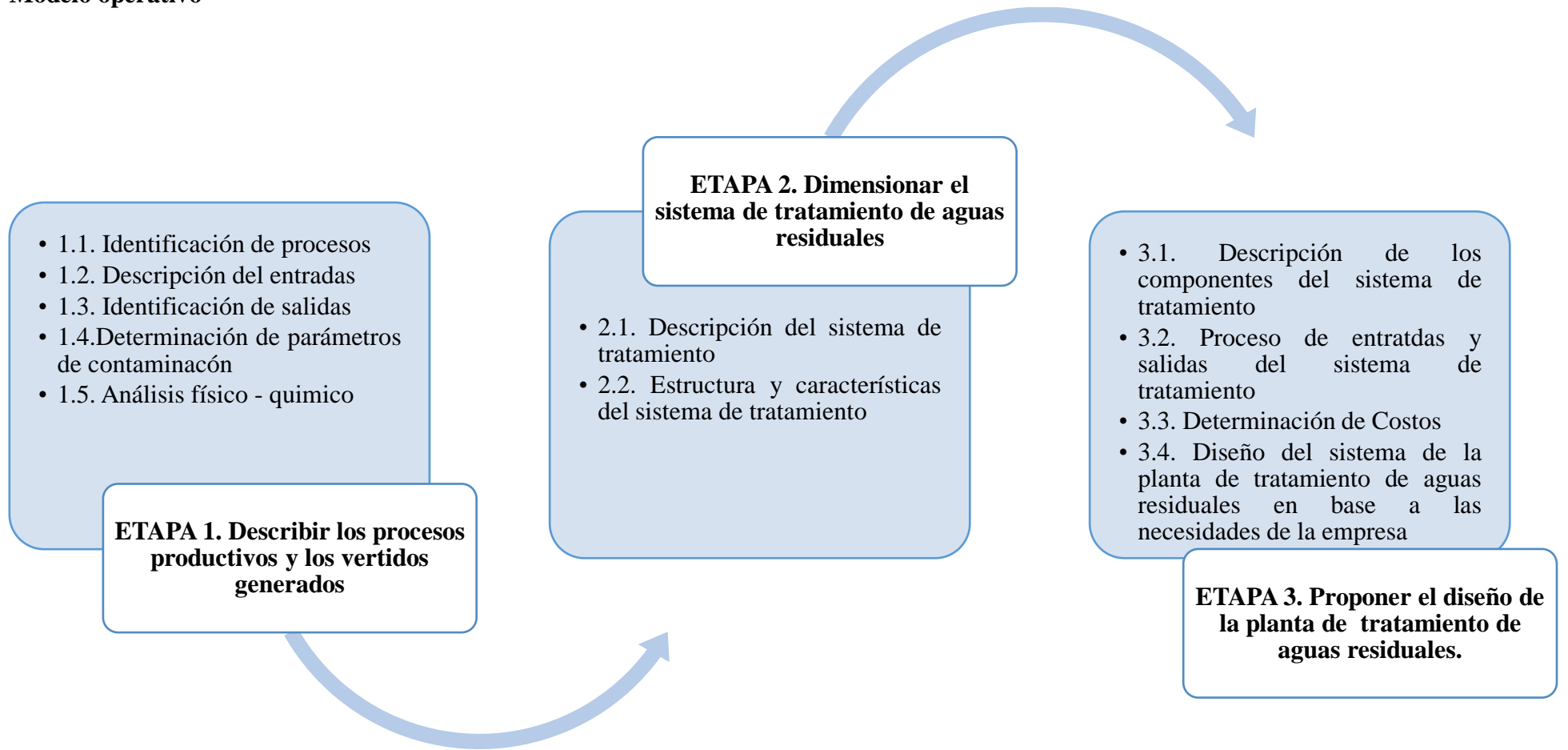


Gráfico 1. Modelo operativo
Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Desarrollo del Modelo Operativo

ETAPA 1. Describir los procesos productivos y los vertidos generados

Identificación de procesos

Para la identificación de las entradas para una planta de tratamiento de aguas residuales es necesario tener el conocimiento básico de ciertas terminologías que se manejarán dentro de todo el proyecto, así como la problemática, para el caso de esta investigación la Curtiembre San Miguel cuenta con procesos como: proceso ribera, proceso curtido y proceso de acabado, que serán descritos más adelante.

Descripción del proceso de curtiembres

En la actualidad la mayoría de los procesos industriales requieren de plantas de tratamiento adecuados para el manejo de los desechos sólidos y líquidos con el fin de reducir el impacto ambiental y cumplir con las normas ambientales exigidas. Varias empresas en el país, dedicadas a la actividad de curtiembre vienen funcionando sin dar un adecuado tratamiento a los efluentes generados en las diferentes etapas de producción, donde se utilizan grandes cantidades de agua y reactivos químicos que al final del proceso inciden en resultados elevados de carga contaminante presentes en el agua desechada. Por este motivo se hace indispensable el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para reducir los niveles de contaminación y de esta manera evitar sanciones por parte de las autoridades encargadas del control ambiental. La curtición o curtido es el proceso mediante el cual se convierten las pieles de los animales principalmente bovinos, ovinos o porcinos, en un material llamado cuero. La curtición puede realizarse utilizando sales de cromo o agentes vegetales, el 80 % de las industrias utiliza el primero, el proceso se agrupan en tres etapas principales que son: ribera, curtido y terminado, cada una de estas involucra una serie de actividades (Ministerio del Ambiente, 2015). En el gráfico 2 se describe el proceso de curtiembres establecido por el Ministerio del Ambiente:

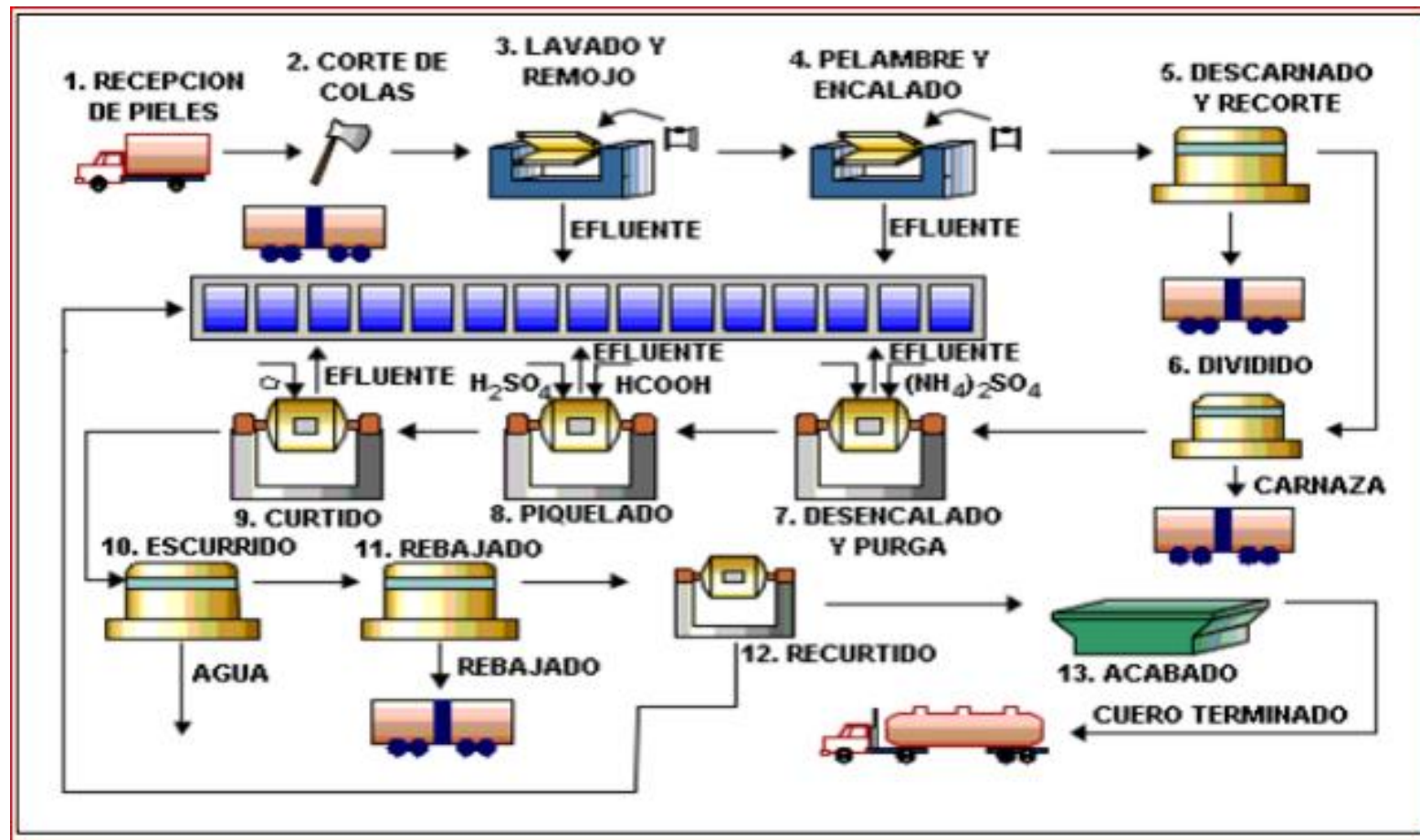


Gráfico 2. Proceso general de curtido de cuero
Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015)

Proceso de Ribera

El Instituto Nacional de Ecología (2017), describe el proceso de ribera. En esta etapa el cuero es preparado para ser curtido, en ella es limpiado y acondicionado asegurándole un correcto grado de humedad. La etapa de ribera comprende aquellos procesos que permiten la eliminación del pelo o lana de la piel. Es la etapa que presenta el mayor consumo de agua y su efluente presenta un elevado pH. Este proceso emplea sulfuro de sodio y cal para eliminar la epidermis de la piel además del pelo que la recubre. Antes de comenzar con la etapa de curtido se procede al descarne, donde se separan las grasas y carnazas todavía unidas a la parte interna de la piel. La sección de ribera se compone de una serie de pasos intermedios, como se refleja en la tabla 2:

Tabla 2. Proceso ribera

PROCESO DE RIBERA	
Descripción. Esta etapa empieza desde la recepción de la materia prima, las pieles son clasificadas, limpiadas y acondicionadas para las etapas posteriores de curtido, las diferentes operaciones realizadas se describen en la tabla siguiente.	
Operación	Descripción
Recepción	Descarga y almacenaje de las pieles, se conservan en salmuera hasta ser cargadas en los tambores o paletos.
Remojo	Las pieles de los animales son sometidas a un baño de agua donde se añaden bactericidas, humectantes y detergentes con la finalidad de limpiar las pieles y rehidratar su estructura
Descarne	Proceso mecánico donde se retiran las grasas y carnazas que todavía permanecen unidas a la cara interna de la piel, esto ayuda a una mejor penetración de los productos químicos.

Pelambre	Ataque químico para eliminar el pelo y la epidermis, las pieles se sumergen a un baño de 8 soluciones de sulfuro de sodio y cal, esto causa la separación entre las fibras de colágeno de la piel.
Lavado	Lavado con agua para eliminar los residuos de la cal y otras impurezas

Fuente: (Instituto Nacional de Ecología, 2017)

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Proceso de Curtido

El proceso de curtido se describe en la tabla 3, aquí se detalla la forma que se estabiliza el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales o vegetales, transformándola en cuero, siendo las sales de cromo las más utilizadas. Genera un efluente con pH bajo al final de la etapa.

Tabla 3. Etapa de curtido

PROCESO DE CURTIDO	
<p>Descripción. Esta etapa describe la conversión del cuero como tal, usando agentes curtientes que se fijan en las fibras de colágeno hasta estabilizar la piel, como se mencionó anteriormente existen dos métodos: el curtido al cromo y el curtido vegetal, a continuación, se describen las diferentes operaciones para los dos métodos.</p> <p>Curtido al cromo. Se basa en la utilización de sales de cromo, es el más utilizado en la industria, pero también el más contaminante debido a la toxicidad del cromo trivalente, se obtiene una amplia variedad de productos con buena estabilidad y resistencia.</p>	
Operación	Descripción
Piquelado	Operación en la que se adicionan ácidos y sales que interrumpen las reacciones enzimáticas del rendido, eliminan la cal combinada con el colágeno y preparan al

	cuero para el curtido, el pH final varía entre 1.8 y 3.5 dependiendo del tipo de cuero que se fabrica
Curtido	Adición de sales alcalinas que aumentan el pH de la solución y facilitan la reacción del cromo trivalente con los ligantes orgánicos.
Lavado y embancado	Quitar sales El cuero apilado se deja en reposo para que siga reaccionando
Escurrido	Operación mecánica de exprimido
Raspado	Operación mecánica que iguala el espesor del cuero

Curtido vegetal. Este tipo de curtido se basa en el uso de taninos vegetales, las cantidades del mismo dependen del producto final que se desee elaborar, obteniéndose cueros con características propias de resistencia y flexibilidad.

Operación	Descripción
Piquelado o acondicionado	Operación también conocida como precurtido en la que se adicionan ácidos y sales que preparan al cuero para el curtido o para almacenajes largos. Esta operación es análoga al piquelado del curtido con cromo
Curtido	Se adicionan taninos (naturales y/o sintéticos) a la solución de precurtido.
Fijación o acidificación	Acidificado de la solución utilizando ácido fórmico. El pH de la solución varía de 1.8 a 5.5
Embancado	El cuero apilado se deja en reposo para que siga reaccionando.
Escurrido	Operación mecánica de exprimido

Fuente: (Instituto Nacional de Ecología, 2017)
Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Proceso de Acabado

En la tabla 4 se describe el proceso de acabado que representa una de las etapas finales de la producción del cuero:

Tabla 4. Proceso de acabado

PROCESO DE ACABADO	
Descripción. Esta es la etapa final de la producción, que consta de dos subetapas que son el recurtido donde se imparte suavidad, elasticidad y llenura al cuero, y el acabado donde a partir de operaciones mecánicas se proporciona características necesarias para su comercialización.	
Recurtido	
Operación	Descripción
Recurtido	Se acidifica, se adiciona la sal de cromo, Imparte elasticidad y suavidad y lo prepara para las próximas operaciones
Neutralizado	Se aumenta el pH para eliminar la acidez del cuero
Recurtido vegetal y/o sintético	Operación opcional en la cual se adicionan taninos o curtientes sintéticos como acrílicos, vegetales, etc.
Teñido	Imparte color al cuero ya sea superficial o totalmente (en el interior)
Engrasado	Lubrica fibras con aceites
ACABADO	
Secado	Elimina humedad al cuero
Pulido y esmerilado	Se eliminan imperfecciones de la superficie de la piel, utilizando rodillos recubiertos de lija y caucho
Secado por colgado	Los cueros son colgados en ganchos o varas
Planchado y grabado	Se prensa el cuero en una placa caliente que puede ser lisa o tener figuras
Laqueado	Se aplica laca para lograr un terminado de calidad que protege al acabado
Almacenado	Depósito de cuero terminado para su protección, uso o comercialización

Fuente: (Instituto Nacional de Ecología, 2017)

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Uso de químicos por proceso

En la tabla 5 se describe los insumos químicos utilizados en las diferentes etapas

de (Instituto Nacional de Ecología, 2017).

Tabla 5. Productos químicos por proceso

PROCESOS	PRODUCTOS QUÍMICOS
RIBERA	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Bactericidas • Detergentes • Sulfuro de sodio • Cal • Cloruro de sodio
CURTIDO AL CROMO	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Cloruro de sodio • Ácido sulfúrico • Ácidos orgánicos • Formiato de sodio • Sulfato básico de cromo • Bicarbonato de sodio • Óxido de magnesio • Fungicidas
CURTIDO VEGETAL	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Cloruro de sodio • Ácido sulfúrico • Ácido orgánico • Taninos • Fenoles • Naftalenos • Ácido Fórmico
ACABADO	<ul style="list-style-type: none"> • Tensoactivos • Sulfato básico de cromo • Recurtientes • Anilinas • Ácidos orgánicos • Amoníaco • Aceites

Fuente: (Instituto Nacional de Ecología, 2017)

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

El agua es el recurso más utilizado en las curtiembres, por lo cual los efluentes generados al final del proceso poseen alta cantidad de carga contaminante, además

el volumen descargado es similar al introducido inicialmente, esto indica que el agua no queda incorporada en el producto y más bien sirve como medio para la disolución de los productos químicos, facilitando su penetración en la estructura del cuero, el consumo de agua se encuentra en un rango de 40 a 50 m³ /ton pieles frescas (Tobar, 2016).

La principal causa para la contaminación del agua es que para procesar una tonelada de piel se utilizan 452 kg de sustancias químicas, de las cuales únicamente 72 kg de ellas quedan en el cuero, mientras que 380 kg van a las aguas residuales. Esto quiere decir que el 85% de las sustancias químicas utilizadas en el proceso quedan en el agua residual. (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles CPTS, 2013).

Cada etapa tiene su aporte significativo de carga contaminante, por esta razón lo conveniente es separar las diferentes descargas líquidas de acuerdo a su naturaleza ya sea alcalina o acida. En la tabla 6 se describe de manera general los diferentes contaminantes generados en las etapas principales del proceso de curtido.

En el proceso de ribera se realizan aquellas actividades que permiten la eliminación del pelo o lana de la piel, aquí se presenta el mayor consumo de agua y su efluente presenta un elevado pH. Durante el remojo se rehidrata la piel eliminando sal, sangre, excretas e impurezas, así como sólidos suspendidos y sedimentables, tensoactivos, grasas y biocidas; mientras que en el pelambre que es donde se retira el pelo, saponifica las grasa y entumece las fibras, haciendo uso de sulfuro y sulfatos, cal blanquecina y materia orgánica.

Mientras que en el proceso de curtido se realiza la estabilización de la estructura de colágeno que compone el cuero, usando químicos naturales y sintéticos como sulfuro y sulfatos, cal blanquecina y materia orgánica.

Y en el último proceso de acabados en donde se realiza el recurtido aplicado para los cueros curtidos con cromo o taninos y sales, en el teñido y engrase en donde se añade grasa o aceites animales.

Tabla 6. Contaminantes principales

PROCESO		CONTAMINANTES PRINCIPALES
RIBERA	REMOJO	<ul style="list-style-type: none"> • Sólidos suspendidos y sedimentables • Tensoactivos • Sal y cloruros • Grasas • Biocidas.
	PELAMBRE	<ul style="list-style-type: none"> • (Cal) coloración blanquecina • Materia orgánica • Sulfuros y sulfatos
CURTIDO		<ul style="list-style-type: none"> • Sal • Ácidos minerales y orgánicos • Cromo o taninos
ACABADO		<ul style="list-style-type: none"> • Restos de cromo • Sales del recurtido

Fuente: (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles CPTS, 2013)

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

La mayor generación de contaminantes se da en las etapas iniciales de ribera y curtido, la etapa de acabado genera un volumen mucho menor de contaminación.

Descripción de entradas

Descripción del proceso de la curtiembre San Miguel de la Ciudad de Ambato

La curtiembre San Miguel de la ciudad de Ambato cuenta con una extensión de 799.94 m². Los procesos que se realizan actualmente en la curtiembre San Miguel de la ciudad de Ambato son los que se detallan en la tabla 7:

Tabla 7. Detalle de los procesos

SISTEMA DE TRATAMIENTO CADA 3 SEMANAS							
PROCESO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN			SALIDAS
				QUE HACE	COMO LO HACE	TIEMPO (minutos)	
REMOJO	Cargar las bandas al bombo Poner el agua en el bombo Tapar el bombo	1 vez cada 15 días	100 bandas Agua (1000 litros) químicos (Humectante 0.2% 5 kilos)	Colocar las bandas al bombo	Manualmente	30	Agua residual 1000 litros Desechos sólidos 25 kilos
				Procesando las bandas	Maquinaria	720	
PELAMBRE	Cargar las bandas al bombo Poner el agua en el bombo Tapar el bombo	1 vez cada 15 días	100 bandas Agua (1000 litros) químicos (Sulfuro de sodio 1% 25 kilos Cal 2 % 50 kilos)	Ecurrir el agua	Manualmente	20	Agua residual 850 litros Desechos sólidos 75 kilos
				Procesando las bandas	Maquinaria	240	

PROCESO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN			SALIDAS
				QUE HACE	COMO LO HACE	TIEMPO (minutos)	
LAVADO	Cargar las bandas al bombo Poner el agua en el bombo Tapar el bombo	1 vez cada 15 días	100 bandas Agua (600 litros) químicos (Humectante 0.2% 1.5 kilos Sulfato de amonio 0.2% 1.5 kilos)	Colocar las bandas al bombo	Manualmente	30	Agua residual 500 litros
				Procesando las bandas	Maquinaria	20	
DESENCALE	Cargar las bandas al bombo Tapar el bombo	1 vez cada 15 días	100 bandas químicos (Sulfato de amonio 1.2% 9 kilos Bisulfito 0.8% 6 kilos Purga 0.4% 3 kilos)	Escurrir el agua	Manualmente	20	este proceso se lo hace en seco
				Procesando las bandas	Maquinaria	50	

PROCESO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN			SALIDAS
				QUE HACE	COMO LO HACE	TIEMPO (minutos)	
2 LAVADAS	Cargar las bandas al bombo Poner el agua en el bombo Tapar el bombo	1 vez cada 15 días	100 bandas Agua (1000 litros)	Colocar las bandas al bombo	Manualmente	30	Agua residual 1000 litros
PIQUELADO Y CURTIDO	Cargar las bandas al bombo Poner el agua en el bombo Tapar el bombo	1 vez cada 15 días	100 bandas Agua (600 litros) químicos (Acido fórmico 1.5% 11.5 kilos Sal 5% 38 kilos Grasa 0.5% 5.5 kilos Cromo 6.5% 50 kilos Basificante 0.4% 3 kilos)	Colocar las bandas al bombo	Manualmente	30	Agua residual 500 litros
				Procesando las bandas	Maquinaria	600	

PROCESO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN			SALIDAS
				QUE HACE	COMO LO HACE	TIEMPO (minutos)	
LAVADO	Cargar las bandas al bombo Poner el agua en el bombo Tapar el bombo	1 vez cada 15 días	100 bandas Agua (600 litros) químicos (Acido fórmico 0.3% 1 kilo Humectante 0.2% 1 kilo)	Escurrir el agua	Manualmente	30	Agua residual 500 litros Desechos sólidos 10 kilos
				Procesando las bandas	Maquinaria	20	
RECURTIDO	Cargar las bandas al bombo Poner el agua en el bombo Tapar el bombo	1 vez cada 15 días	100 bandas Agua (600 litros) químicos (Grasa 2% 8 kilos Cromo 2.5% 10 kilos Formiato 1% 4 kilos Formiato 1% 4 kilos Neutralizante 1% 4 kilos)	Colocar las bandas al bombo	Manualmente	30	Agua residual 500 litros
				Procesando las bandas	Maquinaria	150	

PROCESO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN			SALIDAS
				QUE HACE	COMO LO HACE	TIEMPO (minutos)	
TEÑIDO	Cargar las bandas al bombo Poner el agua en el bombo Tapar el bombo	1 vez cada 15 días	100 bandas Agua (600 litros) químicos (Grasa 4% 16kilos Acrilico3% 12 kilos Acrílico 3% 12 kilos Grasa 5% 20 kilos Dispersante de anelina 2% 4 kilos Anelina 1.5% 6 kilos Tamigan 3% 12 kilos Petingan 3% 12 kilos Acido formico 1.5% 6 kilos)	Colocar las bandas al bombo	Manualmente	30	Agua residual 500 litros
				Procesando las bandas	Maquinaria	150	

Fuente: Curtiduría San Miguel
Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Distribución de planta de la curtiembre San Miguel de la ciudad de Ambato.

La curtiembre San Miguel de la ciudad de Ambato está dividida en 6 bloques y 1 galpón, distribuidos de la siguiente manera: bodega de 38 m², oficina de 102.64 m², área de maquinaria de 48,75 m², el galpón cuya primera planta es de 160.87 m², y la segunda planta es de 173,64 m².

En el anexo 3 se muestra la distribución de la planta de producción de la curtiembre San Miguel de la ciudad de Ambato

Entradas y salidas de la planta de la curtiembre San Miguel de la ciudad de Ambato.

Para la ejecución de todo proceso se requieren entradas, una vez que éste se ejecuta genera un resultado que se lo conoce como salida, en los procesos las entradas tienen cierta similitud, en todos debe ingresar las 100 bandas y agua, en función de las actividades que se realicen se introduce la cantidad de químicos y/o humectantes según sea el caso; posteriormente se ejecuta cada uno de los procesos que se mencionan en la tabla 8 para generar salidas que en la mayoría de éstos es agua residual y desechos sólidos, los mismos que varían en volumen y cantidad.

Tabla 8. Entradas, procesos y salidas

ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS
100 bandas Agua (1000 litros) químicos (Humectante 0.2% 5 kilos)	REMOJO	Agua residual 1000 litros Desechos sólidos 25 kilos
100 bandas Agua (1000 litros) químicos (Sulfuro de sodio 1% 25 kilos Cal 2 % 50 kilos)	PELAMBRE	Agua residual 850 litros Desechos sólidos 75 kilos
ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS

<p>100 bandas Agua (600 litros) químicos (Humectante 0.2% 1.5 kilos Sulfato de amonio 0.2% 1.5 kilos</p>	<p>LAVADO</p>	<p>Agua residual 500 litros</p>
<p>100 bandas químicos (Sulfato de amonio 1.2% 9 kilos Bisulfito 0.8% 6 kilos Purga 0.4% 3 kilos)</p>	<p>DESENCALE</p>	<p>este proceso se lo hace en seco</p>
<p>100 bandas Agua (1000 litros)</p>	<p>LAVADO (se realiza dos veces)</p>	<p>Agua residual 1000 litros</p>
<p>100 bandas Agua (600 litros) químicos (Acido fórmico 1.5% 11.5 kilos Sal 5% 38 kilos Grasa 0.5% 5.5 kilos Cromo 6.5% 50 kilos Basificante 0.4% 3 kilos)</p>	<p>PIQUELADO Y CURTIDO</p>	<p>Agua residual 500 litros</p>
<p>100 bandas Agua (600 litros) químicos (Acido fórmico 0.3% 1 kilo Humectante 0.2% 1 kilo)</p>	<p>LAVADO</p>	<p>Agua residual 500 litros Desechos sólidos 10 kilos</p>
<p>ENTRADAS</p>	<p>PROCESO</p>	<p>SALIDAS</p>

<p>100 bandas Agua (600 litros) químicos (Grasa 2% 8 kilos Cromo 2.5% 10 kilos Formiato 1% 4 kilos Formiato 1% 4 kilos Neutralizante 1% 4 kilos)</p>	<p>RECURTIDO</p>	<p>Agua residual 500 litros</p>
<p>100 bandas Agua (600 litros) químicos (Grasa 4% 16kilos Acrilico3% 12 kilos Acrílico 3% 12 kilos Grasa 5% 20 kilos Dispersante de anelina 2% 4 kilos Anelina 1.5% 6 kilos Tamigan 3% 12 kilos Petingan 3% 12 kilos Acido fórmico 1.5% 6 kilos)</p>	<p>TEÑIDO</p>	<p>Agua residual 500 litros</p>

Fuente: Curtiduría San Miguel
 Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Parámetros contaminantes a ser considerados en el estudio.

Según León (2015) manifiesta que la falta de plantas de tratamiento para las aguas residuales en las ciudades y en las industrias, hoteles y explotaciones mineras, agrícolas y ganaderas, ocasiona grandes desechos de aguas contaminadas que hacen mucho daño al medio ambiente. La mayoría de esas aguas es descargada en los ríos, lagos, mares, en los suelos a cielo abierto o en el subsuelo, a través de los llamados pozos sépticos y rellenos sanitarios. Los contaminantes pueden estar presentes como:

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** cantidad de oxígeno (mg O²/l) necesaria para oxidar los componentes del agua recurriendo a reacciones

químicas

- **Sólidos en Suspensión:** sólidos que no pasan a través de una membrana filtrante de un tamaño determinado. Dentro de los sólidos en suspensión se encuentran los sólidos sedimentables, que decantan por su propio peso y los no sedimentables
- **Aceites y Grasas:** el contenido en aceites y grasas presentes en un agua residual se determina mediante su extracción previa con un disolvente apropiado, la posterior evaporación del disolvente y el pesaje del residuo obtenido
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (DBO5):** cantidad de oxígeno disuelto ($\text{mg O}^2/\text{l}$) necesario para oxidar biológicamente la materia orgánica de las aguas residuales. En el transcurso de los cinco días de duración del ensayo se consume aproximadamente el 70 % de las sustancias biodegradables (sólidos suspendidos) (León, 2015).
- **Sulfatos:** en los sulfatos, el azufre actúa como catión por pérdida de los seis electrones presentes en el nivel exterior. El radio iónico de este catión es pequeño, $0,30 \text{ \AA}$, lo que permite una coordinación 4 muy estable. Estos grupos tetraédricos SO_4^{2-} son las unidades estructurales fundamentales de los sulfatos minerales y se unen a través de cationes medianos en coordinación 6 (calcio) o grandes en coordinación 12 (bario) (Montes, 2012).
- **Sulfuros:** son la combinación de azufre con oxidación -2 con otro elemento químico o con un radical. En la naturaleza este tipo de minerales se forman en las zonas pantanosas y se desprenden también en los gases de algunos volcanes. En la geología son realmente importantes ya que la extracción de mineral de sulfuro es básica para lograr una de las menas que más se utiliza en la industria de la metalurgia para poder obtener plomo, hierro o estaño (Mena, 2015)
- **Cromo total:** El cromo se encuentra en la naturaleza casi exclusivamente en forma de compuestos. El mineral de este elemento más importante es la cromita (cromo ferrita, pirita crómica). Por su parte, en su forma pura se

obtiene por reducción del óxido de cromo con aluminio (procedimiento aluminio térmico), mediante electrólisis o a través del ioduro crómico (Peña, 2017).

El cromo y sulfuros aparecen menos en los subprocesos sin embargo son los más tóxicos del efluente, parámetros como DQO y DBO5 son indicadores importantes del nivel de contaminación en el agua (León, 2015).

En la tabla 9 se muestran los resultados del análisis físico – químico realizado al agua residual que arroja la curtiembre San Miguel y que su informe se encuentra en el anexo 1:

Tabla 9. Comparación de resultados obtenidos en el laboratorio con el TULSMA

PARÁMETROS	RESULTADO (mg/l)	TULSMA (anexo 1 – tabla 8- p. 20)
Aceites y grasas	19.50	70
Cromo Hexavalente	0.041	0.5
Cromo total	0.06	No consta
Detergentes	3.767	2.0
DBO5	2377.65	250
DQO	4732	500
Fenoles	0.568	No consta
Ph	6.25	6 – 9
Sólidos totales	12020	1600
Sólidos suspendidos totales	1841	220
Sulfatos	55	400
Sulfuros	9.004	1.0

Fuente: Lacquanálisis S.A.

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Los colores representan el método de semaforización con el cual se indica el nivel de contaminación en el que se encuentran los diferentes parámetros medidos en la Curtiembre San Miguel, el color verde representa que sus valores se encuentran dentro de los rangos permitidos por TULSMA, que para este caso son cuatro los parámetros aceptables que representa el 33,3 %; el color amarillo es señal de alerta indicando que el parámetro está cerca de los rangos permitidos, para este caso se tiene un elemento dentro de esta categoría que constituye el 8,3%; mientras que el color tomate es un signo de alarma que manifiesta que el

parámetro se encuentra levemente fuera del rango permitido, para este caso se tiene un elemento de manera similar que el color amarillo; por último el color rojo es sinónimo de emergencia pues determina que los valores calculados se encuentran fuera de los rangos permitidos, para este caso se tienen cuatro elementos en estas condiciones lo que representa el 33,3 %

Determinación del consumo de agua que utilizaría la planta si trabajará a su máxima capacidad en el turno diurno.

Es importante obtener este dato pues es necesario para dar un margen de sobredimensionamiento para el sistema de tratamiento a diseñarse. Para obtener la capacidad de agua en los procesos en estudio, se requiere el volumen que depende del número de procesos y de los volúmenes de agua que manejan los distintos bombos, para lo cual la fórmula 1 determina el volumen útil del bombo.

$$Vu = \pi r^2$$

Fórmula 1. Volumen útil del bombo
Fuente: (Guzmán, 2014)

Dónde: Vu= volumen útil del bombo (m^3). rb= radio del bombo (m). lr= largo del bombo (m). La ecuación se divide para dos pues solo la mitad del bombo es útil para el proceso:

$$Vu = \frac{3.1416 * (1.30 * 1.30) * 2.36}{2}$$
$$Vu = 6.26 m^3$$

Para aplicar la fórmula se realizó la toma física de las dimensiones de los bombos las mismas que se detallan en la tabla 10:

Tabla 10. Dimensiones de los bombos

Dimensiones de los bombos							
Procesos / Datos	Rivera			Curtido		Recurtido, Teñido y Engrase	
	Bombo P1	Bombo P2	Bombo P3	Bombo C1	Bombo C2	Bombo RTE1	Bombo RTE2
Radio (m)	1.30	1.50	1.16	1.30	1.50	1.16	1.30
Largo (m)	2.36	2.77	2.02	2.36	2.77	2.02	2.36

Fuente: Curtiduría San Miguel
Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Se calcula el volumen útil, cuyos resultados se muestran en la tabla 11:

Tabla 11. Volumen útil de los bombos

Volumen útil de los bombos							
Procesos / Datos	Rivera			Curtido		Recurtido, Teñido y Engrase	
	Bombo P1	Bombo P2	Bombo P3	Bombo C1	Bombo C2	Bombo RTE1	Bombo RTE2
$V_p (m^3)$	6.26	9.79	4.27	6.26	9.79	4.27	6.26

Fuente: Curtiduría San Miguel
Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

En la fórmula 2 determina el volumen ocupado por la piel dentro del volumen útil del bombo

$$V_p = 0.35 - V_u$$

Fórmula 2. Volumen ocupado
Fuente: (Guzmán, 2014)

Dónde: V_p = Volumen ocupado por la piel (m^3). V_u = Volumen útil del bombo (m^3). El valor de 0.35 viene dado ya que la piel ocupa un promedio del 35% dentro del volumen útil, esto de acuerdo a información recolectada en los procesos productivos de la empresa:

$$V_p = 0.35 * 4.82$$

$$V_p = 2.19 m^3$$

Posteriormente se calcula el volumen ocupado por la piel dentro del volumen útil de los bombos, que se muestra en la tabla 12:

Tabla 12. Volumen ocupado por la piel dentro del volumen útil de los bombos

Volumen ocupado por la piel dentro del volumen útil de los bombos							
Procesos / Datos	Rivera			Curtido		Recurtido, Teñido y Engrase	
	Bombo P1	Bombo P2	Bombo P3	Bombo C1	Bombo C2	Bombo RTE1	Bombo RTE2
Vp (m ³)	2.19	3.43	1.49	2.19	3.43	1.49	2.19

Fuente: Curtiduría San Miguel

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

En la fórmula 3 se establece el volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil del bombo.

$$V_{pm} = V_u - V_p$$

Fórmula 3. Volumen promedio

Fuente: (Guzmán, 2014)

Dónde: V_{pm}= Volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil (m³). V_u= Volumen útil (m³). V_p= Volumen ocupado por la piel (m³):

$$V_{pm} = 6.26 - 2.19$$

$$V_{pm} = 4.07 \text{ m}^3$$

Para el volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil del bombo se ocupa y se reemplaza los datos de la tabla 12 volumen útil y volumen ocupado por la piel y se muestran los resultados en la tabla 13:

Tabla 13. Volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil de los bombos

Volumen promedio que ocupa el agua dentro del volumen útil de los bombos							
Procesos / Datos	Rivera			Curtido		Recurtido, Teñido y Engrase	
	Bombo P1	Bombo P2	Bombo P3	Bombo C1	Bombo C2	Bombo RTE1	Bombo RTE2
V _{pm} (m ³)	4.07	6.36	2.78	4.07	6.36	2.78	4.07

Fuente: Curtiduría San Miguel

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

La fórmula 4 comprueba el volumen total de agua de acuerdo al proceso, es decir tomando en cuenta el número de sub procesos que tienen descargas de agua dentro de una etapa o área de producción.

$$V_{pr} = V_{pm} * S_p$$

Fórmula 4. Volumen total

Fuente: (Guzmán, 2014)

Dónde: V_{pr}= Volumen de agua promedio dentro de una etapa (m³). V_{pm}= Volumen promedio que ocupara el agua dentro del volumen útil (m³), S_p= número

de sub procesos que tengan descargas dentro de una etapa:

$$V_{pr} = 4.07 * 2$$

$$V_{pr} = 8.14 \text{ m}^3$$

La fórmula 5 estipula el volumen de consumo de agua, es decir el porcentaje de agua que absorbe la piel.

$$C = \%C * V_{pr}$$

Fórmula 5. Volumen de consumo de agua
Fuente: (Guzmán, 2014)

Dónde: c= Volumen de consumo de agua (m^3). %c= Porcentaje de consumo, esto varía de acuerdo al tipo de proceso, V_{pr} = Volumen de agua promedio dentro de una etapa (m^3):

$$C = 0.03 * 8.14$$

$$C = 0.2425 \text{ m}^3$$

Otro elemento que es importante identificar dentro del análisis técnico que se realiza es el número de veces que se ejecuta cada proceso, así como el tiempo promedio, esta información se presentan en la tabla 14:

Tabla 14. Información del proceso de estudio

Información de los procesos en estudio			
Parámetros	Proceso		
	Rivera	Curtido	RTE
Número de sub-procesos (sp)	2	3	3
Tiempo promedio del proceso (horas)	20	15	8
Número máximo de procesos a la semana teniendo en cuenta que se trabaja la jornada ordinaria de 8 horas diarias (np)	2	2	2

Fuente: Curtiduría San Miguel
Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Cálculo del volumen del agua por proceso

En la tabla 15 se establece el cálculo del volumen de agua descargada en función del peso de la piel, % ocupado del agua y de consumo del agua:

Tabla 15. Cálculo del volumen del agua por proceso

ETAPA	SUBPROCESO	Peso de la piel (kg)	% ocupado del agua	Peso agua (kg)	% de consumo	Peso de agua menos consumo (kg)	Vol agua descarnada (lt)
RIBERA	Remojo	2500	0.6	1000	0.08	920	1300
	Pelambre		0.6	1000	0.03	970	1425
	Descarnado					0	0
	Dividido					0	0
VOLUMEN TOTAL ETAPA RIBERA						1890	2725
CURTIDO	Lavado 1	760	0.5	600	0.03	582	357.2
	Lavado 2		0.5	1000	0.03	970	357.2
	Lavado 3		0.5	600	0.03	582	357.2
	Desencalado			600		600	0
	Pique y curtido			600		600	0
VOLUMEN TOTAL ETAPA CURTIDO						3334	1071.6
RTE	Lavado 1	400	0.6	600	0.03	582	228
	Recurtido		0.3	600	0.03	582	108
	Teñido		0.5	600	0.03	582	188
	Pintado y Laqueado		0.5	600	0.03	582	188
VOLUMEN TOTAL ETAPA CURTIDO						2328	712
VOLUMEN TOTAL						7552	4508.6

Fuente: Curtiduría San Miguel
 Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

ETAPA 2. Dimensionar el sistema de tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales es una operación que utiliza diferentes procesos de depuración: físicos, químicos y microbiológicos, por medio de unidades tratamiento convencionales o naturales, permitiendo de esta manera que el agua que se desea tratar pueda eliminar la mayor parte de contaminantes presentes en la misma con la finalidad de que sus parámetros cumplan con los límites establecidos por las normas ambientales.

Descripción del sistema de tratamiento

En el tratamiento de aguas residuales se pueden distinguir hasta cuatro pasos que comprenden procesos químicos, físicos y biológicos:

1. **Tratamiento preliminar**, destinado a la eliminación de residuos fácilmente separables y en algunos casos un proceso de pre-aireación (Metcalf, y otros, 2014).
2. **Tratamiento primario** que comprende procesos de sedimentación y tamizado (Metcalf, y otros, 2014).
3. **Tratamiento secundario** que comprende procesos biológicos aerobios y anaerobios y físico-químicos (floculación) para reducir la mayor parte de la DBO (Metcalf, 1977).

Los objetivos del tratamiento biológico son tres:

1. reducir el contenido en materia orgánica de las aguas;
2. reducir su contenido en nutrientes, y
3. eliminar los patógenos y parásitos (Ahumada, 2015).

Estos objetivos se logran por medio de procesos aeróbicos y anaeróbicos, en los cuales la materia orgánica es metabolizada por diferentes cepas bacterianas.

4. **Tratamiento terciario o avanzado** que está dirigido a la reducción final de la DBO, metales pesados y/o contaminantes químicos específicos y la eliminación de patógenos y parásitos (Aguilar, y otros, 2016).

Estructura y características del sistema de tratamiento

El sistema de tratamiento está integrado por: tamiz rotatorio, tanque de separación de aceites (a) y grasas (g), sistema de lodos activados, reactor biológico y sedimentador secundario y cámara de cloración. Mientras que las unidades para el manejo de lodo son: digestor aerobio, espesador y lechos de secado. Además, antes de entrar al sistema de tratamiento, se separan desechos de los cueros. Los principales parámetros de diseño de las unidades que integran el sistema de tratamiento (Pavón, 2014).

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Diseño del sistema de tratamiento de agua residual para la Curtiembre San Miguel

Descripción de los componentes del sistema de tratamiento

- **Pozo de recepción**

El pozo de recepción representa el primer elemento de la planta (gráfico 3) es un pozo de bombeo en el cual se verterán las aguas residuales provenientes de todas las etapas. Este pozo será construido en hormigón armado, con una capacidad de 4096 lt. Con dimensiones de largo 1.60 m, ancho, 1.60 y de altura de 1.60m

$$\text{Volumen del pozo } (V_p) = \text{largo}(l) * \text{ancho}(a) * \text{altura}(h)$$

Fórmula 6. Volumen del pozo

$$\text{Volumen del pozo } (V_p) = 1.6 * 1.6 * 1.6$$

$$\text{Volumen del pozo } (V_p) = 4.09m^3$$

La limpieza del material flotante acumulado en la parte superior de los riles se efectúa de manera manual y por gravedad. En el gráfico 3 se muestra la estructura del pozo de recepción de la propuesta planteada:

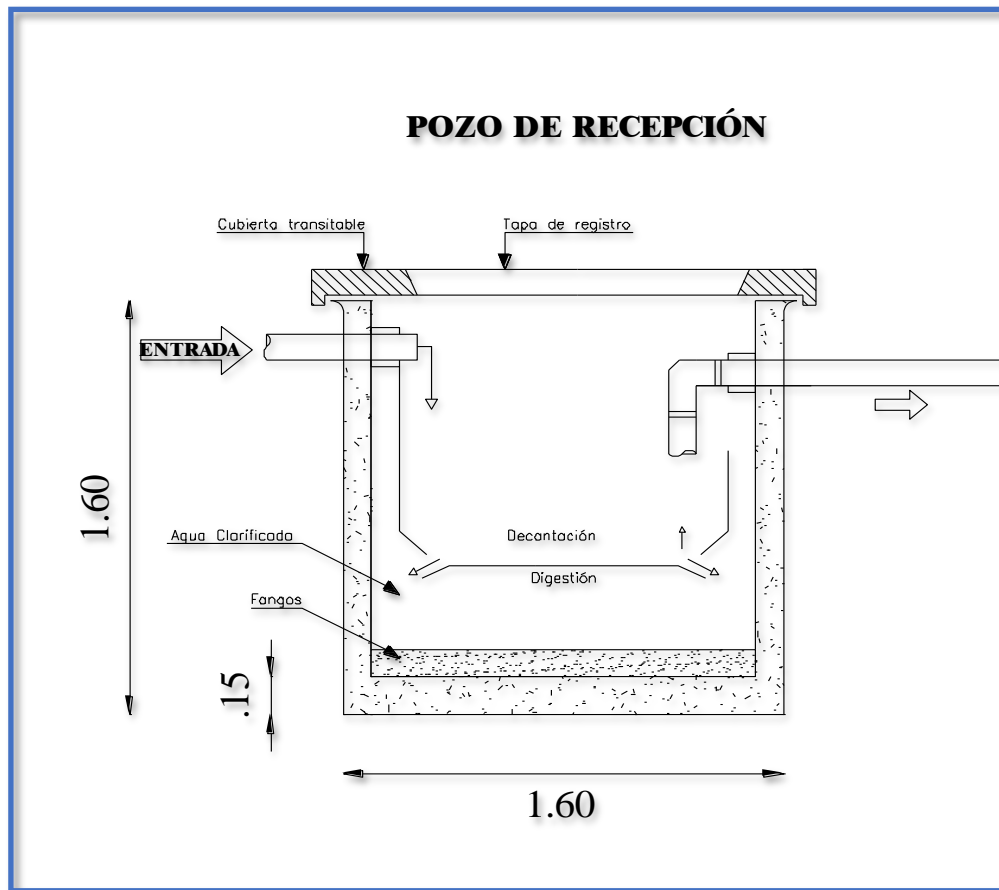


Gráfico 3. Pozo de recepción
 Fuente: (Marfisi, 2015)
 Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

- **Tamiz**

Previo a la homogenización se ha colocado un tamiz para separar los sólidos mayores de 0,20 mm. El tamiz elegido es fijo. Este posee una pared separadora dispuesta en posición horizontal de tal manera que los materiales flotantes (entre ellos las grasas, aceites y sólidos gruesos flotantes) ascienden y permanecen en la capa superficial del agua residual, mientras que la parte líquida se evacua, la manera continua desde el fondo del depósito. La capacidad del tamiz es de 4096 lt. Con dimensiones de largo 1.60 m, ancho 1.60 m y de altura de 1.60m. Como se muestra en la gráfica 4:

$$\text{Volumen del tamiz (Vt)} = \text{Largo}(l) * \text{ancho}(a) * \text{altura}(h)$$

Fórmula 7. Volumen del tamiz

$$\text{Volumen del tamiz (Vt)} = 1.6 * 1.6 * 1.6$$

$$\text{Volumen del tamiz (Vt)} = 4.09\text{m}^3$$

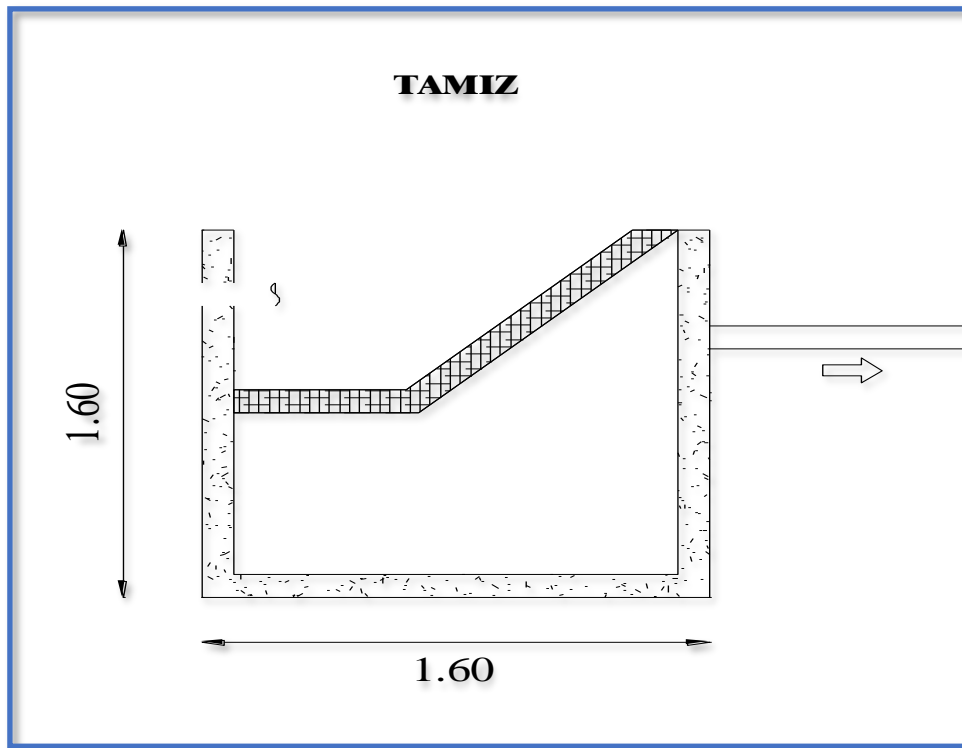


Gráfico 4. Tamiz

Fuente: (Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales, 2010)

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

- **Tanque de homogenización y aireación con corrección de pH**

Se homogenizan, mezclando todas las aguas del proceso industrial, mediante el uso de un compresor y tubería de media pulgada. El tanque homogenización cuenta con una capacidad 12240lt. En la gráfica 5 se visualiza el tanque de homogenización bajo las condiciones antes descritas y con dimensiones de: longitud 3.10 m, ancho 2 m y de altura de 2 m.

Cálculo del volumen del tanque de homogenización

Volumen del tanque de homogenización (Vth)

$$= \text{Caudal del diseño}(QD) \frac{m^3}{h}$$

** Tiempo de retención en horas (TRH)(h)*

Fórmula 8. Volumen del tanque de homogenización

$$Vth = QD * TRH$$

$$Vth = 0.3392 * 12$$

$$Vth = 4.07 m^3$$

Cálculo de longitud del tanque

$$L = \frac{Vth}{a * h}$$

Fórmula 9. Longitud del tanque de homogenización

$$L = \frac{4.07 m^3}{2m * 2m}$$

$$L = 1.02 m$$

Cálculo de longitud del tanque para tres días

$$L = 1.02 m * 3$$

Fórmula 10. Longitud del tanque de homogenización por 3 días

$$L = 3.10 m$$

Cálculo del volumen total del tanque (Vtth)

*Volumen (Vtth) = Largo(l) * ancho(a) * altura(h)*

Fórmula 11. Volumen total del tanque de homogenización

$$Vtth = 3.10m * 2m * 2m$$

$$Vtth = 12.40m^3$$

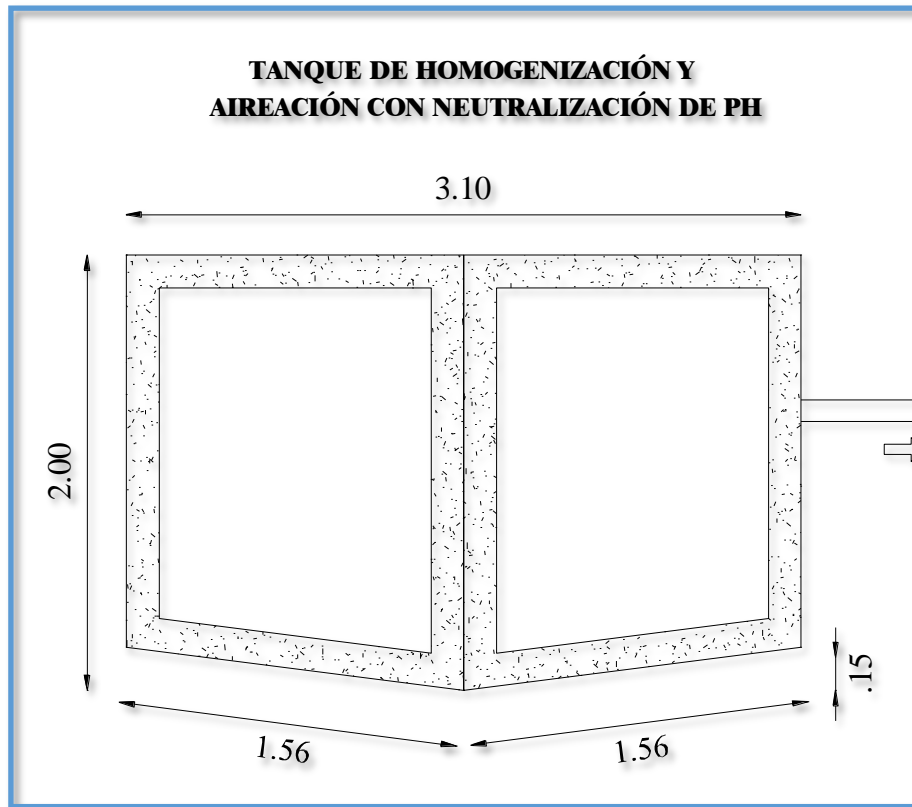


Gráfico 5. Tanque de homogenización y aireación con neutralización de pH
Fuente: (Espinosa, 2016)
Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Para simplificar el sistema de control y minimizar la mano de obra, se necesita un flujo constante con variaciones pequeñas. Para realizar esto. Estos depósitos deben tener una capacidad de almacenamiento de 2 o 3 días, para el caso de periodos de suspensión de caudal. Normalmente el drenaje es mantenido en el tanque de 12 a 24 horas para su homogeneización y para asegurar que el tratamiento sea de calidad en las siguientes etapas. Después de este tiempo de retención el drenaje (los efluentes) pasa por gravedad a la planta de tratamiento. Utiliza hipoclorito industrial (conocido como cloro), se coloca 1gr. por litro La aireación ayuda a la homogenización y pre desinfección de las aguas en residencia; las mismas que, y en un rango de ph entre 6-9 nos indica que podemos continuar con los procesos unitarios siguientes (coagulación y floculación) Una parte esencial de este proceso de tratamiento, es la planeación adecuada para la disposición de los lodos, ya que ello representa una parte significativa en cuanto a construcción y costos del sistema (Espinosa, 2016).

- **Tanque de coagulación – floculación y sedimentación**

La coagulación – floculación y sedimentación son procesos físicos químicos permiten la separación de la turbidez existente mediante la aglomeración de los coágulos y floculos con ayuda de movimiento que nos da la aireación en tiempos determinados para proceder a la separación de estos con la ayuda de la gravedad (sedimentación de alta tasa) y una vez concluido estos procesos procederemos a la filtración secundaria de los clarificados con intercambio iónico. Estos procesos nos permiten remover contaminación entre 70-80% lo cual nos permite acercarnos a los rangos máximos permisibles establecidos por la autoridad ambiental correspondiente. Los lodos residuales de estas operaciones serán evacuadas a una bandeja de transformación de estos en abono orgánico.

Para la coagulación se utiliza un agente coagulante orgánico que se coloca de 1 a 2gr/lit., se realiza con media hora de aireación, con un tiempo de reposo de 2 horas.

Para la floculación se utiliza agente poli cloruro de aluminio se coloca de 1 a 2gr/lit., se realiza con media hora de aireación. Esta mezcla se deja alrededor de 6 horas para que por la ley de gravedad descendan los floculos producidos que se dan tratados en la bandeja de transformación.

Cálculo del diámetro del tanque de coagulación – floculación y sedimentación

$$D_{tcf} = \sqrt{\frac{4 * Vth}{\pi * h}}$$

Fórmula 12. Diámetro del tanque de coagulación y floculación

$$D_{tcf} = \sqrt{\frac{4 * 12.24 \text{ m}^3}{3.1416 * 2m}}$$

$$D_{tcf} = 2.8 \text{ m}$$

Gráfico 6. Tanque de coagulación – floculación y sedimentación

Cálculo del volumen del tanque de coagulación – floculación y sedimentación (V_{tcfs})

$$V_{tcfs} = \frac{\pi * (D_{tcf})^2}{4}$$

Fórmula 13. Volumen del tanque de coagulación, floculación y sedimentación

$$V_{tcfs} = \frac{3.1416 * 2.8}{4}$$

$$V_{tcfs} = 6.16 \text{ m}^3$$

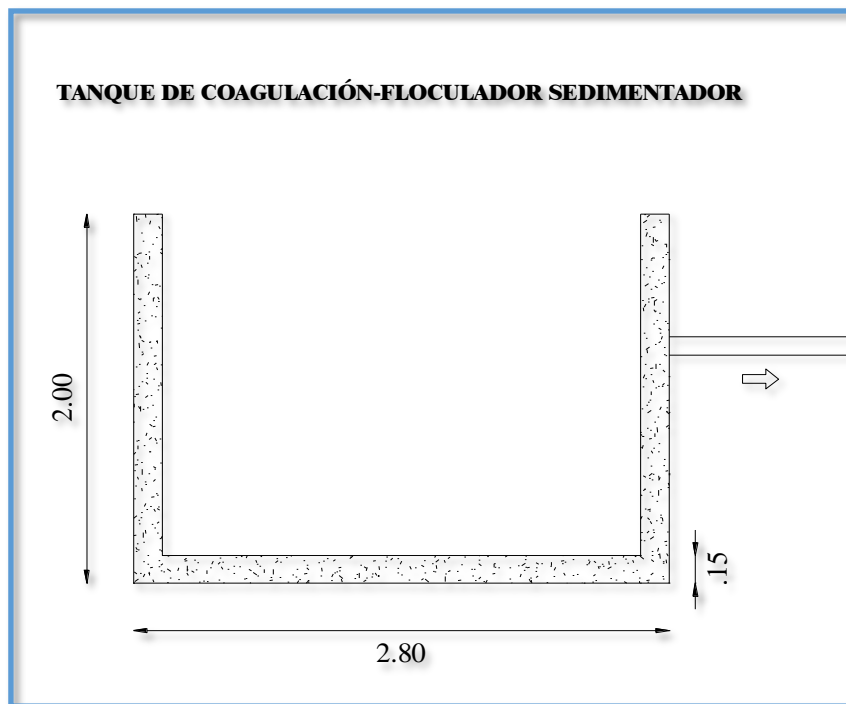


Gráfico 7. Tanque de coagulación – floculación y sedimentación
Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

- **Filtro de intercambio iónico**

El agua clarificada de los procesos anteriores será evacuada a una velocidad determinada por el filtro, el cual contiene los siguientes elementos: 10% de gel de silicio; 10% de carbón activado; 15% de carbón mineral (antracita) 20% de diatomeas; 40% de zeolita lo que constituye la filtración secundaria con intercambio iónico es el proceso principal de depuración del agua residual tratada en la planta. Este depósito tiene una capacidad de 2540 lt es construido de manera artesanal, cuyas medidas son de 1.80 mts de diámetro y de altura 1.60 mts.

El agua a tratar fluye en sentido descendente, se muestra este filtro en la gráfica 6 se muestra el diseño correspondiente:

Cálculo del diámetro del filtro

$$D_{tcf} = \sqrt{\frac{4 * V_p}{\pi * h}}$$

Fórmula 14. Diámetro del tanque de coagulación y floculación

$$D_{tcf} = \sqrt{\frac{4 * 4.09}{\pi * 1.6m}}$$
$$D_{tcf} = 1.8 m$$

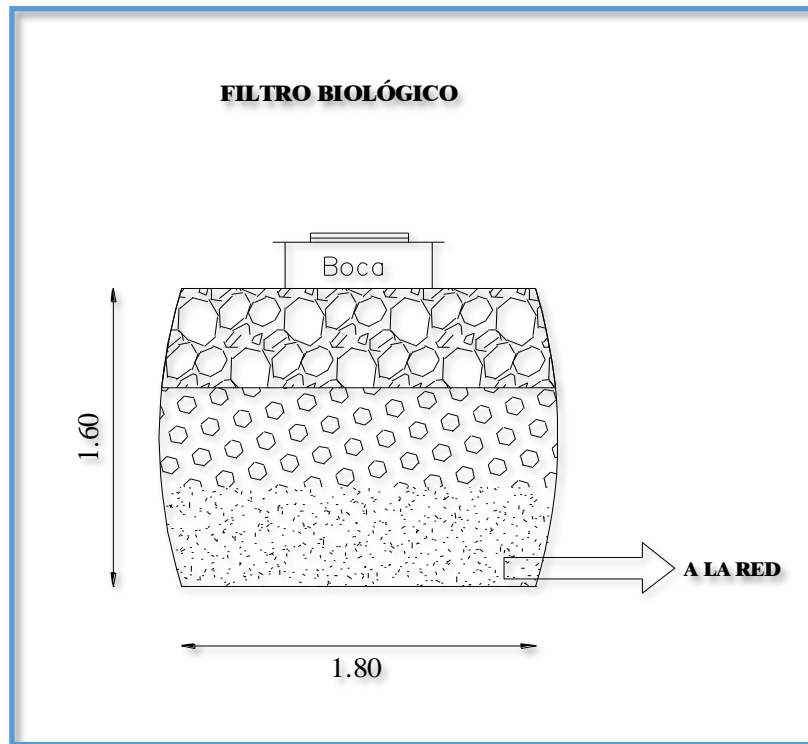
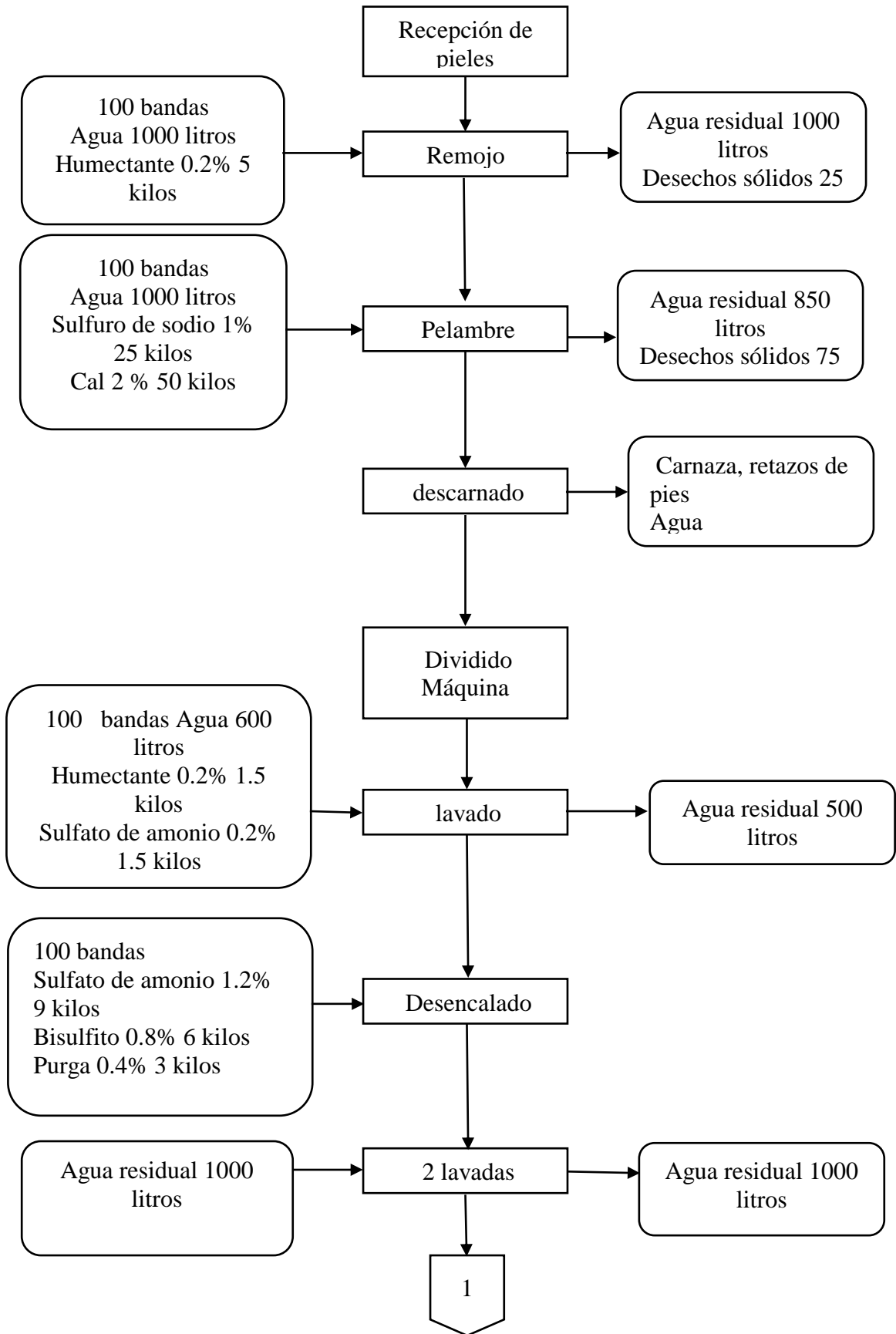
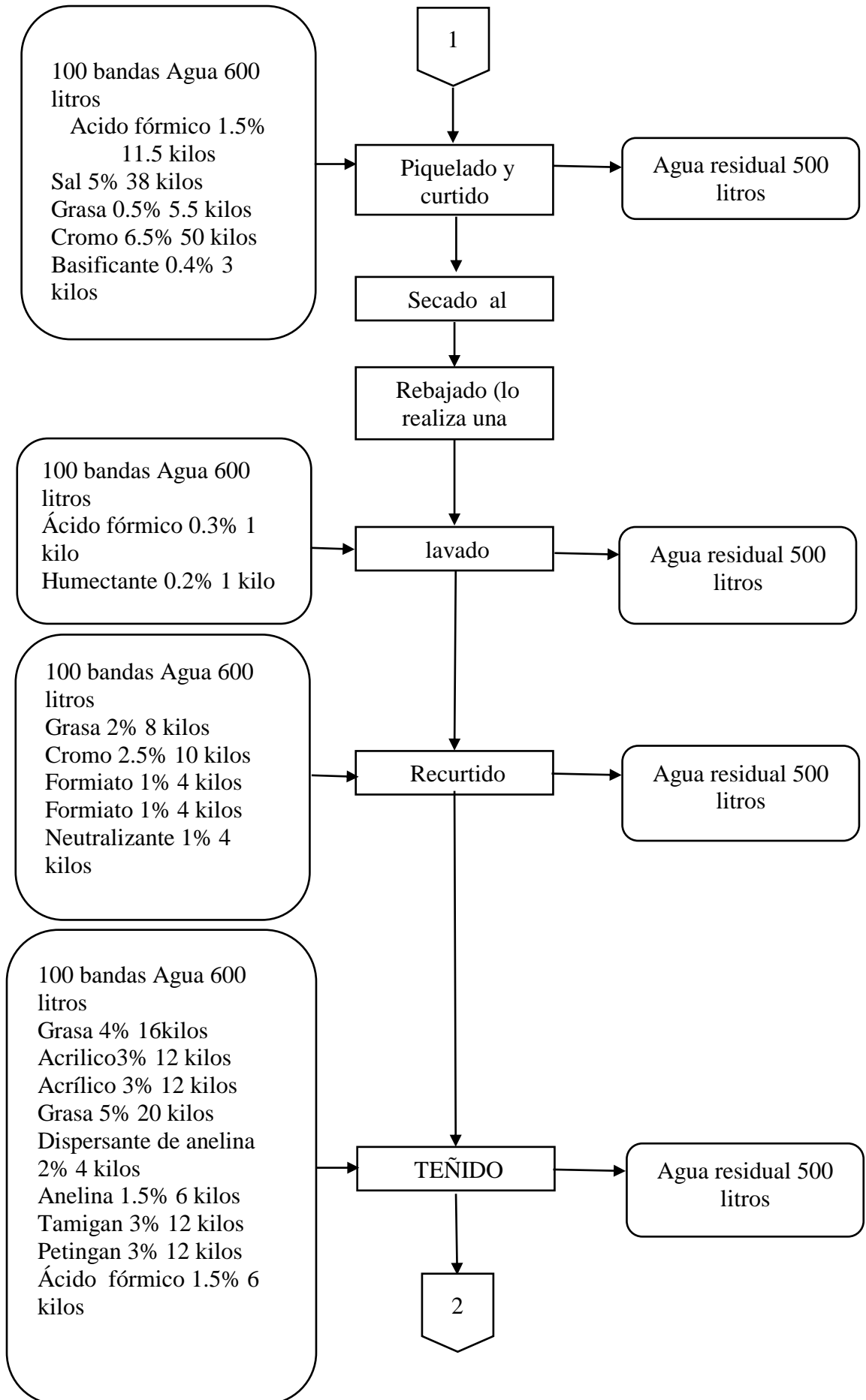


Gráfico 8. Filtro biológico anaerobio
Fuente: (Mansur , 2015)
Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Proceso entradas y salidas para el tratamiento de aguas residuales

En la gráfica 9 se describe el flujograma del proceso de entradas y salidas para el tratamiento para aguas residuales:





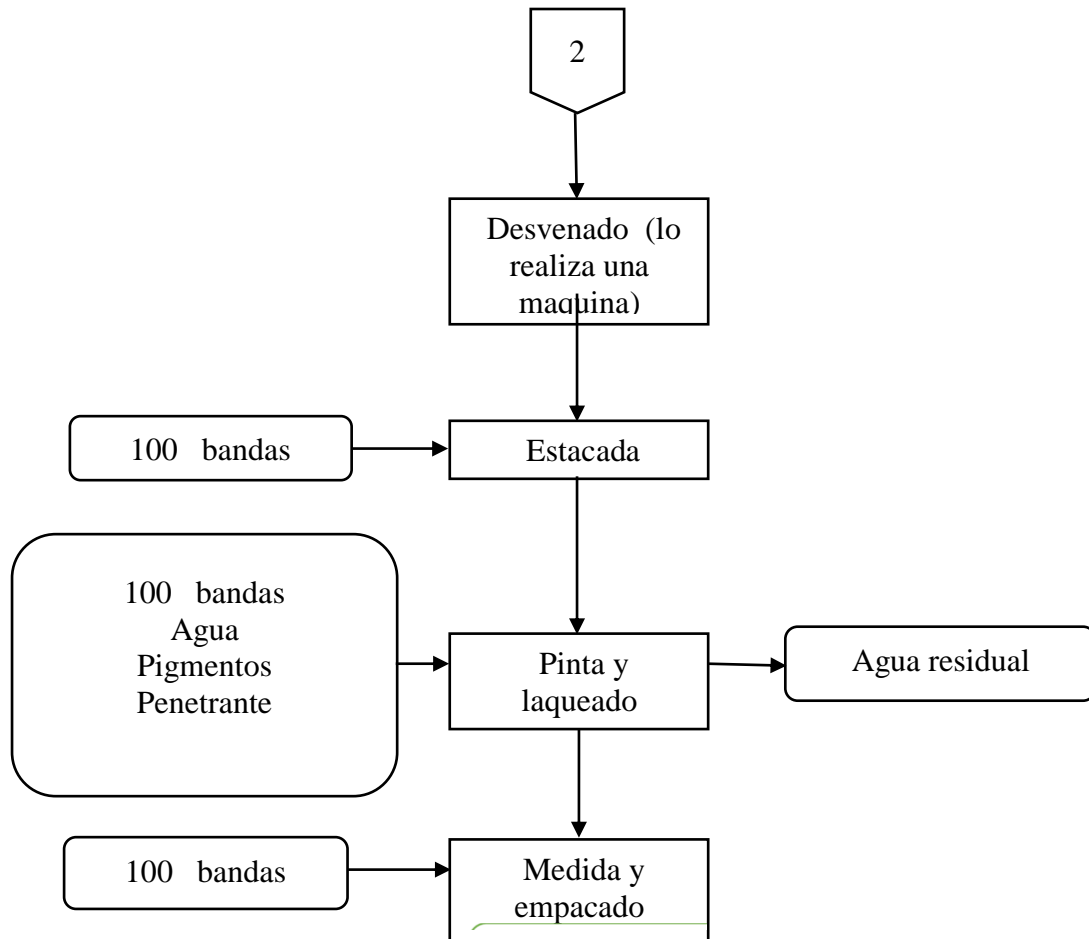


Gráfico 9. Flujograma del proceso de tratamiento
Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

ETAPA 3. Proponer el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Diseño del sistema de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesto (anexo 4)

Resultados Esperados

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la Norma ambiental vigente descrita en el TULSMA y según las necesidades de cada empresa. Para el caso de este estudio técnico se estima disminuir el nivel de contaminación en un 50% en cada uno de los parámetros obtenidos en el análisis físico – químico, el sistema de tratamiento propuesto cumplirá las condiciones para garantizar esta mejora en la curtiembre, en la tabla 17 se muestra los valores que se alcanzarían como propuesta de mejora y a la vez permitirá validar el nivel de contaminación con el que la curtiembre ha disminuido:

Tabla 16. Resultados del análisis físico – químico esperado

PARÁMETROS	RESULTADO (mg/l)	TULSMA (anexo 1 – tabla 8- p. 21) (Ver en el anexo 2)	PROPUESTA DE MEJORA
Aceites y grasas	19.5	70	19.5
Cromo Hexavalente	0.041	0.5	0.041
Cromo total	0.06	No consta	0.06
Detergentes	3.767	2	1.8835
DBO5	2377.65	250	1188.825
DQO	4732	500	2366
Fenoles	0.568	No consta	0.284
Ph	6.25	06-09	6.25
Sólidos totales	12020	1600	6010
Sólidos suspendidos totales	1841	220	920.5
Sulfatos	55	400	55
Sulfuros	9.004	1	4.502

Fuente: Lacquanálisis S.A. y (León, 2015)

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Los colores representan el método de semaforización con el cual se indica el nivel de contaminación en el que se encuentran los diferentes parámetros medidos en la Curtiembre San Miguel, el color verde representa que sus valores se encuentran dentro de los rangos permitidos por TULSMA, que para este caso son seis los parámetros aceptables que representa el 50 %, lo que refleja una mejoría significativa en los niveles de contaminación; el color amarillo es señal de alerta indicando que el parámetro está cerca de los rangos permitidos, para este caso se

tiene un elemento dentro de esta categoría que constituye el 8,3%; mientras que el color tomate es un signo de alarma que manifiesta que el parámetro se encuentra levemente fuera del rango permitido, para este caso se tiene un elemento de manera similar que el color amarillo; por último el color rojo es sinónimo de emergencia pues determina que los valores calculados se encuentran fuera de los rangos permitidos, para este caso se tienen cuatro elementos en estas condiciones lo que representa el 33,3 % .

Cronograma de Actividades

Descripción	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CANAL RECOLECTOR																				
Replanteo y Nivelación																				
Excavación a mano																				
Encofrado recto																				
SEDIMENTADOR																				
Replanteo y Nivelación																				
Replanteo de H.S. $f_c=180 \text{ kg/cm}^2$ $e=5\text{cm}$																				
Encofrado recto																				
Enlucido Interior Impermeabilizante																				
REACTOR ANAERÓBICO																				
Replanteo y Nivelación																				
Replanteo de H.S. $f_c=180 \text{ kg/cm}^2$ $e=5\text{cm}$																				
Encofrado recto																				
99Enlucido Interior Impermeabilizante																				
FILTRO BIOLÓGICO																				
Replanteo y Nivelación																				
Encofrado recto																				
Enlucido Exterior																				
SECADO DE LODOS																				
Replanteo y Nivelación																				
Replanteo de H.S. $f_c=180 \text{ kg/cm}^2$ $e=5\text{cm}$																				
Encofrado recto																				
Enlucido Interior + Impermeabilizante																				
CAJAS DE REVISIÓN																				
Caja de revisión																				

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Costos del sistema de tratamiento

Tabla 17. Costos del sistema de tratamiento

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA					
PLANTA DE TRATAMIENTO-CURTIDURÍA SAN MIGUEL					
ESTUDIO DE PRECIOS UNITARIOS					
FECHA: NOVIEMBRE 2018					
Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
POZO DE RECEPCIÓN					
1	Replanteo y Nivelación	m2	3.78	1.92	7.2576
2	Excavación a mano	m3	4.1	5.9	24.19
3	Encofrado recto	m2	10.24	14.96	153.1904
4	Replanteo de H.S. fc=180 kg/cm2	m3	0.2	105.7	21.14
5	Hormigón simple fc=210 kg/cm2	m3	1.34	197.39	264.5026
TAMIZ					
6	Replanteo y Nivelación	m2	3.78	1.92	7.2576
7	Replanteo de H.S. fc=180 kg/cm2	m3	0.2	105.7	21.14
8	Encofrado recto	m2	10.24	14.96	153.1904
9	Hormigón simple fc=210 kg/cm2	m3	1.34	197.39	264.5026
10	Acero de refuerzo Fy=4200 kg/cm2	kg	250.98	3.18	798.1164
11	Contrapiso fc=210 kg/cm2 e=5cm	m2	0.2	21.14	4.228
12	Enlucido Interior+Impermeabilizante	m2	10.24	12.67	129.7408
TANQUE DE HOMOGENIZACIÓN Y AIREACIÓN					
13	Replanteo y Nivelación	m2	6.2	1.92	11.904
14	Replanteo de H.S. fc=180 kg/cm2	m3	0.9	105.7	95.13
15	Encofrado recto	m2	20	14.96	299.2
16	Hormigón simple fc=240 kg/cm2	m3	4.1	261.77	1073.257
17	Acero de refuerzo Fy=4200 kg/cm2	kg	520.17	3.18	1654.1406
18	Contrapiso fc=210 kg/cm2	m2	0.9	21.14	19.026
19	Enlucido Interior+Impermeabilizante	m2	32.4	12.67	410.508
20	Compresor + Instalacion	u	1	250	250
TANQUE DE COAGULACIÓN					
21	Replanteo y Nivelación	m2	6.5	1.92	12.48
22	Replanteo de H.S. fc=180 kg/cm2	m3	0.92	105.7	97.244
23	Encofrado	m2	17.6	14.96	263.296
24	Hormigón simple fc=210 kg/cm2	m3	25.4	197.39	5013.706
25	Acero de refuerzo Fy=4200 kg/cm2	kg	2578.76	3.18	8200.4568
26	Contrapiso fc=210 kg/cm2 e=5cm	m2	2.61	21.14	55.1754
27	Enlucido Interior+Impermeabilizante	m2	17.6	12.67	222.992

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA					
PLANTA DE TRATAMIENTO-CURTIDURÍA SAN MIGUEL					
ESTUDIO DE PRECIOS UNITARIOS					
<i>FECHA: NOVIEMBRE 2018</i>		<i>FECHA: NOVIEMBR E 2018</i>	<i>FECHA: NOVIEMBR E 2018</i>	<i>FECHA: NOVIEMBR E 2018</i>	<i>FECHA: NOVIEMBR E 2018</i>
Rubro	Rubro	Rubro	Rubro	Rubro	Rubro
	FILTRO BIOLÓGICO				
28	<i>Replanteo y Nivelación</i>	<i>m2</i>	<i>3</i>	<i>1.92</i>	<i>5.76</i>
29	<i>Replantillo de H.S. fc=180 kg/cm2</i>	<i>m3</i>	<i>0.38</i>	<i>105.7</i>	<i>40.166</i>
30	<i>Encofrado</i>	<i>m2</i>	<i>11.32</i>	<i>14.96</i>	<i>169.3472</i>
31	<i>Hormigón simple fc=240 kg/cm2</i>	<i>m3</i>	<i>0.85</i>	<i>261.77</i>	<i>222.5045</i>
32	<i>Acero de refuerzo Fy=4200 kg/cm2</i>	<i>kg</i>	<i>201.2</i>	<i>3.18</i>	<i>639.816</i>
33	<i>Contrapiso fc=210 kg/cm2</i>	<i>m2</i>	<i>0.27</i>	<i>21.14</i>	<i>5.7078</i>
34	<i>Enlucido Interior+Impermeabilizante</i>	<i>m2</i>	<i>8.16</i>	<i>12.67</i>	<i>103.3872</i>
35	<i>Medio filtrante</i>	<i>u</i>	<i>1</i>	<i>540.29</i>	<i>540.29</i>
	CAJAS DE REVISIÓN				
36	<i>Caja de revisión</i>	<i>u</i>	<i>1</i>	<i>45.05</i>	<i>45.05</i>
	TUBERÍAS Y ACCESORIOS				
37	<i>Suministro e Instalación de tubería PVC 110mm+ accesorios</i>	<i>m</i>	<i>45.79</i>	<i>64.18</i>	<i>2938.8022</i>
	SUMA TOTAL				24237.803
	IVA 12%				2908.5363
	COSTO TOTAL				27146.339

Elaborado por: Calucho, Juan (2018)

Diseño del sistema de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesto

Se visualiza en el anexo 4

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Inicialmente la Curtiembre San Miguel no realizaba procesos técnicos solo lo hacía de manera empírica, luego del análisis propuesto los procesos que se implantan son: ribera, de curtido, de acabado, donde se realizan actividades de recepción, tamizaje, homogenización, coagulación, floculación y sedimentación e intercambio iónico. En los cuales se utilizan grandes cantidades de insumos químicos considerados peligrosos. El agua es el recurso más utilizado en la curtiembre, por lo cual los vertidos generados al final del proceso poseen alta cantidad de contaminantes, dentro de los principales contaminantes que se presentan son: aceites y grasas, cromo hexavalente, cromo total, detergente, DQO, DBO5, fenoles, ph, solidos totales, sólidos suspendidos totales, sedimentables, tensoactivos, sulfuros y sulfatos.
- Se realizó el dimensionamiento del sistema de tratamiento, basado en los resultados del análisis de los vertidos, en un laboratorio acreditado. Estos resultados se compararon con los límites permisibles, indicados en la tabla 8, del anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua; de acuerdo a este análisis comparativo, se definieron los parámetros fuera de norma, estos son: el cromo y sulfuros, estos se vierten en

el proceso de curtido, otros parámetros fuera de norma son: DQO y DBO5, estos tienen una alta carga contaminante para el recurso agua. De acuerdo a estos resultados se diseñó el sistema de tratamiento de aguas residuales para la curtiembre en estudio, se distinguen las siguientes etapas, que comprenden procesos químicos, físicos y biológicos. El sistema básico diseñado consta de la siguiente manera: pozo de recepción, tamiz, tanque de homogenización, tanque coagulación, floculación y sedimentación además consta de un filtro de intercambio iónico.

- El sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto está estructurado por el pozo de recepción que constituye el primer elemento es un pozo de bombeo en el cual se verterán las aguas residuales provenientes de todas las etapas; posteriormente tiene un tamiz en donde se separan los sólidos mayores de 0,20 mm. este tamiz es de tipo artesanal; el tanque de homogenización y con corrección de pH está compuesto por un compresor; además un sistema de coagulación, floculación y sedimentación y por último tiene el filtro de intercambio iónico forma parte del tratamiento de los efluentes, este depósito tiene una capacidad de 5184lt.

Recomendaciones

- Se recomienda aplicar la propuesta diseñada ya que contribuirá a disminuir los niveles de contaminación que al momento registra la curtiembre San Miguel, a través de la recepción, tamizaje, homogeneización, coagulación. Floculación y sedimentación y filtro con intercambio iónico.
- Para abaratar costos sin reducir la calidad, se recomienda la utilización del proceso de gravedad como se ha planificado en esta propuesta.
- Para mejorar el proceso del tratamiento de aguas residuales se podría insertar otro filtro lo que contribuirá a disminuir los niveles de contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, M y Sáez, J. 2016. *Tratamiento físico químico de aguas residuales, coagulación-floculación.* España : Universidad de Murcia, 2016.

Ahumada, G. 2015. *Apunte del curso “Procesos de Tratamiento de Aguas”.* Chile : Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, 2015.

Aisse, M y Zeny, A. 2014. *Estudo técnico dos biodigestores anaeróbicos alternativos.* Brasil : ISAM/UCP, 2014.

Centro Comercial Internacional. 2016. Cuero. [En línea] 12 de septiembre de 2016. [Citado el: 2 de noviembre de 2018.] <http://www.intracen.org/itc/sectores/cuero/>.

Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles CPTS. 2013. Contaminación de aguas residuales. [En línea] 12 de febrero de 2013. [Citado el: 23 de agosto de 2018.] <http://www.cpts.org/publicaciones.php>.

Código Orgánico Integral Penal. 2014. *Suplemento -- Registro Oficial N° 180.* Quito : s.n., 2014.

Constitución de la República del Ecuador. 2008. *Registro Oficial No. 449.* Quito : s.n., 20 de octubre de 2008.

Cyclus. 2003. Tecnologías Aguas Residuales. [En línea] enero de 2003. [Citado el: 01 de Marzo de 2018.] <http://www.cyclusid.com/tecnologias-aguas-residuales/>.

Espinosa, M. 2016. *Diseño de un sistema de tratamiento para el drenaje ácido de mina basado en el proceso de lodos de alta densidad (HDS)Ingeniería.* [ed.] Universidad Autónoma de Yucatán Mérida. México : s.n., 2016. págs. pp. 64-75. Vol. vol. 20. ISSN: 1665-529X.

Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales. **Caldera, Yaxcelys ; Gutiérrez, Edixon. 2010.** n.4, Maracaibo : s.n., 2010, Rev. cient. (Maracaibo) , Vol. v.20.

FLACSO - MIPRO. 2011. *Boletín mensual de análisis sectorial de MIPYMES. Ropa de vestir de cuero para exportación.* Centro de Investigaciones Económicas y de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa. Quito - Ecuador : s.n., 2011.

Gutarra Comun, Rogers Hugo. 2016. Diseño de la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales mediante biodiscos del sistema de alcantarillado de la localidad de Huayllaspanca – Sapallanga. *[Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil]*. *[[Digital]]*. Huancayo, Perú : Universidad Peruana Los Andes, Enero de 2016.

Guzmán, M. . 2014. *Sistema de Referenciación Ambiental (SIRAC) para el Sector Curtiembre en Colombia.* Bogotá : Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales, 2014.

Instituto Nacional de Ecología. 2017. *Ecología y Cambio Climático.* [En línea] 21 de agosto de 2017. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/122/cap1.html#top>.

Lapsolite. 2018. *Lapsolite. Tratamientos avanzados.* [En línea] 2018. [Citado el: 01 de Marzo de 2018.] <http://www.lapsolite.com.mx/productos/?pro=48&producto=Tratamientos%20avanzados&id=1>.

León, Carlos. 2015. *Estandarización y validación de una técnica para medición de la demanda bioquímica de oxígeno por el método respirométrico y la demanda química de oxígeno por el método colorimétrico.* 2015.

Ley de Gestión Ambiental. 2004. *Registro Oficial Suplemento 418 de 10-sep-2004.* Quito : s.n., 2004.

Ley Orgánica de Salud. 2012. *Registro Oficial Suplemento 423 de 22-dic.-2006.* Quito : s.n., 2012.

Lombeida Rojas , Lenin Vinicio. 2017. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para una empresa de curtiembre. *[Trabajo de investigación para optar por el Título Profesional de Químico]*. Quito : Universidad Central Del

Ecuador, 2017.

Mansur , Miguel . 2015. Tratamiento de aguas residuales en reactores anaeróbicos, de flujo ascendente, en manto de lodos. [En línea] septiembre de 2015. [Citado el: 3 de septiembre de 2018.] file:///D:/1_Proyectos_Tesis/227_tesis_planta_juan/componentes/htd%2027.html.

Marfisi, Shirley . 2015. Deshidratación de Crudo Parte 3. [En línea] 30 de enero de 2015. [Citado el: 1 de septiembre de 2018.] <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=3129>.

Martínez, J. 2016. Diseño De Una Planta De Tratamiento De Aguas Residuales En La Empresa Curtiembre Aldas. *Diseño De Una Planta De Tratamiento De Aguas Residuales En La Empresa Curtiembre Aldas*. Ambato : s.n., 2016.

Mena, Javier. 2015. Grupo de Minerales: Los sulfuros. [En línea] 12 de julio de 2015. [Citado el: 30 de enero de 2019.] <https://www.mineralesyrocas.com/los-sulfuros/>.

Metcalf, Eddy. 1977. *Tratamiento y depuración de aguas residuales*. Barcelona : Labor S.A, 1977.

Metcalf, L y Eddy, J. 2014. *Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización*. México : Editorial Mc Graw Hill, 2014.

Ministerio del Ambiente. 2015. *TULSMA, LIBRO VI, ANEXO 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua*. Quito : s.n., 2015.

—. **2011.** La Industria De Los Cueros(A Base De Sales De Cromo, Como Aceites Vegetales). [Aut. Libro] Ministerio Del Ambiente. *La Industria De Los Cueros(A Base De Sales De Cromo, Como Aceites Vegetales)*. Quito : s.n., 2011.

Montes, F. 2012. Sulfuros, sulfatos, cloruros y fosfatos. [En línea] 12 de septiembre de 2012. [Citado el: 30 de enero de 2019.] <http://www2.montes.upm.es/Dptos/dsrn/Edafologia/aplicaciones/GIMR/page.php?q=2322467148c>.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2017. *Aguas residuales: El recurso de desaprovechado*. Fontenoy : Unwater, 2017. ISBN 978-92-3-300058-2.

Osorio, Carlos y Espinosa, Silvana. 2015. Participación comunitaria en los problemas del agua. [En línea] 12 de julio de 2015. [Citado el: 4 de noviembre de 2018.] <https://www.oei.es/historico/salactsi/osorio2.htm>.

Pavón, T. 2014. *Tratamiento de lodos de una Potabilizadora para la Recuperación de Aluminio y Hierro Como Coagulantes*. México : Universidad Autónoma del Estado de México, 2014.

Peña, Alejandro. 2017. Características del cromo. [En línea] 12 de marzo de 2017. [Citado el: 30 de enero de 2019.] <https://okdiario.com/curiosidades/2017/03/01/caracteristicas-del-cromo-788048>.

Rigola, M. 1990. *Tratamiento de aguas Industriales: Aguas de procesos y residuales*. Barcelona : Marcombo S.A, 1990.

Romero, J. 2002. *Calidad de agua*. Bogota : Ed. Nomos, 2002.

Ronquillo Abad, Roxanna . 2016. Diseño de una planta de tratamiento de agua residuales para ser utilizada en el riego del parque samanes. [*Trabajo de titulación” para la obtención del grado de magister en gestión ambiental*]. Noviembre : Universidad De Guayaquil, 2016.

Ruiz, J. 2015. *Diseño de una planta de tratamiento primario para aguas residuales de una curtiembre con base a flotación por aire inducido en un clarificador e platos inclinados*. Quito : Escuela Politécnica Nacional, 2015.

Salazar, L. 2013. *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la parroquia Simiatug del cantón Guaranda provincia de Bolivar .* Chimborazo : Tesis de pregrado , 2013.

Santana, A. 2016. *El cumplimiento de las Normas Ambientales y su relación con la competitividad de las PYMES del sector curtiembre del cantón Ambato*, 2016.

Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2016.


Tayupanda, S. 2010. *Diseño de un sistema de tratamiento de agua residual del proceso de pelambre para su reutilización, curtiembre pieles Puma.* Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2010.

Tobar, F. . 2016. *Tratamiento de aguas servidas.* Quito : s.n., 2016.


ANEXOS

Anexo 1. Análisis Físico - Químico


Anexo 1. Análisis Físico - Químico




Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales




Contribuimos con la labo. sistema




Respetamos confidencialidad y respeto




Planificamos en el futuro de nuestros hijos



Contribuimos a la protección del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Análisis de agua confiables

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	CURTIDURÍA SAN MIGUEL	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Sr. Ángel Sisalema Guita	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Av. Galo Vela y Parque de San Pedro de Pícahua	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:	-----	NUMERO DE INFORME:
CELULAR:	098 1640471 / 099 4063351	LACQUA 1 8 2 4 4 4
e - mail:	-----	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 47	TEM. AMBIENTE(°C): 18
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual de Proceso de Pelambre, Curtido y Teñido.
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual
FECHA DE ANALISIS:	Desde el 20 al 29 de agosto de 2018
FECHA EMISION DE INFORME:	29 de agosto de 2018

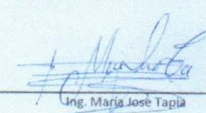
Accreditation N° OAB LE C 11 419
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

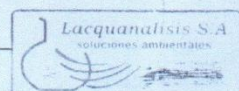
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Aceites y grasas	mg/l	19,50	PRO TEC 053 / APHA 5520 B	± 11,44 %
Cromo Hexavalente	mg/l	0,041	PRO TEC 041 / HACH 8023	± 21,26 %
Cromo Total	mg/l	0,06	PRO TEC 040 / HACH 8024	± 22,71 %
Detergentes	mg/l	3,767	PRO TEC 054 / HACH 8028	± 23,77 %
DBO5*	mg/l	2377,65	PRO TEC 066 / HACH 8043	± 3,72 %
DQO	mg/l	4732	PRO TEC 014 / APHA 5220 D	± 18,30 %
Fenoles	mg/l	0,568	PRO TEC 055 / HACH 8047	± 2,86 %
pH	UpH	6,25	PRO TEC 011 / APHA 4500 H+ B	± 1,30 %
Sólidos Totales*	mg/l	12020	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 5,49 %
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	181	PRO TEC 029 / HACH 8006	± 12,45 %
Sulfatos	mg/l	55,00	PRO TEC 026 / HACH 8051	± 16,08 %
Sulfuros*	mg/l	9,004	PRO TEC 042 / HACH 8131	± 7,97 %

* Parámetro acreditado ** Parámetro No acreditado
* Parámetro acreditado fuera del alcance *** Parámetro Subcontratado Acreditado:
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado:

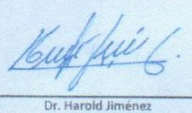
PERSONAL RESPONSABLE:



Ing. María José Tapia
ANALISTA



Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales



Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 102, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono: (03) 2420 106 · Móvil: 099-5363620 · info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América

Anexo 2. Estándares de los valores normales

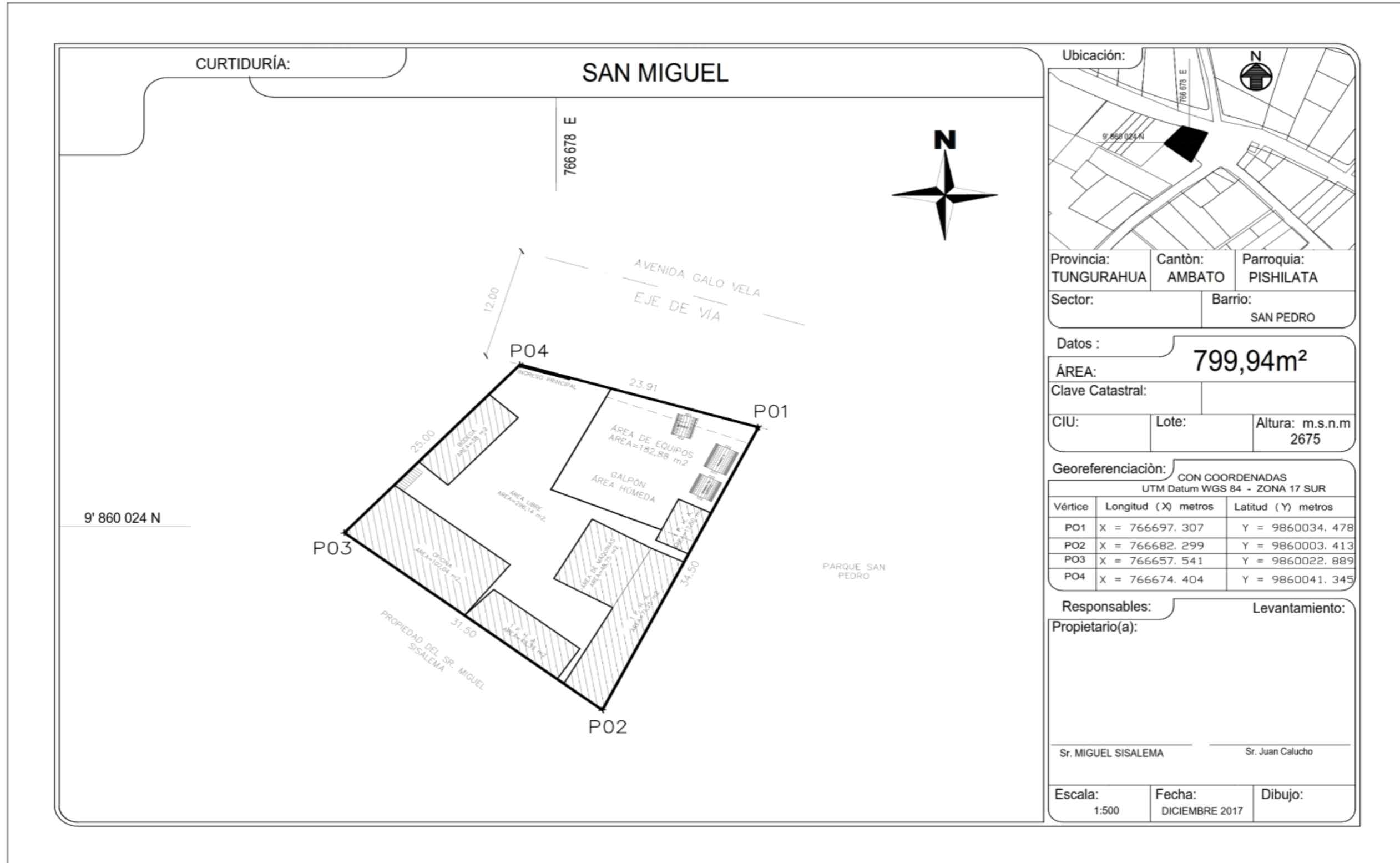
Anexo 2. Estándares de los valores normales

LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Anexo 3. Distribución de la planta de la Curtiembre

Anexo 3. Distribución de la planta de la Curtiembre



Anexo 4. Diseño del sistema de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesto

Anexo 4. Diseño del sistema de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesto

