Introducción

La degradación del medio ambiente constituye uno de los problemas capitales que la humanidad viene causando desde el siglo pasado. La explotación intensiva de los recursos naturales, el desarrollo tecnológico, la industrialización y el proceso de urbanización de grandes áreas territoriales son fenómenos que amenazan la capacidad asimiladora y regeneradora del medio físico y biótico y si no es manejado adecuadamente puede abocar daños irreversibles en el equilibrio ecológico general.

Los cambios climáticos que experimentan el planeta y el crecimiento poblacional afectan notablemente los problemas medioambientales en tal magnitud que han impulsado a numerosas entidades privadas, estatales, fundaciones y grupos de científicos a diferenciar las materias primas, los procesos, productos y servicios de mayor calidad ambiental.

La preocupación por estos temas alcanza dimensiones mundiales. La Organización de las Naciones Unidas declaró a 1970 como “Año de Protección de la Naturaleza “. En 1992 en la conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo se suscribe la carta de intención conocida como Agenda 21, donde el Ecuador es signatario y se compromete a cumplir y hacer cumplir la calidad del ambiente natural.

Varias instituciones públicas y privadas se dedican al control ambiental apoyadas en la ley de control del medio ambiente. El personal calificado que colabora con las distintas instituciones, se capacita en Universidades y

Escuelas Politécnicas del país. Uno de los centros de capacitación profesional a nivel de Postgrado lo coordina la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil, a través del Programa de Maestría en Ingeniería Ambiental.

La finalidad de la Maestría en Ingeniería Ambiental es preparar profesionales que contribuyan al mejoramiento de la calidad ambiental a través del mejoramiento de la propia empresa la misma que se obligue a sí misma a identificar procesos y actuaciones que pueden crear impactos negativos medio ambientales y cambiar sus actitudes, tanto en la fabricación de productos como en la conservación del medio ambiente, para lo cual el campo legislativo del ministerio de medio ambiente y las autoridades secciónales exigen el mayor cumplimiento de reglamentos y normas de impacto ambiental.

El tratamiento de aguas residuales Industriales es una aproximación que se puede aplicar tanto a nivel de empresa como a nivel de la ciudad de Guayaquil y que opta por el más eficiente uso de los recursos naturales disponibles como es el agua potable y la disminución del desperdicio industrial en la fuente con la consecuente reducción de la contaminación física, química y orgánica de los esteros que rodean la ciudad, en lugar de acudir a las tecnologías de fin del tubo. Mediante ella se puede llegar a obtener reducciones de la carga de contaminación del agua residual industrial a un pequeño costo que represente ser atractivo de invertir para el industrial y beneficiosa para el medio ambiente. La reducción de la contaminación por las aguas residuales se justifica en virtud de la minimización del uso de los recursos y la reducción de la disposición de desperdicios en el medio ambiente. En muchos casos, la decisión de construir plantas de tratamiento dentro de las plantas industriales puede reducir o eliminar la necesidad de invertir en soluciones de final de tubo.

El concepto de tratamiento de aguas residuales industriales, como parte integral del análisis de los procesos bajo el enfoque de Prevención de la contaminación en la fuente que lo provoca, es el motor para contribuir a la creación de una Política y programas que favorezca directamente a los sectores productivos en el mejoramiento de la competitividad y que vaya de la mano con el ambiente.

Desde la perspectiva de garantizar el desarrollo sostenible y enfrentar los nuevos retos de la competitividad empresarial, la gestión ambiental se considera como una fuente de oportunidades, siendo el tratamiento de aguas residuales industriales como el que genera mayor confiabilidad, mejora en la calidad del producto, mejora en la eficiencia del proceso, reducción de materia prima, agua y energía, reducción de los desechos sólidos, mejora en la imagen de la empresa, reducción de accidentes laborales reducción de las inversiones en sistemas de control al final del tubo y evitar multas y paralizaciones innecesarias.

El tratamiento de aguas residuales industriales, tanto en los sistemas de producción de los productos y servicios industriales no significa la sustitución por otros sistemas de producción o productos, sino mejorarlos de manera continua, el tratamiento adecuado de las aguas obedece a un proceso dinámico y sistemático, el cual no se aplica una vez, sino de manera permanente, en cada una de las fases del ciclo de vida de la industria.

Una vez que la empresa haya adoptado seguir las recomendaciones que se llegue a establecer en el presente proyecto, como estrategia preventiva para solucionar sus problemas ambientales, tenderá a incorporar la política de mejoramiento de manera continua en todas sus actividades productivas. Los retardos en el mejoramiento de la calidad de las aguas residuales industriales causaran daño adicional al ambiente, y la necesidad subsiguiente de aplicar medidas correctivas que traerá como resultado altos costos de disposición final para la empresa BORSEA S.A.

El tratamiento de aguas residuales industriales es más rentable que el control de la contaminación, la reducción al mínimo o la prevención de la contaminación de los efluentes líquidos, reducen los costos de tratamiento y elimina de manera continua los residuos nocivos para el ambiente, evitando su generación y reduciendo las perdidas en los procesos lo que incrementa la eficiencia de los procesos caracterizándose por: dirigirse hacia la prevención, es decir reduce la cantidad y la toxicidad de los desechos directamente en la fuente de su generación; utiliza energía, materias primas de manera mas eficiente, generando ahorros en el consumo de insumos, lo que se traduce en beneficio económico para la empresa debiéndose aplicar de manera continua.

Aun, existen barreras importantes que limitan la implementación de plantas de tratamiento de tratamiento de aguas residuales industriales eficientes y entre ellas se encuentran: la falta de legislación adecuada, desconocimiento de la calidad ambiental, ausencia de mecanismos de cumplimiento, bajo interés entre los industriales, pobre capacidad de inversión y desconocimiento de tecnologías y alternativas apropiadas.

Como parte del curso de tratamiento de aguas residuales industriales, en el presente curso se realizó un ejercicio práctico de estudio y pruebas de laboratorio que conducirán a diseñar una planta de tratamiento de aguas industriales para la empresa BORSEA S.A., que tiene como parte de sus actividades procesar partes de pescado y producir materia prima para la industria de harina de pescado.

1. ANTECEDENTES

La Universidad de Guayaquil a través de la Facultad de Ingeniería Química, en conjunto con la Universidad da Coruña de España, organizó el Programa de Postgrado definido como, Maestría en Ingeniería Ambiental, que tuvo su inicio durante el mes de marzo del año 2004 y se extenderá hasta el mes de marzo del 2006.

Como uno de los requisitos para la aprobación de la asignatura "tratamiento de aguas residuales", se requiere presentar un estudio físico, químico y biológico de las aguas residuales, que para el presente caso, corresponde a la industria pesquera BORSEA S.A. y verificar si en dicha planta se está generando impacto negativo al ambiente como consecuencia del vertido de dichas aguas al canal natural que drena en el área cercana a la industria.

Para cumplir con este requisito fue necesario seleccionar una industria de pequeño o mediano tamaño donde el grupo participante (6 estudiantes) tenga acceso a las instalaciones y los directivos de la empresa autoricen realizar todas las actividades necesarias para llevar a cabo el presente proyecto de estudio de las aguas residuales y con los parámetros obtenidos se realice el diseño de una planta de tratamiento adecuada para el tipo de efluente residual..

Seis participantes del programa de Maestría en ingeniería Ambiental año 2004-2006 seleccionamos la industria BORSEA S.A. Donde los directivos y personal ejecutivo aprobaron la solicitud, autorizaron el ingreso a las instalaciones, tomar las muestras de las aguas residuales, realizar los análisis correspondientes y hacer una evaluación de cada uno de los procesos que forman parte de la elaboración de materia prima para la fabricación de harina de pescado, actividad industrial a la cual se dedica la empresa durante los últimos 14 años.

La industria BORSEA S.A. tiene sus facilidades en la provincia del Guayas y la planta industrial está ubicada en la parroquia Tarqui del Cantón Guayaquil, específicamente en el kilómetro 12 ½ vía Daule.

Esta industria se dedica al procesamiento de residuos de pescado como materia útil en la industria de la harina de pescado. La planta comenzó a operar en el año de 1990 y los equipos industriales que trabajan actualmente fueron adquiridos en la ciudad de Miami e instalados en la ciudad de Guayaquil en el año de 1991. Desde ese año hasta la presente fecha algunos cambios importantes se han realizado en la maquinaría debido principalmente a la diversificación de los productos y al crecimiento en la demanda del producto.

El interés de la industria para participar en el estudio de la calidad de las aguas residuales industriales es de solucionar los problemas ambientales, que actualmente se generan entre los que se pueden mencionar el control de la DQO, DBO, manejo adecuado del destino de las aguas industriales, entre otros.

Los parámetros que se desean conocer con los análisis físicos, químicos y biológicos son: la calidad de las aguas residuales efluentes. Los ensayos físicos se realizaron en el laboratorio de caracterización de aguas residuales del programa de Maestría en Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería Química, bajo la supervisión del Ingeniero Guillermo Cárdenas, Director de dicho Laboratorio.

Con el propósito de conocer las etapas de producción de la harina del pescado e identificar las causas que conducen a generar aguas residuales, ruidos, contaminación al aire y grado de contaminación ambiental, el trabajo se dividió en las siguientes actividades:

- Entrevista con los directivos de la Industria
- Formación del Equipo de trabajo
- Primera visita a la planta Industrial
- Recorrido por la planta de producción
- Estudio detallado de cada uno de los procesos de producción
- Identificación de los problemas
- Toma de las muestras de aguas residuales industriales
- Ensayos físicos
- Ensayos Químicos
- Ensayos Biológicos
- Evaluación de los resultados
- Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales
- Análisis Económico y puesta en marcha de las soluciones
- Implementación y monitoreo de las recomendaciones

Aprovechando que uno de los miembros del Equipo es conocido por los directivos de la Industria BORSEA S.A. quienes aceptaron realizar el presente proyecto de estudio se procede a estudiar la calidad del agua residual industrial y cuyo resultado se describe en los párrafos siguientes:

El caso de estudio esta relacionado con el estudio de la calidad de las aguas residuales generadas como producto del trabajo de los diferentes procesos y etapas que intervienen en la producción de harina de pescado.

Como resultado del presente estudio se presentará la caracterización del agua residual y se hará un diseño de la planta que permita tratar dicha agua y devolverla al ambiente en condiciones que no cause daño ambiental. Al final del proyecto se propondrá la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales que incluya medidas correctivas a corto y mediano plazo y que los propietarios de la industria, tendrán a bien considerar la factibilidad de la construcción.

2.- OBJETIVOS

Objetivo general

El objetivo general del presente proyecto es aplicar los principios básicos en que se basa el tratamiento de aguas residuales industriales y sobre todo plantear el reto para que el estudio se fundamente en promover la prevención y reducción de los impactos y riesgos generados a los seres humanos y al ambiente, garantizando el crecimiento económico, el bienestar social y la protección del medio ambiente, a través de la incorporación de la variable ambiental en la toma de decisiones de todos los sectores, así como el desarrollo de políticas que contribuyan al desarrollo económico de la industria BORSEA S.A. S.A.

Objetivos particulares

- Como objetivo particular se trata de caracterizar el tipo de agua de la industria pesquera BORSEA S.A., utilizando procedimientos de tratamiento físico, químico y biológico, para determinar cual es el real procedimiento de tratamiento.

- Otro objetivo particular se relaciona con el sistema de gestión ambiental que desde la gerencia de la empresa se introduzca como política industrial declarada que apoye y dinamice la prevención de la contaminación, en equilibrio con las necesidades sociales y económicas del medio.

- El tercer objetivo particular consiste en fomentar la cultura ambiental en los trabajadores de la industria, para mejorar el manejo de los desechos del tratamiento de las aguas residuales industriales cumpliendo con las políticas ambientales aprobadas por el Municipio de Guayaquil y Estado Ecuatoriano.

  Dejando claro hasta aquí, que en la actualidad el país cuenta con una Política directa sobre tratamiento de aguas residuales y con una legislación que regula el mismo tema, pero que si existen una serie de leyes y normas que de una u otra forma o de manera indirecta tratan de incidir en la gestión ambiental para regular el tratamiento de aguas residuales, promoviendo la prevención de la contaminación; minimizando la generación de efluentes y emisiones; impulsando un uso eficiente de energía y agua, así como minimizar las descargas; además de la reutilización y el reciclaje de algunos recursos.

- Otro objetivo particular es dar cumplimiento con la tarea asignada y mejorar los conocimientos teóricos adquiridos en el curso de tratamiento de aguas residuales industriales, a través de la experiencia obtenida durante la realización de cada una da las actividades que incluye este proyecto de investigación.

3.- Justificación

Durante varias décadas grupos ecologistas han venido estudiando las razones que generan deterioro en el medio físico de nuestro planeta. En Junio de 1992, representantes de 170 países se reunieron en la Conferencia de las Naciones Unidas para la conservación del Medio Ambiente y desarrollo sostenible.

En dicha conferencia, se generó un documento a ser respetado por los pueblos, principalmente por aquellos representados por los mandatarios de los países participantes y dicho documento se conoce como la Agenda 21, que como se explica es un documento con validez y reconocimiento Internacional que contiene los compromisos de la humanidad con el manejo adecuado del Medio Ambiente.

El desenvolvimiento económico de las naciones trataba de la explotación irracional de los recursos naturales, que ha traído como consecuencia las alteraciones climáticas del planeta, el efecto invernadero, la creación de un agujero en la capa de ozono, por donde ingresan los rayos ultravioleta del espectro electromagnético y que son nocivos para la salud humana, Polución en el aire por el exceso número de vehículos, problemas de contaminación de las aguas superficiales por el uso de pesticidas agrícolas y el vertido incontrolado de las descargas de aguas residuales industriales a los cuerpos de agua, contaminación de suelos por derrame de productos tóxicos, discriminación social y terrorismo

Pero a partir de la promulgación de la Agenda 21, la situación anterior ha cambiado y hoy se habla de desenvolvimiento sustentable que busca entre otras cosas armonizar la atención de las necesidades sociales, económicas, y la preservación del Medio Ambiente como una garantía de mantener la vida en la tierra.

La Agenda 21 es el Plan de acción en materia ambiental que es aprobado y adoptado por los estados participantes y en cuya creación el Ecuador es signatario. Una de las preocupaciones de la redacción del documento constituye la gestión ecológica y racional de los efluentes líquidos materia contaminante que el hombre genera día a día y que representa uno de los puntos cuestionados.

Con el propósito de lograr cambios para un manejo sostenible de las materias primas, agua y energía, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), han promovido el desarrollo y conceptualizacion del Tratamiento de las aguas residuales Industriales.

Afortunadamente, las iniciativas regionales y nacionales como es, la creación del Ministerio del Medio Ambiente, la Dirección de Medio Ambiente del Ministerio de Energía y Minas, las Unidades de Control Ambiental seccionales y su aceptación son un reflejo de la creciente conciencia ambiental de los sectores. Los beneficios en los recursos hídricos naturales y el tratamiento de Las aguas residuales Industriales son cada día más visibles y conllevando a que en la ultima década el interés en las inversiones con conciencia social hayan aumentado de tal manera, que las empresas están siendo consideradas ecológicamente viables, enfrentando así el reto de que en el futuro el contaminar ya no será rentable para ninguna industria, porque los controles ambientales por los distintos organismos estatales y distritales serán una obligación a mediano y/o largo plazo.

El estudio de la calidad de las aguas residuales industriales que se genera en la fabricación de harina de pescado en la industria BORSEA S.A., es el tema de nuestro estudio y para iniciar se comenta lo siguiente:
Las facilidades físicas de la planta industrial BORSEA S.A. incluyen los siguientes espacios:
Cuarto de recepción de materia prima, equipos y maquinas de producción, talleres para mantenimiento, caja de retención de grasas para manejo de líquidos industriales, pequeña planta de tratamiento de aguas residuales, oficina de venta, patio de almacenamiento de producto terminado y área de almacenamiento de residuos sólidos.

El volumen de agua residual generada como producto del proceso de secado de la materia prima actualmente es de 38 m^3/día que causan grave impacto ambiental por dos razones: Una debido al espacio que ocupa el volumen de residuos líquidos y otra por el impacto al medio ambiente que causan dichos efluentes industriales.

La Industria BORSEA S.A. presenta inconvenientes debido a la generación de grasa como residuo extraído de las aguas residuales y los volúmenes obtenidos son comercializados en parte y otra son acumulados en el patio de despacho produciendo un impacto visual en el sitio de acopio de dichos materiales.

La necesidad de reducir la generación de aguas industriales contaminadas y que cumplan con la norma Municipal, es el principal propósito del trabajo desarrollado en este proyecto de asignatura y se espera que luego de la implantación de las medidas y recomendaciones finales resultado del presente estudio se permita reducir el impacto ambiental producido por la calidad del agua residual.

4.- MARCO LEGAL

El Estudio de Impacto Ambiental y el Tratamiento Convencional de Aguas Residuales Domésticas e Industriales se realizaron de conformidad con las directrices establecidas en las siguientes Leyes y Reglamentos y Ordenanzas promulgadas en el país sobre materia Ambiental:

a) La Constitución Política de la República del Ecuador de 1998: Publicada en el R. O. No. 1 del 11 de Agosto de 1998 contempla disposiciones del Estado sobre el tema ambiental e inicia el desarrollo del Derecho Constitucional Ambiental Ecuatoriano.

b) Ley No. 374 de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, publicada en el Registro Oficial No. 97 en mayo de 1976.

c) Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental relativo al Recurso Agua, publicado en Registro Oficial No. 204 del 5 de Junio de 1989.

d) Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental que establece las Normas de Calidad del Aire y sus Métodos de Medición, publicado en el reglamento Registro Oficial 726 de julio 15 de 1991.

e) Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación en lo referente al manejo de los Desechos Sólidos publicada en el Registro Oficial 991 del 3 de Agosto de 1992.

f) Principios Básicos para la Gestión Ambiental en el Ecuador, aprobados por la Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República, CAAM, de diciembre 9 de 1993.

g) Resolución No.- 172 del Consejo Superior del IESS, que expide el reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, según lo dispuesto en el Art. 427 del Código de Trabajo.

h) Decreto Ejecutivo 1802 del 1º. de julio de 1994 publicado en el Registro Oficial 456 del 7 de julio de 1994, relacionado con el Plan Ambiental Ecuatoriano.

i) Legislación Ambiental

Art. 1.- Inicio y determinación de la necesidad de un proceso de evaluación de impactos ambientales.- Antes de iniciar su realización o ejecución, todas las actividades o proyectos propuestos de carácter nacional, regional o local, o sus modificaciones, que conforme al artículo 15 lo ameriten, deberán someterse al proceso de evaluación de impacto ambiental, de acuerdo a las disposiciones y el anexo 2 de este reglamento así como los respectivos sub.-sistemas de evaluación de impactos ambientales sectoriales y seccionales acreditados ante el SUMA. Para iniciar la determinación de la necesidad (o no) de una evaluación de impactos ambientales (tamizado), el promotor presentará a la autoridad ambiental de aplicación responsable (AAAr)

a) la ficha ambiental de su actividad o proyecto propuesto, en la cual justifica que dicha actividad o proyecto no es sujeto de evaluación de impactos ambientales de conformidad con el artículo 15 de este reglamento y el anexo 4; o,

b) el borrador de los términos de referencia propuestos para la realización del correspondiente estudio de impacto ambiental luego de haber determinado la necesidad de una evaluación de impactos ambientales de conformidad con el 15 de este reglamento.

En el caso de que el promotor tenga dudas sobre la necesidad de una evaluación de impactos ambientales de su actividad o proyecto propuesto o sobre la autoridad ambiental de aplicación responsable, deberá realizar las consultas pertinentes de conformidad con lo establecido en el artículo 11 de este reglamento.

La ficha ambiental será revisada por la AAAr. En el caso de aprobarla, se registrará la ficha ambiental y el promotor quedará facultado para el inicio de su actividad o proyecto, sin necesidad de evaluación de impactos ambientales pero sujeto al cumplimiento de la normativa ambiental vigente. Si la AAAr observa o rechaza la ficha ambiental por considerar que la actividad o proyecto propuesto necesita una evaluación de impactos ambientales, el promotor deberá preparar un borrador de términos de referencia a fin de continuar con el proceso de evaluación de impactos ambientales. Si la autoridad ambiental de aplicación concluye de la revisión de la ficha ambiental que no es AAAr, notificará al promotor para que presente su ficha ambiental a la AAAr competente o en su defecto inicie las consultas de conformidad con el artículo 11 de este reglamento.

Art.58.- Estudio de Impacto Ambiental

Toda obra, actividad o proyecto nuevo o ampliaciones o modificaciones de los existentes, emprendidos por cualquier persona natural o jurídica, públicas o privadas, y que pueden potencialmente causar contaminación, deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental, que incluirá un plan de manejo ambiental, de acuerdo a lo establecido en el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA). El EIA deberá demostrar que la actividad estará en cumplimiento con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas, previa a la construcción y a la puesta en funcionamiento del proyecto o inicio de la actividad.

Art. 59.- Plan de Manejo Ambiental

El plan de manejo ambiental incluirá entre otros un programa de monitoreo y seguimiento que ejecutará el regulado, el programa establecerá los aspectos ambientales, impactos y parámetros de la organización, a ser monitoreados, la periodicidad de estos monitoreos, la frecuencia con que debe reportarse los resultados a la entidad ambiental de control. El plan de manejo ambiental y sus actualizaciones aprobadas tendrán el mismo efecto legal para la actividad que las normas técnicas dictadas bajo el amparo del presente Libro VI De la Calidad Ambiental.

Art. 77.- Inspección de Instalaciones del Regulado

Las instalaciones de los regulados podrán ser visitadas en cualquier momento por parte de funcionarios de la entidad ambiental de control o quienes la representen, a fin de tomar muestras de sus emisiones, descargas o vertidos e inspeccionar la infraestructura de control o prevención existente. El regulado debe garantizar una coordinación interna para atender a las demandas de la entidad ambiental de control en cualquier horario.

Art. 81.- Reporte Anual

Es deber fundamental del regulado reportar ante la entidad ambiental de control, por lo menos una vez al año, los resultados de los monitoreos correspondientes a sus descargas, emisiones y vertidos de acuerdo a lo establecido en su PMA aprobado. Estos reportes permitirán a la entidad ambiental de control verificar que el regulado se encuentra en cumplimiento o incumplimiento del presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas contenidas en los Anexos, así como del plan de manejo ambiental aprobado por la entidad ambiental de control.

Art. 82.- Reporte de Descargas, Emisiones y Vertidos

Solamente una vez reportadas las descargas, emisiones y vertidos, se podrá obtener el permiso de la entidad ambiental de control, para efectuar éstas en el siguiente año.

Art. 83.- Plan de Manejo y Auditoria Ambiental de Cumplimiento

El regulado deberá contar con un plan de manejo ambiental aprobado por la entidad ambiental de control y realizará a sus actividades, auditorias ambientales de cumplimiento con las normativas ambientales vigentes y con su plan de manejo ambiental acorde a lo establecido en el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas ambientales.

Art. 89.- Prueba de Planes de Contingencia

Los planes de contingencias deberán ser implementados, mantenidos, y probados periódicamente a través de simulacros. Los simulacros deberán ser documentados y sus registros estarán disponibles para la entidad ambiental de control. La falta de registros constituirá prueba de incumplimiento de la presente disposición.

Art. 92.- Permiso de Descargas y Emisiones

El permiso de descargas, emisiones y vertidos es el instrumento administrativo que faculta a la actividad del regulado a realizar sus descargas al ambiente, siempre que éstas se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentran esas actividades.

El permiso de descarga, emisiones y vertidos será aplicado a los cuerpos de agua, sistemas de alcantarillado, al aire y al suelo.

j) NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGAS DE EFLUENTES: RECURSO AGUA.

4.2.-Criterios Generales para la Descarga de Efluentes

4.2.1.- Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua

4.2.1.1.- *El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.*

4.2.1.2.- En las tablas No. 11, 12 y 13 de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de los límites máximos permisibles corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá establecer la normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

4.2.2.3.- Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos a continuación **(ver Tabla 1)**:

TABLA 1

Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	*NO DETECTABLE*
Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO_3	mg/l	0,1
Caudal máximo		l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema alcantarillado.
Cianuro total	CN^-	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr^{+6}	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como	mg/l	0,2

Parámetros	**Expresado como**	**Unidad**	**Límite máximo permisible**
	fenol		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	$D.B.O_5$.	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	**VISIBLE**		*AUSENCIA*
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjedahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	$SO_4^=$	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	^oC		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y	Concentración de	mg/l	0,1

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
carbamatos (totales)	organofosforados y carbamatos totales.		
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

REGLAMENTO PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Art. 7.

El servicio de Manejo de Desechos Sólidos que aplica es el Especial que maneja las siguientes Basuras:

1. Basuras patógenas, tóxicas, combustibles, inflamables, explosivas, radioactivas y volatilizables.
2. Basuras que por su tamaño, volumen o naturaleza deben considerarse como especiales.
3. Empaques o envases de productos químicos de cualquier naturaleza, en especial de plaguicidas.
4. Basuras que por su ubicación presentan dificultades en su manejo por la inaccesibilidad de los vehículos recolectores.
5. Basuras no contempladas en los items anteriores.

Art. 18. (**Del Almacenamiento de Basuras**)

Las obligaciones de los usuarios del servicio ordinario de aseo serán:

1. Almacenar en forma sanitaria las basuras generadas de conformidad con lo establecido en el presente reglamento.

2. No depositar sustancias líquidas, excretas, ni basura de las contempladas para el servicio especial, en recipientes destinados para recolección en el servicio ordinario.
3. Colocar los recipientes en el lugar de recolección, de acuerdo con el horario establecido por la entidad de aseo.

k) Ordenanzas Ambientales del Municipio de Guayaquil

Ordenanza que Regula la Obligación de Realizar Estudios Ambientales a las Obras Civiles, y a los Establecimientos Industriales, Comerciales y de Otros Servicios, Ubicados dentro del Cantón Guayaquil.

Esta fue promulgada el 15 de Febrero de 2001, y está vigente para el cantón Guayaquil.

5.- Presentación del Proyecto

La Industria BORSEA S.A. se inicia en el año de 1991 y forma parte del grupo de las empresas SERVIGRUP.

Se encuentra localizada en el Km. 12 1/2 vía a Daule. Urb. Los Ranchos, parroquia Tarqui, de la ciudad de Guayaquil.

En la Planta laboran 32 personas, de las cuales está el Gerente de la Planta, 6 ocupan mandos medios (supervisores y jefes) y 25 son obreros. La planta labora entre 10 y 12 horas/día. El plano de ubicación de la planta industrial BORSEA S.A., se incluye en el anexo 1.

5.1 Procesos

La planta produce entre 500 y 600 sacos de harina de pescado por día, por cada saco producido, la planta consume 0,06 m^3 de agua por día, dando un aproximado de 36 m^3/día de consumo de agua, esto es un consumo mensual de 1080 m^3/mes.

La materia prima está compuesta por esqueleto, viseras, agallas y otros desechos, esta se obtiene de dos medios: Guayaquil - Fabrica EMPESEC que envía aproximadamente 40 ton/día y de Manta se recibe 20 ton/día, esta materia prima es acumulada por el lapso de 8 horas en una piscina con el fin de tener suficiente materia prima para el proceso, la cual alimenta al proceso a razón de 12 ton/hora, la piscina tiene unos tornillos helicoidales, a los que se inyecta vapor y envían la materia prima a un cocinador a 100ºc para coagular la proteína del pescado, luego pasa a una prensa para separar lo líquido y lo coagulado. El líquido está compuesto por aceite de pescado, vitaminas y materia soluble; lo coagulado está compuesto por vitaminas insolubles del cual se obtiene una torta con el 50% de humedad, luego se deshidrata hasta llegar a un 10% de humedad, posteriormente entra a un molino húmedo con la finalidad de romper la torta y que pueda entrar al secador rotatorio y vapor indirecto a 80 psi, entra por el interior de unos tubos para luego descargar a un molino seco, luego se le da la granulometría para pasar a un ventilador centrífugo (exaustor) que luego va a un ciclón el cual separa el vapor y la harina, obteniéndose dos tipos de harina. Ver anexo 3**.**

5.2.-Proceso esquematizado

En la piscina de materia prima se recoge el líquido (sanguaza) y se recibe en un tanque, a este llega el vapor que viene del proceso (licor de prensa) donde se unen y se calienta a una temperatura de 100ºc y llega a un separador de sólidos, donde los sólidos suspendidos y sedimentables se separan del líquido y regresan para alimentar a la torta de prensa.

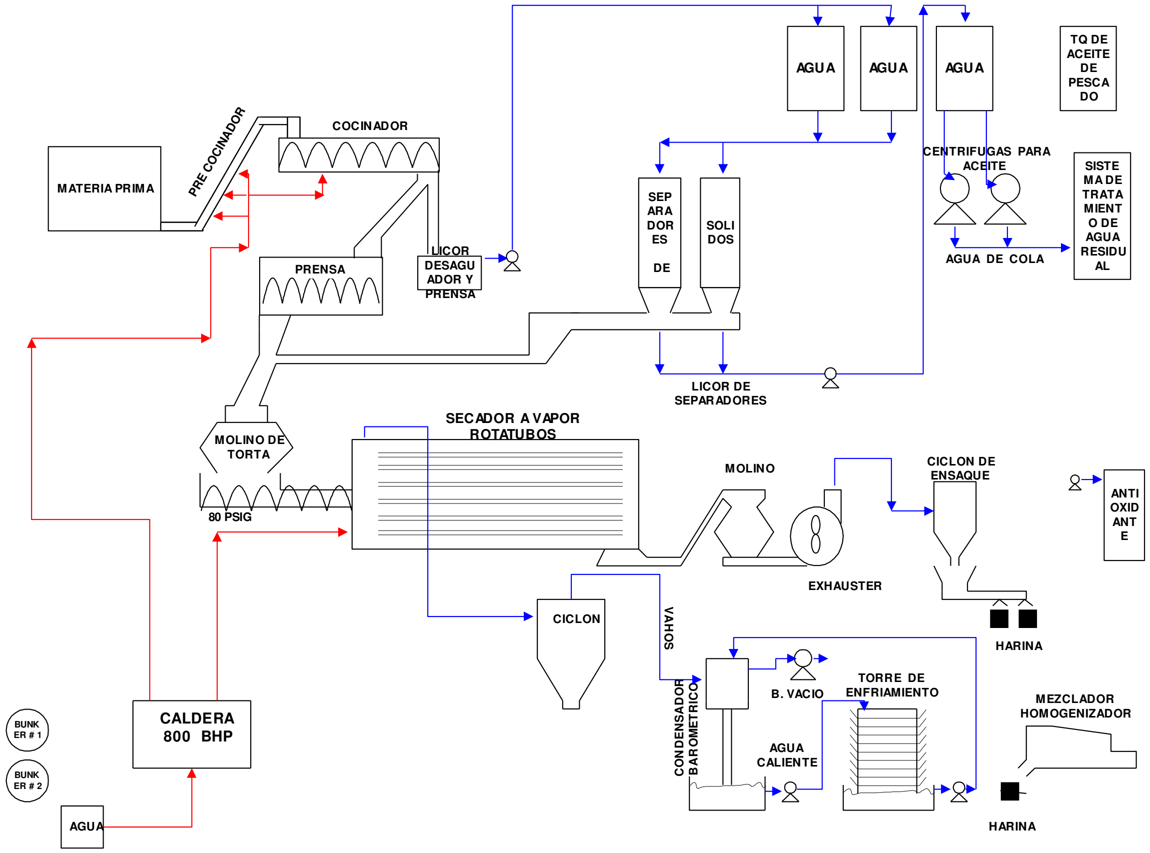
El líquido se somete a temperatura para alimentar a la centrífuga, el cual va a un separador de aceites, obteniéndose aproximadamente entre 3 y 4 ton/día de aceite, del cual una parte es comercializado y otra es utilizado como combustible para el bunker. El agua que genera la centrífuga es el agua residual, este contiene sólidos suspendidos, sólidos disueltos del 8 al 10%, aceites y grasas en pequeñas cantidades, dado que el proceso de separación no es el 100% eficiente, esta agua residual es sometido a un sistema de evaporación de película descendente, del cual se obtiene una malaza, mientras que el vapor pasa a un condensador barométrico del cual se obtiene el agua condensada que sale a una temperatura de 45ºC y va a una torre de enfriamiento hasta llegar a los 32ºC, continua así este proceso y el exceso, por rebose es dirigido a la planta de tratamiento con un caudal entre 15 a 20 m^3/día, esta agua se une a las aguas domésticas (baños) y se obtiene un caudal total de 30 m^3/día, el pH obtenido es valor neutro.

Con estos antecedentes se procede a tomar muestras del flujo de agua residual antes de entrar a la planta de tratamiento para proceder a la caracterización de las aguas.

CUADRO DE PROCESOS VS CONTAMINANTES Y SUS EFECTOS EN LA INDUSTRIA BORSEA S.A.

Proceso	**Agente Contaminante**	**Naturaleza**					**Residuos que genera**	**Impacto Ambiental y efectos**
		Orgánico	**Inorgánico**	**Soluble**	**Insoluble**	**Suspensión**		
Descarga de m. prima	residuos de espinas	X					lixiviado	
Recepción de Mat. prima	residuos de espinas	X					sanguaza	
Operación de cocción		X		X	X	X		Forma natas,tapona filtros
	Aletas y agallas						aceites y grasas	Interfiere en sistemas acuáticos
	Arena		X					condiciones sépticas
	Esqueleto							Disminuye OD
	Vísceras		X					
	Desechos							
Prensado		X		X	X		Materia Orgánica sólida(torta) y liquido	
deshidratación	líquido de pescado	X		X	X	X	Materia Orgánica liquida	Forma natas, tapona filtros
Enfriamiento								
Molienda de torta	Torta	X			X		Materia Orgánica sólida	Agota el OD, condiciones sépticas
Secado y vapor	harina de pescado vaho de pescado	X X		 X			 vapor de pescado	 malos olores, aminas
Centrifugación	harina de pescado vaho de pescado	X X		 X			acites y grasas vapor de pescado	 malos olores, aminas
Evaporación	Agua residual	X		X		X	materia orgánica solub	contaminación, malos olores
	Torta	X			X		Materia Orgánica sólida	
	Vapor	X		X		X	vapor de pescado	
Ensacado de la	residuos de sacos	X						Genera residuos no peligrosos
harina de pescado	residuos de harinos						Residuos sólidos	Contaminación de suelos
	Residuo de pescado	X			X		Sales disueltas	eutroficación, Ph
	Aceites de pescado	X			X		fosfatos	espumas, diminuye la
	Detergente alcalino		X	X			STA	transferencia de Oxigeno , muerte vida acuática

La-yout del Proceso de Producción de Harina de Pescado de la Industria BORCEA



5.3.- Descripción del Trabajo

El problema central del presente trabajo de investigación, se relaciona con el tratamiento del agua residual industrial que se genera como resultado de la fabricación de harina de pescado en la industria BORSEA S.A..

En este trabajo se estudia la posibilidad de mejorar la calidad del agua residual industrial de descarga mediante el análisis de la calidad de contaminación del agua residual y la aplicación de métodos de laboratorio que tienen una metodología de trabajo desarrollada por muchos autores y experimentada en varios proyectos de investigación e introducida en países en desarrollo como EEUU, Alemania, Francia, España, entre otros y aplicadas en nuestro país en varias empresas que utilizan plantas de tratamiento de las aguas residuales, con relativo éxito.

6.- Metodología

La metodología aplicada para el estudio de las características físicas, químicas y biológicas y posterior evaluación de la calidad del agua residual generada en la industria BORSEA S.A., comprende las siguientes etapas, que son: 1. - Visita general a la planta; 2. - Identificación y seguimiento de los procesos que intervienen en la fabricación de la materia prima para la harina de pescado; 3. – toma de muestras compuestas 4.-Análisis de laboratorio 5.- evaluación técnica de la planta de tratamiento 6.- diseño 7.- análisis económico para la implementación de la planta de tratamiento 8. - Implantación por parte de gerencia de las recomendaciones generadas en el presente trabajo.

6.1.- Visita general a la planta

Previo al inicio de la visita general a la planta, el Ing. Julio Estévez solicita a Gerencia de la empresa BORSEA S.A., la autorización correspondiente, para poder ingresar y evaluar desde el punto de vista del tratamiento de las aguas industriales, los procesos de fabricación de harina de pescado, producción y generación de residuos sólidos, efluentes líquidos, efluentes gaseosos y generación de ruido.

Además, se planifica la estrategia de trabajo a seguir en las siguientes fases de estudio, se recolecta la información básica existente y se relacionada todo ello con la producción de las aguas residuales industriales que es el tema central de la investigación del presente trabajo.

.

6.2. Identificación y seguimiento de los procesos que intervienen en la fabricación de harina de pescado.

Luego de recorrer las facilidades industriales de la planta, iniciando desde el sitio de recepción de la materia prima para la fábrica de harina de pescado, se realiza la identificación de las distintas etapas que intervienen en el proceso de producción de la industria BORSEA S.A.

Básicamente se determinaron 10 operaciones o etapas como partes componentes de la producción. Las etapas incluyen la recepción de materia prima, cocción, prensado, deshidratación, enfriamiento, molienda de torta, secado y vapor, centrifugación, evaporación, ensacado y despacho.

En cada una de las etapas o procesos hubo necesidad de identificar entradas y salidas de materia prima, insumos, agua residual industrial, energía eléctrica, productos acabados, desperdicios, desechos y generación de ruido.

De los varios procesos que incluye la fabricación de harina de pescado el problema que nos interesa estudiar en este trabajo es la generación del agua residual industrial cuyo impacto ambiental negativo se califica como de alto grado, localizado, reversible y recuperable.

6.3.- Toma de Muestras

Para la toma de las muestras hubo necesidad de preparar un plan de muestreo el mismo que tuvo el aval del ingeniero Cárdenas. Las muestras iniciales para la caracterización física se tomaron en seis frascos de vidrio color ámbar y de un litro de capacidad, además se tomaron seis litros en frascos de plástico. Cada frasco tuvo una etiqueta de identificación, donde se incluyó la siguiente información:

Tipo de muestra
Fecha y hora de toma
Empresa donde fue tomada
Nombre de la persona que toma
Descripción de los parámetros que se van ha analizar

Las muestras que se tomaron en la primera oportunidad fueron:

Tipo de Muestra: Compuesta
Sitio de Muestreo: Trampa de aguas residuales antes de entrar a la planta de tratamiento
Temperatura: 32º C, en situ
Olor: desagradable intenso
Color: oscuro
pH:

NOTA: La guía de custodia no se llenó, en el presente estudio

Foto N.- Muestras de agua residual para determinar los parámetros básicos de sólidos suspendidos, aceites y grasa, DQO, DBO_5 y Turbidez

6. 4.- Análisis de Laboratorio

6.4.1.- Caracterización física de las aguas residuales de BORSEA S.A.

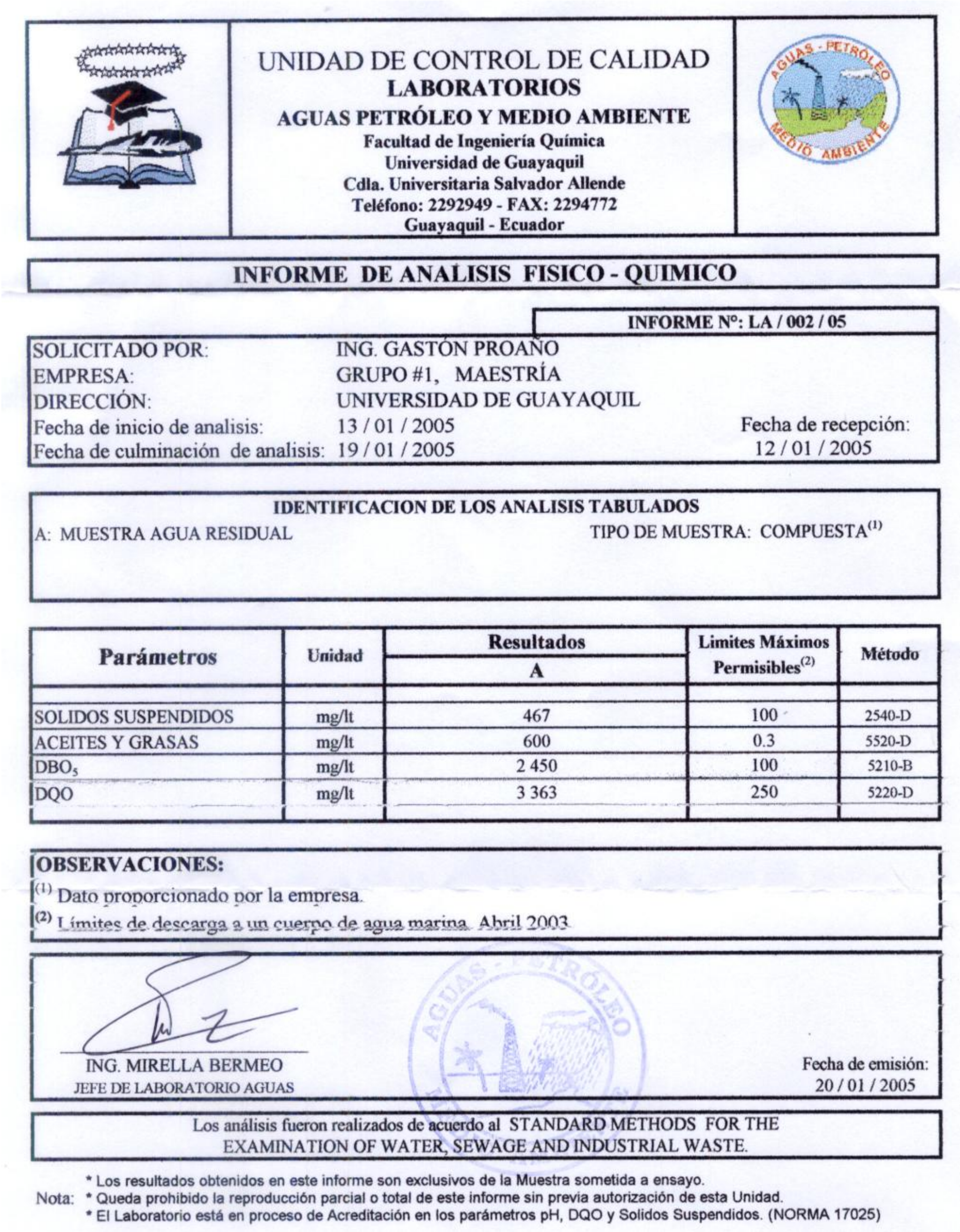
El agua residual tomada en el primer muestreo sirvió para determinar los parámetros físicos importantes para este propósito. Los ensayos se realizó en el laboratorio de Aguas, Petróleo y medio Ambiente, de la Facultad de Ingeniería química de la Universidad de Guayaquil y se obtuvieron los siguientes resultados que se indican en la página siguiente.

Las muestras tomadas en una segunda campaña de muestreo fueron utilizadas para realizar el ensayo conocido como Prueba de Jarras. Este ensayo consiste en simular en unos vasos de precipitado el proceso de coagulación que se produce en la planta de tratamiento y de dicho resultado se evalúa los distintos parámetros útiles para caracterizar el funcionamiento de la planta.

Con este ensayo se determina la dosis óptima del coagulante que permite la más rápida desestabilización de las partículas coloidales en la planta y hace que se forme un floc pesado y compacto que posteriormente quede retenido en los sedimentadores y no se rompa al pasar por el filtro.

En el ensayo de Jarras realizado en este estudio se determinó el coagulante y la dosis óptima que permita obtener el mayor rendimiento en el conjunto de los procesos de clarificación de las aguas residuales de la industria BORSEA S.A..

El resultado de la prueba de jarras se indica en el anexo 2.



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD
LABORATORIOS
AGUAS PETRÓLEO Y MEDIO AMBIENTE
Facultad de Ingeniería Química
Universidad de Guayaquil
Cdla. Universitaria Salvador Allende
Teléfono: 2292949 - FAX: 2294772
Guayaquil - Ecuador

INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO

INFORME N°: LA / 002 / 05

SOLICITADO POR:	ING. GASTÓN PROAÑO
EMPRESA:	GRUPO #1, MAESTRÍA
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Fecha de inicio de analisis:	13 / 01 / 2005
Fecha de culminación de analisis:	19 / 01 / 2005
Fecha de recepción:	12 / 01 / 2005

IDENTIFICACION DE LOS ANALISIS TABULADOS

A: MUESTRA AGUA RESIDUAL — TIPO DE MUESTRA: COMPUESTA[(1)]

Parámetros	Unidad	Resultados	Limites Máximos Permisibles[(2)]	Método
		A		
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/lt	467	100	2540-D
ACEITES Y GRASAS	mg/lt	600	0.3	5520-D
DBO_5	mg/lt	2 450	100	5210-B
DQO	mg/lt	3 363	250	5220-D

OBSERVACIONES:

(1) Dato proporcionado por la empresa.

(2) Límites de descarga a un cuerpo de agua marina. Abril 2003.

ING. MIRELLA BERMEO
JEFE DE LABORATORIO AGUAS

Fecha de emisión:
20 / 01 / 2005

Los análisis fueron realizados de acuerdo al STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER, SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTE.

Nota:
* Los resultados obtenidos en este informe son exclusivos de la Muestra sometida a ensayo.
* Queda prohibido la reproducción parcial o total de este informe sin previa autorización de esta Unidad.
* El Laboratorio está en proceso de Acreditación en los parámetros pH, DQO y Solidos Suspendidos. (NORMA 17025)

A. Prueba de Jarras

Proceso de Coagulación – Floculación.- Es el proceso que determina la manera como las partículas son desestabilizadas y la intensidad de las fuerzas que las aglutinan facilitando de esta manera la precipitación..

Este sistema consiste en simular en unos vasos de precipitado o jarras el proceso de coagulación que se producirá en la planta de tratamiento a diseñar por el grupo de trabajo.

Para el caso de la Industria de Producción de harina de pescado BORSEA S.A., en el sistema de simulación del laboratorio de Ingeniería Ambiental se pudo determinar los siguientes parámetros.

Equipo de prueba de jarras con las muestras de agua residual

Parámetros determinados en la prueba de jarras:

- Determinación de la dosis optima del coagulante
- la formación de floculos
- la velocidad de las partículas
- influencia del pH en la coagulación
- la concentración de la solución de coagulantes
- Gradiente y tiempo de detección optima
- Evaluación de la eficiencia del método

Determinación de la dosis optima del coagulante

El objetivo de este ensayo es poder determinar la dosis de coagulantes que produce la más rápida desestabilización de las partículas coloidales en la planta y hace que se forme un floc pesado y compacto que quede fácilmente retenido en los sedimentadores y no se rompa al pasar por el filtro. Debe observarse que no necesariamente el floc qué sedimenta rápidamente es el que queda retenido en el filtro con más facilidad. El floc que se busca, por tanto, es aquel que da el mayor rendimiento en el conjunto de los procesos de clarificación.

El equipo y los reactivos que se necesitan para ejecutar la prueba de jarras se describen a continuación.
Consiste en determinar la dosis de coagulantes que produce la más rápida desestabilización de las partículas coloidales que existen en el agua residual, la misma, que permite formar un floc pesado y compacto que posteriormente sea retenida en los sedimentadores y no se rompa al pasar por el filtro.

Características del equipo utilizado en la prueba de jarras y que pertenece a la Facultad de Ingeniería Química – U. de Guayaquil

Reactivos

Se utilizó solución de sulfato de aluminio.

Previamente hubo la necesidad de preparar la solución agregando agua destilada a 100 g. de coagulante hasta completar un volumen de 1000 ml, obteniéndose una muestra patrón al 10%.

El reactivo principal es la solución de sulfato de aluminio, o cloruro o sulfato férrico. Se prepara agregando agua destilada a 100 gr de coagulante hasta completar un volumen de 1000 ml, con lo que se obtiene una solución del 10 % que se puede conservar como solución patrón por unos dos o tres meses.

El ensayo de prueba de jarras se hace diluyendo 10 ml de la solución patrón hasta completar 100 ml con agua destilada. Queda una solución al 1 % que no se puede conservar por más de 24 horas pues corre el riesgo de hidrolizarse y perder buena parte de su capacidad de coagulación.

Reactivos utilizados en la prueba de jarras

Cuando es necesario, debido a la baja alcalinidad de la muestra, hay que preparar una suspensión de cal añadiendo agua destilada a 10 gr. de dicho material hasta completar un volumen total de 1000 ml. Debe anotarse el compuesto de cal que se ha utilizado: CaO o Ca(OH), y evitarse el contacto de la suspensión así preparada con el aire, cuyo contenido de CO_2 puede reaccionar con el óxido de calcio para formar carbonato que precipita. Antes de usarla hay que agitar la suspensión.

Una solución o suspensión del 1 % (l0gr/1) tiene 10,000 mg por 1000 ml., o sea, que cada ml de esta tiene 10 mg de material. Por tanto:

Si se usan vasos de 2000 ml para el ensayo:

1 ml de solución —— > 5 mg/Í de coagulante aplicado

Si se usan vasos de 1000 cc:

1 ml de solución —— > 10 mg/l de coagulante aplicado

Si se usan vasos de 500 cc:

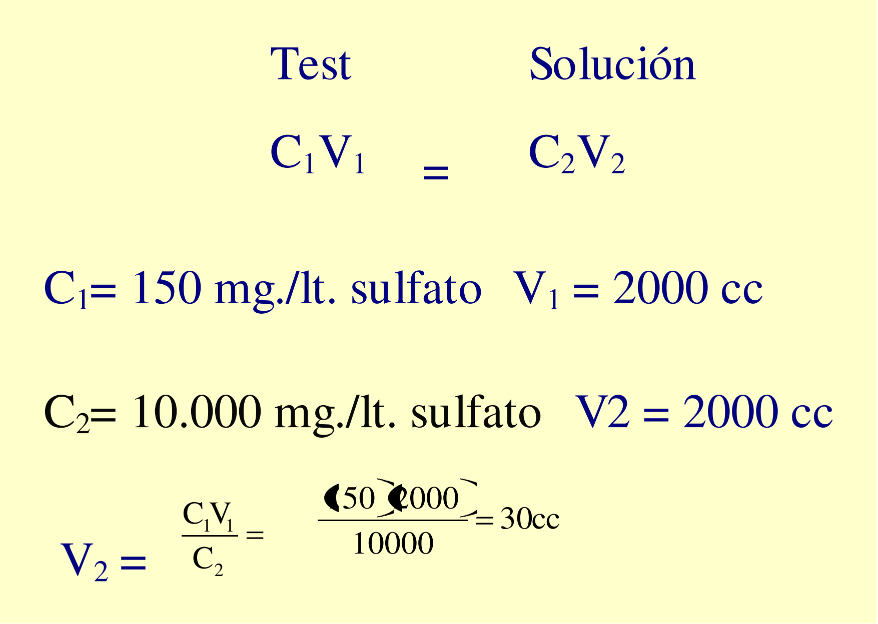
1 ml de solución —-- > 20 mg/l cíe coagulante aplicado

Debe, además, tenerse los reactivos necesarios para la determinación de la alcalinidad.

En plantas de tratamiento es mejor preparar las soluciones para los ensayos con los coagulantes que se usan en la práctica y no con reactivos purificado de laboratorio.

Procedimiento del ensayo

Calculo de la dosis de reactivos a utilizar



Test Solución

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

C_1= 150 mg./lt. sulfato V_1 = 2000 cc

C_2= 10.000 mg./lt. sulfato V2 = 2000 cc

$$V_2 = \frac{C_1V_1}{C_2} = \frac{(150)(2000)}{10000} = 30cc$$

1. Determinar la temperatura del agua cruda, el color, la turbiedad, el pH y la alcalinidad. También el hierro y/o el manganeso si son significativos.

2. Añadir los coagulantes al agua en dosis progresivas en cada vaso de precipitado en cualquiera de las tres formas siguientes:

a. Se coloca el agua de la muestra en las 6 jarras, las cuales se introducen debajo de los agitadores, los cuales se ponen a funcionar a 100 rpm.

Luego, se inyecta el coagulante con una pipeta de 2 a 10 ml, profundamente dentro del líquido junto a la paleta. No debe dejarse caer la solución del coagulante en la superficie del agua, pues esto desmejora la eficiencia de la mezcla rápida. El tiempo de mezclado suele ser entre 30 y 60 segundos. El uso de pipetas puede producir errores en la dosificación, en más o en menos, cuando no se hace con mucho cuidado.

b. Por medio de una pipeta o bureta se colocan las cantidades de coagulantes que se van a agregar, en seis vasos pequeños de precipitado. El contenido de cada vaso se succiona con una jeringa médica provista de su aguja hipodérmica. Se retira dicha aguja de la jeringa y esta última, con su dosis completa, se pone junto a la jarra correspondiente. Se hacen girar las paletas del aparato a 100 rpm y se inyecta el contenido de cada jeringa en la jarra que le corresponde, cuidando que la solución penetre profundamente para que la dispersión sea más rápida. En esta forma se evitan las imprecisiones en la cantidad dosificada, ocasionadas por el uso directo de la pipeta.

c. Se pone previamente en las jarras la dosis de coagulantes requeridas y se vierte rápidamente el agua de la muestra en los mismos, mientras se hacen girar las paletas a 100 rpm. Esto

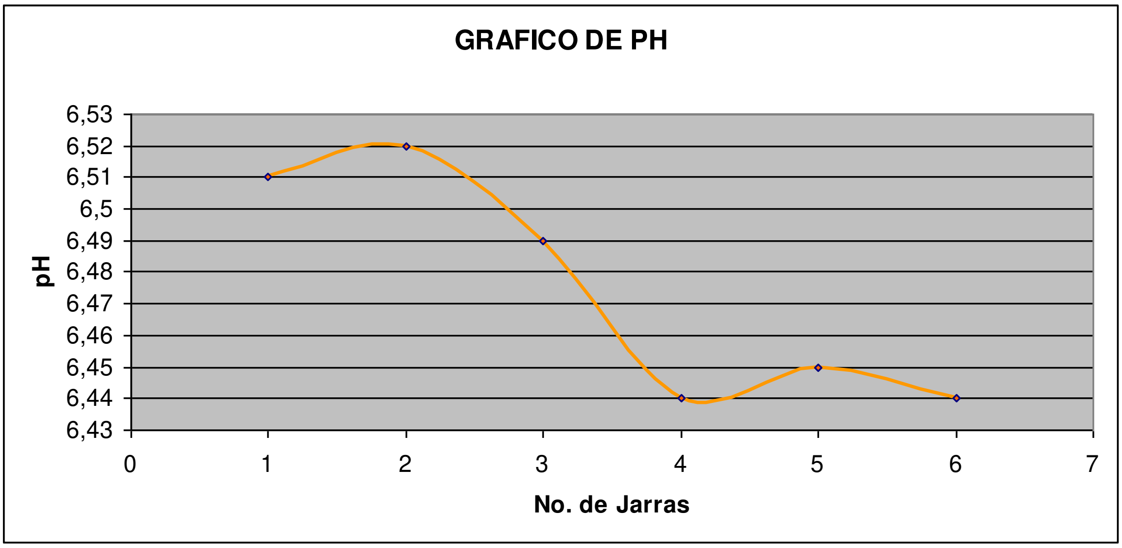
> produce una mezcla completísima, muy semejante a la que se obtiene en un salto hidráulico. Una vez hecha la mezcla rápida se disminuye la velocidad de rotación de las paletas a 30-60 rpm (promedio de 40 rpm) y se deja flocular el agua durante 15-30 min, o durante el tiempo teórico de detención que exista en la planta de tratamiento. Luego se suspende la agitación, se extraen las paletas y se deja sedimentar el agua. Si no se vierte el agua con cuidado puede caer esta fuera de las jarras.

Los sistemas anteriores tienen la desventaja de que la inyección de coagulantes no es simultánea y si se quieren tomar muestras en determinado momento, después de iniciada la coagulación, se comete un error en tiempo pues las paletas solo se pueden detener simultáneamente, en la mayoría de los equipos.

Una vez mezclados los coagulantes con el agua se pueden hacer las determinaciones de tipo cualitativo tales como: a) evaluación del tamaño del floc producido o tiempo inicial de formación del floc; y determinaciones cuantitativas como: a) determinaciones físicas y b) determinaciones químicas.

Calculo de la cantidad de sulfato de Aluminio (2da Prueba)

	Agua cruda	Sulfato	pH
Jarra 1	Blanco	0	6,51
Jarra 2	400	80cc	6,49
Jarra 3	450	90cc	6,44
Jarra 4	500	100cc	6,45
Jarra 5	550	110cc	6,44



Medición de la Turbidez

Muestra de Sulfato de Aluminio ppm	Turbidez NTU
350	251
400	240
500	225
550	299

B. uso del equipo de Sedimentación y Filtración

Para este ensayo se tomó 200 litros de agua residual la misma que se le hizo pasar el equipo modelo donde hay proceso de mezclado, sedimentación y filtración, como se muestra en las fotos a continuación con sus respectivos resultados.

Equipo de laboratorio utilizado para el proceso de filtración

PRUEBA EN LA PLANTA PILOTO
LABORATORIO ING. AMBIENTAL

Luego de haber realizado las pruebas de jarras de las aguas residuales de la compañía Borsea; y haber encontrado la dosificación óptima de 500 PPM de Sulfato de Aluminio y 2 PPM de poli electrólitos realizamos una corrida a mayor escala en la Planta Piloto del Laboratorio de Ingeniería Ambiental.

La Planta Piloto consta con un tanque de abastecimiento en donde pusimos 120 litros de agua cruda con un pH = 7.5 y una turbidez de 300.5 NTU. Calculamos el volumen del sedimentador (55.7 litros) y el volumen de nivel del líquido (44.2 LT) para un TRH de 45 minutos con lo que calculamos un caudal de agua residual (Q=v/T) de 0,98 litros/min., el cual lo graduamos con ayuda de un cronómetro y una probeta. Luego hicimos pasar el agua cruda a un mezclador para tener una difusión completa del Sulfato de Aluminio (910cc) y el Polielectrolitos (6.61cc). Después el agua residual paso a un sedimentador en donde se precipitaron los floculos. De allí el agua residual pasó a un último paso de filtración con un filtro de arena y grava obteniendo un agua con una turbidez de 69.4 NTU y un pH de 6.85.

TIEMPO OBTENIDO EN LA PLANTA PILOTO:

Se inicia el ingreso del caudal del agua residual al mezclador a las 12h55.
Comenzamos a agitar el agua cruda y a agregarles los floculantes a las 13h00.
El agua comenzó a caer en el sedimentador a las 13h05. Después de 54 min. Pasó el agua del sedimentador al filtro de arena y se obtuvo el resultado mostrado en las imágenes.

Calidad del agua residual obtenida después del proceso de sedimentación y filtración utilizando el modelo existente en el laboratorio de la Facultad

Comparación de la turbidez del agua obtenida por prueba de jarras y por proceso de sedimentación y filtración.

7.- Evaluación Técnica de la Planta de Tratamiento

Se trata de diseñar una planta de tratamientos de aguas residuales para la Industria Borsea S.A. quien fabrica harina de pescado. Habiendo realizado la caracterización física y química del agua residual se ha obtenido los siguientes resultados:

Caudales	
Mínimo m³/día	36
Caudal de diseño	36

Características del efluente	
DQO mg/lt	3363
DBO_5 mg/lt	2450
Aceites y grasas (mg/lt)	600
Sólidos suspendidos mg/lt	467
pH	
Temperatura (°C)	

Valores medios de entrada a la planta de tratamiento	
DQO mg/lt	3363
DBO mg/lt	2450
Aceites y grasas mg/lt	600
Sólidos suspendidos (mg/lt)	467
pH	
Temperatura (°C)	

Efluente de salida	
DQO mg/lt	<400
DBO mg/lt	<300
Sólidos suspendidos (mg/lt)	< 100
pH	6 a 8
Temperatura (°C)	23

Rendimiento de la depuradora	
DQO mg/lt	40 a 60%
DBO mg/lt	40 a 60%
Aceites y grasas mg/lt	70 a 90%
Sólidos suspendidos (mg/lt)	70 a 90%

Descripción de la Instalación de Planta de Tratamientos

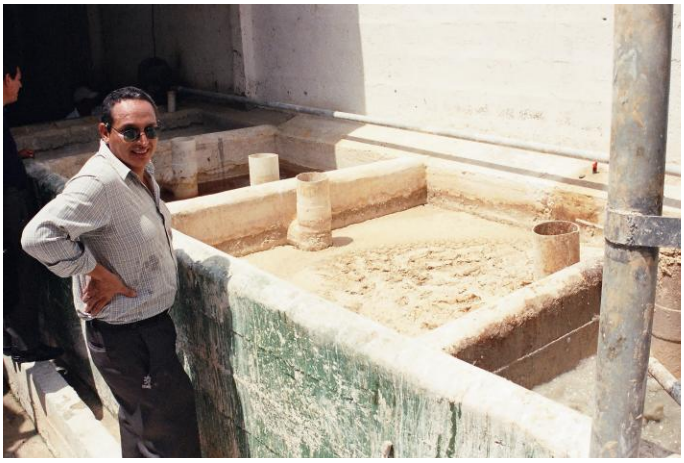
Línea de tratamientos de las aguas residuales

1.- Trampa de grasa
2.- Bombea de agua bruta
3.- Homogenización
4.- Coagulación
5.- Neutralización
6.- Separador de grasas por flotación
7.- Floculación
8.- Sedimentador
9.- Filtración
10.- Descarga

7.1.- Descripción de la línea para el tratamiento de las aguas residuales

Las aguas residuales de la industria Borsea S.A. se recogen en una trampa de grasa. Desde este punto el agua se bombea para ser depurada en procesos de calentamiento y enfriamiento.

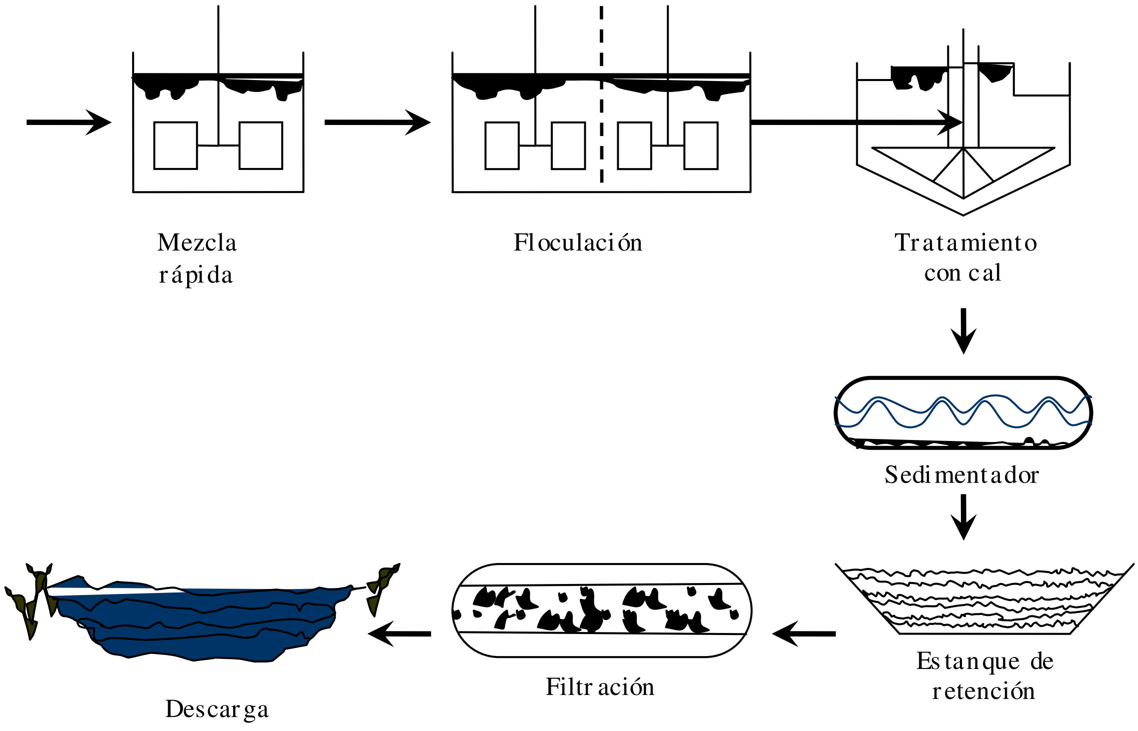
Todas las aguas que se recogen al final de los procesos son sometidas a un tratamiento de separación de aceites y grasas y el agua final entra actualmente a una pequeña planta de tratamiento.



Planta existente para el tratamiento de las aguas residuales de la Industria Borsea S.A.

Los sistemas de tratamientos se han basado casi siempre en sistemas biológicos, con fuertes inversiones en instalación, mantenimiento y operación. En el presente proyecto no se incluye el tratamiento biológico debido a que la planta existente carece de este tipo de tratamiento y el agua residual del efluente cumple con las normas municipales de Medio Ambiente. Por esta razón y en base a los datos recibidos en laboratorio se propone tratamiento físico y químico únicamente. En los párrafos siguientes se describe el diagrama de flujo del diseño propuesto.

8.- Diagrama de flujo del Diseño propuesto



Este diagrama de flujo es el resultado del trabajo de campo, análisis de laboratorio e ideas de los participantes.

9.- Evaluación Ambiental

Durante la etapa de operación se ha considerado la producción de los siguientes impactos:

9.1 Impactos sobre el medio físico y socio-económico

9.1.1 Impactos sobre el agua

Los procesos de producción que se han observado en la industria de harina de pescado utilizan gran cantidad de agua como insumo, esto es aproximadamente 36 m^3/día de consumo de agua, dando un consumo mensual de 1080 m^3/mes, por lo que existen efluentes industriales, que como se anotó anteriormente una parte se evapora y otra se transforma en agua residual industrial.

Esta descarga producirá un impacto negativo al recurso agua, en el caso de no ser tratadas adecuadamente y según la normativa ambiental.

9.1.2 Impactos sobre la atmósfera

El proceso de elaboración de la harina involucra el reconocimiento de una serie de operaciones unitarias que se llevan a cabo en ella, tales como: Cocción, extrusión, secado, evaporación, centrifugación, molienda, secado, intercambio iónico, entre otros.

Del proceso de evaporación se obtiene gases de olor de pescado, aminas volátiles, gases de azufre, entre otros lo cual produce impacto negativo a la atmósfera.

9.1.3 Impacto por ruido

Los niveles de presión sonora en la planta corresponde a la acción de las operaciones unitarias en proceso de la Industria, este impacto se lo ha calificado como un impacto negativo.

9.1.4 Impacto por desechos sólidos

La inadecuada disposición de los desechos sólidos podría afectar al canal de aguas lluvias del sector o al suelo; por lo que su impacto ha sido considerado como impacto negativo al ambiente

9.1.5 Impacto sobre el medio socio-económico

Hay afectaciones a la comunidad por efectos de los malos olores que se producen en la planta y se perciben a diario.

En la siguiente Tabla se resumen los impactos existentes en el área de influencia del proyecto.

TABLA 2 Impactos existentes en el área de influencia de la Industria BORSEA

IMPACTO	DESCRIPCION
Contaminación del Suelo.	El suelo es contaminado, producto de la descarga de la materia prima, caen residuos en el suelo (escamas, viseras, espinas, etc.)
Contaminación del aire	El aire se ve afectado producto de la descarga de vapores de pescado, malos olores, aminas, sulfuros.
Contaminación del agua	EL canal de aguas lluvias recibe, tanto de tipo industriales como de tipo domésticas.
Contaminación por ruido	En el sector donde está ubicada la industria se producen niveles altos de presión sonora debido al ruido de los equipos y maquinaria durante el proceso.
Afectación en el Componente Humano	Por la contaminación al aire, proveniente del los gases emanados por la Industria.

10.- Conclusiones

- Se observa que la jarra en la que se ha añadido 100 ml. (500 ppm) de solución de sulfato de aluminio es el más optimo.

- El procedimiento químico utilizando sedimentación y filtración permite obtener un agua residual de buena calidad.

- Para el presente proyecto no se utilizó el método biológico por cuanto la calidad del agua de descarga cumple con la norma ambiental.

- Para entender los métodos que se utilizan para el tratamiento de aguas residuales industriales, la mejor manera es aplicar la estrategia utilizada por El Dr. Guido Yánez, profesor, a quien va mi felicitación anticipada.

- Como tuvimos una agitación muy fuerte en el mezclador se formó un vórtice que ocasionó mucha turbulencia y burbujas, lo que hizo que tuviéramos una flotación de aceites, grasas, sólidos suspendidos y coloides hacia la superficie lo que nos ocasionó una capa gruesa de grasa y aceite de aproximadamente 5 cm. Por lo que en el sedimentador obtuvimos una escasa formación de floculos.

11.- Recomendaciones

- Para obtener los datos de los ensayos físicos de forma inmediata, la coordinación de la maestría debe obtener un acuerdo con los directivos de la facultad para que el costo de dichos se realice con los descuentos establecidos, evitando los retrasos e inconvenientes logísticos a los participantes de la maestría.

- No existe una política para el manejo de la hoja de custodia de las muestras, así como también del control de la bitácora por lo que en el futuro será necesario llegar a un acuerdo entre el profesor de la signatura y el responsable del laboratorio.

- Previo a la toma de las muestras y definición de los parámetros físicos – químicos a ser determinados en laboratorio es necesario que el profesor haya completado la presentación teórica de la técnica de muestreo listado de los parámetros fundamentales que participan en este tipo de proyecto como son la calidad del agua y turbidez.

- El número de participantes para los grupos no debe ser mayor a cuatro, un número mayor es causa de desperdicio de tiempo y energía.

ANEXOS

A. Plano de Ubicación General y Área de Influencia de la Planta BORSEA S.A.

B. Bitácora

C. Análisis Económico

D. Fotografías

C.- Análisis Económico

La industria BORSEA S.A. produce harina de pescado. La producción es de 500 a 600 sacos de dicho producto. Hay identificadas 10 etapas para la producción final y se ha seleccionado la generación de efluentes líquidos (agua residual industrial) donde se puede aplicar la metodología aplicada comúnmente para el tratamiento convencional de aguas residuales industriales, con el propósito de reducir la calidad del agua de descarga y que no contamine al ambiente por varias razones, algunas de las cuales, se incluyen en el presente estudio.

El caso que se estudia en este proyecto de investigación, se relaciona con el mejoramiento de la calidad del agua residual que se genera como resultado de la fabricación de harina de pescado.

Se atribuye a la calidad del agua como responsable de un porcentaje de contaminación del estero natural que drena las aguas del sector de Pascuales.

Análisis económico del Estudio

A) Antes de implementar las medidas de mejoramiento

Generación de aguas residuales industriales calculado en base a datos estadísticos registrados en planta = 1080 m^3/mes que representa un costo para la industria de $5184 al año.

Además, por las descargas es obligado que se paralice la producción hasta mejorar la planta de tratamiento de las aguas residuales instalada, situación que representa una pérdida de $160.000 /mes por dejar de producir 600 sacos de harina de pescado.

B) Después de implantar las recomendaciones

Generación de agua residual industrial 12960 m^3/anual

Pérdida económica por parada de producción 1’920.000 dólares / año

Costo del cambio

Instalación de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales donde se incluye sedimentación y filtro. 2.000 dólares

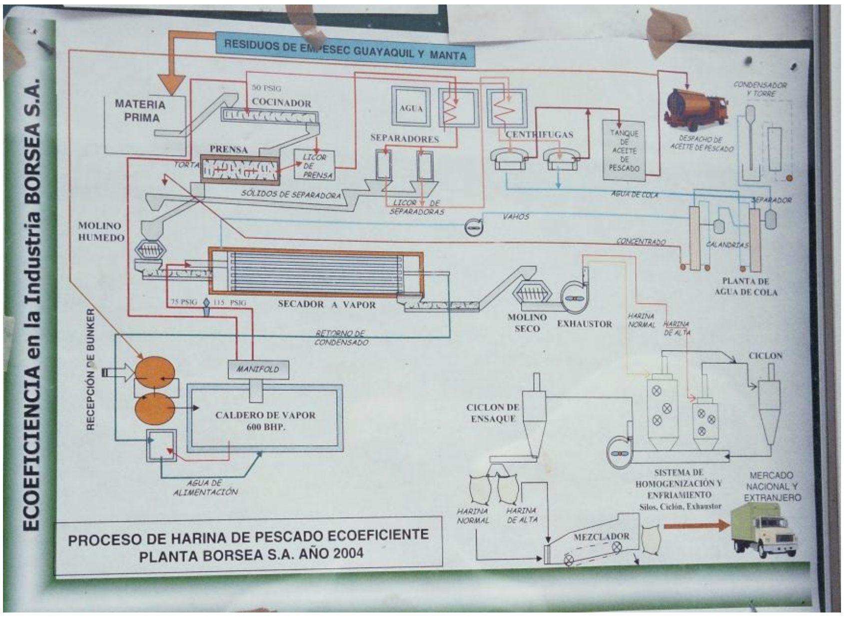
Costo después de implementar las medidas

Costo por reducción de contaminación del agua 1.298,40 dólares / año

Recuperación del capital invertido en una semana 2.000 dólares / año

Utilidad para la Industria 1’918.000 dólares / año

D. Anexo Fotográfico



Fotografía 2. Diagrama de flujo de los procesos de fabricación de harina de pescado

Fotografía 1. Materia Prima para la fabricación de harina de pescado

Fotografía 3. Trampa de grasas para el efluente industrial.

Fotografía 4. Toma de muestras para la caracterización de las aguas residuales industriales

Fotografía 5. Caracterización física, prueba de jarras.

Fotografía 6. Caracterización química, planta piloto.

Fotografía 7. Formación de capa de grasas y aceites en el agitador

Fotografía 8. Caracterización biológica, reactor biológico.