



Ciencias Industriales

Artículo Científico

**Diseño e implementación de un sistema de  
tratamiento de Aguas residuales**

*Design and implementation of a t  
reatment system Wastewater*

*Projeto e implementação de um sistema de  
tratamento de águas residuais*

Ingrid G. Chávez-Vera <sup>I</sup>  
[ingridvera@gmail.com](mailto:ingridvera@gmail.com)

**Recibido:** 30 de enero de 2017 \* **Corregido:** 20 de febrero de 2017 \* **Aceptado:** 20 junio de 2017

<sup>I</sup> Ingeniera Industrial, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manabí, Ecuador.

## Resumen

El presente trabajo de investigación realiza el Diseño e Implementación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la empresa FISHCORP S.A., dedicada a la elaboración de lomos de pescado precocidos, congelados y sellados al vacío, y la misma que no cuenta con un mecanismo que le permita el tratamiento de sus Aguas Residuales, generadas como resultado de la actividad productiva. Es por ello que surgió la necesidad de Diseñar e Implementar un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, con el fin de disminuir los niveles de sus contaminantes, hasta valores acorde a los límites máximos permisibles establecidos por las Leyes Ambientales vigentes del País; y de igual manera devolverle al Medio Ambiente el agua utilizada en mejores condiciones. La metodología aplicada en el desarrollo del proyecto de investigación, consistió en primer lugar en un diagnóstico de la situación actual de la empresa con respecto a la identificación de las fuentes puntuales de aguas residuales de la empresa, seguida de la tipificación y caracterización de las mismas, lo cual permitió establecer el Diseño del Sistema de Tratamiento. Se realizó la instalación y montaje de una (1) etapa del Sistema de Tratamiento, que tiene como fin eliminar sólidos y grasas de las Aguas Residuales.

Con respecto al Beneficio-Costo que conlleva el Diseño e Implementación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la empresa FISHCORP S.A., se obtuvo una relación de 5,10; lo cual indica que el proyecto es viable, el mismo que se ve reflejado como beneficio para la empresa.

**Palabras clave:** Tratamiento de aguas residuales; niveles contaminantes; leyes ambientales; medio ambiente.

## **Abstract**

The present research work performs the Design and Implementation of a System of Wastewater Treatment in the company FISHCORP SA, dedicated to the production of precooked loins, vacuum sealed and frozen fish, and the same that lacks a mechanism allows the processing of wastewater, generated as a result of productive activity. That is why it became necessary to design and implement a system of wastewater treatment, to reduce their pollution levels to values according to the limits set by the Environmental Laws in force in the country; and likewise give back to the environment the water used in better condition. The methodology used in developing the research project consisted primarily on an assessment of the current situation of the company with respect to the identification of point sources of Wastewater Company, followed by the definition and characterization of these which allowed establishing Treatment System Design. Installation and assembly of one (1) stage treatment system, which is designed to remove solids and fats Wastewater was conducted.

Regarding the Benefit-Cost to Design and Implementation of the System of Wastewater Treatment in the company FISHCORP SA, a ratio of 5.10 was obtained; which indicates that the project is viable, it is reflected as a benefit for the company.

**Key words:** Sewage treatment; contaminant levels; environmental laws; environment.

## Resumo

Este trabalho de investigação realizado pela concepção ea implementação de um sistema de tratamento de águas residuais da empresa FISHCORP SA, dedicada para os lombos de desenvolvimento pré-cozida, peixe congelado e selados a vácuo, e o mesmo que não tenha um mecanismo permite o tratamento de águas residuais gerada como um resultado da actividade de produção. É por isso tornou-se necessário para projetar e implementar um sistema de tratamento de águas residuais, a fim de reduzir seus níveis de poluição para valores de acordo com os limites estabelecidos pelas leis ambientais do país; e também dar a volta ao ambiente da água utilizada em melhores condições. A metodologia aplicada no desenvolvimento do projeto de pesquisa consistiu primeiro em um diagnóstico da situação atual da empresa no que diz respeito à identificação de fontes pontuais de águas residuais da empresa, seguido pela definição e caracterização destes o que permitiu o estabelecimento Sistema de Tratamento de design. instalação e montagem de um (1) fase do sistema de tratamento, que se destina a remover os sólidos e lubrificantes a partir de águas residuais foi realizada.

Em relação ao Custo-Benefício para projetar e Implementação do Sistema de Tratamento de Efluentes na empresa FISHCORP S.A, foi obtida uma proporção de 5,10; indicando que o projeto é viável, ela é refletida como um benefício para a empresa.

**Palavras chave:** Tratamento de águas residuais; os níveis de contaminantes; leis ambientais; meio ambiente.

## **Introducción.**

Durante años se ha podido evidenciar el aumento considerable de agua en las actividades diarias del ser humano (Romero-Ayuso, 2007), ya sean éstas utilizadas para actividades domésticas, procesos industriales o uso agrícola.

El consumo masivo de agua en la actualidad (Córdoba, María Alejandra; Del Coco, Valeria Fernanda; Basualdo, Juan Angel, 2010) que genera como resultado la contaminación de las mismas, ha llegado a preocupar a los investigadores y a adoptar nuevos procesos y tecnologías unitarias para el tratamiento de aguas residuales (Rubio Clemente, Ainhoa; Chica Arrieta, Edwin Lenin; Peñuela Mesa, Gustavo Antonio, 2013), como una manera de retribuir al medio ambiente (González Álvarez, 2002), y devolverle en mejores condiciones el agua utilizada.

En el Ecuador y el mundo existen organismos reguladores que controlan el cumplimiento de éste compromiso con el Medio Ambiente; las aguas residuales no pueden desecharse sin previo tratamiento en las redes de alcantarillado (Corona Lisboa, 2011) convencionales o al medio receptor (mares, ríos, lagos, etc.); es por eso que en la actualidad el tratamiento de aguas residuales no es una opción, sino una obligación, para beneficio del medio ambiente y de todos los que nos desarrollamos en él.

Con la aplicación de éstos tratamientos, ya sean físicos, químicos o biológicos se logra minimizar o eliminar por completo los contaminantes presentes en los vertidos (Raffo Lecca, Eduardo; Ruiz Lizama, Edgar, 2014), para cumplimiento de las leyes y normativas legales vigentes del Ecuador en materia de Medio Ambiente.

La presente investigación se desarrolla con antecedentes de la empresa y situación actual mediante la tipificación de las aguas residuales generadas, para posteriormente escoger el método y diseñar el proceso de Tratamiento, que sea acorde a las necesidades y disponibilidad económica de la empresa.

Es por eso que el propósito de la investigación es Diseño e Implementación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para Fishcorp S.A., herramienta que le permitirá cumplir con los parámetros mínimos permisibles de las aguas residuales establecidos por la ley ambiental y además aportar con la conservación del agua, el cual constituye un recurso importante para el desarrollo de la vida.

### **Materiales y métodos.**

En el Ecuador de cada 100 litros de agua se consumen 81.1 en agricultura, 12.3 en uso doméstico, 6.3 en industria y 0.3 en otros usos, según datos de SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua). El mayor consumo del agua en el país es en el sector agrícola, el consumo industrial es menor pero no menos importante, por lo cual es indispensable contar con sistemas de tratamiento de agua eficientes que preserven la calidad del agua.

Se procedió al análisis de tres casos referentes al tratamiento de aguas residuales industriales, los mismos que aportaron al desarrollo del presente proyecto de investigación.

PRIMER CASO. - Ana Alicia Álvarez Da Costa, Venezuela (2009) – Informe de Pasantías presentado a la Ilustre Universidad Simón Bolívar como requisito para la obtención del título de Ingeniero Químico, titulado:

*“Procedimiento para el diseño de una planta de tratamiento de efluentes industriales.”*

Objetivo. - Aplicar tecnologías para el tratamiento de los desechos líquidos para implementación de una planta de tratamiento de efluentes industriales.

Metodología. - Aplicación de un trabajo de campo mediante una investigación descriptiva, explicativa y aplicada; desarrollando los métodos Inductivo-Deductivo, Analítico y Experimental, y además la aplicación de técnicas como la observación.

Resultado. - La propuesta del proyecto de investigación fue diseñada en base las siguientes tecnologías de tratamiento de desechos líquidos:

#### *Separación agua-aceite*

- Flotación por aire disuelto (DAF)
- Coagulación/ floculación/ sedimentación
- Aeración
- Cloración

En esta investigación se hace referencia a la aplicación del DAF, en las cuales la investigadora establece las siguientes ventajas:

- Remueve partículas con densidad mayor que la del agua;
- Remueve aceite emulsionado;
- Puede trabajar tanto con gas como con aire;
- Las fluctuaciones hidráulicas pueden ser compensadas fácilmente por manipulación de la operación;
- El tamaño de burbuja de aire formada permite mayores eficiencias para determinados efluentes.

SEGUNDO CASO. - Esperanza L. Quiroz N., Venezuela (2009) –Trabajo de Grado titulado: “Optimización de las condiciones Operacionales del Sistema de Flotación por Aire Disuelto (DAF) de la planta de efluentes del patio de tanques de Bachatero.

**Objetivo.** - Establecer condiciones óptimas de operación del Sistema DAF de la planta de efluentes del patio de tanques de Bachatero, mediante la caracterización de las corrientes de entrada y salida de la planta.

**Metodología.** - Aplicación de una investigación de campo no experimental y tipo de estudio descriptivo. Además de la aplicación de técnicas como revisión documental, entrevista y observación.

**Resultado.** - Se propuso un conjunto de métodos para la optimización de sistema DAF que permita controlar variables de temperatura, presión, oxígeno disuelto. Tamaño de las partículas, crudo en agua y dosificación de química.

**TERCER CASO:** Liliana Tipantaxi, Ecuador (2010) – Estudio Técnico para la implementación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la empresa “Lavamodas Jeans Lamoje Cía. Ltda.” Para mejorar la calidad de agua que descarga a la red de alcantarillado.

**Objetivo.** - Seleccionar y diseñar un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para mejorar la calidad de agua que se descarga a la red de alcantarillado por la empresa “Lava Modas Jeans Lamoje Cía. Ltda.”

**Metodología.** - Aplicación de investigación de campo, experimental, documental y además aplicación de un estudio tipo exploratorio.

**Resultado.** - Se propuso la implementación de un tratamiento primario y secundario para la empresa. El tratamiento primario se basó en un sistema UASB, ya que reducen el tiempo de aireación, seguido de una sedimentación que desinfecta el agua eliminando contaminantes físicos. El



tratamiento secundario que aplicó la autora fueron tanques de aireación con la finalidad de conseguir mayor agitación del caudal para la separación de los sólidos y líquidos.

Analizando los casos propuestos anteriormente, los dos primeros hacen referencia al tratamiento de Flotación por Aire Disuelto (DAF), un tipo de tratamiento físico-químico, que mediante la aplicación de ciertas sustancias químicas ejecuta la eliminación de los sólidos y partículas en suspensión.

Ambos estudios exponen los beneficios y ventajas de la Flotación por Aire Disuelto (DAF).

El último caso es un tratamiento de tipo anaerobio, también muy eficaz ya que pueden aplicarse mayores cargas orgánicas.

Existen numerosos procesos de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, la investigación se orienta por la aplicación del método de Flotación por Aire Disuelto (DAF), ya que es una tecnología muy eficaz en la actualidad y de fácil aplicación para la eliminación de los contaminantes presentes en las aguas residuales.

#### *Métodos de Tratamiento de las Aguas Residuales*

“Los procesos y operaciones unitarias se pueden combinar y complementar para dar lugar a diversos niveles de tratamiento de las aguas.

Históricamente, los términos pretratamiento y/o primario se refería a las operaciones físicas primarias, el termino secundario se refería a los procesos químicos o biológicos unitarios, y se conocía con el nombre de terciario o avanzado a las combinaciones de los tres. No obstante, estos términos son arbitrarios.

Hoy en día se agrupan las diferentes operaciones y procesos unitarios para alcanzar el nivel de tratamiento adecuado.

Los métodos individuales suelen clasificarse en operaciones físicas unitarias, procesos químicos unitarios, y procesos biológicos unitarios.

#### *Operaciones físicas unitarias*

Se conocen como operaciones unitarias los métodos de tratamiento en los que predomina la acción de fuerzas físicas, fueron los primeros en ser aplicados al tratamiento de las aguas residuales.

Son operaciones unitarias típicas el desbaste, mezclado, floculación, sedimentación, flotación, transferencia de gases y filtración.

#### *Procesos químicos unitarios*

Son aquellos en los cuales la eliminación o conversión de los contaminantes se consigue con la adición de productos químicos o gracias al desarrollo de ciertas reacciones químicas. Son procesos químicos unitarios la precipitación, adsorción y la desinfección.

#### *Procesos biológicos unitarios*

Los procesos de tratamiento en los que la eliminación de los contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica se conocen como procesos biológicos unitarios.

La principal aplicación de estos procesos es la eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua residual en forma tanto coloidal, como en disolución.

Básicamente estas sustancias se convierten en gases que se liberan a la atmosfera y en tejido celular biológico también se emplean para eliminar nitrógeno contenido en el agua residual.

Entre los procesos unitarios mencionados se encuentra la flotación, y para este proyecto de investigación se detallará específicamente en que consiste la Flotación por Aire Disuelto.

#### *Flotación por aire disuelto (DAF)*

El proceso de flotación por Aire Disuelto (DAF por sus siglas en inglés) es método de tratamiento que clarifica las aguas residuales mediante la remoción directa de sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, sólidos sedimentales y remoción indirecta del DBO5.

Consiste en la introducción de burbujas de aire para la separación y concentración de fangos, estas pequeñas burbujas de aire logran que las partículas formen un conjunto de densidad menor que la del agua y floten.

Cuando a la flotación por aire disuelto se le agrega un tratamiento de coagulación-floculación, el rendimiento en la separación de la materia sólida en suspensión es mucho mayor.

Este sistema de tratamiento de aguas puede alcanzar una eficiencia de hasta el 99% dependiendo del líquido a tratar.

Las principales aplicaciones de la tecnología son:

- Aguas residuales urbanas.
- Aguas residuales industriales (papeleras, petroquímica, química, láctea, mataderos, alimenticia, textil, metalúrgica).
- Potabilización de aguas.
- Flujos de proceso.

Para mayor eficacia del DAF, se utiliza conjuntamente con la aplicación de otros procesos unitarios ya nombrados, la coagulación y floculación.

### *Coagulación-Floculación*

La coagulación y la floculación son dos procesos que tienen como finalidad la aglutinación de partículas en suspensión para la formación de pequeñas masas llamadas flóculos.

Estos procesos se utilizan en conjunto con otros tratamientos de aguas residuales, entre ellos el sistema DAF, centrifugación, sedimentación, entre otros.

De forma más explicativa, la coagulación mediante el uso de aditivos químicos (coagulantes), hacen posible la neutralización de las partículas coloidales en el efluente.

Por otro lado, la floculación se encarga de la aglomeración de las partículas pequeñas para formar los flóculos, convirtiéndose en partículas sólidas de mayor tamaño que se sedimentan más rápido.

### *Aplicación de los Métodos para Tratamiento de Aguas Residuales*

#### *Tratamiento Primario o Físico*

Su objetivo básico es eliminar todas las materias gruesas y/o visibles que lleva el agua residual. El vertido de estas materias al medio receptor produce un impacto fundamentalmente estético. Si pasan a etapas posteriores de la línea de depuración se generan problemas y un deficiente funcionamiento de los procesos.

Se trata de eliminar:

a) Residuos sólidos o basura que nos podemos encontrar en un colector. Se evitan problemas que este material grueso podría provocar en otros tratamientos posteriores (atascamientos fundamentalmente).

b) Partículas discretas sedimentables o arenas, perjudiciales para los posteriores procesos de eliminación de contaminación. Las arenas producen abrasión sobre los mecanismos. Sedimentarán en los canales u otros lugares perjudicando el flujo.

c) Grasas, flotantes y espumas, que pueden en un momento dado acceder a la superficie y adherirse a los objetos. Dificultan la reaireación de la masa de agua, fundamental en los procesos biológicos aerobios.

Las operaciones que comprende generalmente son: desbaste, desarenado y desengrasado, aunque en algunos casos también se pueden incluir pre aireación, tamizado, pre decantación, etc.

#### *Tratamiento Secundario o Físico-químico*

Persigue la reducción de sólidos suspendidos. Se reducirá la turbidez y DBO5 debido a que parte de los sólidos suspendidos son materia orgánica.

Se eliminará también algo de contaminación bacteriológica (Coliformes, Estreptococos, etc.). De los sólidos suspendidos se tratarán de eliminar específicamente los sedimentables.

Dentro de este proceso unitario se puede incluir la decantación primaria, flotación y los procesos físico-químicos, permitiendo éstos últimos un incremento en la reducción de los sólidos suspendidos y la DBO5.

### *Tratamiento Terciario o Biológico*

Su objetivo básico consiste en reducir la materia orgánica disuelta. El tratamiento básico es biológico. Se trata de eliminar tanto la materia orgánica coloidal como la que está en forma disuelta.

Se consigue una coagulación y floculación de la materia coloidal orgánica por medio de biomasa. El proceso se va a basar en el consumo de la materia orgánica por organismos adecuados. En esta etapa se van a conseguir importantes rendimientos en eliminación de DBO5.

Entre los procesos de tipo biológico cabe distinguir:

- Fangos activos.
- Lechos bacterianos / filtros biológicos sumergidos.
- Biodiscos.
- Estanques de estabilización.
- Lagunas aireadas.

Después de esta operación, el efluente pasará por una etapa de clarificación para eliminar los flóculos biológicos que se ha producido (fangos en exceso).

Hasta aquí llega el tratamiento convencional tradicional, aunque también abarca parte de la siguiente etapa. (Temprano, 2014)

### **Resultados.**

#### *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ESPECÍFICO*

Una vez realizada la tipificación de las aguas residuales se procede con el Diseño e Implementación del Sistema de Aguas Residuales en Fishcorp S.A., para lo cual, en base al caudal

determinado, se realizó la cotización de los equipos del sistema, a una empresa española especializada en el tratamiento de aguas residuales, llamada “Aguas Del Mare Nostrum.”

Sele estableció a la empresa española que, para la cotización de los equipos, éstos tuvieran una capacidad de 25m/h, ya que Fishcorp S.A. a futuro podría incrementar sus líneas de producción y por ende incrementarían sus caudales medios.

*La implementación del sistema de tratamiento se divide en dos etapas:*

Etapa I: Tratamiento Primario o Físico. - el propósito de la primera etapa es remover los sólidos y grasas de las aguas residuales.

Etapa II: Tratamiento Secundario o Físico-Químico (DAF). - la siguiente etapa consiste en la instalación del sistema de depuración de aguas por Flotación de Aire disuelto (DAF), para rebajarlas cargas orgánicas de DBO5 Y DQO.

A continuación, se presenta un diagrama general del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para Fishcorp S.A., estableciendo las entradas y salidas en cada una de las etapas de tratamiento.

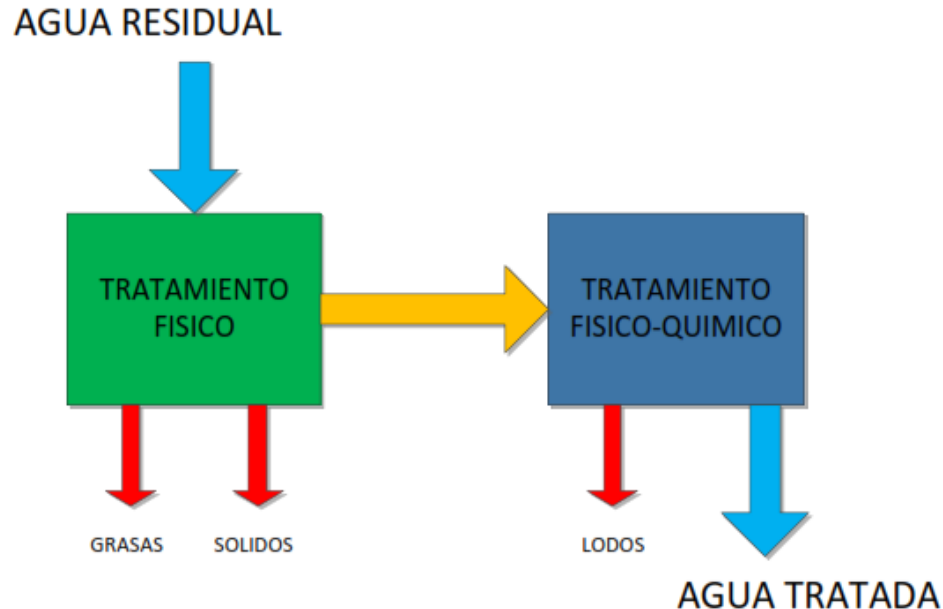


Ilustración 1 Diagrama General del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para Fishcorp S.A.  
Fuente: Autor

## ETAPA I: TRATAMIENTO PRIMARIO O FÍSICO

Para el tratamiento primario o también llamado tratamiento físico se instalaron los siguientes equipos:

- 2 Bomba achique en acero inoxidable
- 1 Tamiz rotativo
- 1 Separador de grasas

### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EN ETAPA I

El proceso inicia desde el pozo de acopio de aguas residuales, desde ahí las aguas son extraídas mediante dos bombas y son llevadas por medio de tuberías hasta el tamiz rotativo. La función del tamiz es la separación de los sólidos. El agua residual a filtrar ingresa por la tubería de entrada y se distribuye a lo largo de todo el cilindro filtrante que gira a baja velocidad.



Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de Aguas residuales

En la superficie del cilindro quedan retenidas todas las partículas sólidas y son conducidas hacia una rasqueta, la cual cumple la función de separarlas definitivamente y depositarlas sobre una bandeja inclinada para su caída por gravedad. El líquido que pasa a través de las rendijas del cilindro filtrante es conducido hacia la salida del tamiz.

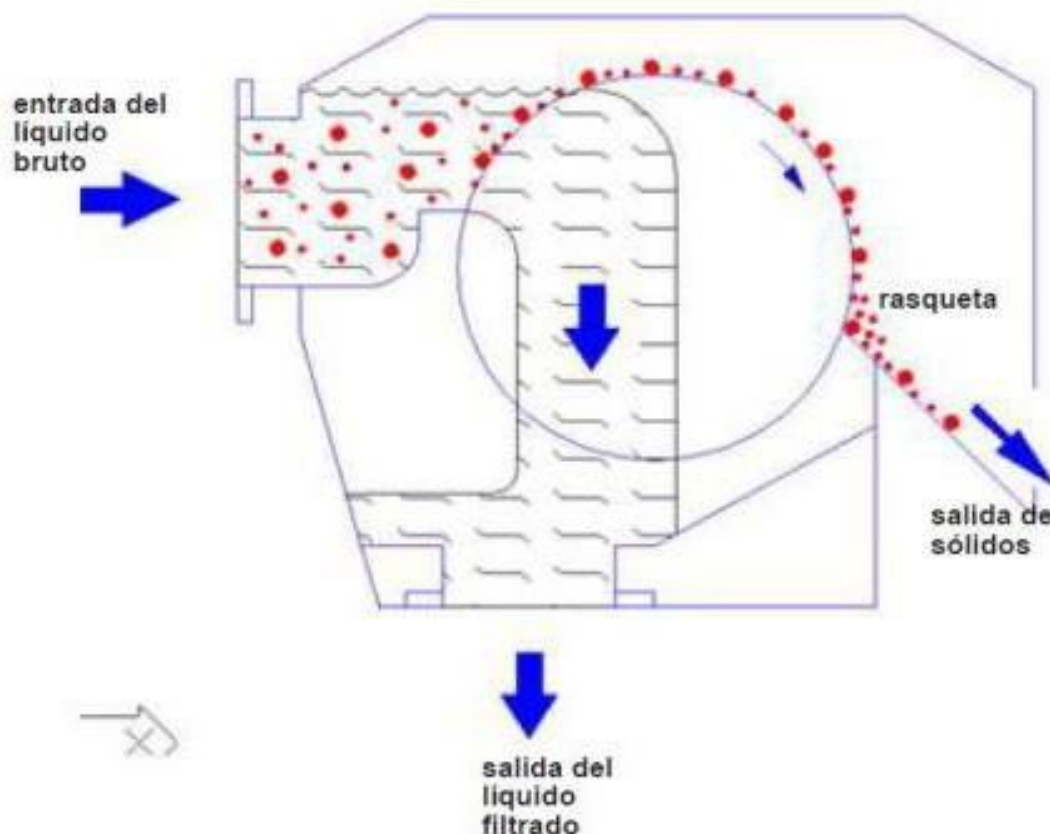


Ilustración 2 Representación gráfica del funcionamiento del tamiz rotativo

Fuente: Aguas Del Mare Nostrum

El proceso continúa en el separador de grasas, el cual consiste en un equipo compacto (mecanismo concentrador y depósito) para la eliminación y evacuación de grasas y espumas.

El concentrador de grasas cuenta con una capacidad de tratamiento de 25  $m^3/h$ .

Las aguas a tratar entran por la tubería embridada situada en la parte superior del equipo.

Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de Aguas residuales

Estas aguas que vienen cargadas de grasas entran al tanque y pasan a lo que se llama zona tranquilizadora, donde se produce el reparto uniformemente del fluido, existiendo un tiempo de retención.

Después de esta fase el fluido pasa al cajón de retención donde se forma un manto de grasas y espumas en la zona superior, que son recogidas por el sistema de barrido, cuya función específicamente es el de barrer los flotantes, evacuarlos y separarlos de las aguas a tratar.

Está formado por un sistema de cadenas y piñones, el cual es accionado por un motor-reductor.

También se encuentran los rascadores de barrido de flotantes los cuales van rotando junto con la cadena y van desalojando las grasas, transportándolas hasta la rampa de salida.

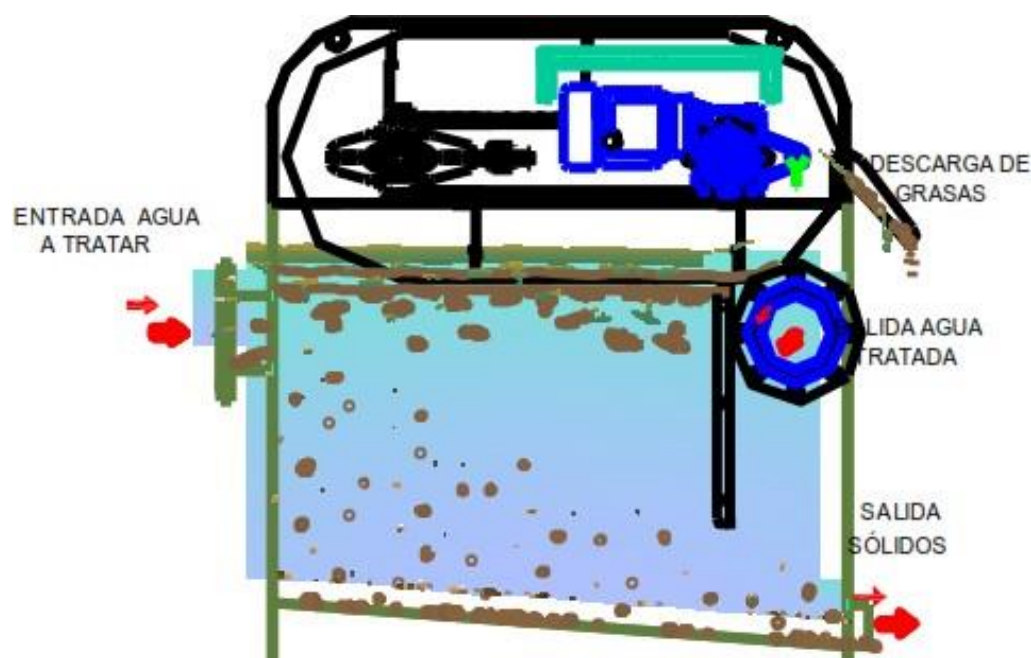


Ilustración 3 Representación gráfica del funcionamiento del separador de grasas

Fuente: Aguas Del Mare Nostrum

Una vez separadas las grasas y sólidos de las aguas residuales, éstas son conducidas mediante tuberías hasta la siguiente etapa.

En las siguientes ilustraciones se puede observar el mecanismo de la primera etapa de la PTAR ya implementada en FISHCORP S.A.

## Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de Aguas residuales

---



Ilustración 4 Sistema de tubería desde el Pozo de Acopio de Aguas Residuales hasta el tamiz rotativo  
Fuente: Autor



Ilustración 5 Tamiz Rotativo y Separador de Grasas de FISHCORP S.A.  
Fuente: Autor

### ETAPA II: TRATAMIENTO SECUNDARIO

El tratamiento secundario o físico-químico es la siguiente etapa del sistema, esta no se encuentra aún implementada, pero se realizaron las cotizaciones de los equipos necesarios para aplicación del Sistema por Aire Disuelto (DAF).

Los equipos que componen el Suministro DAF son los siguientes:

Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de Aguas residuales

---

- Cámara de coagulación con agitación y dosificador coagulante y regulación de pH con sonda autolimpiable.
- Cámara de floculación, con agitación, dosificador y depósito preparación floculante
- Mecanismo automático extracción de lodos.
- Cámara de flotación
- Cámara de lodos
- Cámara agua tratada
- Bombas de recirculación

Además, sus componentes y accesorios son los siguientes:

- Válvulas manuales en succión e impulsión
- Conducto de saturación en acero inoxidable
- Panel de control neumático
- Presostato
- Manómetro de presión de recirculación tipo glicerina
- Filtro regulador de presión
- Rotámetro de flujo de aire
- Electroválvulas de aireación
- Racores y válvulas de cierre
- Válvula de seguridad presión máxima
- Cuadro eléctrico de protección y maniobra.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EN ETAPA II

Después de la extracción de sólidos y grasas el efluente continúa por tuberías hacia el Suministro DAF.

Este proceso consiste en la generación de finas burbujas de aire que se introducen en la fase líquida.

Las partículas de aire se adhieren a las partículas en suspensión y esa fusión logra que su densidad sea menor que la del líquido y como resultado se consigue que las mismas asciendan.

El sistema utiliza también la aplicación de coagulante (sulfato de aluminio) y floculante (polímero orgánico), los cuales son preparados en las cámaras de coagulación y floculación para posteriormente con su sistema de dosificación integrado llevados hasta el tanque clarificador o cámara de flotación. La cantidad que se dosifica es del 2% del volumen a tratar. Este proceso de coagulación-floculación logra que las partículas se vayan aglomerando entre sí y formen una especie de manto, el cual por medio de que posteriormente serán removidos por un mecanismo automático de extracción de lodos.

Posteriormente, estos lodos son llevados hacia la cámara de lodos o contenedor y el agua tratada enviada al desagüe por tuberías.

A continuación, se muestra el diagrama del proceso completo de la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales).

Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de Aguas residuales

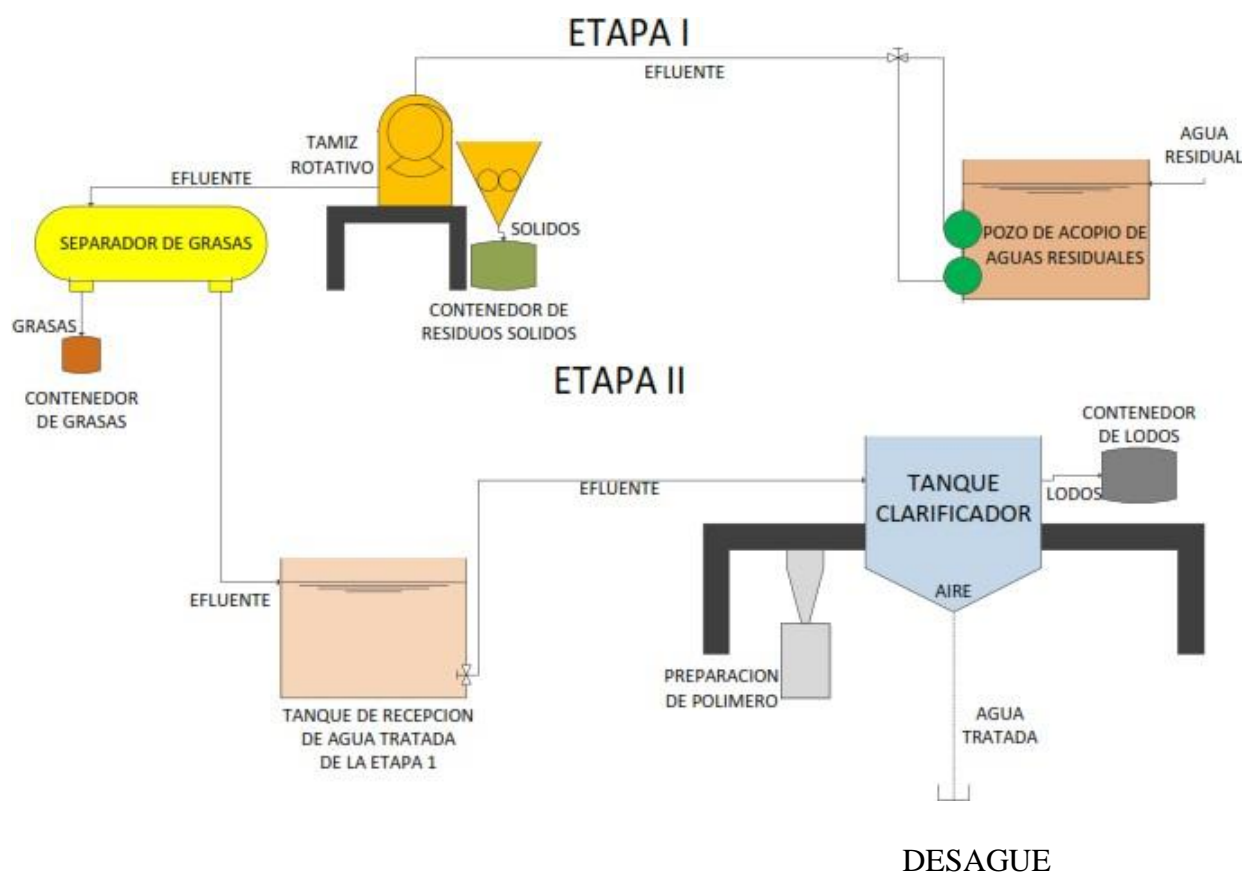


Ilustración 6 Diagrama PTAR para FISHCORP S.A.  
Fuente: Autor

### TIEMPOS DE LAS OPERACIONES UNITARIAS EN LA PTAR

A continuación, se muestra una tabla con el resumen de los procesos con el tiempo total que se tomaría la planta de tratamiento de aguas residuales para tratar un caudal de 25  $m^3/h$ .

Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de Aguas residuales

<b>OPERACIÓN</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>TIEMPO (HORAS)</b>
<b>Separación de solidos</b>	Tamiz rotativo	8
<b>Separación de grasas</b>	Separador de grasas	8
<b>Retención</b>	Separador de grasas	4
<b>Coagulación-Floculación</b>	Tanque Clarificador	2
<b>Flotación</b>	Tanque Clarificador	8

Tabla 1 Tiempo de las operaciones del proceso en la PTAR  
Fuente: Autor

Como se trata de un proceso continuo, el tiempo total del proceso es de 8 horas, en base a un caudal de  $25 \text{ m}^3/\text{h}$  para  $200\text{m}^3$

### Conclusiones.

El diagnóstico de la situación actual aplicado FISHCORP S.A., reveló que la misma no contaba con un proceso de tratamiento de aguas residuales, lo que implicaba asumir una cuantiosa sanción económica ante las autoridades ambientales pertinentes del país.

La tipificación de las aguas residuales generadas en FISHCORP S.A., permitió determinar el valor del caudal medio por hora, el cual es de  $12,5 \text{ m}^3/\text{h}$  y los valores de los principales contaminantes de las aguas industriales mediante análisis de laboratorio (DBO5 Y DQO,  $2900 \text{ mg/l}$

y 4375.45 mg/lit respectivamente); que sirvieron de sustento para la elección de la capacidad de los equipos que conforman el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

Se propuso el diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales basado en dos etapas, la primera etapa es un tratamiento primario o físico y la segunda etapa describió un tratamiento secundario o físico-químico.

Se instalaron los equipos del tratamiento primario o físico, con los que se pretende remover los sólidos y grasas de las aguas generadas en el proceso productivo.

La segunda etapa del tratamiento no se ha instalado, se espera la instalación a futuro para completar el proceso y reducir los niveles de DQO y DBO5 de las aguas mediante el proceso de clarificación.

Se dejó implementada sólo la primera etapa del Sistema de Tratamiento de aguas residuales, debido al elevado costo de los equipos, por lo cual la empresa seguirá adquiriéndolos a futuro para finalizar con la instalación y montaje del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

El proyecto de investigación generó una Relación de Beneficio-Costo correspondiente a 5,10; valor que es superior a uno (1), lo que indica que la Implementación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la empresa FISHCORP S.A. es viable, porque por cada dólar que invierte la empresa tiene un beneficio de \$ 4,10.



## Recomendaciones.

La implementación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales conlleva tiempo ya que la instalación y montaje de los equipos tiene un costo elevado, por lo que se recomienda realizar una adecuada tipificación de las aguas residuales para no incurrir en costos adicionales.

Para la implementación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales se requirió el compromiso de los altos mandos de la empresa, para la asignación de recursos económicos, por lo que se recomienda establecer responsabilidades entre las partes interesadas para la puesta en marcha de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Para la determinación del caudal a tratar por los equipos se recomienda adquirir equipos con un caudal mayor al generado por la empresa, ya que los procesos de producción tienden a incrementar en un futuro.

## Bibliografía

- Córdoba, María Alejandra; Del Coco, Valeria Fernanda; Basualdo, Juan Angel. (2010). Agua y salud humana. *Química Viva*, 105-119.
- Corona Lisboa, J. L. (2011). Estado de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas de la cuenca del Lago de. *Multiciencias*, 345-352.
- González Álvarez, S. (2002). Medio ambiente. *Revista Galega de Economía*, 0.
- Raffo Lecca, Eduardo; Ruiz Lizama, Edgar. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 71-80.
- Romero-Ayuso, D. M. (2007). Actividades de la vida diaria. *Anales de Psicología*, 264-271.
- Rubio Clemente, Ainhoa; Chica Arrieta, Edwin Lenin; Peñuela Mesa, Gustavo Antonio. (2013). Procesos de tratamiento de aguas residuales para la eliminación de contaminantes orgánicos emergentes. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 93-103.