



**COORDINACIÓN DE TITULACIÓN ESPECIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Proyecto Técnico previo a la obtención del título de  
Ingeniero Industrial**

**Título:** *“Diagnostico, Evaluación y Planteamiento de mejora en la planta de aguas residuales (PTAR) para una empresa procesadora de pescados y productos del mar en la ciudad de Guayaquil”*

**Title:** *"Diagnosis, Evaluation and Approach to improve the wastewater plant (P.T.A.R) for a fish and seafood processing company in the city of Guayaquil"*

**AUTOR:**

John Eduard Fernández Lindao

**Director: Ing. Roberto Vicente Valverde Arrieta**

Guayaquil, 31 de agosto del 2020

1

**DECLARACION DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, JOHN EDUARD FERNÁNDEZ LINDAO, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación titulado **“Diagnostico, Evaluación y Planteamiento de mejora en la planta de aguas residuales (PTAR) para una empresa procesadora de pescados y productos del mar en la ciudad de Guayaquil”**

Los conceptos aquí desarrollados, los análisis realizados y las conclusiones del presente análisis, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Guayaquil, 31 de agosto de 2020



---

John Eduard Fernández Lindao  
C.I 0928523737

## DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, JOHN EDUARD FERNÁNDEZ LINDAO, con documento de identificación No. 0928523737, en calidad de autor del trabajo de titulación titulado **“Diagnostico, Evaluación y Planteamiento de mejora en la planta de aguas residuales (PTAR) para una empresa procesadora de pescados y productos del mar en la ciudad de Guayaquil”**, por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de este proyecto con fines académicos o de investigación.

Guayaquil, 31 de agosto de 2020



---

John Eduard Fernández Lindao  
C.I.0928523737

## DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, ING. ROBERTO VICENTE VALVERDE ARRIETA, en calidad de director del trabajo de titulación titulado **“Diagnostico, Evaluación y Planteamiento de mejora en la planta de aguas residuales (PTAR) para una empresa procesadora de pescados y productos del mar en la ciudad de Guayaquil”** desarrollado por el estudiante JOHN EDUARD FERNANDEZ LINDAO, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su representación y aceptación como una obra autentica y de alto valor académico



Firmado electrónicamente por:  
**ROBERTO VICENTE  
VALVERDE ARRIETA**

---

Ing. Roberto Valverde Arrieta  
DIRECTOR DEL PROYECTO TÉCNICO  
Universidad Politécnica Salesiana - Guayaquil

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este proyecto principalmente a mi mamá Jacqueline Lindao, a mi papá Juan Fernández por ser esos padres luchadores y de nunca rendirse, a mi abuela Noemi Navarro y a mi abuelo Vicente Lindao que hoy en día me guían desde el cielo. Porque a pesar de las dificultades económicas y diferentes adversidades en el transcurso del tiempo, me han dado siempre lo mejor de sí. Me han dado la mejor herencia; que es la educación académica, tolerancia y el respeto hacia los demás, inculcándome valores y doctrinas, para ser mejor día a día como padre, hijo, amigo y hermano.

JOHN EDUARD FERNÁNDEZ LINDAO

## AGRADECIMIENTO

Primero le agradezco infinitamente a Dios, ya que sin el nada es posible, le agradezco por permitirme concluir con este proyecto y alcanzar una meta más en vida.

Agradezco al ingeniero. Roberto Valverde Arrieta quien ha sido mi tutor, por brindarme su tiempo y dedicación para la orientación de este trabajo y para el desempeño de las diferentes actividades que han formado parte de la culminación de la materia integradora de carrera.

Agradezco al ingeniero Monar Freire por compartirme su conocimiento en plenitud, por brindarme su tiempo y encaminarme de la mejor manera para el desarrollo de este proyecto.

Agradezco al ingeniero Brian Aguirre quien ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de este proyecto, y por compartir todo lo que ha sido necesario para mí.

Agradezco a la ingeniera Glismari Bermúdez quien con su maravilloso conocimiento en la industria supo guiarme de buena forma, especialmente en el inicio de este proyecto.

Finalmente agradezco al ingeniero Juan Gonzales por estar siempre predispuesto en el préstamo de sus instalaciones, laboratorios, equipos, para realización del proyecto técnico.

## RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el tratamiento de las aguas residuales de una industria procesadora de pescado de la ciudad de Guayaquil (Ecuador), a lo largo de los años las industrias pesqueras han generado gran concentración de tensoactivos, debido a la demanda del producto por medio de los consumidores, esto ha causado desequilibrio en las descargas de las aguas en proceso, dirigidas directamente al alcantarillado público, esta situación de las altas concentraciones de descargas han ido provocando daños en el medio ambiente. Por esta razón se tomó la iniciativa, de analizar los problemas actuales de la empresa CEPROMAR S.A, elegida para el control y diagnóstico de los efluentes de descargas presentes en el sistema de tratamiento actual vigente.

**Palabras claves:** Tensoactivos

## **ABSTRACT**

In the present work, the treatment of wastewater from a fish processing industry in the city of Guayaquil (Ecuador) was evaluated, over the years the fishing industries have generated a large concentration of surfactants, due to the demand for the product by Through consumers, this has caused an imbalance in the discharges of the waters in process, directed directly to the public sewage system, this situation of high concentrations of discharges have been causing damage to the environment. For this reason, the initiative was taken to analyze the current problems of the company CEPROMAR S.A, chosen for the control and diagnosis of the discharge effluents present in the current treatment system in force.

**Keywords:** Surfactants



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE GENERAL .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO 1 EL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES .....	2
1.1.1 Descripción del problema.....	3
1.1.1.1 Consecuencias en el medio ambiente .....	4
1.2 IMPORTANCIA Y ALCANCE.....	5
1.2.1.1 Grupo objetivo (beneficiarios) .....	6
1.3 DELIMITACIÓN .....	6
1.3.1.1 Delimitación temporal .....	6
1.3.1.2 Delimitación espacial .....	6
1.3.1.3 Delimitación académica .....	7
1.4 OBJETIVOS.....	7
1.4.1 Objetivo General .....	7
1.4.2 Objetivos Específicos .....	8

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 LAS AGUAS RESIDUALES .....	8
2.1.1 Clasificación de las aguas residuales.....	9

2.2	CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	13
2.2.1	Características Físicas .....	13
2.2.2	Características químicas .....	16
2.2.3	Características biológicas .....	17
2.3	Normativa ambiental vigente .....	19
2.3.1	Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.....	19
2.3.1.1	Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce .....	21
2.3.1.2	Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua marina ....	23
2.4	Permisos de descargas .....	24
2.5	PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	26
2.5.1	Pretratamiento .....	26
2.5.2	Desbaste.....	26
2.5.3	Tamizado .....	28
2.5.4	Desarenado .....	29
2.5.5	Separación de Aceites y Grasas.....	29
2.5.6	Tratamiento Primario.....	30
2.5.6.1	Sedimentación .....	30
2.5.6.2	Flotación.....	31
2.5.6.3	Coagulación-Floculación.....	32
2.5.6.4	Filtración .....	33

### **CAPÍTULO III**

#### **MARCO METODOLOGICO**

3.1	EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.....	34
3.1.1	Recepción 1era fase y 2da fase.....	35
3.1.2	Recirculación 3ra fase .....	35
3.1.3	Área de tratamiento 4ta fase .....	36
3.1.4	Bypass solidos 5ta fase y 6ta fase.....	37
3.1.5	Salida de las AARR 7ma fase .....	38
3.2	Caracterización antes del sistema de tratamiento PTAR.....	38
3.3	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	39

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS**

4.1	REDISEÑO DE REACTOR BIOLÓGICO Y REINGENIERIA DEL TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO DE COAGULACIÓN- FLOVULACIÓN...	41
4.1.1	Reactor biológico de lodos activos .....	42
4.1.2	Determinación de datos del diseño del reactor biológico de lodos activos .	42
4.1.3	Sistema de floculación y coagulación .....	43
4.1.4	Determinación de datos del diseño del sistema de floculación y coagulación 44	
4.1.5	Determinación de datos del diseño del sistema .....	44
	CONCLUSIONES .....	46
	RECOMENDACIONES .....	46
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Ubicación de la empresa	6
Figura 2 Clasificación de las Partículas Sólidas Según su Diámetro	15
Figura 3 Sistema de pretratamiento	26
Figura 4 Reja manual	27
Figura 5 Reja automática	27
Figura 6 Tamiz Estático	28
Figura 7 Tamiz Rotatorio	28
Figura 8 Desarenado vórtice	29
Figura 9 Separador de aceites y grasas	30
Figura 10 Sedimentador circular	31
Figura 11 Equipo de flotación por aire disuelto	32
Figura 12 Proceso de coagulación-floculación en una planta	33
Figura 13 Filtración por Membrana	33
Figura 14 Sistema actual de tratamiento PTAR	34
Figura 15 Rejillas de desbaste	35
Figura 16 Recirculación 3 fase	36
Figura 17 Área de tratamiento 4ta fase	37
Figura 18 Área de tratamiento 5ta y 6ta fase	37
Figura 19 Área de tratamiento 7ma fase	38
Figura 20 Rediseño de la PTAR	41
Figura 21 Reactor biológico de lodos activos	42
Figura 22 Sistema de floculación y coagulación	43
Figura 23 Sistema de lodos Activos	44

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Composición Fisicoquímica Típica de las Aguas Residuales Urbanas.	9
Tabla 2 Contaminación de las Aguas Residuales Negras	10
Tabla 3 Características de Descargas Industriales	12
Tabla 4 Solubilidad del Oxígeno a Diferentes Temperaturas.	14
Tabla 5 Tipos de Olores Asociados con Aguas Residuales.	15
Tabla 6 Volumen de Muestra según la concentración esperada de DBO.	18
Tabla 7 Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público	19
Tabla 8 Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce	21
Tabla 9 Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Marina.	23
Tabla 10 Resultados del afluente de la PTAR	38
Tabla 11 Resultados del efluente de la PTAR	39
Tabla 12 Cronograma de actividades desarrolladas	39
Tabla 13 Cronograma de actividades desarrolladas	40

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo A Registro fotografico	51
Anexo B Resultado de análisis	54

## INTRODUCCIÓN

El razonamiento que se plantean las personas en la actualidad, es el poder responder con claridad a sus preguntas formuladas sobre las posibles afectaciones que generan los desechos líquidos contaminantes. Es imposible poder cuantificar los problemas que pueden llegar a provocar en un futuro, pero es muy real discernir y sensibilizar sobre las prevenciones y remediaciones que debe llevar con ellas las descargas de aguas residuales industriales.

Por esta razón las industrias buscan desarrollar diferentes tipos de plantas de tratamiento de efluentes líquidos residuales, para que a su vez se pueda promover el bienestar de las personas y del medio ambiente.

Este proyecto técnico, ha sido el encargado de evaluar el sistema de las aguas residuales que se generan tanto en el proceso de producción, como en el área de planta del sistema de tratamiento, la empresa CEPROMAR S.A ubicada en la ciudad de Guayaquil produce alimentos del mar como lo es el pescado, que a su vez la gran cantidad de producción hace que se genere altas concentraciones de tensoactivos.

Principalmente por motivos de tiempo y costos se optó por dos funciones, la primera fue de analizar los parámetros del agua con que llega al proceso de producción, y la segunda con la de diagnosticar el agua que entra al sistema de tratamiento una vez ya pasada esta por el proceso de producción.

Una vez ya identificada las dos funciones se procedió a determinar mediante análisis los parámetros más importantes con las cuentan las aguas residuales, como lo fueron la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), tensoactivos, aceites y grasas, fenoles, sulfatos, solidos totales.

Todos los parámetros descritos fueron tomados en consideración, para poder presentar las recomendaciones más viables dentro de las dos áreas analizadas.

## **CAPÍTULO 1**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

CEPROMAR S.A es una empresa dedicada al procesamiento, empaqueo y exportación de pescado y productos del mar desde el año 2006

Esta empresa a lo largo del tiempo ha contado con un sistema de tratamiento de aguas residuales, la cual ha servido para tratar los diferentes tipos de aguas que se generan en el proceso de producción, cumpliendo en cada instante con lo que dicta la normativa ambiental vigente.

En el presente año este sistema de tratamiento de aguas o también llamado P.T.A.R no se encuentra al 100 % en funcionamiento, esto se debe a que los parámetros actuales en el sistema de tratamiento, no cumplen con lo establecido por la ley de medio ambiente de las aguas residuales industriales



### ***1.1.1 Descripción del problema***

CEPROMAR S.A. es una empresa dedicada al procesamiento, empaqueo y exportación de pescado y productos del mar, la cual presenta déficit en el sistema actual de sus aguas residuales, dicha información pudo corroborarse mediante el último diagnóstico del efluente de las AARR, las cuales se encuentran por encima del LMP (Límite Máximo Permitido), incumpléndose con el ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097A TABLA 8 límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

La infraestructura de las instalaciones es reducida lo que dificulta el adecuado acceso de los proveedores de materia prima y materia de empaque e insumos a bodega a efectos de cumplir el procedimiento de limpieza establecido dentro del sistema de gestión de la empresa el cual está ubicado cerca de la zona de recepción de materia prima y bodega de insumos.

CEPROMAR S.A. está obligado a cumplir con lo dispuesto por P.M.A (Plan Manejo Ambiental) y las estipulaciones descritas en La normativa ambiental vigente y ordenanzas que regulan la contaminación ambiental.

### ***1.1.1.1 Consecuencias en el medio ambiente***

La falta de plantas de tratamiento para las aguas residuales en las ciudades y en las industrias, hoteles y explotaciones mineras, agrícolas y ganaderas, ocasiona grandes desechos de aguas contaminadas que hacen mucho daño al medio ambiente

La mayoría de esas aguas es descargada en los ríos, lagos, mares, en los suelos a cielo abierto o en el subsuelo, a través de los llamados pozos sépticos y rellenos sanitarios.

Se sabe que en las últimas décadas el mundo ha venido mostrando preocupación por las consecuencias que estas aguas generan en el medio ambiente, se está tratando de resolver los problemas relacionados con de los efluentes líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial de las aguas de abastecimiento.

Las aguas residuales ocasionan graves inconvenientes de contaminación que afectan la flora y la fauna, estas aguas residuales antes de ser vertidas en las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, para evitar que su disposición cause los problemas antes mencionados.

El nivel de tratamiento requerido en cada caso para las aguas residuales deberá responder a las condiciones que acusen los receptores en los cuales se haya producido su vertimiento.

## **1.2 IMPORTANCIA Y ALCANCE**

Con la realización de este proyecto técnico, se mitigarán los altos niveles de sustancias y desechos existentes en las aguas residuales de la empresa CEPROMAR S.A, contribuyendo con el medio ambiente siguiendo los pasos que indica las normativas ambientales vigente, en proceso de descarga de efluentes en una industria procesadora de alimentos.

La problemática nace por los altos niveles de sustancias y desechos que se generan en el sistema de tratamiento dentro de la empresa, con la propuesta planteada anteriormente se espera reducir el problema de los altos niveles con los que consta cada parámetro dentro del sistema de tratamiento de las aguas residuales, ya que esto constituye un problema para la empresa, por lo que es necesario las recomendaciones por medio de este proyecto.

Los diferentes tipos de evaluación permitirán identificar y a su vez reducir en lo mayor posible los altos niveles de sustancias y desechos que produce la industria, esto es de gran importancia, por lo que se tendría un mayor control en la salida de las aguas residuales al alcantarillado, y sobre todo manteniendo el medio ambiente sin afectaciones por parte de la empresa.

Se realizará varios análisis de las aguas tanto de las que son generadas en producción, como de las que entran al sistema de tratamiento, teniendo en cuenta los diferentes tipos de sustancias que se mezclan dentro del proceso productivo de la empresa.

Con las recomendaciones del proyecto se podrá llegar al objetivo, el cual no se estaba alcanzando, y a su vez esto generaba deficiencia en la economía de la empresa, en general es necesario la implementación del proyecto debido a que los parámetros no están cumpliendo con lo estipulado y esto puede generar posibles problemas legales para la empresa.

### ***1.2.1.1 Grupo objetivo (beneficiarios)***

El principal beneficiario en el diagnóstico, evaluación y planteamiento de mejora en la planta de aguas residuales es el autor de este proyecto técnico, ya que a través del mismo se podrá obtener el título de Ingeniero Industrial.

Adicionalmente, todas las empresas del sector en especial CEPROMAR S.A. ya que contarían con una propuesta para el mejoramiento de sus aguas residuales, la cual garantizaría el óptimo tratamiento de las aguas tratadas en el proceso productivo, a fines de preservar la integridad del ecosistema ecuatoriano en el que existen humanos y especies creando un cambio positivo al medio ambiente

## **1.3 DELIMITACIÓN**

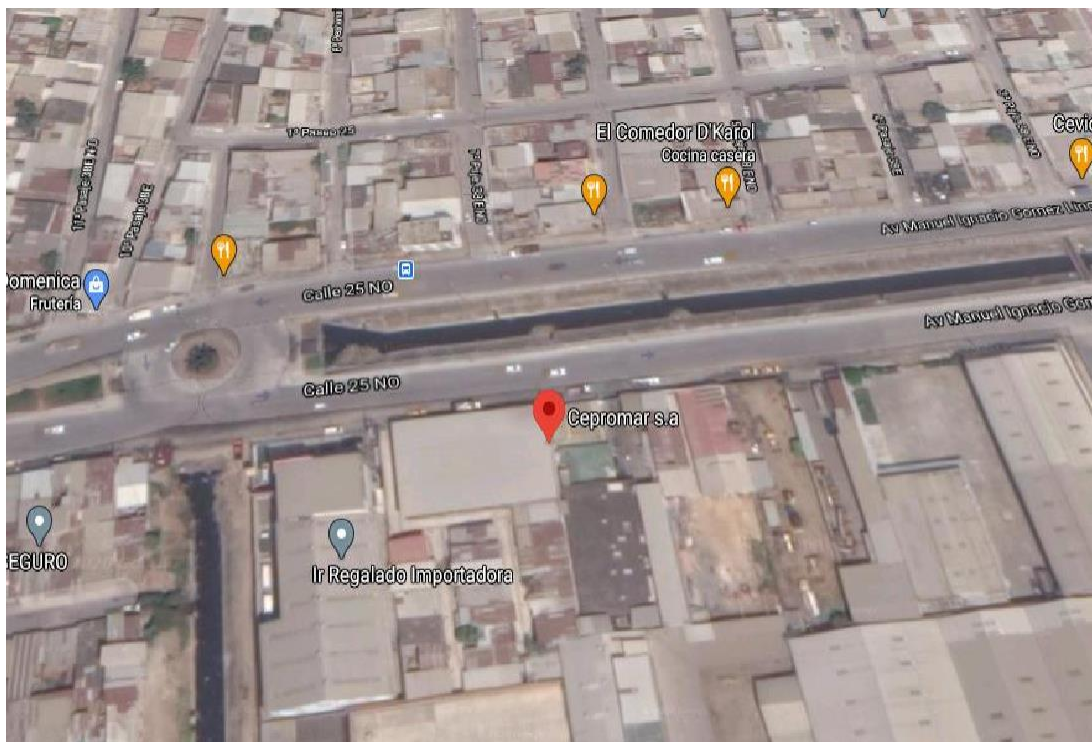
### ***1.3.1.1 Delimitación temporal***

El tiempo de duración establecido será de cuatro meses a partir de la aprobación de este proyecto técnico, y en cuyo tiempo se logrará registrar todas las situaciones con respecto a la planta de tratamientos de aguas residuales de la industria pesquera, y a su vez determinar las posibles afectaciones que presenta actualmente la P.T.A.R

### ***1.3.1.2 Delimitación espacial***

La investigación se llevará a cabo en la empresa CEPROMAR S.A ubicada en la ciudad de guayaquil, km 12.5 vía Daule localización los Ranchos, MZ 84 Solar 14 (Figura 1).

*Figura 1 Ubicación de la empresa*



*fuentes: planta CEPROMAR S*

### ***1.3.1.3 Delimitación académica***

Las materias que permite realizar este proyecto son:

- Química General
- Química Orgánica
- Producción
- Proyectos industriales
- Energía y medio ambiente

## **1.4 OBJETIVOS**

### ***1.4.1 Objetivo General***

Diagnosticar, evaluar y plantear mejoras en una planta de aguas residuales (PTAR), mediante los parámetros existentes en la industria pesquera en la ciudad de Guayaquil.

### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

- Realizar un diagnóstico que permita identificar el funcionamiento actual de la PTAR.
- Evaluar las características requeridas que debe tener el agua residual, una vez realizado el proceso del efluente
- Identificar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, en las diferentes etapas del proceso de AARR.
- Seleccionar la propuesta más adecuada para el sistema de tratamiento de agua residual en función del espacio y costos.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

Esta sesión tiene como parte principal al marco teórico, su objetivo consiste en realizar una buena investigación, de una manera coordinada y coherente, de acuerdo a definiciones y estudios realizados, de tal forma que el problema pueda ser captado de una manera lógica y con bases teóricas.

### **2.1 LAS AGUAS RESIDUALES**

Las aguas residuales son aquellas que contienen una gran cantidad de sustancias físicas, químicas, biológicas, que pueden ser nocivas o dañinas para la salud del ser humano, pueden ser perjudiciales al momento de que estas no pasen por un respectivo tratamiento.

El tratamiento se encarga de mitigar en lo mayor posible todas las alteraciones presentes en el agua, pasando por diferentes tipos de filtros la cual cada uno de ellos va mejorando la calidad del agua, para que a su vez esta pueda ser reutilizada para diferentes fines.

### 2.1.1 Clasificación de las aguas residuales

Existen varias clasificaciones de las aguas residuales estas aguas pueden tener diferentes orígenes tales como agua residual urbana (ARU), agua residual industrial (ARI) a continuación conoceremos cada una de ellas con sus respectivos parámetros.

**Agua Residual Urbanas (ARU):** Este tipo de agua nos dice que todos los residuos líquidos generados por la actividad domestica e industriales son transportadas por una red de alcantarillado, a continuación, podemos observar la tabla 1 donde nos indica la composición fisicoquímica de este tipo de agua.

*Tabla 1 Composición Fisicoquímica Típica de las Aguas Residuales Urbanas.*

Parámetro	Concentración (mg/L, excepto pH)		
	Rango		Típico
pH	6.7	8.0	7.0
Solidos Totales	700	1350	1100
Suspendidos	200	450	350
Fijos	40	100	80
Volátiles	165	350	320
Disueltos	500	900	700
Fijos	300	550	400
Volátiles	200	350	300
Sedimentales	10	20	15
DBO5	250	400	300
DQO	450	800	600
DBOU	350	600	450
COT	80	290	250
Nitrógeno Total	35	60	45
Nitrógeno Orgánico	15	25	20
Nitrógeno Amoniacal	20	35	25
Nitritos	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Nitratos	≈ 0	≈ 0	≈ 0

Fósforo Total	4	15	7
Fósforo Orgánico	1	6	2
Fósforo Inorgánico	3	9	5
Cloruros	30	100	50
Alcalinidad	100	250	200
Metales Pesados	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Orgánicos Tóxicos	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Grasa	50	150	120

*Fuente: Saavedra C. B,*

La tabla 1 determina que el rango mayor de los parámetros presentes en la misma, son los sólidos totales siendo estos altos en todas las categorías puestas en la tabla, es decir los sólidos totales agrupan la mayor cantidad de contaminación dentro de las aguas residuales urbanas.

Estas además se pueden subdividir en:

**Aguas negras:** este tipo de agua vienen proveniente de los sistemas de inodoros y urinarios respectivamente, y por parte de la actividad humana, por ejemplo, para aseo personal, servicios higiénicos, preparación de alimentos, limpieza, etc.

A continuación, en la tabla 2 se muestra las cargas contaminantes con las que se derivan las aguas negras

*Tabla 2 Contaminación de las Aguas Residuales Negras*

Parámetro	Contaminación (mg/L, excepto pH)		
	Fuerte	Media	Ligera
PH	3.9	6.9	6.9
Sólidos Totales	1000	500	200
Fijos	300	150	80
Volátiles	700	350	120
Sólidos Suspendidos	500	300	100
Fijos	100	50	30



Parámetro	Contaminación (mg/L, excepto pH)		
	Fuerte	Media	Ligera
Volátiles	400	250	70
Sólidos Sedimentales	250	180	40
Fijos	150	108	24
Volátiles	100	72	16
Sólidos Disueltos	500	200	100
Fijos	200	100	50
Volátiles	300	100	50
DBO5	300	200	100
DQO	800	450	160
Oxígeno Disuelto	0	0.1	0.2
COT	15	8	4
Nitrógeno Total	86	50	25
Nitrógeno Orgánico	35	20	10
Nitrógeno Amoniacal	50	30	15
Nitritos	0.10	0.05	0.00
Nitratos	0.40	0.20	0.10
Fósforo Total	17	7	2
Cloruros	175	100	15
Alcalinidad	200	100	50
Grasas	40	20	0

*Fuente: Sperling M. V*

La tabla 2 determina que el rango mayor de los parámetros presentes en la misma, son los sólidos totales siendo estos altos en todas las categorías puestas en la tabla, es decir los sólidos totales agrupan la mayor cantidad de contaminación dentro de las aguas negras.

**Aguas grises:** Estas tienen como característica ser aguas jabonosas las cuales pueden contener grasas, provenientes de la ducha, tina, lavamanos, lavaplatos, lavadero y lavadora o cualquier otro tipo de limpieza.

**Agua Residual Industrial (ARI):** las aguas industriales se caracterizan por ser provenientes de procesos productivos industriales, la cual la composición de estas puede ser bastante variable, dependiente de la actividad productiva y de muchos otros factores tales como lo son la tecnología empleada, calidad de la materia prima, etc. Estas aguas tienen un contenido orgánico en la cual este puede variar según con la finalidad que se le dé, estas pueden ser como por ejemplo para industria de alimentos.

Además, estas tienen un mayor grado de contaminación que las aguas residuales urbanas, es decir una contaminación mucho más difícil de eliminar, Su alto nivel de variabilidad, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea un poco más complejo al momento de poner en funcionamiento algún tipo de tratamiento que esta necesite.

A continuación, para el proceso de descarga de uso industrial tenemos la siguiente tabla 3 donde podemos observar las características de descargas industriales.

*Tabla 3 Características de Descargas Industriales*

Característica	Industria					
	Alimenticia	Textil	Curtido		Química	Acabado de metales
			Cromo	Taninos		
pH	4 – 7	1 -12	5 – 8	11	3,6 - 7,9	5 – 10
Temp (°C)	17	30 – 32	22	22	2,8 - 31,5	-
ST	1000	40	65	-	1028 – 21249	-
SST	-	111 – 670	1034	833		-
S Sed	1009	0,9 - 1,9		118	6,3 - 12,9	-
DBO	3000	500 – 2300	1452	3573	207 – 562	-
DQO	5000	715 – 13905	1558	4167	192 – 1615	-
N	-	6 – 73	29	53	11 – 134	-
P	-	-	-	-	16 – 436	-
Cu	-	1,3 – 5	-	-	-	56

Fe	-	5,6	-	-	-	-
Cr+3	-	0,3	-	-	-	-
Cr+6	-	26	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	200
Zn	-	-	-	-	-	22

*Fuente: Cortina D. C. & Marques O. R*

La tabla 3 muestra el rango moderado de temperatura, PH, DBO o DQO, siendo el DBO Y DQO las más altas dentro del rango industrial, esto se debe a la mayor cantidad de materia degradada en el sistema de tratamientos de las aguas residuales, estos parámetros se ven reflejados para una industrial de alimentos o de industria textil.

Una vez ya analizado la definición de aguas residuales, su clasificación y los parámetros con las que cuentan cada una de ellas, procederemos hacer referencia a las características principales con las que cuenta un sistema de tratamiento, entre ellas tenemos a las siguientes:

## **2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES**

### **2.2.1 Características Físicas**

**Temperatura:** La temperatura de las aguas residuales es una característica importante y principal dentro del sistema de tratamiento aguas (PTAR), se debe tener como referencia principal la influencia sobre el desarrollo de vida acuática, debido a la energía liberada en las reacciones bioquímicas, que se presentan en la degradación de la materia orgánica.

Estos indicadores se ven aumentados debido al nivel de temperatura que se maneje dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales ya sea esta para un fin industrial, agropecuario, domestico etc. Los cambios que se presentan por parte de la temperatura pueden dar como resultado un alto porcentaje en la mortalidad de la vida acuática.

A continuación, en la siguiente tabla 4 podemos observar el porcentaje de solubilidad en las diferentes temperaturas.

*Tabla 4 Solubilidad del Oxígeno a Diferentes Temperaturas.*

Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
10	11.3
20	9.2
30	7.6

*Fuente: Arce A. L & Calderón C. G.*

Una vez observado la tabla 4, esta determina que, a mayor temperatura existente en el sistema de tratamiento de las aguas residuales, menor es el porcentaje de oxígeno disuelto, teniendo en cuenta que la temperatura está en grados centígrados y el oxígeno disuelto en miligramos litros.

**Turbidez:** Directamente la turbidez hace referencia a los parámetros que existen en cuanto a los sólidos suspendidos, es decir; entre mayor sólidos suspendidos existan en el sistema de aguas residuales mayor será el nivel de turbidez, es de suma importancia conocer que el agua turbia alcanza un nivel alto en el tratamiento, cuando el agua pierde transparencia debido a los sólidos mencionados anteriormente.

**Color:** El color es un parámetro de las aguas residuales por lo general suele ser gris, este mismo es causado por sólidos suspendidos, y sustancias en solución, sin embargo, a medida que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce y el color cambia a negro, esto se debe a la infiltración en el sistema de recolección de descargas industriales que se hace en los diferentes sistemas de tratamientos.

**Olor:** Los olores producidos por las aguas residuales son principalmente generados por la descomposición de materia que se da dentro del sistema, esto hace que se generen, malos olores como por ejemplo el sulfato de hidrogeno el cual nos da un olor como a huevo podrido, estos son producido por los microorganismos anaeróbicos que reducen los sulfatos a sulfitos, Los olores generalmente asociados con este proceso incluyen sulfuro de hidrógeno, amoníaco, dióxido de azufre.

A continuación, en la siguiente tabla podemos observar los tipos de olores en referencia con las aguas residuales.

Tabla 5 Tipos de Olores Asociados con Aguas Residuales.

Compuestos Olorosos	Olor Característico
Amoniaco	Amoniacal
Crotilmercaptano	Zorrillo
Dimetilsulfuro	Vegetales Descompuestos
Etilmercaptano	Coles en Descomposición
Sulfuro de Hidrogeno	Huevo Podrido
Metilmercaptano	Coles Descompuestas
Eskatol	Materia Fecal
Tiocresol	Zorrillo, Rancio

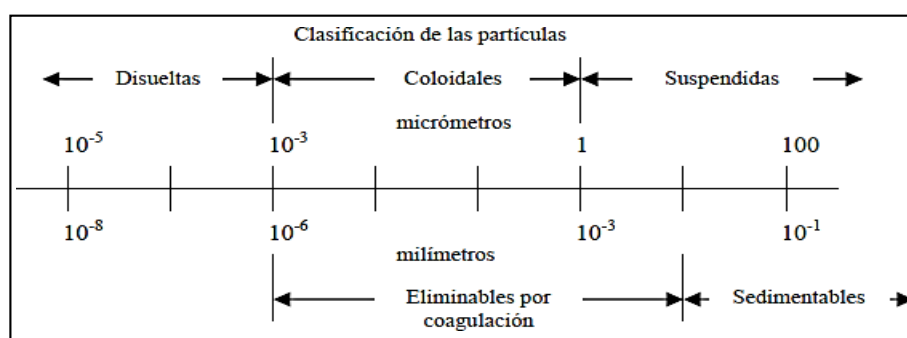
Fuente: Yaulema B. A,

Una vez observado la tabla 5 referente a los olores que se pueden percibir en las aguas residuales, uno de los más comunes es el sulfuro hidrogeno, que como se dice anteriormente se presenta por la cantidad de materia orgánica descompuesta en el sistema de tratamiento de las A.A.R.R

**Sólidos Totales:** El parámetro de sólidos totales presentes en el agua residual se clasifican según su tamaño o presentación en sólidos suspendidos y sólidos filtrables, estos pueden ser inorgánicos u orgánicos, un sólido suspendido es aquel que puede retenerse en un filtro cuyo diámetro nominal sea de 1.2 micra Estos sólidos son una medida aproximada de la cantidad de fangos es decir la cantidad de lodos con la que pasa las aguas, y que se eliminará mediante sedimentación en el tratamiento de aguas residuales ya sean estos domésticos, pecuarios, agrícolas e industriales.

Los “sólidos totales” se definen como la materia que permanece como residuo después de la evaporación y secado a 103 - 105 °C. El valor de los sólidos totales incluye materias disueltas, como lo muestra en la siguiente figura.

Figura 2 Clasificación de las Partículas Sólidas Según su Diámetro



Fuente: Cortina D. C. & Marques O. R

Lo que se observa en la figura 5 es la clasificación de las partículas, dentro de una matriz de agua, en esta se obtiene sólidos disueltos, coloides, sólidos suspendidos como lo muestra la imagen, entonces si se tiene un rango de  $10^{-8}$  a  $10^{-6}$  son partículas disueltas es decir para eliminar esta clase de sólidos es necesario hacer un tratamiento biológico, de  $10^{-6}$  a  $10^{-3}$  se puede eliminar estas clases de partículas por coagulación por ejemplo un coagulante muy utilizado en los tratamientos de aguas residuales es el sulfato de aluminio, de  $10^{-3}$  a  $10^{-1}$  estos son sólidos suspendidos y se lo puede eliminar mediante el método de sedimentación.

### 2.2.2 Características químicas

Este tipo de características están dadas principalmente, en función de los desechos que se generan dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales, a continuación, presentamos los parámetros más principales:

**Materia Orgánica:** Son fracciones relevantes que se dan de los elementos contaminantes en las aguas residuales domésticas y municipales debido a esto se refleja como la causante del agotamiento de oxígeno de los cuerpos de agua.

La Materia Orgánica está compuesta principalmente por CHONS (Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno y Azufre) constituyendo las proteínas (restos de origen animal y vegetal), los carbohidratos (restos de origen vegetal), los aceites y grasas (residuos de cocina e industria) y los surfactantes (detergentes).

**Materia Inorgánica:** Dentro de este parámetro existen un grupo que contiene todos los sólidos de origen generalmente mineral, como son sales minerales, arcillas, lodos, arena, este tipo de materia inorgánica puede tener algunos elementos muy importantes dentro del sistema de aguas residuales como lo es:

**Hidrogeno (pH):** El pH dentro nos indica directamente el grado que se obtiene tras la muestra de una sustancia cualquiera dentro del sistema de tratamiento, la mayoría de los microorganismos responsables de la depuración de las aguas residuales se desarrollan en un rango de pH entre 6,5 y 8,5 unidades.

**Sólidos:** La materia orgánica se presenta en forma de sólidos, estos sólidos pueden ser suspendidos (SS) o disueltos (SD), los que también pueden ser volátiles (SV), y en ciertos casos suelen ser inorgánicos

**Nitrógeno:** Componente principal de las proteínas y es un nutriente esencial para las algas y bacterias que intervienen en la depuración del agua residual. Puede presentarse en forma de nitrógeno orgánico, amoniacal y formas oxidadas como nitritos y nitratos

**Fósforos:** Este se caracteriza por ser un nutriente esencial para el crecimiento de los microorganismos

**Azufre:** Requerido en la síntesis de la proteína y liberado en su degradación

Como un punto también importante dentro de las características químicas se presenta que la presencia de oxígeno disuelto en el agua residual evita la formación de olores desagradables y perjudiciales. La cantidad de oxígeno disuelto depende de muchos factores, como temperatura y actividad biológica, actividad química, etc.

### 2.2.3 *Características biológicas*

Estas características están determinadas por el tipo de microorganismos presentes en el agua, entre los cuales tenemos:

**Bacterias:** la bacteria es la principal responsable de la degradación y estabilización de la materia orgánica contenida en sistema de tratamientos de las aguas residuales. Su crecimiento ocurre según el nivel de PH presente en el sistema de tratamiento, ante estos niveles de crecimiento de bacterias en los sistemas de tratamientos podemos nombrar algunos tipos muy comunes como lo son:

**Bacterias anaerobias:** son aquellas que consumen oxígeno procedente de los sólidos orgánicos e inorgánicos y la presencia de oxígeno disuelto, la mayoría de las bacterias “trabajan” individualmente. Es la razón principal por la que los sistemas anaerobios requieren un mayor control y monitoreo para funcionar eficientemente.

**Bacterias aerobias:** son aquellas que se ven en la necesidad de contar con oxígeno procedente del agua para su alimento y respiración, es de suma importancia verificar

el tipo de bacteria que contiene el tratamiento para así saber cómo contrarrestar las mismas.

**Demanda Biológica de Oxígeno:** El DBO determina que es una medida indirecta del contenido de materia orgánica biodegradable, expresada mediante la cantidad de oxígeno requerida para oxidar biológicamente la materia orgánica en una muestra de agua, esta también se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno.

Los valores de la DBO son muy importantes para el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales porque permiten determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requiere para degradar biológicamente la materia orgánica.

A continuación, en la tabla 6 podemos observar los volúmenes y concentraciones de muestras esperadas del DBO.

*Tabla 6 Volumen de Muestra según la concentración esperada de DBO.*

Volumen en 300 ml (ml)	Concentraciones de DBO (mg-l)
0.02	30000 – 105000
0.05	12000 – 42000
0.10	6000 – 21000
0.20	2000 – 10500
0.50	1200 – 4200
1.00	600 – 2100
2.00	300 – 1050
5.00	120 – 420
10.00	60 – 210
20.00	30 – 105
50.00	12 – 42
100.00	6 – 21

*Fuente: Cortina D. C. & Marques O. R*

En la tabla 6 muestra los rangos de concentración de la demanda biológica de oxígeno (DBO) es decir a mayor volumen, menor es la concentración de (DBO) en el sistema de tratamiento de aguas residuales.



Demanda Química de Oxígeno: La DQO determina que la demanda química de oxígeno y de materia orgánica es degradable, pero la diferencia es que esta degradación es mediante una reacción química.

Se define como cualquier sustancia tanto orgánica como inorgánica susceptible de ser oxidada, el oxidante utilizado para este proceso biológico es el permanganato de potasio, sabiendo que el DQO se expresa en mg/l para las respectivas muestras en las aguas residuales.

### 2.3 Normativa ambiental vigente

Para la verificación y eficacia del sistema de tratamiento de las aguas residuales industriales propuesto para los efluentes de la empresa, se tomó en cuenta la normativa ambiental vigente en la ciudad de Guayaquil. Para el control del proyecto se consideró el anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso agua, así como también las Ordenanzas Ambientales del Municipio de Guayaquil.

#### 2.3.1 Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Las descargas líquidas provenientes de sistemas de potabilización de agua no deberán disponerse en sistemas de alcantarillado, a menos que exista capacidad de recepción en la planta de tratamiento de aguas residuales, para tratamiento conjunto. En cuyo caso se deberá contar con la autorización de la Autoridad Nacional de Control Ambiental.

Para la aplicación al permiso de descarga, toda descarga de origen doméstico o industrial al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos en la siguiente tabla 7 en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios.

*Tabla 7 Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público*

Parámetros	Expresado como	Unidad	L.M.P.
Aceites y grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/L	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/L	Cero
Alkil mercurio	MeHg	mg/L	No detectable

Parámetros	Expresado como	Unidad	L.M.P.
Aluminio	Al	mg/L	5,0
Arsénico total	As	mg/L	0,1
Cadmio	Cd	mg/L	0,02
Cianuro total	CN-	mg/L	1,0
Cinc	Zn	mg/L	10,0
Cloro activo	Cl	mg/L	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/L	0,1
Cobalto total	Co	mg/L	0,5
Cobre	Cu	mg/L	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/L	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/L	0,05
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/L	0,5
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO5	mg/L	250,0
Demanda Química de oxígeno	DQO	mg/L	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/L	1,0
Fósforo total	P	mg/L	15,0
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/L	20,0
Hierro total	Fe	mg/L	25,0
Manganeso total	Mn	mg/L	10,0
Mercurio total	Hg	mg/L	0,01
Níquel	Ni	mg/L	2,0
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/L	60,0
Organofosforados	Especies totales	mg/L	0,1
Plata	Ag	mg/L	0,5
Plomo	Pb	mg/L	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6 – 9

*Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del medio ambiente*

Los límites de descarga que muestra la figura anterior se enfocan en reconocer todos los parámetros existentes del alcantarillado público, teniendo este un límite máximo permitido una vez realizada el respectivo diagnóstico o evaluación de estas aguas.

### 2.3.1.1 Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce

Las normativas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos, en condiciones de caudal ambiental y cargas contaminantes futuras, se deberán utilizar los valores de la siguiente tabla 8 en donde podemos observar las limitaciones de descargas a cuerpos de agua dulce, Las concentraciones corresponden a valores medios diarios.

*Tabla 8 Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce*

Parámetros	Expresado como	Unidad	L.M.P.
Aceites y grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/L	30,0
Alkil mercurio		mg/L	
Aluminio	Al	mg/L	5,0
Arsénico total	As	mg/L	0,1
Bario	Ba	mg/L	2,0
Boro total	B	mg/L	2,0
Cadmio	Cd	mg/L	0,02
Cianuro total	CN-	mg/L	0,1
Cinc	Zn	mg/L	5,0
Cloro activo	Cl	mg/L	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/L	0,1
Cloruros	Cl-	mg/L	1000
Cobalto	Co	mg/L	0,5
Cobre	Cu	mg/L	1,0
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	2000
Color real	Color real	Pt-Co	No Detectable Dilución 1/20
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/L	0,2

Parámetros	Expresado como	Unidad	L.M.P.
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/L	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/L	0,1
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/L	0,5
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO5	mg/L	100,0
Demanda Química de oxígeno	DQO	mg/L	200,0
Estaño	Sn	mg/L	5,0
Fluoruros	F	mg/L	5,0
Fósforo total	P	mg/L	10,0
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/L	20,0
Hierro total	Fe	mg/L	10,0
Manganeso total	Mn	mg/L	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/L	0,005
Níquel	Ni	mg/L	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/L	30,0
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/L	50,0
Plata	Ag	mg/L	0,1
Plomo	Pb	mg/L	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6 – 9
Selenio	Se	mg/L	0,1
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/L	130
Sólidos totales	ST	mg/L	1600
Sulfatos	SO4-2	mg/L	1000
Sulfuros	S-2	mg/L	0,5

Parámetros	Expresado como	Unidad	L.M.P.
Temperatura	°C		Condición Natural $\pm 3$
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/L	1,0

*Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente*

Los límites de descarga de agua dulce que presenta la figura anterior, tienen como características los tipos de parámetros existentes dentro de este tipo de descarga, es importante tener en cuenta el límite máximo permitido, ya sea en los parámetros comúnmente reconocidos como lo son el DBO Y DQO.

### ***2.3.1.2 Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua marina***

La descarga de un cuerpo de agua marina dentro de la normativa deberá cumplir por lo menos con los parámetros indicados en la siguiente tabla 10 en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios.

*Tabla 9 Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Marina.*

Parámetros	Unidad	Límite Máximo Permisible	
		Zona de Rompientes	Emisario Submarinos
Aceites y grasas	mg/L	30,0	30,0
Aluminio	mg/L	5,0	5,0
Arsénico total	mg/L	0,5	0,5
Cianuro total	mg/L	0,2	0,2
Cinc	mg/L	10,0	10,0
Cobalto	mg/L	0,5	0,5
Cobre	mg/L	1,0	1,0
Coliformes fecales	NMP/100ml	2000	2000
Color real	Pt-Co	No Detectable Dilución 1/20	No Detectable Dilución 1/20
Compuestos fenólicos	mg/L	0,2	0,2
Compuestos organoclorados	ug/L	50,0	50,0
Compuestos Organofosforados	ug/L	100,0	100,0
Cromo hexavalente	mg/L	0,5	0,5

Parámetros	Unidad	Límite Máximo Permissible	
		Zona de Rompientes	Emisario Submarinos
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	200,0	400,0
Demanda Química de oxígeno	mg/L	400,0	600,0
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/L	20,0	20,0
Materia flotante		Ausencia	Ausencia
Mercurio total	mg/L	0,01	0,01
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	40,0	40,0
Potencial de hidrógeno		6 – 9	6 – 9
Sólidos suspendidos totales	mg/L	250,0	250,0
Sulfuros	mg/L	0,5	0,5
Carbamatos	mg/L	0,25	0,25
Temperatura	°C	< 35	< 35
Tensoactivos	mg/L	0,5	0,5

*Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente*

#### 2.4 Permisos de descargas

El Ministerio del Ambiente como la Autoridad Nacional de Control Ambiental es la única autoridad responsable por el otorgamiento de permisos de descarga de aguas residuales domésticas e industriales al alcantarillado público y a cuerpos de agua.

El regulado para la obtención del permiso de descargas a cuerpos de agua o sistemas de alcantarillado, seguirá el siguiente procedimiento:

- Declarar sus descargas, mediante la presentación del respectivo reporte en Sistema de Información Geográfica (SIG), de acuerdo con la presente norma.
- Obtener la aprobación de su Plan de Manejo Ambiental por parte del Ministerio del Medio Ambiente.
- Pagar la tasa bianual de descargas a la Autoridad Nacional de Control Ambiental
- Reportar el cumplimiento de las acciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental vigente, mediante la ejecución de Auditorías Ambientales de Cumplimiento.

Cualquier negativa a conceder el permiso de descargas deberá estar basada en la falta de idoneidad técnica, social o ambiental del plan de manejo ambiental presentado por el regulado para aprobación, por el incumplimiento del presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas ambientales nacionales o por el incumplimiento de las obligaciones administrativas fijadas para conceder dicho permiso.

Conforme a lo establecido en el Sistema Único de Manejo Ambiental, el regulado con un Estudio de Impacto Ambiental aprobado, no requerirá obtener el permiso de descarga, durante el primer año de operación de la actividad siendo la licencia ambiental el único documento ambiental requerido durante este lapso. Transcurrido el primer año de operación deberá el regulado obtener el permiso de descargas en forma obligatoria.

Son causales de penalización que la empresa no reporte sus parámetros de descargas, entre las causas más comunes tenemos las siguientes:

- No informar a la Autoridad Nacional de Control Ambiental, en el plazo máximo de 24 horas, la ocurrencia por cualquier causa, de situaciones que puedan generar cambios sustanciales de sus descargas con referencia a aquellas autorizadas por la Autoridad Nacional de Control Ambiental.
- La información oportuna del hecho, sin embargo, no excluye el pago de daños y perjuicios y otras responsabilidades que haya a lugar.
- Aquellas notificaciones que sean recibidas posteriores a las 24 horas serán justificadas por el regulado cuando por eventos de fuerza mayor no haya sido posible la notificación en el plazo establecido ante la Autoridad Nacional de Control Ambiental
- No informar a la Autoridad Nacional de Control Ambiental cuando se presenten modificaciones sustanciales de las condiciones bajo las cuales se aprobó el Plan de Manejo Ambiental y se otorgó el permiso de descargas
- Incumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y su cronograma
- Incumplimiento de la Ley de Gestión Ambiental, el presente Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

## 2.5 PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

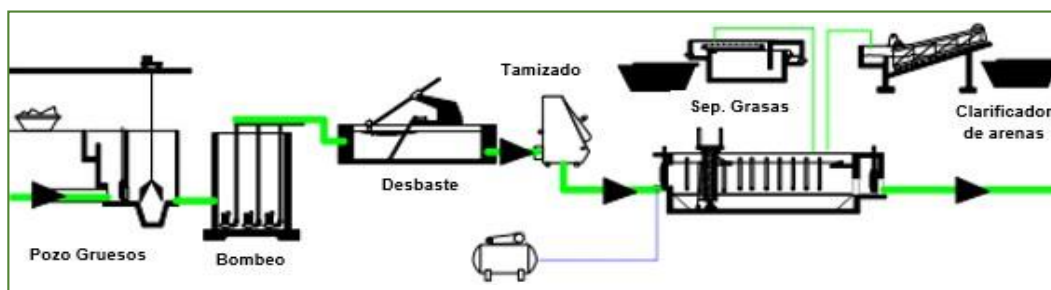
Durante un proceso de tratamiento de las aguas residuales ya sean estas domésticas o industriales existen varias categorías las cuales comprenden este proceso, entre estas categorías tenemos el pre tratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario cada una de estas categorías analizan las características físicas, químicas, biológicas respectivamente, a continuación, se describirá cada una de estos procesos.

### 2.5.1 Pretratamiento

El pretratamiento es aquel proceso que se sitúa a la entrada de la planta depuradora para eliminar residuos sólidos, arenas y grasas, de manera que se encargue de mitigar las dimensiones de partículas de gran tamaño presentes en el agua, que al no ser eliminadas dañarían mecánicamente los equipos de las siguientes fases de tratamiento viéndose afectada la instalación, esto también causaría una posible obstrucción de materia presentes en la zona, y a su vez la falta de rendimiento y eficacia de cada parte del proceso.

A continuación, en la figura 3 se puede observar cada parte del sistema de pretratamiento.

*Figura 3 Sistema de pretratamiento*



*Fuente: Spena, 2018.*

Una vez observado la figura se describirá cada uno de estos procesos que comprende el sistema de pretratamiento.

### 2.5.2 Desbaste

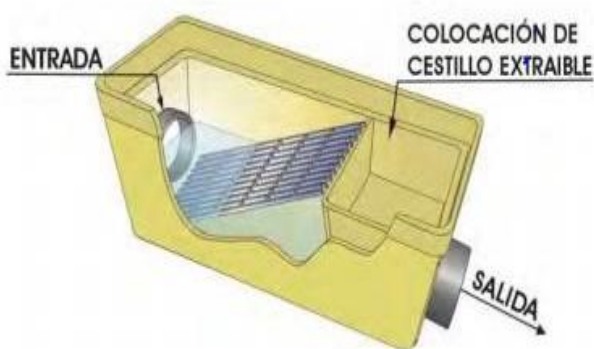
La misión de la Reja de Desbaste, es de retener cuerpos de un gran volumen del agua residual, el tipo de agua que se genere, deberá pasar por este tipo de rejillas para evitar algún tipo de material sólido en el tratamiento, si llegara a pasar materia sólida esto causaría un daño en las fases posteriores del tratamiento.



Es muy importante saber que las rejas de desbaste pueden ser diseñada por una plancha metálica, madera o concreto, con agujeros, o por barras o varillas de hierro o acero, y sabiendo que estas pueden ser manuales o de limpieza automática.

Las rejas también se pueden clasificar en finas o gruesas según el proceso que se haga en la industria, las rejas finas son aquellas que tiene una separación menor a 0,64 cm entre cada varilla o barra, mientras que las gruesas poseen una separación mayor a los 0,64 cm y mediante su inclinación se clasifican en verticales cuando poseen un ángulo de 90° respecto a la horizontal e inclinadas cuando su ángulo varía entre 60° y 80° respecto a la horizontal.

*Figura 4 Reja manual*



*Fuente: De Agua, 2017*

*Figura 5 Reja automática*



*Fuente: De Agua, 2017*

### 2.5.3 Tamizado

El tamizado tiene como punto principal la operación unitaria encontrada en una planta de tratamiento de aguas residuales, están conformados por una filtración que comprende un soporte perforado fino, utilizado para diversos campos de tratamiento.

El término tamiz o tamizado se emplea también para describir equipos conformados por platos perforados, mallas en sección de cuña y telas metálicas, en la actualidad el uso general de tamices tiene aplicaciones en la remoción de sólidos finos y gruesos presentes en el agua residual.

Es importante conocer que estos equipos constan principalmente con barras o varillas paralelas, o alambres de tamaño uniforme, el tamiz compuesto por barras o varillas paralelas se lo conoce como “REJILLA” o también tamiz de barras.

En función de los tamizados mecánicos estos pueden ser rotarios y también manuales de forma estática, teniendo en cuenta que ambos cumplen con la función de separar de manera continua los sólidos en suspensión de un líquido.

*Figura 6 Tamiz Estático*



*Fuente: GEDAR, 2018*

*Figura 7 Tamiz Rotatorio*



*Fuente: GEDAR, 2018*

### 2.5.4 Desarenado

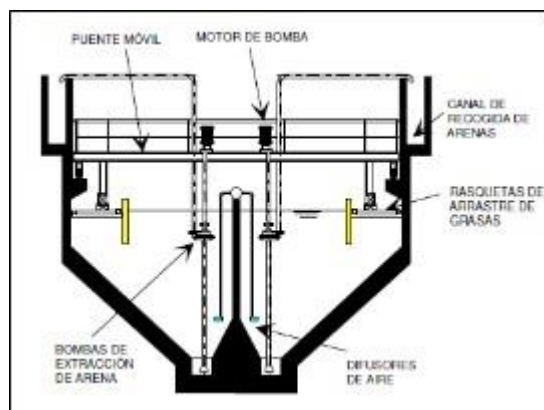
El desarenado tiene como objetivo mitigar partículas más pesadas que el agua, que no se hayan quedado retenidas en el desbaste, la finalidad de mitigar las partículas presentes es para:

- Proteger los equipos mecánicos de la abrasión y del excesivo desgaste
- Reducir la formación de depósitos de sólidos pesados en unidades y conductos aguas abajo
- Reducir la frecuencia de limpieza de los digestores por causa de acumulación excesiva de arenas.

Por lo general los desarenadores se ubican después de las unidades que remueven sólidos gruesos (tamizado) y antes de tanques de sedimentación primaria, aunque en algunas plantas de tratamiento los desarenadores anteceden las unidades del tamizado.

Existen tres clases de desarenadores más comunes estos pueden ser, de flujo horizontal para canales de sección rectangular o cuadrada, aireados y de vórtice, siendo los vórtices el más utilizados debido a su proceso óptimo.

*Figura 8 Desarenado vórtice*



Fuente: Eadic, 2021

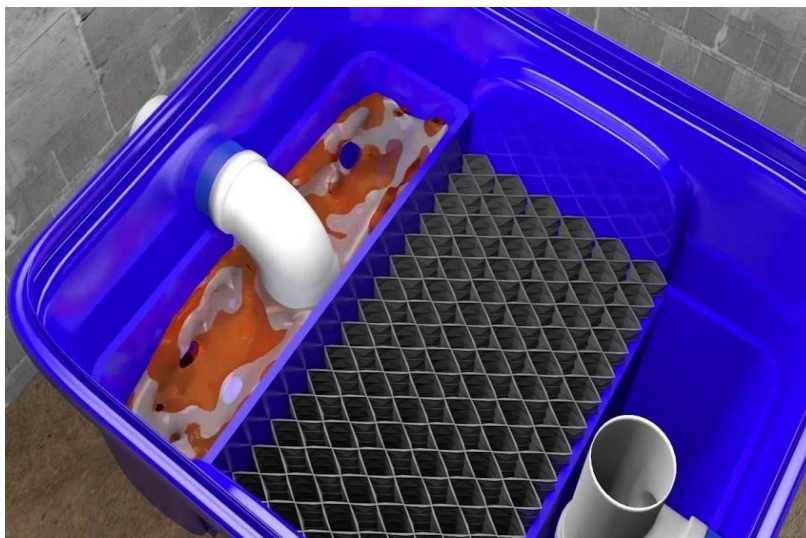
### 2.5.5 Separación de Aceites y Grasas

La presencia de grasas y aceites en las aguas residuales de las plantas industriales, especialmente en aquellas que manejan Alimentos, desinfectantes, combustibles líquidos u otros tipos de hidrocarburos, puede ser elevada., por eso se han desarrollado

técnicas específicas para separar estos aceites antes de pasar por el sistema de tratamiento de aguas residuales.

Las grasas y los aceites son un contaminante muy frecuente en las aguas residuales de cualquier planta industrial, por lo que se han desarrollado técnicas y procesos específicos para su eliminación. En cambio, en las depuradoras de tipo urbano su concentración es relativamente baja y no justifica el empleo de procesos específicos, eliminándose en los desarenadores aireados o bien en los procesos de tipo biológico

*Figura 9 Separador de aceites y grasas*



Fuente: Grupo EATHISA, 2018

### **2.5.6 Tratamiento Primario**

Los tratamientos primarios de aguas residuales son aquellos que eliminan los sólidos en suspensión presentes en el agua. Los principales procesos físico-químicos que pueden ser incluidos en el tratamiento primario son los siguientes: sedimentación, flotación, coagulación – floculación y filtración.

#### **2.5.6.1 Sedimentación**

El sedimentador tiene como proceso físico la separación por gravedad que hace que una partícula más densa que el agua tenga una trayectoria descendente, depositándose en el fondo del sedimentador.

Esta operación será más eficaz cuanto mayor sea el tamaño y la densidad de las partículas al ser separadas del agua, es decir, cuanto mayor sea su velocidad de sedimentación, siendo el principal parámetro de diseño para estos equipos.

*Figura 10 Sedimentador circular*



Fuente: Grupo EATHISA, 2018

#### ***2.5.6.2 Flotación***

La flotación o también llamado flotación por aire disuelto, es un proceso destinado a la separación de partículas de una fase líquida, La separación se consigue introduciendo finas burbujas de aire en la fase líquida, estas burbujas se adhieren a las partículas y hacen que suban hasta la superficie del líquido.

De esta forma es posible que asciendan a la superficie partículas cuya densidad es mayor que la del líquido, además de favorecer la ascensión de partículas cuya densidad es inferior.

Un equipo de flotación por aire disuelto, puede contar con los siguientes componentes: bomba presurizada, inyección de líquido saturado de aire, tanque retenedor que consiga el contacto aire-líquido, una válvula reguladora de presión.



*Figura 11 Equipo de flotación por aire disuelto*



Fuente: Grupo EATHISA, 2018

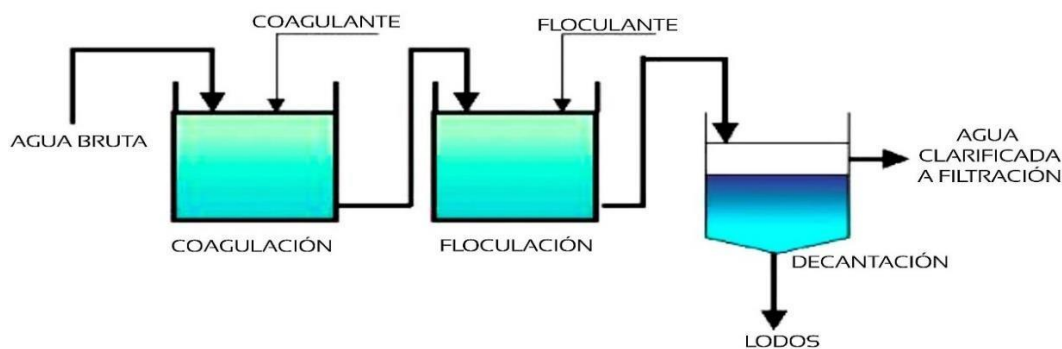
### ***2.5.6.3 Coagulación-Floculación***

La coagulación-floculación es una técnica química de tratamiento del agua que se aplica típicamente, antes de un proceso físico de separación que suele hacerse por sedimentación o filtración, con el fin de mejorar su capacidad de eliminación de partículas. La coagulación mitiga cargas y forma una masa gelatinosa que atrapa o une partículas, aumentando su tamaño de manera que pueda quedar atrapada en el filtro o sedimentar.

La floculación remueve suavemente y agita tales partículas, haciendo que se unan formando masas mayores que sedimentan con más facilidad o pueden ser filtradas, Para separar las partículas disueltas y suspendidas del agua se utilizan procesos de coagulación y floculación, estos son relativamente sencillos y rentables, siempre que haya sustancias químicas disponibles y que la dosificación se adapte a la composición del agua.

Las partículas disueltas y suspendidas están presentes principalmente en la mayoría de las aguas naturales, estos surgen principalmente de la erosión de la tierra, la disolución de minerales y la descomposición de la vegetación, así también como en algunos vertidos de desechos domésticos e industriales.

*Figura 12 Proceso de coagulación-floculación en una planta*



Fuente: SSWM 2020

#### **2.5.6.4 Filtración**

La filtración es una operación en la que se hace pasar el agua a través de un medio poroso, con el objetivo de retener la mayor cantidad posible de materia en suspensión. El medio poroso tradicionalmente utilizado es un lecho de arena, de altura variable.

Principalmente entre los procesos más avanzados para el tratamiento de aguas residuales en los últimos años se encuentra la filtración por membrana, este es un método de separación física que permite separar moléculas de diferentes tamaños y características. La fuerza impulsora es la diferencia de presión entre los dos lados de una membrana especial, El tipo de membrana que se utilice para los diferentes tipos de agua a filtrar va a depender del tamaño de las partículas que se deseen remover del fluido.

*Figura 13 Filtración por Membrana*



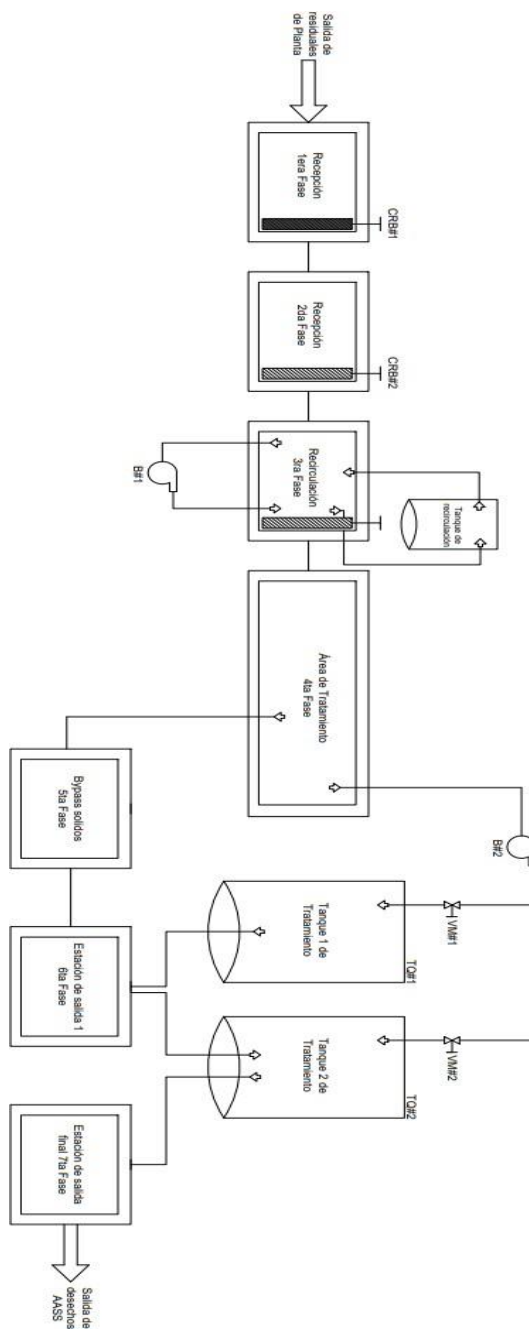
Fuente: Alfa Naval, 2018

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLOGICO

#### 3.1 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

*Figura 14 Sistema actual de tratamiento PTAR*



Fuente: Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales



### 3.1.1 *Recepción 1era fase y 2da fase*

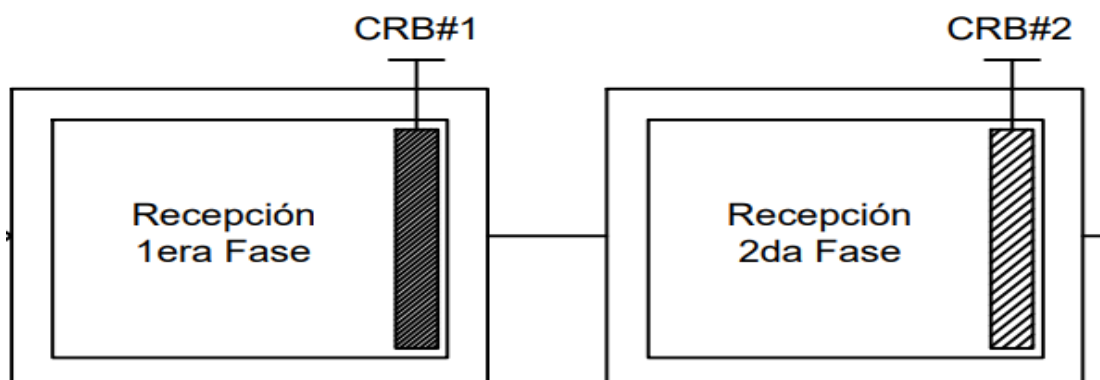
Dentro de la primera y segunda fase del sistema de tratamiento tenemos la recepción de las aguas residuales que salen de la planta es decir del sistema de producción.

Las funciones que realizan estas fases son de recibir la mayor cantidad de sólidos que se encuentran en el agua, este proceso se lleva a cabo debido a que existen rejillas de desbaste las cuales tienen como objetivo impedir el paso de residuos sólidos de mayor tamaño hacia la otra fase de tratamiento.

La primera fase de recepción consta con una rejilla de desbaste de 8mm de diámetro, mientras que la segunda fase consta con una rejilla de 10mm de diámetro.

En este caso se usó nomenclaturas CRB#1 (rejilla de desbaste fase 1) y CRB#2 (rejilla de desbaste fase 2) como lo muestra a continuación la figura 14

*Figura 15 Rejillas de desbaste*



Fuente: Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales

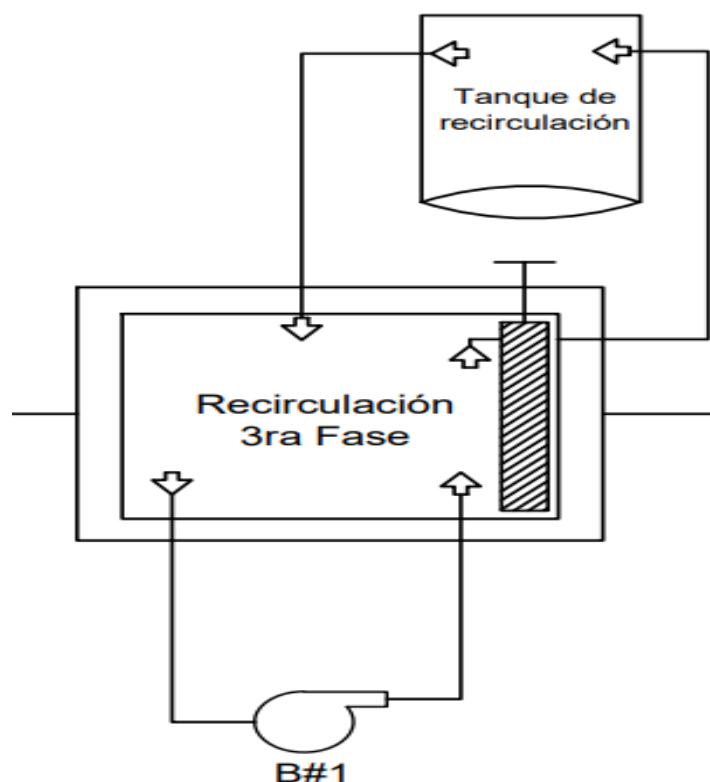
### 3.1.2 *Recirculación 3ra fase*

La tercera fase del sistema de tratamiento consta de una recirculación donde se almacena toda el agua residual que llega desde la primera y segunda fase, dentro de este sistema tenemos tuberías, tanque PVC y una bomba de agua.

El proceso de recirculación del agua se da a través de las tuberías y tanque una vez encendida la bomba, esto ayuda a darle oxigenación al agua residual evitando la descomposición del agua en un determinado tiempo de retención.

También a su vez este proceso tiene una rejilla de desbaste como lo presenta primera y segunda fase del sistema, esta ayuda a retener los sólidos que hayan pasado de las fases anteriores, como nomenclatura se usó B#1 la cual pertenece a la bomba de agua tal cual como lo muestra a continuación la figura 16.

Figura 16 Recirculación 3 fase



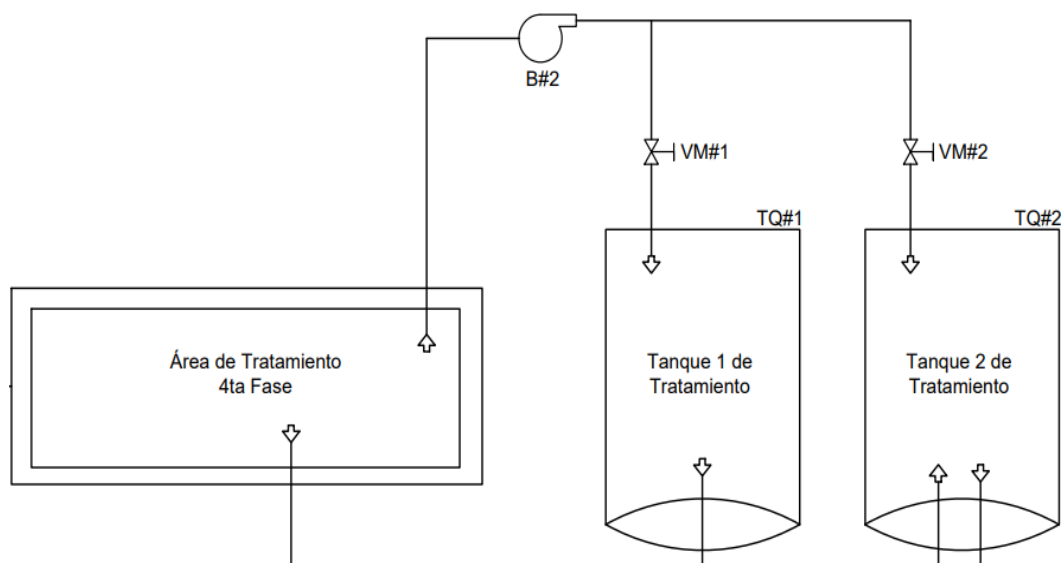
Fuente: Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales

### 3.1.3 Área de tratamiento 4ta fase

En la cuarta fase existe una segunda piscina la cual hace la función de recibir la mayor cantidad de agua residual que llega de la fase anterior; así como la tercera fase esta también consta con tuberías sumergidas dentro de la piscina, estas van conectadas con 2 tanques de tratamientos biológicos, tanto el tanque 1 como el 2 extraen el agua residual de la piscina mediante una bomba de agua que tiene como nomenclatura B#2 en la figura 16.

Estos tanques poseen 2 válvulas manuales V#1 Y V#2 como muestra la figura 16, las cuales son habilitadas dependiendo el proceso a realizar en ese momento. Los procesos son lavado, coagulado y floculado, mediante estos procesos el agua pasa por un tratamiento físico-químico ayudando a reducir las cargas orgánicas.

Figura 17 Área de tratamiento 4ta fase

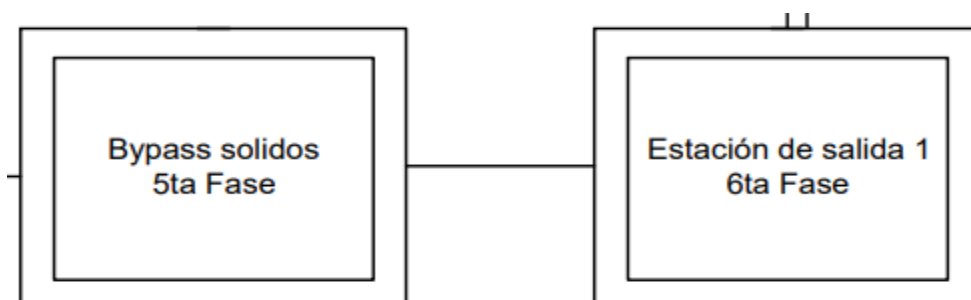


Fuente: Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales

### 3.1.4 Bypass solidos 5ta fase y 6ta fase

Dentro de la quinta y sexta fase están las alcantarillas o también llamados Bypass sólidos, estos cumplen con la función de recibir el agua residual restante de la fase 4 de tratamiento, es decir si existe alguna fuga de agua dentro de la cuarta estación, estos bypass extraerán el agua restante, para que a su vez pasen por los tanques de tratamiento biológico y sean tratadas las aguas residuales de la cuarta fase. A continuación, en la figura 18 podemos observar las etapas antes mencionadas.

Figura 18 Área de tratamiento 5ta y 6ta fase

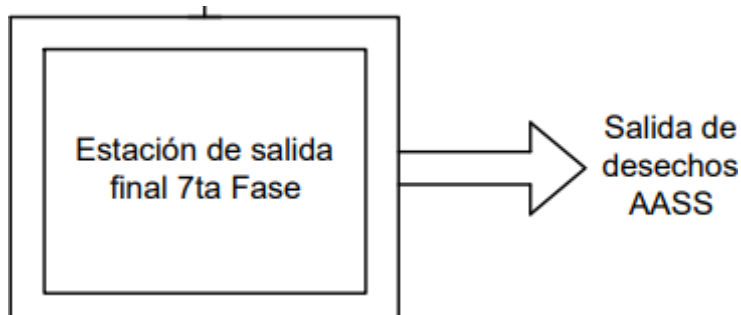


Fuente: Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales

### 3.1.5 Salida de las AARR 7ma fase

La última fase le pertenece al permeado de las aguas residuales, las cuales luego de haber pasado por todo el sistema de tratamiento son descargados al alcantarillado público. A continuación, la figura 19 muestra la última fase del sistema.

Figura 19 Área de tratamiento 7ma fase



Fuente: Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales

### 3.2 Caracterización antes del sistema de tratamiento PTAR

En la tabla 10 se observa el estado de las aguas residuales de la empresa sin pasar por ningún tipo de tratamiento, los valores que se observan en la tabla se obtuvieron mediante análisis en laboratorio, y fueron aquellos parámetros que presentaron desviación de la matriz de agua del efluente de la PTAR.

Tabla 10 Resultados del afluente de la PTAR

Datos de Muestreo			
Agregados Orgánicos			
Parámetro	Resultado	Unidades	L.M.P
Demanda química de oxígeno	910,35	mgO <sub>2</sub> /l	500,0
Demanda biológica de oxígeno	495	mgO <sub>2</sub> /l	250,0
Fenoles	0,42	mg/l	0,2

Fuente: Laboratorio Grupo Químico Marcos S.A

Los parámetros DBO, DQO y FENOLES presentados en la tabla 9 son los que el municipio de Guayaquil le exige a una empresa que se dedica al proceso de empacado de pescados y productos del mar en la ciudad de Guayaquil” para poder descargar sus aguas residuales industriales hacia el alcantarillado público. Como se muestra en dicha tabla parámetros antes mencionados no cumplen con los límites máximos permisibles presentados en el TULSMA.

*Tabla 11 Resultados del efluente de la PTAR*

<b>Datos de muestreo</b>			
Parámetro	Resultado	Unidades	L.M.P
Potencial de hidrogeno	6,44	-	6 - 9
Temperatura	27,8	oC	< 40,0
<b>Agregados orgánicos</b>			
Parámetro	Resultado	Unidades	L.M.P
Tensoactivos – Detergentes	0,044	mg/l	2,0
Aceites y grasas	0,81	mg/l	70,0
Demanda química de oxigeno	734,85	mgO2/l	500,0
Fenoles	0,4	mg/l	0,2
Demanda biológica de oxigeno	414	mgO2/l	250,0
<b>Inorgánicos no Metales</b>			
Parámetro	Resultado	Unidades	L.M.P
Sulfatos	80	mg/l	400,0
<b>Agregados/Componentes Físicos</b>			
Parámetro	Resultado	Unidades	L.M.P
Solidos totales	1000	mg/l	1600,0
solidos suspendidos totales	7	mg/l	220,0

Fuente: Laboratorio Grupo Químico Marcos S.A

En la TABLA 10 podemos observar los resultados del permealdo del agua residual que presentan desviaciones en los parámetros de DQO, DBO Y FENOLES siendo estos los indicativos de la ineficiencia del sistema de tratamiento desde la fase previa al proceso físico-químico (fase 4).

### 3.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

*Tabla 12 Cronograma de actividades desarrolladas*

Actividades	Sept 2020	Oct 2020	Nov 2020	Dic 2020	Ene 2021
Aprobacion del proyecto	x				
Recopilar informacion de la PTAR	x	x			
Identificar caracterisitcas principales de AARR		x	x		
Evaluar las diferentes etapas del proceso				x	x

Fuente: Elaboración del Autor

*Tabla 13 Cronograma de actividades desarrolladas*

<b>Actividades</b>	<b>Feb 2021</b>	<b>Mar 2021</b>	<b>Abril 2021</b>	<b>May 2021</b>	<b>Jun 2021</b>	<b>Jul 2021</b>
Análisis de la normativa Ambiental vigente	x					
Análisis de agua		x				
Redacción del documento			x	x		
Revisión del documento					x	x
Aprobación del documento						x

Fuente: Elaboración del Autor

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

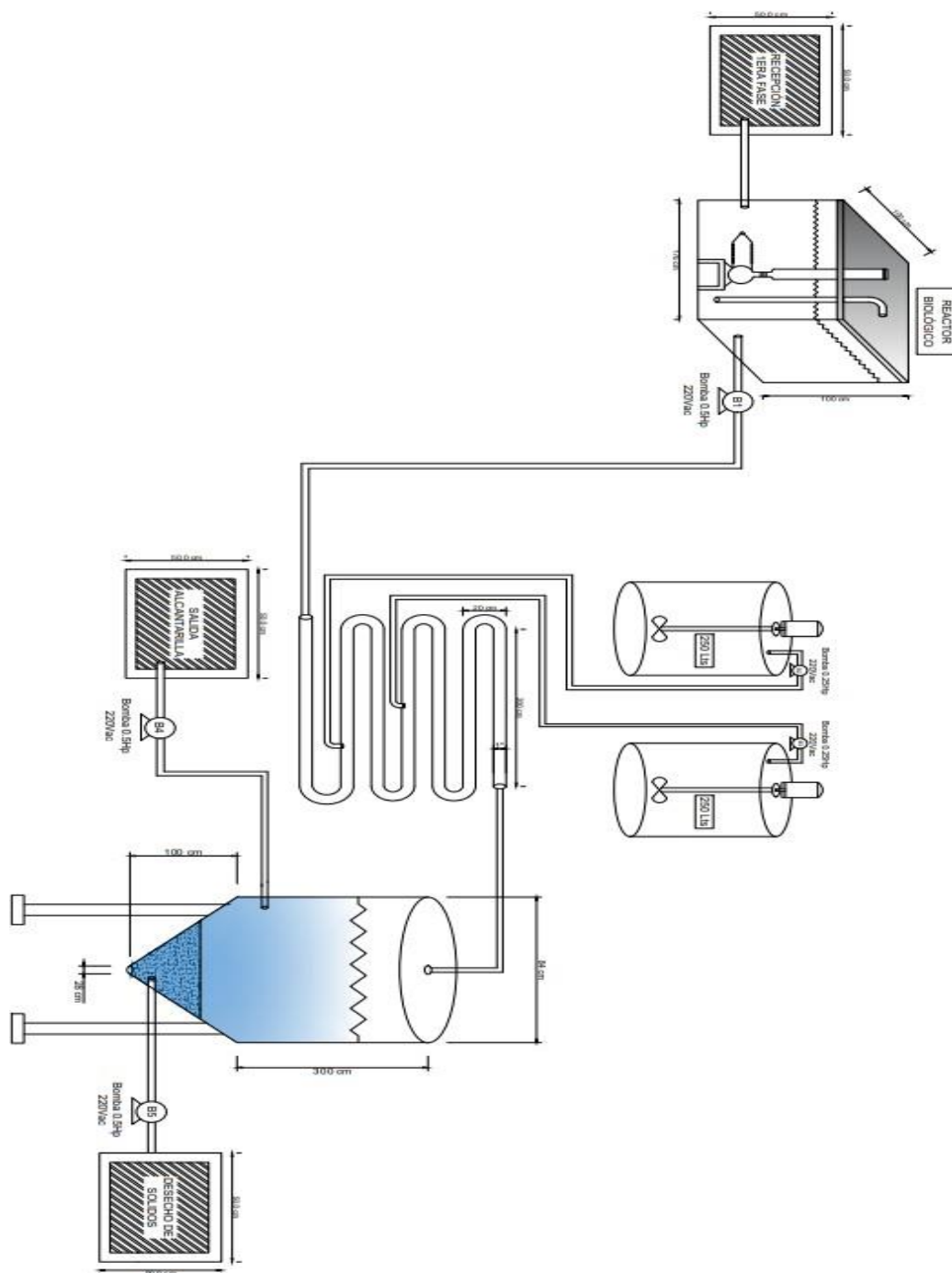
Se realizó una caracterización de la matriz de agua del afluente y efluente de la PTAR, para determinar los parámetros que presentaban desviaciones, en la cual se plantearon soluciones acordes a los límites permisibles que exige el ANEXO 1 LIBOR VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097ª TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO.

Se realizó un nuevo diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales, adaptando unas funciones nuevas al tratamiento anterior, con la finalidad que el tratamiento que se le da a las aguas residuales sea el óptimo.

A continuación, en la figura 19 podemos observar el Rediseño que se realizó al sistema de tratamiento de las aguas residuales.

#### 4.1 REDISEÑO DE REACTOR BIOLÓGICO Y REINGENIERIA DEL TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO DE COAGULACION-FLOVULACION.

Figura 20 Rediseño de la PTAR

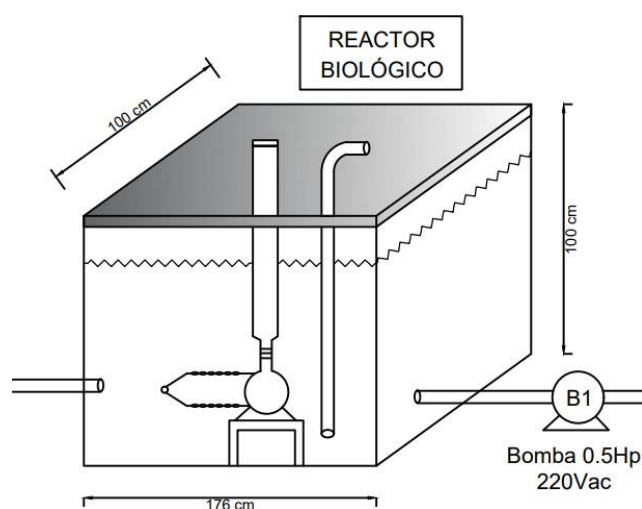


Fuente: Elaboración del Autor - Rediseño de la PTAR

#### 4.1.1 *Reactor biológico de lodos activos*

Para el nuevo rediseño del reactor biológico de lodos activos se busca eliminar partículas disueltas, así como coloidales. Este tratamiento biológico se realiza por reacciones oxido-reducción de materia orgánica mediante una vía aerobia, el cual se genera por una aireación constante como medio biodegradable, como se observa a continuación en la figura 20.

Figura 21 Reactor biológico de lodos activos



Fuente: Elaboración del Autor - Rediseño de la PTAR

#### 4.1.2 *Determinación de datos del diseño del reactor biológico de lodos activos*

Mediante los siguientes datos experimentales estandarizados obtenemos el volumen del reactor biológico, así mismo su tasa de crecimiento y coeficiente bacteriano, concentración sólidos (biomasa), caudal de oxígeno y concentración de materia orgánica.

Todos estos parámetros ayudan a que el reactor biológico tenga sus características específicas de diseño como se muestra a continuación:

**Q:** 18000 L/día

**DBO:** 495 C

**DBO:** 100 Mgo<sub>2</sub>/L



**SST:** 2300 Mg/L

**Q<sub>0</sub>**= 18000 L/día

**S<sub>0</sub>**= 495 Mgo<sub>2</sub>/L

**S**= 100 Mgo<sub>2</sub>/L

**X**= 2300 Mg/L

**Y**=  $\frac{55}{100} = 0,55$

**K<sub>d</sub>**= 0.05 tasa de crecimiento

$1 / \text{SRT} = 1 / 4 = 0,25$

$$\frac{1}{\text{SRT}} = \frac{Q_0 \cdot v}{V \cdot X} (S_0 - S) - K_d$$

$$\frac{1}{\text{SRT}} + k_d = \frac{Q_0 \cdot v}{V \cdot X} (S_0 - S)$$

$$\frac{1}{\text{SRT}} + k_d / (S_0 - S) = \frac{Q_0 \cdot v}{V \cdot X}$$

$$V = X \left[ \frac{1}{\text{SRT}} + k_d \right] / Q_0 Y (S_0 - S)$$

$$V = (2300) \left[ \frac{1}{4} + 0.05 \right] / (1800) (0.55) (495 - 100)$$

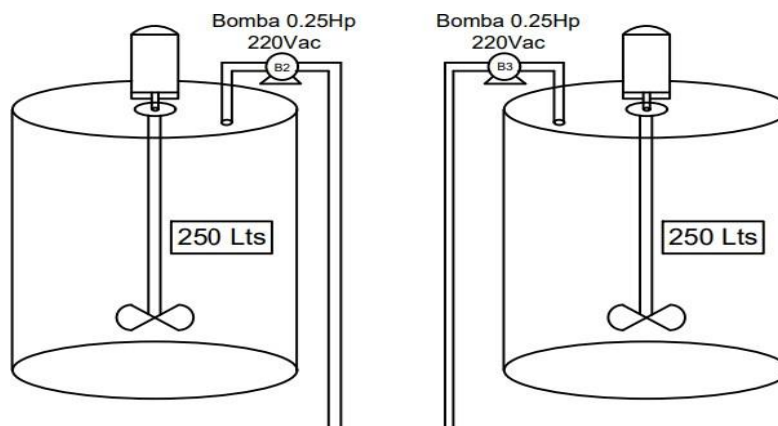
$$V = 0.00176 \text{ L}$$

$$V = 1.76 \text{ M}^3$$

### 4.1.3 Sistema de floculación y coagulación

Para el nuevo rediseño del sistema de floculación y coagulación se caracteriza por ser un tratamiento físico-químico, lo cual busca remover carga orgánica y contaminantes como se muestra en la figura 21.

Figura 22 Sistema de floculación y coagulación



Fuente: Elaboración del Autor - Rediseño de la PTAR

#### 4.1.4 Determinación de datos del diseño del sistema de floculación y coagulación

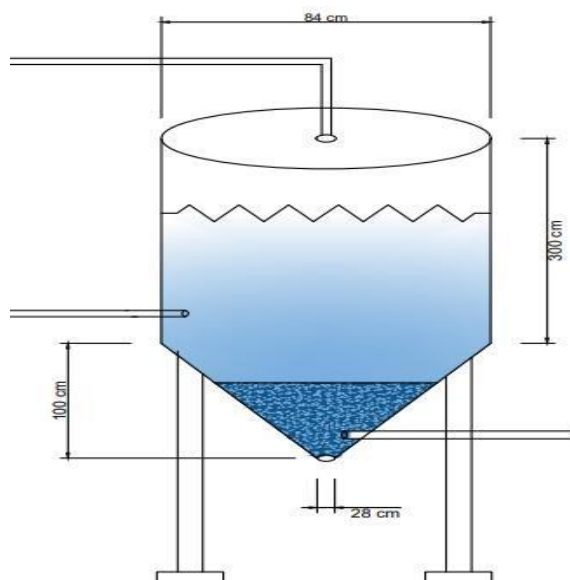
$$SST = 2300 \text{ Mg / L}$$

$$SST = (0.8) (2300 \text{ Mg / L}) = 460 \text{ Mg / L}$$

##### 4.1.1.1 Decantador Secundario

Para el diseño se tomó en cuenta una estructura cónica siendo esta importante para sedimentar los coágulos generados del proceso como lo muestra en la figura 22.

Figura 23 Sistema de lodos Activos



Fuente: Elaboración del Autor - Rediseño de la PTAR

#### 4.1.5 Determinación de datos del diseño del sistema

Mediante los siguientes datos se dimensiona el diámetro del cilindro, factor de carga superficial, área, radio, altura de cono y volumen.

$$HT = H_c + H_{cono}$$

$$Q_0 = 18 \text{ m}^3/\text{día} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}} = 0,21 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_0 = 0,21 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{SST} = 460 \text{ Mg/L}$$

$$\text{Factor de carga superficial (c.s)} = 32.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$$

**Diámetro del cilindro**

$$A = \frac{Q}{\text{C.S}} = \frac{18 \text{ m}^3/\text{día}}{32.5 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}/\text{día}} = 0.55 \text{ m}^2$$

$$A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$0.55 \text{ m}^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4(0.55)}{\pi}}$$

$$D = 0.836 \text{ m}$$

$$D = 0.84 \text{ m}$$

**Volumen del tanque = Cilindro + Vtolva**

$$V_c = H \text{ cilindro} * \text{Área}$$

$$V_c = (3 \text{ m}) (0.55 \text{ m}^2) = 1.65 \text{ m}^3$$

**Vtolva**

$$V_t = \frac{\pi}{12} h (d_2 + d + d_2)$$

$$V_t = \frac{\pi}{12} 1 \left[ (0.84)^2 + (0.84) + \left(\frac{0.84}{3}\right) + \left(\frac{0.84}{3}\right)^2 \right]$$

$$V_t = 0.266$$

$$V_t = 0.27 \text{ m}^3$$

## CONCLUSIONES

1. La empresa dispone con un área reducida para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales, por lo cual queda descartado un sistema de tratamiento de grandes dimensiones.
2. Un sistema eficiente para el tratamiento de la matriz de agua debido a la falta de presupuesto y al espacio de diseño, se concluyó que se debía rediseñar el reactor biológico e implementar un sistema de tratamiento físico-químico (floculación-coagulación). para reducir las cargas orgánicas y contaminantes.
3. El uso de un decantador cónico secundario para el proceso final del tratamiento generó resultados positivos debido a la separación por precipitación y reducción de remanentes orgánicos, cumpliendo con los parámetros permisibles de aguas de descarga hacia la red de alcantarillado público.
4. Por último, gracias al rediseño que se realizó se pudo constatar que el sistema actual de aguas residuales de la empresa no se encuentra en óptimas condiciones para degradar las cargas contaminantes presentes, por ello el sistema planteado cumple con las eficiencias de biodegradación y con todos los parámetros de evaluación de aguas residuales del muy ilustre municipio de Guayaquil.

## RECOMENDACIONES

1. La mejora de los procesos se realiza perfeccionando las diferentes etapas de los procesos con el fin de OBTENER parámetros dentro de especificación que exigen los entes reguladores de las aguas residuales industriales, y en base a los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente.

2. Que el acceso a la empresa durante un proyecto de tesis brinde la apertura necesaria para la evaluación de todas las fases con la que cuenta el sistema de tratamiento; así como del muestreo de la matriz de agua cuando se requiera.
3. Se recomienda que la empresa implemente un laboratorio para realizar los análisis físicos-químicos como pH, temperatura, ST Y DQO.
4. Se recomienda llevar un registro de monitoreo del sistema de tratamiento por etapas para mantener al día la trazabilidad y una mejor visión de los parámetros a objeto de estudio.
5. Al tener en cuenta un proyecto de diseño, es de suma Importancia saber cuál será la proyección y la inversión económica que se va a realizar por parte de la Empresa.
6. Optimizar costos de operación y mantenimiento, esto ayudara a reducir valores económicos al momento de implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales industriales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- alfalaval. (27 de 03 de 2019). *alfalaval*. Obtenido de alfalaval:  
<https://www.alfalaval.com>.
- Ambiente, M. d. (12 de 05 de 2018). *Ambiente*. Obtenido de Ministerio de Ambiente:  
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA>.
- Belzona. (10 de 03 de 2017). *Belzona INC*. Obtenido de Belzona:  
[https://www.belzona.com/es/solution\\_maps/wastewater/money\\_map.pdf](https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf)
- Blog, I. (24 de 09 de 2020). *Iagua Blog*. Obtenido de Iagua Blog:  
<https://www.iagua.es/blogs/mauricio-gil/nuevos-conceptos-caracterizacion-agua-residual-industrial>
- Cosin, C. (13 de 09 de 2017). *IAGUA Blog*. Obtenido de Blog Iagua:  
<https://www.iagua.es/blogs/carlos-cosin/aguas-residuales-industriales-modelo-outsourcing-gestion>
- Cyclus. (17 de 04 de 2018). *Cyclus*. Obtenido de Cyclus: <https://www.cyclusid.com/>
- EADIC. (16 de 08 de 2017). *EADIC*. Obtenido de Eadic:  
<https://www.eadic.com/desarenado-aguas-residuales-urbanas-y-reutilizacion/>
- eathisa. (30 de 09 de 2018). *eathisa*. Obtenido de eathisa: <http://eathisa.com/>
- EATHISA. (14 de 09 de 2018). *EATHISA*. Obtenido de EATHISA:  
<http://eathisa.com/productos/puente-sedimentador-decantador-circular/>
- Emily Mendoza, C. D. (25 de 05 de 2016). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare:  
<https://es.slideshare.net/EmilyDanielaMendozaCarlos/el-proceso-de-desarenado>
- Envitech, C. (02 de 03 de 2017). *Condorchem Envitech*. Obtenido de Condorchem Envitech:  
<https://condorchem.com/es/tratamiento-de-aguas-residuales-industriales/>
- ESPIGARES GARCÍA, & PÉREZ LÓPEZ. (23 de 07 de 2017). *CIDTA*. Obtenido de USAL:

[https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)

Estrucplan. (20 de 05 de 2018). *Efluentes Liquidos y Gaseosos* . Obtenido de Tratamientos: <https://estrucplan.com.ar/ingenieria-de-tratamiento-de-aguas-residuales-caracteristicas-de-las-aguas-residuales/>

Gedar. (31 de 01 de 2017). *Gedar*. Obtenido de Gedar: <https://www.gedar.com/residuales/desbaste/tamiz-estatico.htm>

GEDAR. (23 de 10 de 2017). *Gestion de Aguas y Residuos*. Obtenido de Gestion de Aguas y Residuos: <https://www.gedar.com/residuales/desbaste/tamizrotativo.htm>

Group, S. (10 de 12 de 2016). *Spena Group*. Obtenido de Spena Group: <https://spenagroup.com/planta-tratamiento-aguas-residuales-ptar/>

Hector Rodriguez, P. (13 de 03 de 2017). *IAGUA*. Obtenido de Las aguas residuales y sus efectos contaminantes: <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>

HIDROTEC. (26 de 02 de 2021). *hidrotec*. Obtenido de Hidrotec: <https://www.hidrotec.com/blog/tipos-de-aguas-residuales/>

Industrial, M. (15 de 01 de 2016). *Microlab Industrial*. Obtenido de Microlab Industrial: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/los-solidos-en-el-agua-maneje-sus-solidos-y-mejore-su-efluente>

Jordi Piug, C. (16 de 07 de 2020). *Blog de Agua*. Obtenido de Agua de Blog: <http://blogdeagua.es/reja-de-desbaste/>

LAVAL, A. (05 de 06 de 2018). *alfalaval*. Obtenido de Alfa Laval: <https://www.alfalaval.es/productos-y-soluciones/separacion/membranas/que-es-filtracion-por-membrana/#:~:text=La%20filtraci%C3%B3n%20por%20membrana%20es,la%20de%20una%20membrana%20especial.>

Lopez, D. (07 de 11 de 2019). *lablouispasteur*. Obtenido de Navegacion de entradas: <http://lablouispasteur.pe/noticias/las-aguas-residuales-procedencia-efectos/>

- Mazille, F., & Dorothee Spuhler. (27 de 04 de 2020). *Gestión de agua y saneamiento sostenible*. Obtenido de Gestión de agua y saneamiento sostenible: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/coagulaci%C3%B3n-floculaci%C3%B3n-y-separaci%C3%B3n>
- Nuevo, D. (09 de 11 de 2018). *TECPA*. Obtenido de Tratamientos secundarios en depuración de aguas residuales: <https://www.tecpa.es/edar-tratamiento-secundario-depuracion-aguas/>
- Pire C. (05 de 12 de 2019). *La contaminación*. Obtenido de Las aguas residuales: Tipos y características: <https://lacontaminacion.org/aguas-residuales/>
- S.A.S., A. (15 de 05 de 2018). *ACUATECNICA*. Obtenido de ACUA TECNICA: <https://acuatecnica.com/tratamiento-primario-aguas-residuales/>
- SpenaGroup. (29 de 01 de 2017). *SpenaGroup*. Obtenido de SpenaGroup: <https://spenagroup.com/tipos-tratamiento-agua-aguas-residuales/>



**ANEXO A*****Anexo A REGISTRO FOTOGRAFICO*****Partes del sistema actual del tratamiento de aguas residuales***Fig. 1**Fig. 2*

*Fig. 3**Fig. 4*




*Fig. 5**Fig.6*

## ANEXO B


## Anexo B RESULTADO DE ANÁLISIS

Fig.7




**Grupo Químico Marcos**  
Laboratorio Ambiental Acreditado ISO 17 025

**INFORME DE ENSAYOS**  
N° 82764-1



8276402162021000000 Ilima



**SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO**  
Acreditación N° SAE LEN 05-001  
LABORATORIO DE ENSAYOS

FERNANDEZ LINDAO JOHN EDUARD  
Representante Legal: \_\_\_\_\_  
Dirección: Durán, Tel. 0995714225  
Atención : Ing. Jhon Fernandez

Guayaquil, 2021-02-25

---

**DATOS DE LA MUESTRA**

Punto e Identificación de la Muestra:	Parte externa de la Empresa
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:	2021/02/16 / 12:00 / DURÁN
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/02/17 / 10:17
Matriz de la muestra:	Agua Residual

---

LPM de acuerdo a la Norma: ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097A (2015-11) TABLA B. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

**AGREGADOS ORGANICOS**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	L.M.P	MÉTODO	ANALIZADO POR
Demanda Química de Oxígeno	910,35	mgO2/l	194,18	500,0	PEE-GQM-FQ-16	2021/02/17 LS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	495	mgO2/l	120,24	250,0	PEE-GQM-FQ-05	2021/02/17 LS
Fenoles	0,42	mg/l	0,10	0,2	PEE-GQM-FQ-20	2021/02/23 SP

**SIMBOLOGÍA:**

— No. Aplica

<LD Menor al Límite Detectable

N.E. No efectuado

S.M. Standard Methods

U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%

**NOMENCLATURA:**

(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.

(2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM

(3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.

(4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

E.P.A. Environmental Protection Agency

F.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM

G.R. Grados de Restricción

L.M.P. Límite Máximo Permisible

V.L.P. Valor Límite Permisible

V.M.R. Valor Máximo Referencial

C.C. Criterios de Calidad

V.M. Valor Máximo

V.M.P. Valor Máximo Permisible

**IMPORTANTE:**  
Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.





**DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:**  
La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.  
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

MC7.801-02

Parque California 2 Local D-41 Km. 11,5 vía a Daule  
042-103390(2) / 042-103825(35) / 0998-286653  
[www.grupoquimicomarcos.com](http://www.grupoquimicomarcos.com)  
Guayaquil - Ecuador

Página

Fig.8

 <p><b>Grupo Químico Marcos</b> Laboratorio Ambiental Acreditado ISO 17 025</p>	<p><b>INFORME DE ENSAYOS</b> N° 82764-1</p>  <p>8276402162021000000 Ilima</p>	 <p><b>SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO</b> Acreditación N° SAE LEN 05-001 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
<p><b>FERNANDEZ LINDAO JOHN EDUARD</b> Representante Legal: _____ Dirección: Durán, Tel. 0995714225 Atención : Ing. Jhon Fernandez</p>		
<b>DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA</b>		Guayaquil, 2021-02-25
<p><b>Punto e identificación de la Muestra:</b> <b>Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:</b> <b>Fecha/Hora Recepción Muestras:</b> <b>Matriz de la muestra:</b> <b>Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:</b> <b>Duración de Actividad:</b> <b>Coordenadas Geográficas:</b> <b>Norma Técnica Aplicada:</b> <b>Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):</b> <b>Condiciones Ambientales del Monitoreo:</b></p>	<p>Parte externa de la Empresa 2021/02/16 / 12:00 / DURÁN 2021/02/17 / 10:17 Agua Residual CLIENTE / CLIENTE / Puntual --- --- No Aplica 28.0 C° / EI-174 CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE. Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.</p>	
<b>LPM de acuerdo a la Norma</b>	ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097A (2015-11) TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO	
<b>MEMORIA FOTOGRÁFICA</b>		
		
<p><b>Datos Adicionales:</b> ---</p>		
<p>Digitally signed by <b>FERNANDO LUIS MARCOS VACA</b> Date: 2021-02-25 09:18:27-05:00</p> <hr/> <p><b>Q.F. FERNANDO MARCOS V.</b> Director Técnico</p>	<p>Digitally signed by <b>LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA</b> Date: 2021-02-25 09:18:27-05:00</p> <hr/> <p><b>Q.F. LAURA YANQUI M.</b> Coordinadora de calidad</p>	
<p><b>IMPORTANTE:</b> Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM. <b>INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:</b> En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una derivación de repetibilidad(r) <b>DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:</b> La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción. Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.</p>		
MC7.801-02	<p>Parque California 2 Local D-41 Km. 11.5 vía a Daule 042-103390(2) / 042-103825(35) / 0998-286653 www.grupoquimicomarcos.com Guayaquil - Ecuador</p>	Página 2 de 2