



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**POA por el método de ozonización/ peróxido de hidrógeno
para la destrucción de materia emergente en AASS y área de
desinfección en la PTAR de la Urbanización Fontana, provincia del
Guayas, cantón Samborondón**

TUTOR

MSC.ING. PABLO MARIO PAREDES RAMOS

AUTOR

SUANNY DAMARIS TORAL SOLEDISPA

GUAYAQUIL

2023

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: POA por el método de ozonización /peróxido de hidrógeno para destrucción de materia emergente en AASS y área de desinfección en el PTAR de la Urbanización Fontana, provincia de las Guayas, cantón Samborondón.	
AUTOR/ES: Torralba Soledispa Suanny Damaris	REVISORES O TUTORES: MSC. ING. PABLO MARIO PAREDES RAMOS
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: INGENIERO CIVIL
FACULTAD: Facultad De Ingeniería, Industria Y Construcción	CARRERA: Ingeniería Civil
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2023	N. DE PAGES: 93
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura Y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Anaeróbico, DBO, POA, Ozonización, Peróxido De Hidrógeno	
RESUMEN: Las aguas residuales son las aguas usadas y solidos que por varios motivos se introducen en las alcantarillas presente en la ciudad y estas son transportadas por medio del sistema de alcantarillado. En estos casos, y debido a la falta del hídrico, se está recurriendo al uso de los procesos de oxidación avanzada como un tratamiento alternativo. Este procedimiento para la desinfección y destrucción de la materia orgánica	

e inorgánica remanente del agua residual por medio de oxidación avanzada de generación de cloro y ozono generado in situ, el cual se podrá diseñar para trabajar el pico máximo del sistema de tratamiento, sistema de oxidación y desinfección mediante el contacto directo con el agua. Las aguas tratadas en un sistema de tratamiento de aguas residuales convencional deberán ser conducidas a un proceso de desinfección y oxidación de acuerdo a las necesidades y requerimientos de la MAE.

Se podrá diseñar e instalar un sistema de oxidación avanzada, por el cual pasará el agua de acuerdo a las necesidades y valoración de los parámetros de descarga del efluente al cuerpo receptor, sea este un canal de aguas, río, mar o alcantarillado sanitario. En esta investigación se implementará este modelo POA (Proceso de Oxidación Avanzada) ya que muchos de los sistemas convencionales no remueven completamente los desechos remanentes de la salida de descarga del agua y no es apta, con este método se puede llegar a un 49 % de eliminación de color, olor en el agua tratada.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			
ADJUNTO PDF:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES: Toral Soledispa Suanny Damaris	Teléfono: 0963218699	E-mail: storals@ulvr.edu.ec	
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mg. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde Teléfono: 04-2596500 Ext. 260 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec Mg. Ing. Alexis Wladimir Valle Benitez		

	<p>Teléfono: 04-2596500 Ext. 242</p> <p>E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec</p>
--	--

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

TESIS FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	6 %	2 %	0 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	condorchem.com Fuente de Internet	2 %
2	inapa.gob.do Fuente de Internet	1 %
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	1 %
4	Edgar Marcelino Pérez. "Proceso foto-Fenton como una alternativa en la degradación de microplásticos de poliamida presentes en aguas residuales textiles", Universitat Politecnica de Valencia, 2022 Publicación	1 %
5	luckyclean.com.mx Fuente de Internet	<1 %
6	tangara.uis.edu.co Fuente de Internet	<1 %
7	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	<1 %

8	Irene Hortelano Martín. "Determinación del riesgo para el consumidor de la presencia de H. pylori y otros Helicobacter spp. patógenos en aguas de consumo mediante técnicas moleculares y metagenómica", Universitat Politecnica de Valencia, 2021 <small>Publicación</small>	<1 %
9	www.myprovider.es <small>Fuente de Internet</small>	<1 %
10	www.desinventar.org <small>Fuente de Internet</small>	<1 %
11	. "What is the effect of pH levels on the net production, given by the change in dissolved oxygen, in Chlorella pyrenoidosa?", international bacculaureate/biology/1, 2013. <small>Publicación</small>	<1 %
12	doczz.es <small>Fuente de Internet</small>	<1 %
13	www.hidritec.com <small>Fuente de Internet</small>	<1 %
14	Paula García Negueroles. "Empleo de sustancias tipo húmicas obtenidas a partir de diferentes residuos orgánicos en la eliminación de contaminantes emergentes", Universitat Politecnica de Valencia, 2021 <small>Publicación</small>	<1 %

15

I. Šafařík, M. Šafaříková. "Detection of low concentrations of malachite green and crystal violet in water", Water Research, 2002

Publicación

<1 %

16

Nayeli Gutiérrez-Casiano, Eduardo Hernández-Aguilar, Alejandro Alvarado-Lassman, Juan M. Méndez-Contreras. " Removal of carbon and nitrogen in wastewater from a poultry processing plant in a photobioreactor cultivated with the microalga ", Journal of Environmental Science and Health, Part A, 2022

Publicación

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

Firma:



PABLO MARIO PAREDES RAMOS

C.C. 0911828150

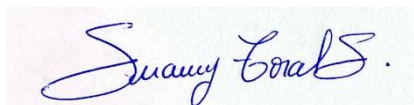
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado SUANNY DAMARIS TORAL SOLEDISPA, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, POA POR EL MÉTODO DE OZONIZACIÓN /PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA DESTRUCCIÓN DE MATERIA EMERGENTE EN AA-SS Y ÁREA DE DESINFECCIÓN EN EL PTAR DE LA URBANIZACIÓN FONTANA, PROVINCIA DE LAS GUAYAS, CANTÓN SAMBORONDÓN., corresponde totalmente Al suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor

Firma:



SUANNY DAMARIS TORAL SOLEDISPA

C.I.0931426738

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación POA POR EL MÉTODO DE OZONIZACIÓN /PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA DESTRUCCIÓN DE MATERIA EMERGENTE EN AGUAS RESIDUALES Y ÁREA DE DESINFECCIÓN EN EL PTAR DE LA URBANIZACIÓN FONTANA, PROVINCIA DEL GUAYAS, CANTON SAMBORONDON, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: POA POR EL MÉTODO DE OZONIZACIÓN /PERÓXIDO DE HIDRÓGENO PARA DESTRUCCIÓN DE MATERIA EMERGENTE EN AGUAS RESIDUALES Y ÁREA DE DESINFECCIÓN EN EL PTAR DE LA URBANIZACIÓN FONTANA, PROVINCIA DEL GUAYAS, CANTON SAMBORONDON presentado por los estudiantes SUANNY DAMARIS TORAL SOLEDISPA como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



PABLO MARIO PAREDES RAMOS

C.C. 0911828150

AGRADECIMIENTO

A Dios sobre todas las cosas, a todas las personas que me ayudaron en todo el transcurso del desarrollo de este proyecto, a mis padres por aconsejarme y guiarme por el camino del bien y estar ahí para mí, a tutor Mgs.Ing. Pablo Paredes, por apoyarme y enseñarme a lo largo de mi carrera y a todos los docentes de la Universidad Laica Vicente Roca fuerte que me ayudaron a formarme profesionalmente.

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mis padres, quienes con esfuerzos, sacrificios y comprensión me han apoyado para poder llegar a estas instancias de mis estudios. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo con una gran dosis de amor sin pedir nada a cambio, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarme moral y psicológicamente. También se la dedico a mi hija que gracias a ella que fue mi motor durante mi último semestre, fue mi impulso para poder culminar este proceso lleno de esfuerzos, sacrificios y el día de hoy puedo recoger los frutos de mis sacrificios..

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Índice general.....	1
Índice de Tablas.....	1
Índice de Figuras.....	1
Índice de Anexos.....	1
Introducción.....	1
CAPITULO I.....	
1.Diseño de la Investigación.....	3
1.1 Tema.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Formulación del Problema.....	6
1.4 Sistematización del Problema.....	6
1.5 Objetivos de la Investigación.....	6
1.5.1 Objetivo General.....	6
1.5.2 Objetivos específicos.....	6
1.6 Justificación de la Investigación.....	6
1.7 Delimitación o Alcance de la Investigación.....	7
1.8 Hipótesis.....	7
1.8.1 Variable Independiente.....	7
1.8.2 Variable Dependiente.....	8
1.9 Línea de Investigación.....	8
CAPITULO II	
2 MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Marco Referencial.....	9
2.1.1 Antecedentes.....	9
2.1.2 Procesos de Oxidación Avanzada.....	10
2.1.2.1 Proceso de Ozonización.....	15
2.1.2.2 Peróxido de Hidrógeno.....	19
2.1.2.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	19
2.1.2.4 DBO ₅	20
2.1.2.5 Factores que Afectan el Ensayo de DBO ₅	20
2.1.3 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	21

2.1.3.1 Tratamiento Preliminar.....	21
2.1.3.2 Tratamiento Primario.....	22
2.1.3.3 Tratamiento Secundario.....	28
2.1.3.4 Tratamiento Avanzado o Terciario.....	29
2.1.3.5 Área de Desinfección.....	31
2.1.3.6 Eficiencia de los Procesos de tratamiento	32
2.1.4 PROCESO ANAEROBIO.....	33
2.1.4.1 Tanque Imhoff.....	34
2.1.4.2 Tanque Séptico.....	34
2.1.4.3 Proceso Anaerobio de Dos Fases.....	36
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	37
2.2.1 Aguas Servidas.....	37
2.2.2 Componentes de las Aguas Servidas.....	37
2.2.3 Contaminantes Importantes de las Aguas Residuales...	38
2.2.4 Tipos de Aguas Residuales.....	39
2.2.5 Impacto Ambiental de las Aguas Servidas.....	39
2.2.6 Bacterias en las Aguas Residuales.....	40
2.2.7 Efecto Mundial.....	40
2.2.8 Proceso de Oxidación Avanzada (POA).....	41
2.2.9 Procesos de Ozonificación.....	41
2.2.10 Peróxido de Hidrógeno.....	41
2.3 MARCO LEGAL.....	41
2.3.1 Ley de la Constitución.....	41
CAPITULO III.....	50
3. Metodología de Investigación.....	50
3.1 Enfoque de la Investigación.....	50
3.1.1 Enfoque Cuantitativo.....	50
3.2 Alcance de la Investigación.....	50
3.2.1 Alcance Correlacional.....	50
3.3 Técnicas e Instrumentos para obtener los datos.....	51
3.3.1 Encuesta.....	51
3.3.2 Ensayos de Laboratorio.....	51
3.4 Esquema Metodológico.....	51

3.4.1.1 Observación del problema	52
3.4.1.2 Selección y análisis del sitio de estudio.....	52
3.4.1.3 Toma de datos en campo (encuesta).....	53
3.4.1.4 Toma de datos en campo (ensayo).....	54
3.5 Presentación y Análisis de Resultados.....	54
3.6 Análisis de resultados.....	58
3.7 Prototipo de la PTAR Fontana.....	59
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	65
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 1 Características de la Urbanización.....	3
Tabla 2 Línea de investigación.....	7
Tabla 3 POA más utilizados	12
Tabla 4 Especies oxidantes y sus potenciales REDOX	17
Tabla 5 Reacciones Químicas.....	18
Tabla 6 Cantidad de DBO según el tipo de agua.....	19
Tabla 7 Objetivo de los Procesos de Pretratamiento.....	21
Tabla 8 Rejas de separación de Sólidos.....	22
Tabla 9 Procesos Tratamiento Avanzado y eficiencia remocional.....	30
Tabla 10 Eficiencia de los procesos de tratamiento de AA-SS.....	32
Tabla 11 Procesos Anaerobios de Tratamiento de Aguas Residuales y Biosólidos.	33-34 34
Tabla 12 Rendimiento Típico de los Procesos Anaerobios.....	45-46
Tabla 13 Limites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.....	47-48
Tabla 14 Limites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce.....	48-49
Tabla 15 Limites de Descarga a un Cuerpo de Agua Marina.....	49
Tabla 16 Esquema metodológico del proyecto de investigación.....	51

Tabla 17 Resultados de Laboratorio.....	59
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Urbanización Fontana.....	4
Figura 2 PTAR Fontana.....	4
Figura 3 Salida del PTAR Fontana.....	4
Figura 4 Distintos Procesos de Oxidación Avanzada.....	13
Figura 5 Tipos de tratamiento de Aguas Residuales.....	13
Figura 6 Diseño de sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.....	14
Figura 7 Proceso General Utilizado en el Tratamiento de Aguas con Ozono	15
Figura 8 Procesos de Ozonización.....	16
Figura 9 Tratamiento Primario.....	22
Figura 10 Sedimentador Rectangular.....	23
Figura 11 Sedimentador Circular.....	24
Figura 12 Sedimentador Lamelares.....	24
Figura 13 Proceso de Coagulación – Flocculación.....	26
Figura 14 Coagulación y Flocculación	27
Figura 15 Filtración Superficial	28
Figura 16 Tratamiento Secundario.....	29
Figura 17 Área de Desinfección PTAR Entre Ríos.....	31
Figura 18 Área de Desinfección	32

Figura 19 Esquema de Tanque Imhoff.....	35
Figura 20 Tanque Séptico -Filtro Anaerobio.....	36
Figura 21 Efluente de la PTAR Fontana.....	52
Figura 22 PTAR Fontana.....	52
Figura 23 Encuesta.....	53
Figura 24 Toma de muestra de la PTAR Fontana.....	54
Figura 25 Muestra de pH y cloro de la PTAR Fontana.....	54
Figura 26 Prototipo de PTAR Fontana /Pecera de 25 Ltr.....	59
Figura 27 Agua Residual de Pozo de Bombeo PTAR Fontana.....	59
Figura 28 Agua de la Laguna de Aireación.....	60
Figura 29 Agua del Clarificador	60
Figura 30 Agua del Área de desinfección.....	61
Figura 31 Salida de Efluente	61
Figura 32 Comparación de Efluentes	61

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Modelo de Encuesta.....	74
Anexo 2 Resultados Obtenidos de la Prueba Muestra sin Tratar.....	75
Anexo 3 Resultados Obtenidos de la Primera Muestra.....	76
Anexo 4 Resultados Obtenidos de la Segunda Muestra	77

ÍNDICE DE GRAFICOS	Pág.
Gráfico 1. Esquema Metodológico.....	51
Gráfico 2 Respuesta pregunta 1.....	56
Gráfico 3. Respuesta pregunta 2.....	57
Gráfico 4. Respuesta pregunta 3.....	57
Gráfico 5. Respuesta pregunta 4.....	58
Gráfico 6. Respuesta pregunta 5.....	58
Gráfico 7. Respuesta pregunta 6.....	59
Gráfico 8. Respuesta pregunta 7.....	59

INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales son las aguas usadas y sólidos que por a o b motivo se introducen en las alcantarillas presente en la ciudad y estas son transportadas por medio del sistema de alcantarillado.

Las aguas residuales domesticas (ARD) los líquidos son previenes de viviendas o residencias , las aguas negras provenientes de inodoros es decir aquellas que transportan excrementos humanos y orina, ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales .Y aguas grises s las aguas residuales provenientes de tinas, duchas ,lavamanos y lavadoras, aportantes de DBO, sólidos suspendidos , fosforo, grasas y cloriformes fecales a todo esto podemos denominar aguas residuales domesticas excluyendo las de los inodoros. (ALBERTO, ENERO - 2000)

Cada año se vierten millones metros cúbicos de agua residuales en los cuerpos de aguas, los cuales no son tratadas de formas adecuadas, ya que estos procedimientos son ineficaces para poder alcanzar lo requerido por la ley o por la normativa. En estos casos, y debido a la falta del hídrico, se está recurriendo al uso de los procesos de oxidación avanzada como un tratamiento alternativo. Este procedimiento para la desinfección y destrucción de la materia orgánica e inorgánica remanente del agua residual (AA-SS) por medio de oxidación avanzada de generación de cloro y ozono generado in situ, el cual se podrá diseñar para trabajar el pico máximo del sistema de tratamiento, sistema de oxidación y desinfección mediante el contacto directo con el agua.

Las aguas tratadas en un sistema de tratamiento de aguas residuales convencional deberán ser conducidas a un proceso de desinfección y oxidación de acuerdo a las necesidades y requerimientos de la MAE (Ministerio del Ambiente Ecuatoriano). Se podrá diseñar e instalar un sistema de oxidación avanzada (hipoclorito de sodio y ozono), por el cual pasará el agua de acuerdo a las necesidades y valoración de los parámetros de descarga del efluente al cuerpo receptor, sea este un canal de aguas, rio, mar o alcantarillado sanitario.

Podemos decir que se basa en procesos fisicoquímicos capaces de producir cambios profundos en la estructura químicas de los contaminantes abarcando la generación y uso de especies transitorias de gran poder oxidante.

El procedimiento para la desinfección y destrucción de materia orgánica e inorgánica remante del agua residual por medio de oxidación avanzada de generación de cloro y ozono

generado insitu, el cual se podrá diseñar para tratar el pico máximo del sistema de tratamiento, sistema de oxidación y desinfección mediante contacto directo con el agua.

En esta investigación se implementará este modelo POA (Proceso de Oxidación Avanzada) ya que muchos de los sistemas convencionales no remueven completamente los desechos remanentes de la salida de descarga del agua y no es apta, con este método se puede llegar a un 49 % de eliminación de color, olor en el agua tratada.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema:

POA por el método de ozonización /peróxido de hidrógeno para destrucción de materia emergente en AASS y área de desinfección en el PTAR de la Urbanización Fontana, provincia de las Guayas, cantón Samborondón..

1.2 Planteamiento del Problema:

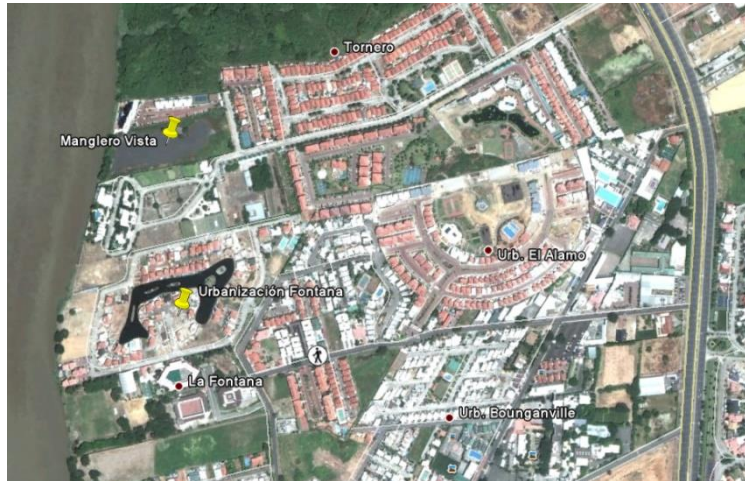
En la Urbanización Fontana ubicada en vía Puntilla Samborondón, Km 2.5, al margen del río Daule frente del Colegio la Moderna, tiene un PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas) con un sistema anaerobio y en la zona de la salida del agua se presenta con una turbiedad que no es apta, presenta sólidos y olor. Por más procesos de tratamiento que se ha implementado el agua sigue con las mismas características. Por dicha razón se procede a realizar la implementación del proceso antes mencionado ya que este remueve olor, color y solidos remantes o suspendidos desde un 47% hasta un 97%. Las características del PTARD son las siguientes, dichas características obtenidas en la memoria técnica de la urbanización:

Tabla 1. Características de la Urbanización

Lotes unifamiliares	106 unidades
Lotes multifamiliares	8 unidades
Habitantes por lotes unifamiliares	6 habitantes
Habitantes por lotes multifamiliares	45 habitantes
Población total	996 habitantes
Dotación	250lt/hab/dia
Consumo diario de agua	249 m3/dia

Fuente: Amagua CEM(2018)

Figura 1. Ubicación Urbanización Fontana



Fuente: Google Maps(2022)

Figura 2. PTARD de Urbanización Fontana



Fuente: Toral , Suanny (2022)

Figura 3. Salida del agua del PTARD Fontana



Fuente: Toral,Suanny (2022)

Podemos decir que el o los procesos de oxidación avanzada (POAs) o procesos de oxidación son aquellos que se caracterizan por aprovechar la alta reactividad del radical hidroxilo (oh) como agente oxidante (no confundir el radical con el ion hidroxilo, OH-) para oxidar la materia orgánica disuelta en el agua hasta su mineralización.

Para utilizar el proceso de ozonización y peróxido de hidrogeno primero debemos aclarar que el ozono es un gas incoloro. de olor fuerte, con alto poder oxidante, la aplicación del ozono favorece la remoción del color con eficiencias de remoción entre 95% y el 97%, tratando efluentes. Sin embargo, en lo que se refiere a la reducción de demanda química de oxígeno (DQO) o carbono orgánico total (COT) las eficiencias no exceden usualmente 50% a 40%, respectivamente.

Este proceso se aplicara en el PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) Fontana , este Ptar es una planta anaerobia ya que presenta inconvenientes con los procesos de depuración de las aguas residuales, ya que por más que cumple con el proceso anaeróbico en la salida del agua se puede observar materia orgánica no en gran cantidad y esa agua no cumple con los análisis químicos que se aplican en las plantas de tratamiento para ver si el agua es óptima o cumple con las normativas para poder descargar a un canal cercano.

Implementando este sistema de oxidación avanzada con ozono tiene como objeto matar las bacteria, ya que es bastante mayor que el cloro para ser exactos unas tres mil veces mayor, debido a que , si bien ambos son oxidantes , el mecanismo de acción es diferente y en la actualidad se ha comprobado que el sistema más interesante es la utilización de ozono , tanto por su reducido costo y fácil obtención, como por los increíblemente eficaces resultados que produce ya que reduce de un 95% a 97% de materia orgánica o materia emergente .

Podemos enumerar unas cuantas ventajas de la utilización de este proceso.

1. Bajo costo de producción y operación de las unidades generadoras
2. No tiene residuales tóxicos para la salud
3. Elevado poder germicida (bactericidas, fungicida y antiparásito)

Una vez implementado el proceso el agua sale 97% depurada y ahora si es apta para los análisis químicos y podemos optar de poder reutilizar esa agua para un sistema de riego y no tendríamos ninguna queja de los moradores del conjunto residencial Fontana ya que el agua por decirse así saldría bien purificada.

1.3 Formulación del Problema:

¿De qué manera el proceso de oxidación avanzada por el método de ozonificación /peróxido de hidrogeno ayudará a la eliminación de materia emergente en el PTAR Fontana y cuáles serían sus beneficios para los usuarios y la empresa que se encuentra a cargo del PTAR?

1.4 Sistematización del Problema

- ¿Cuál será el beneficio de implementar el proceso de oxidación avanzada por el método de ozonificación/peróxido de hidrogeno en el PTAR?
- ¿En qué radica la diferencia del método de proceso de oxidación avanzada del método tradicional de tratamientos de aguas?
- ¿Qué tan efectivo será implementar el método de ozonificación/peróxido de hidrogeno en Plantas Aerobias y Plantas Anaerobias?

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo General

Diseñar un prototipo de proceso de oxidación avanzada por el método de ozonización / peróxido de hidrogeno para verificar su eficacia e implementar en el PTAR Fontana.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar los datos obtenidos del prototipo de oxidación avanzada por el método de ozonización /peróxido de hidrógeno.
- Detallar la dosificación adecuada para el uso del ozono y del peróxido de hidrógeno.
- Registrar los datos obtenidos del proceso implementando y aplicarlo en el PTAR FONTANA

1.6 Justificación de la Investigación

El trabajo de investigación que se está realizando lleva un enfoque con el problema de remoción de materia emergente en las salidas de los efluentes en las plantas de tratamiento.

Ya que cuando se realiza el proceso tradicional de tratamiento de aguas residuales (AA-SS) es decir que el agua cruda (agua gris) entra a la laguna de aireación pasa por un proceso de aireación es decir introducir al agua oxígeno para tratar el efluente, después de eso pasa para el clarificador que contiene lodos para que cumpla un tratamiento secundario y así siga

cumpliendo su tratamiento y por ultimo pasaría por el digestor de lodo el cual este lodo se coma todas las bacterias y poder así finalizar el tratamiento de aguas residuales ,y finalmente para por el filtro perclorador que es la utilización de torres con pastillas de cloro o en pocas plantas se aplica las dosificadoras de cloro o de peróxido de cloro (cuya sustancia es más fuerte que el cloro normal , y su utilización debe ser con mucha cautela), el agua que sale esta un 50 o 70% desinfectada y puede ser desembocada a los ríos o lagunas de aguas dulces.

En cambio, con el método propuesto se garantiza una remoción de solidos de un 70-90% y en el ámbito de olores remueve 80-85% es decir es un agua prácticamente libre de bacterias y malos olores.

1.7 Delimitación del Problema

Tabla 2. Líneas de investigación institucional ULVR

CAMPO	Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
ÁREA	Ingeniería Civil
ASPECTO	Investigación Experimental – Investigación de Campo
TEMA	POA por el método de ozonización /peróxido de hidrógeno para destrucción de materia emergente en AA-SS y área de desinfección en el PTAR de la Urbanización Fontana, provincia del Guayas, Cantón Samborondón.
DELIMITACIÓN ESPACIAL	Provincia del Guayas – Cantón Samborondón – Urb. FONTANNA
DELIMITACIÓN TEMPORAL	6 Meses

Fuente: (ULVR, 2019)

1.8 Hipótesis o Idea a Defender

Se obtendrá un óptimo rendimiento del proceso de oxidación avanzada para la remoción de materia orgánica y materia emergente mediante la metodología aeróbica y cumpliendo las normas nacionales o internacionales en cuanto a su vertimiento en un alcantarillado público o a un cuerpo de agua.

1.8.1 Variable Independiente

Implementación del proceso de oxidación avanzada (POA)

1.8.2 Variable Dependiente

Materia Emergente (orgánica e inorgánica)

1.9 Línea de Investigación Institucional/ Facultad

Línea 3. Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2 Marco Referencial

2.1.1 Antecedentes

El uso de agua se ha ampliado debido a que todas las acciones del ser humano están directa o indirectamente relacionadas con los procesos que involucran agua.

Es así que la elaboración de alimentos, medicinas, textiles y componentes electrónicos usan agua. sin embargo, no en todas las circunstancias el agua que resulta del proceso, conocido como agua residual, se le otorga un tratamiento adecuado por eso tenemos la necesidad de tener nuevas alternativas de tratamiento que permitan perfeccionar la calidad de agua residual ha llevado a la búsqueda de nuevos métodos, procesos o régimen más eficientes para supresión de compuestos químicos contaminantes, que muestran una alta toxicidad o baja biodegradabilidad.

Las descargas de aguas AA-SS, provenientes de proyectos o actividades son una preocupación constante para la Autoridad Ambiental por la afectación que pueden generar, especialmente en los mares, ríos, lagos, lagunas y esteros, pues los compuestos tóxicos que llegan a los cuerpos de agua tienen efectos nocivos para el medio ambiente (Ambiente, 2017). Las sustancias orgánicas originadas son tóxicas, inhibidoras o resistentes al tratamiento biológico y a menudo producen resultados satisfactorios.

En cierta medida, la contaminación del agua es uno de los principales problemas que existe a nivel mundial. Para amainarla contaminación del agua y dar un procedimiento a las aguas residuales se ha avanzado en gran medida en la tecnología usada para este fin. De tal manera en la actualidad los diferentes tipos de procesos de tratamiento de estas aguas no significan un alto costo monetario.

Por ejemplo, una alternancia viable y económicamente atractiva o viable es utilizar el método POA para solver los contaminantes biorrecalcitrantes en compuestos más biodegradables que puedan tratarse luego mediante la oxidación biológica. También podemos considerar que los POA son también utilizaos para la potabilización del agua.

La naturaleza que debe tener el área de desinfección ideal para su utilización en un PTAR (Planta de Tratamiento) son:

- Una destacada capacidad de separación de todo tipo de contaminantes.
- Deficiente interferencia con las características del agua: pH, temperatura, entre otros.
- De sencilla manipulación y baja peligrosidad
- Que tenga efecto residual.
- No hay creación de subproductos indeseables como potencial peligro para la salud, o de sabor u olor desagradables.
- Margen de seguridad adecuado en la dosificación

2.1.2 Procesos de Oxidación Avanzada (POA)

Los procesos de Oxidación Avanzada, son tácticas de oxidación de la manera orgánica y materia emergente por medio de los radicales hidroxilos (OH) hasta convertirla en dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O) o al menos en compuestos menos nocivos. Los Procesos de Oxidación Avanzada son aprovechados para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales cuando no son efectivos los tratamientos convencionales o como complemento de estos para tratar a contaminantes orgánicos más complejos que no han podido ser eliminados, como por ejemplo los contaminantes emergentes recalcitrantes como fármacos, aditivos de la industria textil, cosmética, los plastificantes, entre otros. (Pinos, 2020)

Podemos aprovechar la alta reactividad del radical hidroxilo como agente oxidante para oxidar la materia disuelta en el agua hasta su mineralización.

Los POA encuentran su aplicación principal en el proceso terciario, siendo el objetivo de estos procesos eliminar compuestos difícilmente biodegradables e incluso disminuir la contaminación microbiológica. (Monge, Silva, & Bengoa, Programa CYTED, 2018)

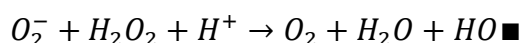
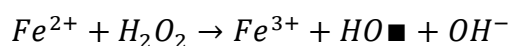
Este procedimiento es considerado como un tratamiento de alta competitividad puesto que remueve contaminantes orgánicos como los bio-recalcitrantes y detenidos microorganismos patógenos. Para ello es necesario engendrar radicales hidroxilos para obtener agentes oxidantes como el O₃ (ozono) y el H₂O₂ (peróxido de hidrogeno).

Este desarrollo es funcional debido a que realiza la eliminación del contaminante presente. Podemos indicar que no hay una variación en cuanto a la fase. No hay una generación de residuos y las especies reactantes disgregan productos.

En pocas palabras podemos definir que lo POA se basan en procesos fotoquímicos capaces de reducir cambios insondables en la estructura química de los contaminantes, que mezclan la generación y uso de especies poderosas provisional, en primer lugar, el radical hidroxilo (OH).

Así mismo, el origen de los radicales se realiza a partir de oxígeno (O), agua oxigenada (H₂O₂) y catalizadores soportados, por lo que los subproductos de reacción son únicamente agua (H₂O) y dióxido de carbono (CO₂).

Aquí podemos ver la generación del radical hidroxilo (OH).



Este radical goza de alta certeza para la oxidación de materia orgánica en características suaves de presión y temperatura, hasta la mineralización completa de estos contaminantes. Debido a la altísima reactividad de estas especies es posible eliminar tanto compuestos orgánicos como inorgánicos logrando así la reducción del DQO, COT y toxicidad en las aguas residuales tratadas.

Así, la generación de radicales hidroxilos se puede apresurar por la combinación de varios agentes oxidantes como ozono, peróxido de hidrogeno, radiación U, sales de hierro (Fe (II) Y Fe (III)) y catalizadores como es el dióxido de titanio.

Podemos decir que los POA se pueden catalogar de diversas formas, entre ellas como procesos no fotoquímicos y procesos fotoquímicos en función de la colaboración de la luz en el proceso. (Monge, Silva, & Bengoa, Programa CYTED, 2018)

Los POA ocupan reactivos costosos, como el peróxido de hidrógeno (H₂O₂) o el ozono (O₃), o gastan grandes cantidades de energía (UV, entre otras). Se ha probado que cuando se integran con otros procesos, como los de absorción o procesos biológicos alcanzan, su potencial en cuanto a eficiencia económica por el ahorro en productos químicos y/o energía. Estos procesos se pueden enumerar de diversas formas, comprendiendo los fotoquímicos y no fotoquímicos, como podemos observar la Figura 1. En el primer acontecimiento se

necesita una radiación (ex. UV o UV-vis), mientras que los segundos acontecimientos requieren el uso de compuestos químicos ($O_3 - H_2O_2 - Fe^{2+}$) o procesos eléctricos (electroquímicos, en este caso). En la tabla a continuación se puede ver los procesos fotoquímicos y no fotoquímicos desarrollados.

Tabla 3. POA más utilizados

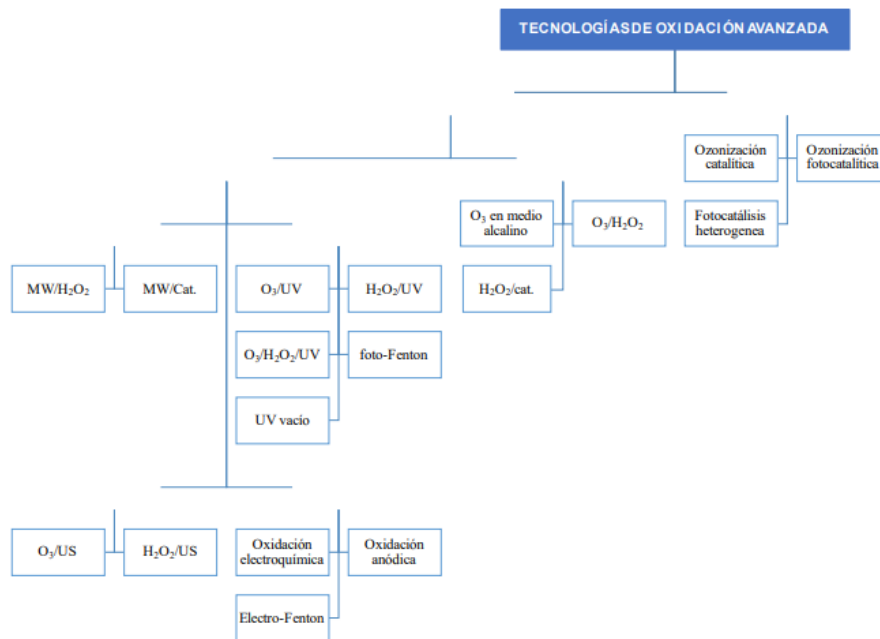
Procesos no Fotoquímicos	Procesos Fotoquímicos	
Ozonización	Ultravioleta de vacío	
Ozonización con O_3 / H_2O_2	UV/ H_2O_2	
Procesos de Fenton (Fe^{+2}/H_2O_2) y relacionados	UV/ O_3	
Oxidación electroquímica	UV/ O_3/H_2O_2	
Radiólisis y tratamiento con haces de electrones.	Fotocatálisis solar Fenton y relacionadas	Homogénea: Foto- Heterogénea: Fotocatálisis con TiO_2
Plasma no térmico		
Oxidación en agua subcrítica y supercrítica		
Irradiaciones gamma		
Aceleradores de electrones		

Fuente: (Química, Manual Técnico Sobre Procesos De Oxidación Avanzada, 2018)

Se ha observado que existen muchas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas en el Mundo, sistemas de tratamiento para pequeñas poblaciones o grandes núcleos poblacionales.

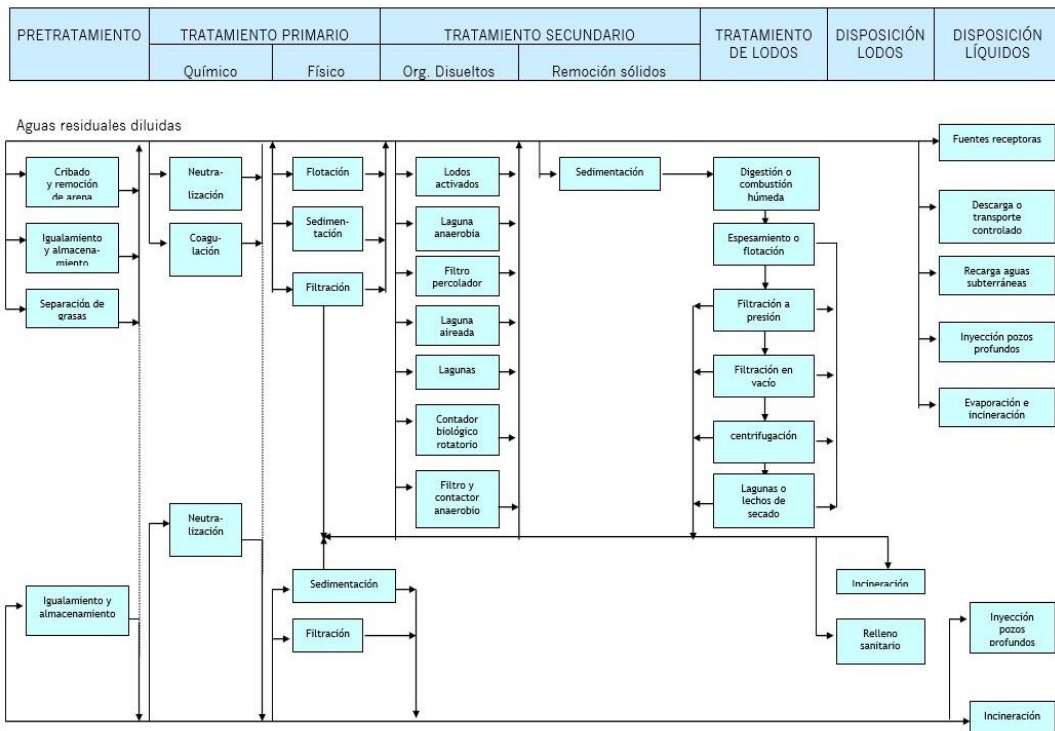
El principal objetivo de diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales es permitir que el afluente se degrade de tal manera que no contamine el cuerpo receptor, sea este algún sistema hídrico natural o Alcantarillado y cumplir con la Normativa Ambiental vigente para el Ecuador Acuerdo Ministerial 097-A.

Figura 4. Distintos Procesos de Oxidación Avanzada



Fuente: (Monge, Silva, & Bengoa, Programa CYTED, 2018)

Figura 5. Tipos de Tratamiento de Aguas Residuales



Fuente: (Rojas J. A., 2000).

Para este caso, se pretende atacar a los sistemas Anaeróbicos, que por lo general son diseñados y construidos en urbanizaciones para abaratar costos operativos, al tener áreas reducidas y minimización del impacto visual.

Pero se conoce por experiencia y literatura que un sistema anaerobio es un sistema considerado pobre en porcentaje de remoción y se agrava el tema en el momento, que no ha sido diseñado para caudales pico o aumento de población y concentración de contaminante.

Los sistemas anaeróbicos, si bien podrían considerarse útiles para espacios reducidos, ya pasan a ser ineficientes si existe un gran caudal de agua a tratar.

Figura 6. Diseño de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

Unidades de tratamiento	Eficiencia en la remoción de constituyentes, porcentaje						
	DBO	DQO	SS	P	N Org	NH ₃ -N	Patógenos
Rejilla	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.
Desarenadores	0-5	0-5	0-10	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.
Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0	Desp.
Lodos activados (convencional)	80-95	80-95	80-90	10-25	15-20	8-15	Desp.
Filtros percoladores							Desp.
▪ alta tasa, roca	65-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15	
▪ supertasa, plástico	65-85	65-85	65-85	8-12	15-50	8-15	
Cloración	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	100
Reactores UASB	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	Desp.
Reactores RAP	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	Desp.
Filtros anaerobios	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	Desp.
Lagunas de oxidación							
▪ Lagunas anaerobias	50-70	---	20-60	---	---	---	90-99.99
▪ Lagunas aireadas	80-95	---	85-95	---	---	---	90-99.99
▪ Lagunas facultativas	80-90	---	63-75	30	---	---	90-99.99
▪ Lagunas de maduración	60-80	---	85-95	---	---	---	90-99.99
Ultravioleta	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	100

Fuente: (Jairo Romero Rojas, 2022)

Se puede observar que el porcentaje de remoción de un filtro anaerobio es de apenas el 80% en su mejor etapa de funcionamiento, cuando el sistema se encuentra con una gran formación de lodos y no se abastece por el incremento del caudal o concentración de contaminantes, es necesario realizar una destrucción de la materia orgánica remanente en el agua y poder brindar una desinfección óptima al proceso y cumplir con la Normativa Ambiental Vigente.

Es por eso por lo que se presentan los Equipos POA (proceso de oxidación avanzada), los cuales con la acción del cloro y ozono degradan la materia orgánica remanente en el agua y desinfectan el efluente, son equipos diseñados para atacar los picos de concentración y de caudal que se puedan dar en la operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, sean proceso anaeróbicos o aireados.

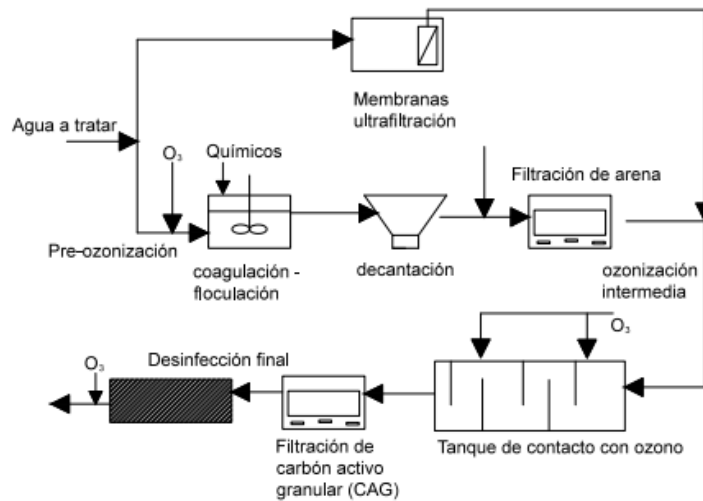
para evitar los cambios de sistemas o la posible repotenciación de plantas de tratamiento de aguas residuales, los equipos POA son equipos modulares diseñados de

acuerdo con el caudal, y concentración de contaminante que se desee eliminar en la descarga de aguas residuales domésticas.

2.1.2.1 Proceso de Ozonificación

El ozono se puede utilizar para la mineralización (eliminación de COT (carbono orgánico total)) de moléculas orgánicas, aunque en muchos casos implica el uso de altas dosis de ozono y el encarecimiento del proceso. (Monge, Silva, & Bengoa, Programa CYTED, 2018) En el tratamiento de aguas residuales el ozono se puede aplicar en las diferentes fases y o etapas del proceso.

Figura 7. Proceso General utilizado en el Tratamiento de Aguas con Ozono



Fuente: (Deininger, R.1998).

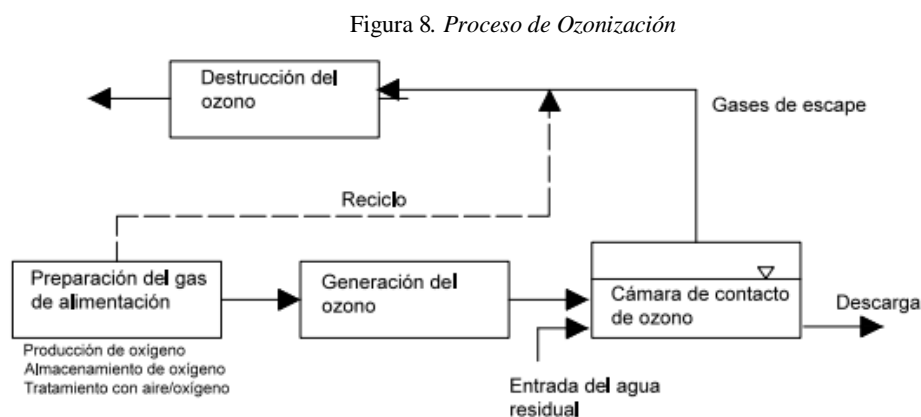
En el tratamiento de Aguas el ozono se puede aplicar en las diferentes fases o etapas del proceso:

- **PREOZONIZACIÓN:** se realiza al inicio del tratamiento incorporando el ozono al agua cruda, con lo cual, a la vez se realiza la primera desinfección, se puede eliminar O₂ y CO₂, H₂S y N₂ también ayuda al proceso de coagulación, especialmente en aguas con elevada dureza.
- **OZONIZACION INTERMEDIA:** se puede aplicar antes de la filtración y en este caso, además de oxidar la materia orgánica.
- **POSTOZONIZACION:** Se emplea en la fase final, a la salida del agua de la planta.

En la ozonización la eficacia depende de la contaminación (química y biológica) del agua a ser tratada, del tiempo de contacto y de la concentración de ozono.

A continuación, se pueden apreciar los componentes de un sistema de ozonización:

1. Preparación del gas de alimentación
 2. Generación del ozono
 3. Contacto del ozono suele realizarse bien por difusores de aire o mediante inyectores del tipo Venturi
 4. Destrucción del ozono que se realiza por destrucción térmica o bien por destrucción catalítica con catalizadores de paladio (Pd), óxido de níquel (NiO) o manganeso (Mn).
- (Monge, Silva, & Bengoa, Programa CYTED, 2018)



Fuente: (E. Almeida, 2004)

En este método se encarga de la remineralización del agua llevando a cabo la eliminación de los compuestos orgánicos mediante la participación del ozono. Inicialmente, se inyecta aire hacia un generador de ozono, La molécula de oxígeno recibe choques eléctricos que buscan apartar la molécula para permitir la formación de ozono. Subsiguientemente a ello, el ozono entra en contacto con el agua residual mediante una cámara de contacto. En él, se disponen agitadores para incrementar el proceso de degradación de la materia orgánica. Una vez depurada el agua, se debe destruir el ozono, haciéndolo pasar por una rejilla para separar las impurezas. Por último, ingresa a un reactor donde se termina de depurar para que pueda volver a ser recirculado. El tratamiento con ozono es, usualmente empleado en las industrias farmacéuticas puesto que elimina una gran proporción de antiinflamatorios, antibióticos y estrógenos. Además, es eficaz en el tratamiento de aguas residuales con índole tanto industrial como urbano. (R., 2021)

La degradación de compuestos orgánicos con ozono se debe principalmente a su potencial redox (1.6-2.07 V) por el cambio de pH, el cual le permite reaccionar con dichos

compuestos oxidándolos hasta su mineralización. En la tabla 2 muestra algunas especies oxidantes y sus potenciales redox. A pesar del ozono es usado comúnmente por su poder oxidante. (EDUARDO, 2020)

Tabla 4: *Especies Oxidantes y sus potenciales Redox*

Especie Oxidante /Especie Reductora	E° (Volts)
F₂/F	3.06
•OH/H₂O	2.8
O/H₂O	2.42
O₃/O₂	2.07
H₂O₂/H₂O	1.77
HO₂/OH⁻	1.70
MnO₄/Mn²⁺	1.67
ClO₂/Cl⁻	1.50
HClO/Cl₂	1.49
Cl₂/Cl⁻	1.36
Br₂/Br	1.09
I₂/I⁻	0.54
O₂/OH⁻	0.40

Fuente: (Eduardo, 2020)

La adición de cloro (Cl) es una manera de desinfectar el agua, esta sustancia se usa debido a que tiene bajo costo, sin embargo, se ha descubierto ciertas bacterias nocivas como *Vibrio cholera* y protozoarios como *Cryptosporidium parvum* que son resistentes al cloro.

Por tal motivo la adición de ozono(O₃) después de la cloración ha favorecido a la desinfección del agua.

El procedimiento de aguas residuales es una de las primordiales aplicaciones que tiene el ozono(O₃), sin embargo, existen otras como la limpieza de efluentes.

El ozono puede usarse después de la cloración, sin embargo, al ser un compuesto altamente oxidante reacciona con las especies cloradas o algunas moléculas como bromo y compuestos altamente tóxicos.

Tanto como existen procedimientos para la desinfección de agua potable (AA-PP) con el transcurso de los años se han buscado distintas opciones para el tratamiento de Aguas Residuales (AA- SS), adecuado a las acciones del hombre, tal como la industrialización que ha provocado daños en el aire, suelo o agua.

Se ha hecho insistencia en el tratamiento de aguas residuales, ya que la problemática del agua, no solo dificultando a una mínima población, sino que afecta a todo el mundo.

La importancia del uso del agente oxidante ozono (O₃) radica que es ecológicamente limpio y tiene una alta eficiencia en semejanza con otros compuestos.

El ozono mediante sus diferentes dispositivos de reacción genera el •OH como una reacción secundaria.

El ozono se transforma sólo en O₂ y H₂O₂ (formula 1), cuando reacciona directamente con materia orgánica. Sin embargo, aunque no es el oxidante con el mayor potencial redox, debido a su naturaleza, el ozono al reaccionar con agua genera subproductos oxidantes, el mejor oxidante secundario formado de la descomposición del ozono en agua es el radical hidroxilo (formula 2 y 3), lo que da una gran ventaja sobre la degradación de contaminantes.

Tabla 5. *Reacciones Químicas*

- $O_3 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow O_2 + H_2O$	<i>fórmula 1</i>
- $O_3 + HO^- \rightarrow HO_2^- + O_2$	<i>fórmula 2</i>
- $O_3 + HO_2^- \rightarrow HO_2^- + O_2^- + O_2$	<i>fórmula 3</i>

Fuente: (EDUARDO, 2020)

Mientras la desinfección ocurre principalmente por el ozono, el proceso de oxidación puede ocurrir a través de los dos oxidantes, el ozono y los radicales hidroxilos.

En un PTAR (Planta de tratamiento de Aguas Residuales) con un tren de tratamiento de biodiscos, lodos activados y cloración obtienen agua con calidad aceptable para la descarga en cuerpos de agua y una parte se utiliza para la potabilización empleando filtros de arena, filtros de carbón activado y finalmente el ozono, sin embargo, este proceso es algo costoso.

2.1.2.2 Peróxido de Hidrógeno

El peróxido de hidrógeno (PH) es un poderoso compuesto oxidante y desinfectante ecológico, que al reaccionar se descompone en agua y oxígeno, sin producir ningún efecto nocivo en el medio ambiente.

Una de las aplicaciones del peróxido de hidrogeno es la oxidación de efluentes para reducir la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) ya que durante el tratamiento hay demasiado oxígeno disuelto y este es aprovechado por las bacterias aeróbicas para descomponer la materia orgánica presente dejando así sin suficiente oxígeno a otros organismos. (AGUA, DICIEMBRE 2017)

2.1.2.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se usa como una medida de cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica biodegradable, presente en la muestra de agua (Ecuatoriana, 2014) ``En las aguas negras domésticas, crudas y sedimentadas, el total de la demanda de oxígeno se debe a los materiales orgánicos carbonosos y se determina por la prueba de la DBO''.En condiciones normales de laboratorio, la DBO se determina a unatemperatura de 20°C en un tiempo de 5 días, siendo expresado en mg/l O₂ y es conocido comoDBO₅. La demanda bioquímica de oxígeno es el método más utilizado para medir la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos al proliferar en el agua residual y alimentarse de su materia orgánica (Industrial, 2015)

Este procedimiento fue adquirido en 1936 por la Asociación Americana de Salud Pública, y desde entonces ha permanecido como un indicador de la contaminación. La DBO es uno de los indicadores más importantes en la medición de la contaminación en aguas residuales (AA-SS), como también en el control de agua potable (AA-PP). (A.R, 2019)

Tabla 6. Cantidad de DBO según el tipo de agua

Tipo de Agua	DBO
Agua Pura	0-20 mg/lt
Agua Levemente Contaminada	20-100 mg/lt
Agua Medianamente Contaminada	100-500 mg/lt
Agua Muy Contaminada	500-3000 mg/lt
Agua Extremadamente Contaminada	3000 – 1500 mg/lt

Fuente (INDUANÁLISIS 2019)

Las bacterias aeróbicas necesitan de oxígeno para oxidar la materia orgánica degradable presente en el agua. Las aplicaciones de BDO están las siguientes:

- ❖ Mediación de la calidad en las aguas residuales
- ❖ Parámetros de Límites Máximos Permisibles
- ❖ Evaluación de las PTAR

El DBO_5 es la cantidad de necesaria de oxígeno degradada por los microorganismos durante los primeros cinco días de la biodegradación. Las pruebas de DBO consisten en colocar la muestra de residuo (agua residual) en un recipiente cerrado para medir la concentración de oxígeno disuelto en la prueba inicial al cabo de 5 días, la diferencia de oxígeno disuelto dividida por el volumen de desperdicio (P).

$$DBO_{final} = \frac{OD_{final} - OD_{final}}{p}$$

2.1.2.4 DBO_5

La bacteria aeróbica a los 5 días está desarrollándose no tiene toda la capacidad de degradar la materia orgánica hay que esperar 5 días para que la bacteria se aclimate y pueda ejercer la función de alimentación toda la materia orgánica, pero si yo quiero un valor más real se tiene que esperar a los 15 o 20 días que es la última. El DBO_5 es igual al 75% del DBO ultimo o ejemplo si se obtiene un DBO_5 un valor de 100 al esperar del DBO ultimo 100/0.75 este sería la DBO ultima a el máximo alcance y es a los 20 días.

2.1.2.5 Factores que afectan el Ensayo de DBO_5

Puesto que este procedimiento es un bioensayo, es de suma importancia que las condiciones ambientales sean apropiadas para que la actividad de los organismos vivos permanezca sin obstáculos

- No debe haber sustancias toxicas
- Debe haber disponibilidad de nutrientes
- Buena población de microorganismos
- Oxígeno suficiente

2.1.3 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

2.1.3.1 Tratamiento Preliminar

Está destinado a la preparación o acondicionamiento de las aguas residuales con el objetivo específico de proteger las instalaciones, el funcionamiento de las obras de depuración y eliminar o reducir significativamente las condiciones indeseables relacionadas principalmente con el aspecto estético de las plantas de tratamiento de las unidades preliminar se muestran en la siguiente tabla. (Franco, 2002).

Tabla 7. *Objetivo de los Procesos de Pretratamiento*

PROCESO	OBJETIVO
Rejas o tamices	Eliminación de sólidos gruesos
Trituradoras	Desmenuzamiento de sólidos
Desarenadores	Eliminación de arenas y gravilla
Desengrasadores	Eliminación de aceites y grasas
Pre - aireación	Control de olor y mejoramiento del comportamiento

Fuente: (Franco, 2002).

Se utilizan con el fin de preparar las aguas residuales para el inicio del tratamiento, con el fin de lograr la eliminación de materiales flotantes, arenas para proteger los equipos que constituyen parte del sistema de tratamiento de aguas residuales, y a su vez mejorar el aspecto estético de las aguas. En otras palabras, en el pretratamiento consiste en eliminar los materiales sólidos de mayor tamaño que llegan a la planta de tratamiento de aguas residuales. Los aceites y grasas que pasan por este proceso también son eliminados con el fin de evitar que el tratamiento biológico se ralentice, su rendimiento disminuya, así como la calidad del efluente.

Separación de Grandes Sólidos

Este proceso se realiza siempre que las aguas a tratar puedan inhibir sólidos de gran tamaño, para lo cual se hace uso de este sistema que consiste en un pozo situado a la entrada del colector que permitirá concentrar los sólidos gruesos y finos, las arenas decantadas en una zona especifican donde se puedan extraer de forma eficiente.

Tabla 8. Rejas de Separación de Sólidos

<i>Tipos de Rejas</i>	<i>Características de las Rejas</i>
<i>Rejas Gruesas</i>	Eliminan los residuos de gran tamaño
<i>Rejas Finas</i>	Impiden el paso de solidos de menor tamaño
<i>Cribas</i>	Rejillas de 8 x 8

Elaborado : (Suanny Toral 2022)

2.1.3.2 Tratamiento Primario

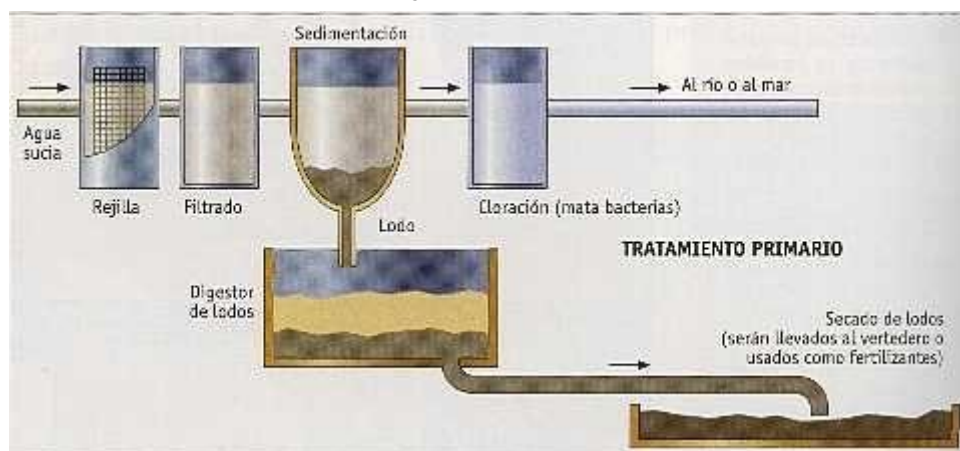
Este método tiene como meta la remoción por medios físicos o mecánicos de una parte sustancial del material sedimentable o flotante.

Este es capaz de remover no solamente la materia que incomoda, sino también una parte importante de la carga orgánica y que puede representar entre el 25% y el 40% del DBO y un valor de 50% al 60% de los sólidos suspendidos (SST)

Entre los tratamientos primarios podemos mencionar:

- Sedimentación primaria
- Flotación
- Precipitación química
- Filtros gruesos
- Oxidación Química
- Coagulación, floculación, sedimentación y filtración.

Figura 9. Tratamiento Primario



Fuente: (AVILÉS, 2022)

- **Sedimentación**

Es un proceso físico de separación por gravedad que hace que una partícula mas densa tenga un recorrido descendente, colocándose en el fondo del sedimentador. Esta en función de la densidad del líquido. Del tamaño, del peso específico y de la morfología de las partículas.

Esta operación será más efectiva cuanto mayor sea el tamaño y la densidad de las partículas a separar del agua, por lo tanto, cuanto más sea su velocidad de sedimentación, siendo el primero de los parámetros de diseño para estos equipos. Este proceso también es conocido como decantación.

El objetivo fundamental de la decantación primaria es doble:

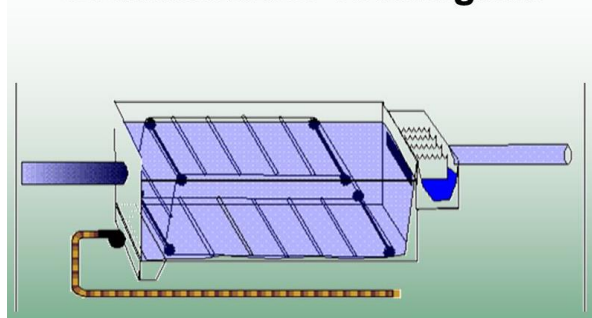
Permite excluir los sólidos en suspensión presentes en las aguas residuales (AA-SS) y materia orgánica y, por otro lado, los procesos de oxidación biológica posteriores a la intrusión de lodos a alta densidad.

La forma del equipo donde tiene lugar la sedimentación es de acuerdo a las características de las partículas a sedimentar.

- **Sedimentadores Rectangulares:** en este tipo de sedimentador la velocidad de desplazamiento Horizontal del agua es contante, es decir, usualmente se utilizan para separar partículas densas y grandes. Por último, estos equipos son de poco profundos.

Figura 10. Sedimentador Rectangular

Sedimentador rectangular



Fuente: (Lin, 2007)

- **Sedimentadores Circulares:** en este tipo de sedimentador el flujo de agua suele ser radial desde el centro al exterior.

Figura 11. *Sedimentador Circular*



Fuente: (AGUAS), 2021)

- **Sedimentadores Lamelares:** Han surgido como una alternativa a los sedimentadores rectangulares, al conseguirse una mayoría área de sedimentación en el mismo espacio. Este equipo consiste en tanques de poca profundidad que comprende paquetes de placas (lamelas) o tubos inclinados respecto a la base, y por cuyo interior se hace fluir el agua de manera ascendente. En su superficie inferior se van almacenando las partículas, y a su vez se desplazan de forma descendente y recogiendo en el fondo del sedimentador. Las partículas acumuladas en el fondo de los equipos (cuyo nombre alterno es fango) se arrastran mediante rasquetas a partir del fondo donde se "empujan" hacia la salida.

Figura 12. *Sedimentador Lamelares*



Elaborado : Suanny Toral PTAR Compostela (2022)

- **Flotación**

La flotación se utiliza para separar emulsiones y las partículas sólidas presentes en una fase líquida, mediante burbujas diminutas de un gas, generalmente aire. La separación no

depende tanto del tamaño y densidad relativa de las partículas como de aquellas propiedades superficiales que permiten la adherencia de las burbujas a la estructura de las partículas.

En los procesos de flotación, el agua efluente o recirculada es presurizada a presiones de dos a cuatro atmósferas (atm), en presencia de aire y luego despresurizada a presión atmosférica en el tanque o unidad de flotación. La separación efectiva de los líquidos y sólidos del residuo, así como la concentración de sólidos separados, depende de la generación suficiente de burbujas de aire por unidad de sólidos, lo cual se expresa por la relación aire a sólidos (A/S), como kg de aire liberado por kg de sólidos. El tanque de flotación se diseña con base en la carga hidráulica superficial o en la carga superficial de sólidos. (ROJAS J. A., 2000).

- **Flotación por Aire Disuelto (FAD)**

La flotación por aire disuelto (FAD) se consigue introduciendo agua residual en un tanque de retención cerrado, al cual se le agrega aire para su presurización; posteriormente se permite salir a presión atmosférica y liberar el gas en exceso del de saturación. De esta manera se reduce la densidad de los materiales en su suspensión, principalmente materiales grasos, por el contacto con pequeñísimas gotas de aire.

Los sistemas de flotación por aire inducido, o sistemas de flotación por aire a presión atmosférica, operan con el mismo principio. El gas es autoinducido, directamente dentro de la fase líquida, por medio de un rotor-dispersor o mediante difusores. La formación de burbujas en un tanque de aireación puede no ser suficiente efectiva para hacer flotar toda la grasa y todos los sólidos del agua residual, aunque algunas veces se obtienen buenos rendimientos.

En procesos de tratamiento de aguas residuales, la flotación se puede incorporar a los esquemas de tratamiento de las siguientes maneras:

- ❖ Como unidad de pretratamiento antes de la unidad de sedimentación primaria.
- ❖ Como unidad de tratamiento primario
- ❖ Como unidad de pretratamiento de aguas residuales (AA-SS) industriales, antes de la descarga al alcantarillado sanitario municipal.
- ❖ Como unidad de tratamiento de efluentes de lagunas de estabilización para remoción de algas.
- ❖ Como unidad específica de flotación, para remover material suspendido no removido en otros procesos.

- ❖ Para flotación de algas coaguladas.
- ❖ Para espesamiento de lodos.
- ❖ Para flotación de floc liviano. (ROJAS J. A., 2000)

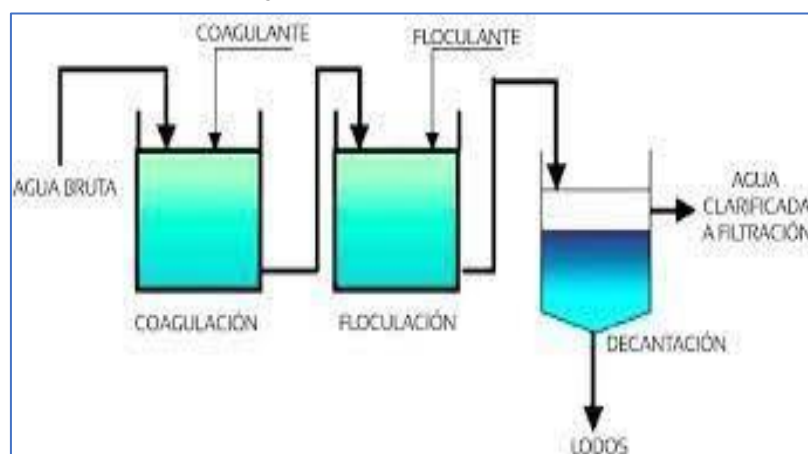
- **Flotación por Aire Inducido**

Es similar al sistema anterior con respecto a su operación, pero por otro lado la generación de burbujas se realiza a través de difusores de aire, que normalmente están colocados en la parte inferior del equipo de flotación, o más bien están inducidas por rotores o agitadores. La diferencia para este caso es el tamaño de las burbujas inducidas es mayor que en el caso antes mencionado.

- **Coagulación y Floculación**

El proceso de coagulación-floculación se basa en añadir al agua residual determinados aditivos químicos con el objetivo de favorecer la sedimentación de materia coloidal no sedimentable de materia coloidal no sedimentable o aumentar la rapidez de sedimentación por la forma de flocúlos (Bermudez, 2009). A su vez se forma las suspensiones coloidales si hay presencia de partículas de tamaño reducido, de gran estabilidad debido a las interacciones eléctricas entre las mismas, con una lenta velocidad de sedimentación. Estas suspensiones coloidales suelen siempre ser estables. Sin embargo, tiene una velocidad de sedimentación extremadamente lenta, por lo que haría inviable un tratamiento mecánico clásico.

Figura 13. *Proceso de Coagulación- Floculación*



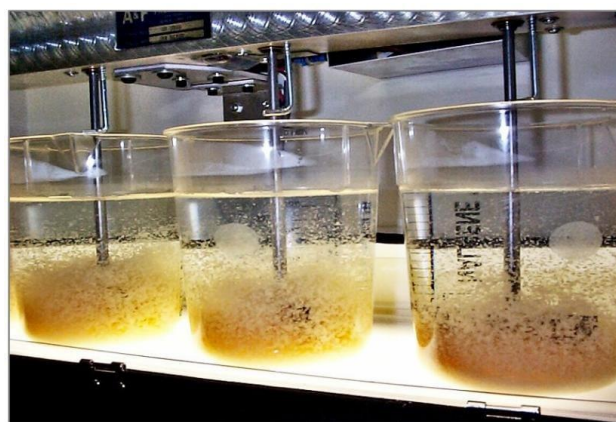
Fuente: Gestión de agua y Saneamiento Sostenible (2020)

Así, para mejorar su anulación, se agregan reactivos químicos que desestabilizan la suspensión coloidal (coagulación) y a su vez favorecen la floculación para obtener partículas fácilmente sedimentables. Los coagulantes suelen ser productos químicos que en solución aportan carga eléctrica contraria a la del coloide.

Una manera de perfeccionar la eficacia de todos los sistemas para remover la materia en suspensión es la adición de ciertos reactivos químicos que, en primera instancia desestabilizan la suspensión coloidal (coagulación) y por lo tanto favorecen la floculación de las mismas para obtener partículas fácilmente sedimentables. Podemos decir que los coagulantes son productos que aportan carga eléctrica contraria al colide. Normalmente se utilizan sales con cationes de alta relación carga/masa (Fe^{3+} , Al^{3+}) más los polielectrolitos orgánicos, cuyo objetivo principalmente también debe ser favorecer la floculación.

- **Sales de Fe^{3+} :** Suelen ser Cl_3Fe (cloruro de hierro) o $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (sulfato de hierro), con eficacia semejante. Se pueden utilizar tanto en estado sólido como en disoluciones. Cabe destacar, que la utilización de una u otra está en función del anión, si no se desea la presencia de cloruros o sulfatos.
- **Sales de Al^{3+} :** Suele ser $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ o policloruro de aluminio. En primer lugar, es más manejable en disolución, mientras que por otro lado el segundo presenta la ventaja de mayor porcentaje en peso de aluminio por kg dosificado.
- **Polielectrolitos:** Los polielectrolitos tienen la posibilidad de ser: polímeros naturales o sintéticos, no iónicos (poliacrilamidas) aniónicos (ácidos poliacrílicos) o catiónicos (polivinilaminas).

Figura 14. Coagulación y Floculación (Test de Jarras)

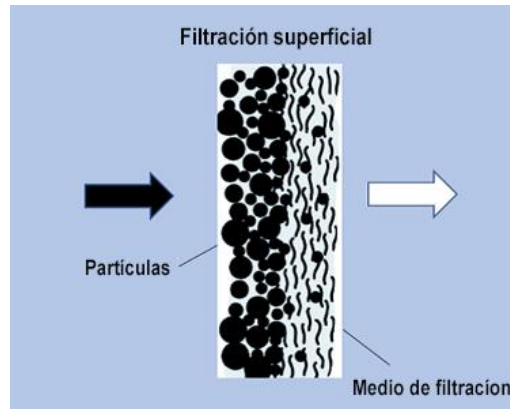


Fuente: Dr. Agua/ Flowen (2022)

- **FILTRACIÓN**

La filtración es una operación en la que se traspasa el agua a través de un medio poroso, con el propósito principal de retener la mayor cantidad posible de materia en suspensión. El medio poroso tradicionalmente utilizado es un lecho de arena, de altura variable (VALADES, 2018)

Figura 15. *Filtración Superficial*



Fuente: (Aqua free 2019)

2.1.3.3 Tratamiento Secundario

La reducción de los compuestos orgánicos presente en el agua residual (AA-SS), ya que el agua estaba previamente mediante el tratamiento primario, se realiza exclusivamente por procesos biológicos, ya que este método reduce o convierte la materia orgánica finamente dividida y/o disuelta, en sólidos sedimentales floculantes que puedan ser separados por sedimentación en tanques de decantación. Los procesos biológicos más utilizados son los lodos activados y filtro percoladores.

Son muchas las reformaciones de estos procesos que se utilizan para hacer frente a las exigencias específicas de cada tratamiento. dentro de este grupo se incluyen a las lagunas de estabilización y airadas, así como el tratamiento biológico empleado oxígeno puro y el tratamiento anaeróbico. En pocas palabras podemos decir que este tratamiento puede remover de la DBO entre el 85% al 90% (ANTÓN, 2022) y este compuesto por los procesos biológicos:

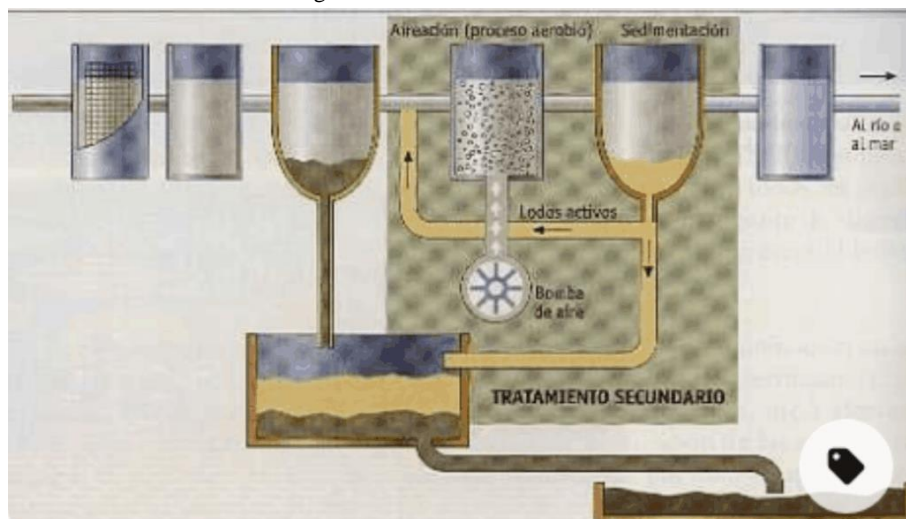
- **Filtración Biológica**, se realiza de dos maneras:
 - o **Baja capacidad:** utiliza filtros comunes/clásicas
 - o **Alta capacidad:** Se utilizan biofiltros, Aero-filtros y accelo-filtros.
- **Lodos Activados** pueden ser métodos:
 1. Convencional
 2. Alta capacidad

- 3. Contacto estabilización
- 4. Aireación prolongada
- Lagunas principalmente utilizando:
 - **Estabilización aerobia**, facultativa o maduración.
 - **Estabilización aerada**, mezcla completa, aerada facultativa, Facultativa con aireación mecánica, difusión de aire.

Por otra parte, se utilizan otros procesos como:

- **Anaeróbicos** por contacto, con filtro anaerobio o con reductor anaeróbico de flujo ascendente
- **Oxígeno puro**, Unox / linde.
- **Discos Rotatorios**

Figura 16. Tratamiento Secundario



Fuente: (AVILÉS, 2022)

2.1.3.4 Tratamiento Avanzado o Terciario

Este tratamiento tiene como objetivo perfeccionar los procesos o método anteriores mencionados para lograr efluentes más puros, con menor carga contaminante y que pueda ser utilizado para diferentes usos como recarga de acuíferos (formación geológica por rocas capaz de almacenar y ceder agua), recreación, agua industrial, etc. (ROJAS, 2002). Los compuestos comúnmente eliminados son:

- a) Fosfatos y nitratos
- b) Huevos y quistes de parásitos
- c) Sustancias tensoactivas

- d) Algas
- e) Bacterias y virus (desinfección)
- f) Radionucleidos
- g) Solidos totales y disueltos
- h) Temperatura

En función a la calidad del efluente obtenido, del destino final del mismo y a su vez de la legislación vinculada en cada caso, se aplica un tratamiento terciario al mismo con el fin de eliminar la carga orgánica residual y aquellas otras sustancias contaminantes que no han sido eliminadas en los tratamientos secundarios

Estos procesos están conformados por procesos físicos, químicos y biológicos los procesos más comunes.

Tabla 9. *Procesos de Tratamiento Avanzado y Eficiencia Remocional*

PROCESO	EFICIENCIA REMOCIONAL							
	SS	DBO	DQO	NH3	Norg	NO3	PO4	STD
Arrastre de Amoniaco				85-98				
Filtracion								
Multiple	80-90	50-70	40-60		20-40			
Diatomea	95-99							
Microfiltro	50-80	40-70	30-60		20-40			
Destilacion	99	98-99	95-98		0-98	9	9	95-99
Flotacion	60-80				0-30			
Congelacion	95-98	95-99	90-99		0-99	9	9	5-99
Separación fase Gas				50-70				
Aplicación en Suelo	95-98	90-98	80-90	60-80	0-95	-15	0-90	
Ósmosis Inversa	95-98	95-99	95-99	95-99	5-99	5-99	5-99	5-99
Porción		50	40				9	0
Carbón Activado	80-90	70-90	60-75		0-90			
Precipitación Química	60-80	75-90	60-70	5-15	0-50		0-95	0
Precip. Química en Lodo Activado	80-95	90-95	85-90	30-40	0-40	0-40	0-40	0

Intercambio Iónico	40-60	30-50	5-98	0-90	0-90	5-98
Electroquímico	80-90	50-60	40-50	0-85	0-85	0-85
Electrodialisis			0-50			
Oxidación Química	80-90	65-70	0-80			
Reducción					O3-NH3	
Asimilación Bacteriana	0-5	5-90	0-80	0-40	0-40	0-40
Desnitrificación						0-20
Lagunas Nitrificación-Desnitrificación						0-95
		0-75	0-60	0-90	0-90	0-90
						60-95

Fuente: (ROJAS, 2002)

2.1.3.5 Área de Desinfección

Se utiliza principalmente para reducir el contenido de bacterias, virus y quistes amebianos en las aguas residuales tratadas, antes a su disposición final. La desinfección es la destrucción selectiva de los organismos causantes de enfermedades.

La desinfección se suele realizar mediante agentes químicos, físicos, mecánicos y radiactivos. De ellos lo más utilizado es la desinfección química con cloro.

FIGURA 17. Área de Desinfección PTAR Entre Ríos



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

Figura 18. Área de Desinfección Lámparas Ultravioletas PTAR Rey Eduardo



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

2.1.3.6 Eficiencia de los Procesos de Tratamiento

En la siguiente tabla indican las eficiencias remocionales de los principales procesos de tratamiento de aguas residuales. se resumen las opciones de tratamiento de aguas residuales categorizadas como preliminar, primario, secundario y avanzado, complementadas con los aspectos de eliminación de aguas residuales.

Tabla 10. Eficiencia de los Procesos de Tratamiento de AA-SS

PROCESO	DBO	DQO	SÓLIDOS SUSPENDIDOS
Tratamiento Preliminar			
Cribado Fino	5-10	5-10	2-20
Cloración crudo o Sedimentado	15-30	--	--
Tratamiento Primario			
Sedimentación simple	25-40	20-35	40-70
Sedimentación Química	50-85	40-70	70-90
Tratamiento Secundario			
Filtro Percoladores	50-95	50-80	50-92
Lodos Activados	55-95	50-80	55-95
Lagunas			
Primario	75-85	60-70	85-95
Secundarias	90-95	60-70	85-95

Terciaria	85-95	60-70	85-95
Tratamiento Avanzado			
Cloración Aguas Tratadas	--	--	--

Fuente: (Franco, 2002)

2.1.4 Proceso Anaerobio

El proceso anaerobio o fermentación lo definió Pasteur como la vida sin aire. Entonces podemos indicar que es la descomposición u oxidación de compuestos orgánicos, en ausencia de oxígeno libre, para así obtener la energía que se necesita para el crecimiento y mantenimiento de los organismos anaerobios. Los cultivos de microbios son los agentes activos para la remoción de los contaminantes del agua en procesos biológicos de tratamiento.

Los usos principales del tratamiento biológico anaerobio son el de remoción de materia orgánica de las aguas residuales y el de oxidación y estabilización de lodos orgánicos o biosólidos producidos en el tratamiento biológico. (ROJAS J. A., 2000)

Los procesos de tratamiento anaerobio tienen aplicación en aguas residuales (AA-SS) de concentración alta, con DBO mayor de 1.000 mg/L, donde los compuestos orgánicos y el CO₂ se usan como aceptadores finales de electrones, para las bacterias metanogénicas produzcan metano, el cual tiene un valor calórico de aproximadamente 36.500 Kj/m³ (ROJAS J. A., 2000)

Muchos procesos anaerobios no requieren sedimentación primaria, pero es recomendable remover previamente arena y el material inerte para evitar su aglomeración en el lodo, lo cual empieza la biomasa

Tabla 11. *Procesos Anaerobios de Tratamiento de Aguas Residuales y Biodiscos*

TIPO	NOMBRE COMUN	USO
Crecimiento Suspendido	Digestión anaerobia: tasa estándar, tasa alta, una y dos etapas. Proceso anaerobia de contractor	Estabilización, remoción de DBOC, remoción de SSV. Remoción de DBOC
Hibrido	Lagunas Aireadas	Remoción de DBOC, remoción de SS
	Tanque séptico	Tratamiento primario, remoción de grasas, remoción de DBOC, remoción de Sólidos suspendidos.
	Proceso de flujo ascensional y manto de lodos anaerobio, PAMLA, RAFA O UASB	Remoción de DBOC, remoción de SS

	Tanque Imhoff	Remoción de grasas, remoción de DBOC, remoción de SS y digestión anaerobia de dichos solidos
Crecimiento Adherido	Filtro Anaerobio	Remoción de DBOC, estabilización
	Procesos de lecho Fluidizado	Remoción de DBOC
	Procesos de lecho expandido	Remoción de DBOC

Fuente: (ROJAS J. A., 2000)

Hoy en día, el proceso anaerobio se acepta para operación a temperaturas mayor a 10°C, pero preferiblemente a temperaturas mayores de 20°C y con un aumento del tiempo de retención por un factor de dos para cada disminución de 10°C en la temperatura de operación. Podemos decir que si tenemos un reactor operando a 35°C con un residuo degradable anaerobiamente puede producir 1 m³ de CH₄/m³ (Metano-CH₄) de reactor. La necesidad de agregar alcalinidad es, a menudo, el costo de operación más alto del sistema anaerobio.

Para las aguas residuales (AA-SS) con contenido de sólidos predominante solubles, se considera aceptable suponer una eficiencia de tratamiento.

Tabla 12. Rendimiento típico de los Procesos Anaerobios

PARAMETRO	VALOR
REMOCIÓN DE DBO, %	80-90
REMOCIÓN DE DQO. Mg/L	1,5 X DBO REMOVIDA
PRODUCCIÓN DE BIOGAS	0,5M3/Kg DE DQO REMOVIDA
PRODUCCIÓN DE METANO	0,35 M3/Kg DE DQO REMOVIDA
PRODUCCIÓN DE LODO	0,05-0,10 KgSSV/kg DQO REMOVIDA

Fuente: (ROJAS J. A., 2000)

2.1.4.1 TANQUE IMHOFF

Es un sistema de tratamiento anaerobio de dos niveles. el tanque posee un compartimiento inferior para la digestión de los sólidos sedimentados y de una cámara superior de sedimentación.

Los dolidos sedimentados pasan por medio de la abertura del compartimiento superior hacia la zona de digestión., la espuma que se genera se acumula en la zona de sedimentación y en las zonas de ventilación adyacentes a las cámaras de sedimentación. El gas producido se escapa a través de la zona de ventilación.

El tanque Imhoff se diseña de acuerdo a los siguientes estándares:

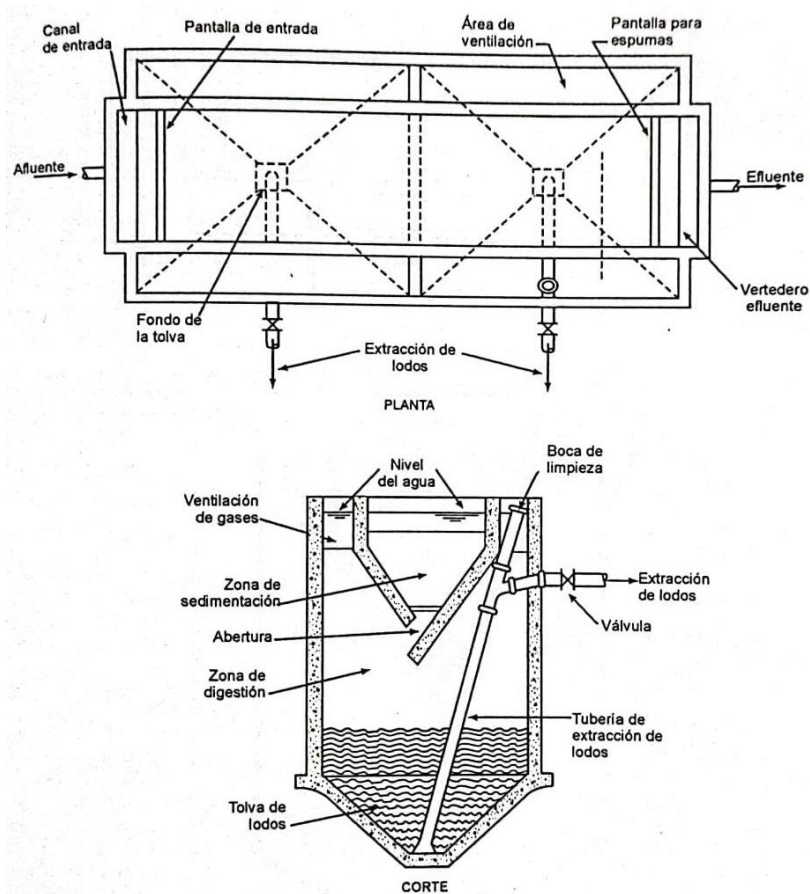
- Carga superficial: 24-50 m/d
- Tiempo de retención: 1 a 4 horas.
- Tasa de rebose del vertedero efluente de: 2 - 7 L/s m
- Pendiente del fondo de la cámara: 1,2/2,0 (V/H)
- Tamaño de la abertura: ≥ 15 cm

El tanque, puede varias cámaras de sedimentación sobre una cámara de digestión. La remoción de sólidos suspendidos puede ser de 45 a 70%, y la reducción de DBO de 25 a 50%. (ROJAS J. A., 2000)

Entre las ventajas de este tanque tenemos:

- ✚ Simple de operar
- ✚ No requiere de personal técnico especializado
- ✚ Su operación consiste en remover diariamente la espuma y en descárgala sobre la zona de ventilación, así como en extraer los lodos hacia el lecho de secado.

FIGURA 19. Esquema De Tanque Imhoff



FUENTE: (ROJAS J. A., 2000)

2.1.4.2 TANQUE SÉPTICO

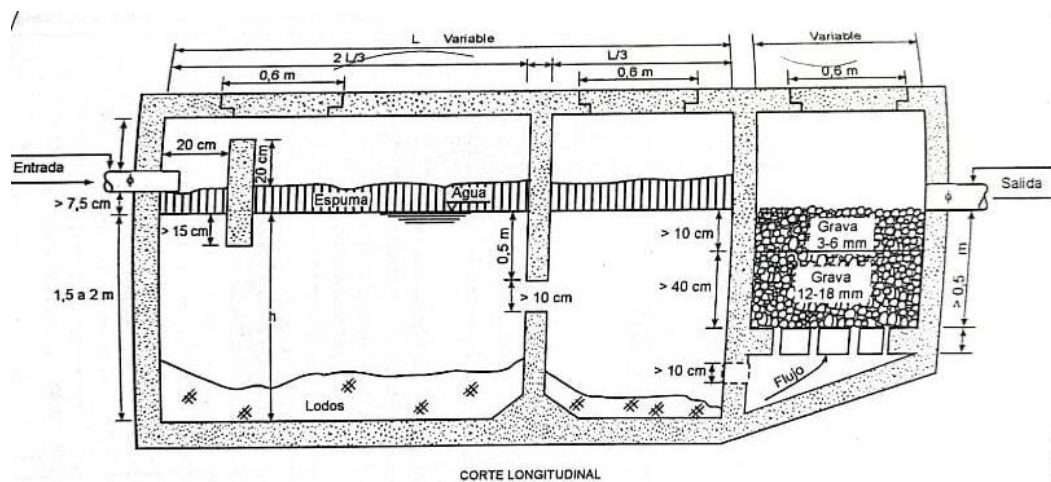
Se caracteriza porque en él la sedimentación y la digestión ocurren dentro del mismo tanque, con esto se evitan los problemas de complejidad de construcción y excavación profunda del tanque Imhoff.

El tanque séptico consiste esencialmente en o en varios compartimientos, en serie, de sedimentación de los sólidos.

Este presenta una remoción de DBO entre 30 al 50%, de grasas y aceites un 70 u 80 %, fosforo un 15% y de un 50 a 70% para aguas residuales domesticas típicas.

El tanque debe ser completamente hermético, de material no corrosivo, el tanque debe acceso adecuado para mantenimiento y limpieza, y las unidades de entrada y salida deben ser accesibles se recomiendan que las bocas de inspección sean mayores a 50 cm. (ROJAS J. A., 2000)

FIGURA 20. TANQUE SEPTICO – FILTRO ANAEROBIO



FUENTE: (ROJAS J. A., 2000)

2.1.4.3 PROCESO ANAEROBIO DE DOS FASES

Varios estudios de tratamiento anaerobio han recomendado separar la hidrólisis y formación de ácidos grasos de la fermentación metanogénica con el objeto de mejorar la eficiencia del proceso de tratamiento. Para esto se diseñan reactores separados para la acidogénesis y la metanogénesis, con el propósito de optimizar las dos fases naturales del metabolismo anaerobio.

Para primera fase de formación de ácidos se han utilizados reactores UASB y lechos fluidizados, y para la segunda fase de formación de metano se pueden usar cualquier tipo de reactor.

El reactor de primera fase se busca mantener un pH óptimo para la actividad de las bacterias formadoras de ácido, alrededor de 5.6.

Para el reactor de segunda fase se requiere el predominio de las bacterias del metano y se debe mantener un pH alrededor de 7.0 (ROJAS J. A., 2000)

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Aguas Servidas

Las aguas residuales, también llamadas aguas servidas, son cualquier tipo de agua cuyadisposición se haya visto afectada de manera negativa después del uso doméstico o industrial. De tal forma se incluyen otros residuos eliminados, que por razones de sanidad no pueden verterse directamente a los afluentes o cuerpos de agua dulce o marina sin el debido tratamiento. ``Las aguas servidas contienen sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos, los inorgánicos como la arcilla, sedimentos principalmente formados por nitrógeno, fosforo, cloruros carbonatos, sulfatos y otros residuos`` (Sandoval, 2019). El correcto tratamiento de las aguas servidas elimina lo patógenos y evita que lleguen a los cuerpos de agua dulce o a otras fuentes de abastecimiento. En la actualidad los diferentes tipos de procesos de tratamientode estas aguas no significan un gran gasto, pues en la evolución de estos sistemas los procesos han sido así como el control de los sistemas, y en partículas se puede recuperar.

2.1.2 Componentes de las Aguas Servidas

- **Físicos:** Entre los componentes físicos esta: el olor, color, sólidos y temperatura.
- **Químicos:** Los componentes químicos orgánicos de las aguas residuales esta: carbohidratos, aceites, compuestos orgánicos volátiles, etc. En los inorgánicos se tiene: cloruros, metales pesados, PH, contaminantes prioritarios, etc.
- **Biológicos:** Los componentes biológicos de las aguas residuales se tiene a los animales y plantas. (Rodriguez, 2021)

2.1.3 Contaminantes Importantes de las Aguas Residuales

- **Sólidos en Suspensión:** Los sólidos en suspensión pueden dar paso al desarrollo de depósito de fango y de condiciones anaeróbicas cuando se vierte agua residual sin tratar al entorno acuático.
- **Materia Orgánica:** Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos, grasas, animales, la materia orgánica biodegradable se mide en la mayoría de las ocasiones, en función de la DBO (demanda bioquímica de oxígeno). Si se descargan al entorno sin tratar su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas.
- **Patógenos:** Pueden transmitirse enfermedades contagiosas por medio de los organismos patógenos presentes en el agua residual.
- **Nutrientes:** Tanto el nitrógeno como el fósforo, junto con el carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando se vierten al entorno acuático, estos nutrientes pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada. Cuando se vierten al terreno en cantidades excesivas, también pueden provocar la contaminación del agua subterránea.
- **Contaminantes Prioritarios:** Son compuestos orgánicos o inorgánicos determinados en base a su carcinogenicidad mutagenicidad, o toxicidad aguda conocida o sospechosa. Muchos de estos compuestos se hallan presentes en el agua residual.
- **Materia Orgánica:** Esta materia orgánica tiende a resistir los métodos convencionales de tratamiento. Ejemplos típicos son los agentes tensoactivos, los fenoles y los pesticidas agrícolas.
- **Metales Pesados:** Los metales pesados son frecuentemente, añadidos al agua residual en el curso de ciertas actividades comerciales e industriales, y puede ser necesario eliminarlos si se pretende reutilizar el agua residual.
- **Sólidos Inorgánicos Disueltos:** Los constituyentes inorgánicos tales como el calcio, sodio y los sulfatos se añaden al agua de suministro como consecuencia del uso del agua, y es posible que se deban eliminar si se va a reutilizar el agua residual. (S.F., Cidta, 2021)

2.1.4 Tipos de Aguas Residuales (AA-SS)

- **Aguas Residuales Domésticas**

Son aquellas aguas provenientes de las viviendas producidas por el metabolismo humano y de las actividades domésticas. La contaminación principal de estas aguas es por la materia orgánica, tanto en suspensión como disolución, y por las cantidades de nitrógeno, fósforo y sales minerales.

- **Aguas Residuales Industriales**

Son aquellas aguas que proviene de las aguas vertidas desde locales para efectuar cualquier actividad comercial o industrial. Debido a la gran cantidad de efluentes que contienen estas aguas, por ende, tiene un mayor grado de contaminación que las aguas residuales urbanas.

- **Aguas Residuales Urbanas**

Son aquellas aguas que tiene aguas residuales domésticas e industriales, además incluyen las aguas de corriente pluvial. (Zarza, 2017).

2.1.5 Impacto Ambiental de las Aguas Servidas

En los últimos periodos el mundo ha venido mostrando inquietud y está tratando de solucionar los inconvenientes relaciones con la disposición de los efluentes líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial de las aguas de abastecimiento. A partir de ello la primera prioridad que demanda una comunidad es el suministro del agua, con calidad adecuada y cantidad suficiente y adecuada eliminación de las aguas ya utilizadas.

La falta de PTAR (plantas de tratamientos) para las aguas residuales en las ciudades y en las industrias, hoteles y explotaciones mineras, agrícolas y ganaderas, ocasionan grandes desechos de aguas contaminadas que hacen mucho daño al medio ambiente. la mayoría de esas aguas es descargada a los ríos, lagos, mares, en los suelos a cielo abierto o en el subsuelo, a través de los llamados pozos sépticos y relleno sanitario. (Rogríguez, 2017)

La primera prioridad que demanda una comunidad es el suministro del agua con calidad adecuada y cantidad suficiente. Ya logrado este objetivo, surge otro no menos

importante que consiste en la adecuada anulación de las aguas ya utilizadas que se convierten en potenciales vehículos de muchas enfermedades y trastornos del medio ambiente.

2.1.6 Bacterias en las Aguas Residuales

“La presencia de organismos patógenos, provenientes en su mayoría del tracto intestinal, hace que estas aguas sean consideradas como extremadamente peligrosas, sobre todo al ser descargadas en la superficie de la tierra, subsuelo en cuerpos de agua ” (Ríos-Tobón, 2017). De tal manera si contamos con la presencia de bacterias del grupo entérico que producen enfermedades de origen hídrico como: fiebre, tifoidea, paratifoidea, disentería, colera, entre otras. Entre las principales enfermedades causadas por virus presentes en el agua residuales están: poliomielitis, hepatitis infecciosa, entre otras, y la presencia de microorganismos producen enfermedades como disentería, entre otras, y la presencia de microorganismos producen enfermedades como disentería amebiana, filariasis, entre otras. También suelen ser metales pesados como el plomo y el mercurio que son sustancias toxicas. Debido a el cobre y el hierro que pueden alterar el olor, sabor y color del agua y el fosforo que disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua.

2.1.7 Efecto Mundial

El problema es que con el tiempo la contaminación de las aguas, se ha ido extendido sobre todo en los países desarrollados. Sin embargo, se manifiestan con mayor intensidad en los países industrializados y con una gran explotación intensa a la agricultura.

Más de 1000 millones de toneladas de aguas residuales (AA-SS) son vertidas anualmente al agua subterránea, a ríos lagos, lagunas y océanos del mundo entero y estos los contaminan con metales pesados, disolventes, aceites, grasas, detergentes, ácidos, sustancias radioactivas, fertilizantes, pesticidas entre otros. Esta contaminación química del medio ambiente se ha convertido en uno de los problemas globales más urgentes de la humanidad. (JERSON, 2020)

Aunque cabe recalcar que en estos sitios se han realizado importantes mejoras en el tratamiento de aguas residuales (AA-SS), debido a la capacidad de solucionar problemas que tiene el ser humano.

Al mismo tiempo somos capaces de cambiar completamente un hábitat o un sistema con el fin de satisfacer nuestras necesidades. También podemos darle la solución debida, y

esta es una labor que nos compete al mundo entero, pues hemos sido nosotros mismos lo que hemos provocado este impacto ambiental

2.1.8 Procesos de Oxidación Avanzada (POA)

Los procesos de Oxidación Avanzada, son tácticas de oxidación de la manera orgánica y materia emergente por medio de los radicales hidroxilos (OH) hasta convertirla en dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O) o al menos en compuestos menos nocivos. (Pinos, 2020)

2.1.9 Proceso de Ozonificación

El ozono se puede utilizar para la mineralización (eliminación de COT (carbono orgánico total)) de moléculas orgánicas, aunque en muchos casos implica el uso de altas dosis de ozono y el encarecimiento del proceso. (Monge, Silva, & Bengoa, Programa CYTED, 2018) En el tratamiento de aguas residuales el ozono se puede aplicar en las diferentes fases y o etapas del proceso.

2.1.10 Peróxido de Hidrógeno

El peróxido de hidrógeno (PH) es un poderoso compuesto oxidante y desinfectante ecológico, que al reaccionar se descompone en agua y oxígeno, sin producir ningún efecto nocivo en el medio ambiente.

2.2 Marco Legal

2.2.1 Ley de la Constitución del Ecuador

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. (ECUADOR, 2017)

Art.264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

- Ítem N. ° 4 Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art. 282.- El Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental (ECUADOR, 2017)

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias. (ECUADOR, 2017).

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios. El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua (ECUADOR, 2017)

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico (ECUADOR, 2017)

CAPITULO II

De La Prevención Control de la Contaminación De Las Aguas

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades. (Ecuatoriana S. I., 2014)

Art. 7.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en coordinación con los Ministerios de Salud y del Ambiente, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

Art. 8.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, fijarán el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargaren el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

Art. 9.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, también, están facultados para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley. (Ecuatoriana N. T., 2014)

SECCION II

OBJETIVOS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA

Art. 79.- Objetivos de prevención y conservación del agua.:

La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir los siguientes objetivos:

- C. Controlar y prevenir la acumulación en suelo y subsuelo de sustancias tóxicas, desechos, vertidos y otros elementos capaces de contaminar las aguas superficiales

- o subterráneas;
- D. Controlar las actividades que puedan causar la degradación del agua y de los ecosistemas acuáticos y terrestres con ella relacionados y cuando estén degradados disponer su restauración;
 - E. Prohibir, prevenir, controlar y sancionar la contaminación de las aguas mediante vertidos o depósito de desechos sólidos, líquidos y gaseosos; compuestos orgánicos, inorgánicos o cualquier otra sustancia tóxica que alteren la calidad del agua o afecten la salud humana, la fauna, flora y el equilibrio de la vida.

Artículo 80.- Vertidos: prohibiciones y control.

Se consideran como vertidos las descargas de aguas residuales que se realicen directa o indirectamente en el dominio hídrico público. Queda prohibido el vertido directo o indirecto de aguas o productos residuales, aguas servidas, sin tratamiento y lixiviados susceptibles de contaminar las aguas del dominio hídrico público.

La Autoridad Ambiental Nacional ejercerá el control de vertidos en coordinación con la Autoridad Única del Agua y los Gobiernos Autónomos Descentralizados acreditados en el sistema único de manejo ambiental. Es responsabilidad de los gobiernos autónomos municipales el tratamiento de las aguas servidas y desechos sólidos, para evitar la contaminación de las aguas de conformidad con la ley.

Artículo 81.- Autorización administrativa de vertidos.

La autorización para realizar descargas estará incluida en los permisos ambientales que se emitan para el efecto. Los parámetros de la calidad del agua por ser vertida y el procedimiento para el otorgamiento, suspensión y revisión de la autorización, serán regulados por la Autoridad Ambiental Nacional o acreditada, en coordinación con la Autoridad Única del Agua.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el ámbito de su competencia y dentro de su jurisdicción emitirán la autorización administrativa de descarga prevista en esta Ley con sujeción a las políticas públicas dictadas por la Autoridad Ambiental Nacional. (Barrezueta, 2015)

TABLA 13: LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust.solubles en hexano	mg/l	70
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsenico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr^{+6}	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO_5	mg/l	250,0

Demanda Bioquímica de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloro etileno	Dicloro etileno	mg/l	1,0
Fósforo total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos	TPH	mg/l	20,0
Totales dePetróleo			
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ní	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjedahl	Ní	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0-5
Potencial de hidrogeno	pH		20,0
Selenio	Se		220,0
Sólidos Sedimentables	SD	mg/l	1 600,0
Sólidos Suspendidos	SST	mg/l	400,0
Totales			
Sólidos totales	ST	mg/l	1,0
Sulfatos	SO^{-2}_4	mg/l	<40,0
Sulfuros	S	mg/l	2,0
Temperatura	°C		1,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	

Tricloroetileno Tricloroetileno mg/l

Fuente: *Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (2018)*

Tabla 14. *Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce*

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	Sust.solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	Ba	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	Ext. Carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	CL	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	N MP/10 0 ml	2000,0
Color real	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5

Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO_5	mg/l	100,0
Demanda Bioquímica 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
Hierro total	Fe	mg/l	10,0

Fuente: *Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (2018)*

Tabla 15. *Límites de descarga a un cuerpo de Agua Marina*

			Descargas en zonas rompientes	Descargas mediante emisarios submarinos
Aceites y grasas	Sust. Solubles en hexano	Mg/l	30	30
Arsénico total	As	Mg/l	0.5	0.5
Aluminio	Al	Mg/l	5	5
Cianuro total	CN-	Mg/l	0.2	0.2
Cinc	Zn	Mg/l	10.0	10.0
Cobre	Cu	Mg/l	1	1
Cobalto	Co	Mg/l	0.5	0.5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000	2000
Color	Color verdadero	Unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20	Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr^{+6}	Mg/l	0.5	0.5

Compuestos Fenólicos	fenol	Mg/l	0.2	0.2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	Mg/l	200	400
Demanda Química de Oxígeno	DQO	Mg/l	400	600
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	Mg/l	20	20
Material flotante	visibles		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	Mg/l	0.01	0.01
Nitrógeno total Kjeldahl	N	Mg/l	40	40
Potencial de hidrógeno	pH		6-9	6-9
Sólidos Suspendidos Totales	SST	Mg/l	250	250
Sulfuros	S	Mg/l	0.5	0.5
Compuestos orgánicos clorados	Órganos clorados totales	$\mu g/l$	50	50
Compuestos Organo Fosforado	Órganos fosforados totales	$\mu g/l$	100	100
Carbamatos	Especies Totales	Mg/l	0.25	0.25
Temperatura	°C		<35	<35

Tensoactivos	Sustancias	Mg/l	0.5	0.5
	Activas al azul			
	de metileno			

Fuente: Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (2018)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación actual se enfoca en la “Implementación POA por el método de ozonización/peróxido de hidrógeno para destrucción de materia emergente en AA-SS y área de desinfección.” corresponde a un proyecto científico experimental que se realizó en el Km 13 vía la Aurora – la T de Daule Cantón Daule, Urbanización NAPOLI.

Se realizaron varios ensayos con la ayuda del laboratorio INGEESTUDIOS, laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) con el fin de determinar el progreso del proyecto experimental mediante la implementación del proceso de oxidación avanzada por el método de ozonización/peróxido de hidrogeno.

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Enfoque Cuantitativo

En los últimos años se ha buscado nuevos y mejores diseño de tratamientos de aguas residuales que permita reducir la materia emergente en términos de DBO. Por ende, se considera un tratamiento utilizando el agua residual proveniente de la planta de tratamiento (PTAR) Fontana, vía a Samborondón. La planta piloto utilizada tiene un tratamiento primario, secundario y terciario, pero no cumple con las normas de calidad de agua. Este tipo de procesos es versátil y de menor costo para remoción de materia emergente.

3.2 Alcance de la investigación

3.2.1 Alcance Correlacional

En el alcance correlacional, con ella surge la necesidad de plantear una hipótesis en el cual prolongamos una relación entre las dos variables. Se aplica el nivel cuantitativo puesto que surge la aplicación de procesos estadísticos, ya que se busca extrapolar los resultados de la investigación para poder así beneficiar a los moradores de la Urbanización Fontana. Por ejemplo, en este proyecto se está implementado el Proceso de Oxidación Avanzada, pero este proceso solo se ha implementado en las Aguas Residuales Industriales, mas no en las Aguas Residuales Domésticas, poniendo en prácticas le implementación de este proceso para poder tener una correcta depuración del agua residual para así poder reutilizar esa agua en los sistemas

de riegos. Por lo tanto, debemos arrancar explorando este proceso para poder tener un acercamiento en la comprensión de sus características.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos:

Se procedió a realizar las siguientes técnicas:

3.3.1 Encuesta

Este modelo de técnica ayudó a recopilar información acerca de las diferentes opiniones sobre la salida del efluente de la PTAR Fontana, ya que este efluente es utilizado para el sistema de riego dentro de la urbanización.

3.3.2 Ensayos de Laboratorio

Por medio de esta técnica, se procederá a realizar el respectivo monitoreo a la calidad del efluente de salida por medio de equipos especiales, con el fin de cuantificar las emisiones de material particulado por medio de datos estadísticos y saber si están dentro de los parámetros establecidos por La Ley de Constitución del Ecuador.

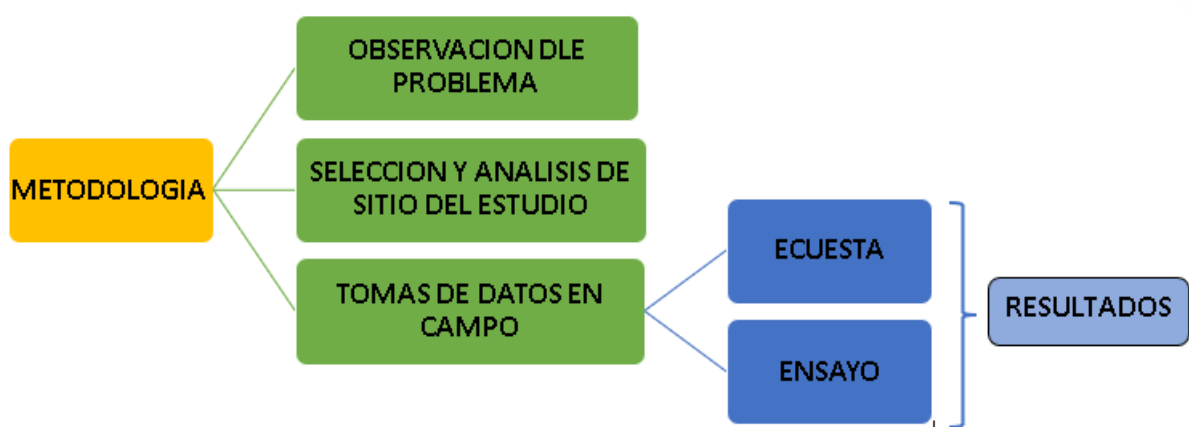
3.4 Población y muestra

La población está compuesta por todos los moradores de la Urbanización Fontana, que son las personas afectadas por la emanación de malos olores provenientes de la PTAR y también a cinco (5) ingenieros que pertenecen a AMAGUA CEM.

3.4.1 Esquema Metodológico

Se procede a implementar un esquema metodológico con el propósito de puntualizar y explicar los diferentes procesos que se llevaron a cabo dentro de este proyecto de investigación.

Tabla 16. Esquema metodológico del proyecto de investigación



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

3.4.1.1 Observación del Problema

En la primera etapa de la investigación se procedió a realizar un análisis visual de la problemática del proyecto, puntualizando los problemas presentes en el lugar.

Figura 21. PTAR de Urbanización Fontana



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

Figura 22. Efluente de salida PTAR Fontana



Elaborado : Toral, Suanny (2022)

3.4.1.2 Selección y análisis del sitio de estudio

En la segunda etapa de la investigación se procedió a realizar un análisis de toda la información recolectada en las memorias técnicas de la ciudadela y la de la PTAR para poder así dar una solución efectiva y rápida.

3.4.1.3 Toma de datos encampo (Encuesta)

En la tercera etapa de la realización del proyecto se procedió a ejecutar el plan de acción referente al área de influencia del proyecto. De la misma manera se procedió a realizar encuestas a los residentes de la Urbanización Fontana y a cinco ingenieros de AMAGUA CEM por medio físico, con el fin de cuantificar las afectaciones que causa el mal funcionamiento de la PTAR.

Figura 23. Encuesta

ULVR
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

ENCUESTA SOBRE EL EFLUENTE DE DESCARGA EN LA PTAR FONTANA

1. Usted cree que el efluente de la descarga es optima y cumple con las normas ambientales
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
2. Usted esta de acuerdo en reutilizar el agua de la descarga de la PTAR para el sistema de riego
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
3. Ha escuchado sobre la Oxidación Avanzada
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
4. Usted esta de acuerdo en implementar la oxidación avanzada en la PTAR Fontana
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
5. Usted cree que eliminando el 90% de sólidos suspendidos o materia emergente en la descarga del agua y poder así utilizarse en el sistema de riego
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
6. usted cree que aplicando este proceso se reducirá los malos olores provenientes de la PTAR.
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
7. Daria la autorización para la implementación de este proceso en la PTAR
 - SI
 - NO

Elaborado: Toral, Suanny (2022)

3.4.1.4 Toma de dos en campo (Ensayos)

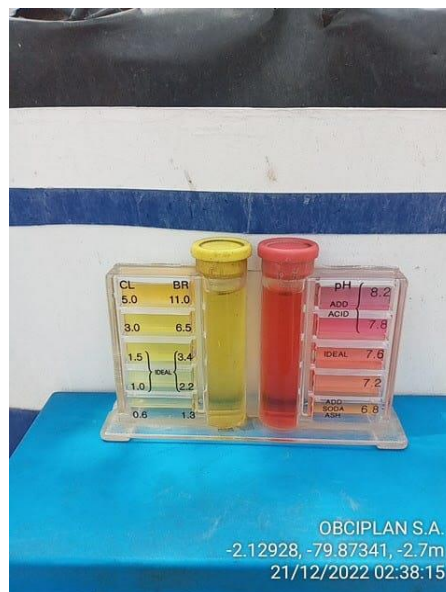
Para concretar la información procedente de las encuestas, se realizaron ensayos de laboratorio con el fin de analizar y comparar las veces que el DBO se disminuía para que cumpla con la normativa y esta agua poder ser así utilizada para el sistema de riego.

Figura 24. Toma de 3era muestra PTAR Fontana



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

Figura 25. Prueba de PH y Cloro PTAR Fontana



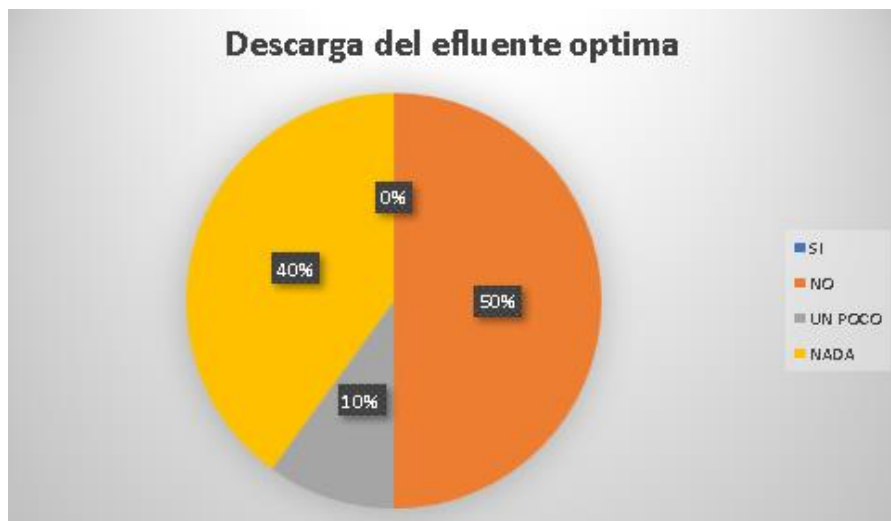
Elaborado: Toral, Suanny (2022)

3.5 Presentación y análisis de resultados

En el siguiente informe, se muestran los resultados recolectados en el laboratorio y en campo, sobre el implemento del ozono adjuntando encuestas para estimar los grados de contaminación que tiene el efluente de la PTAR.

El ensayo de laboratorio fue realizado por el laboratorio INGEESTUDIOS en los meses de diciembre, enero del año 2022 – 2023.

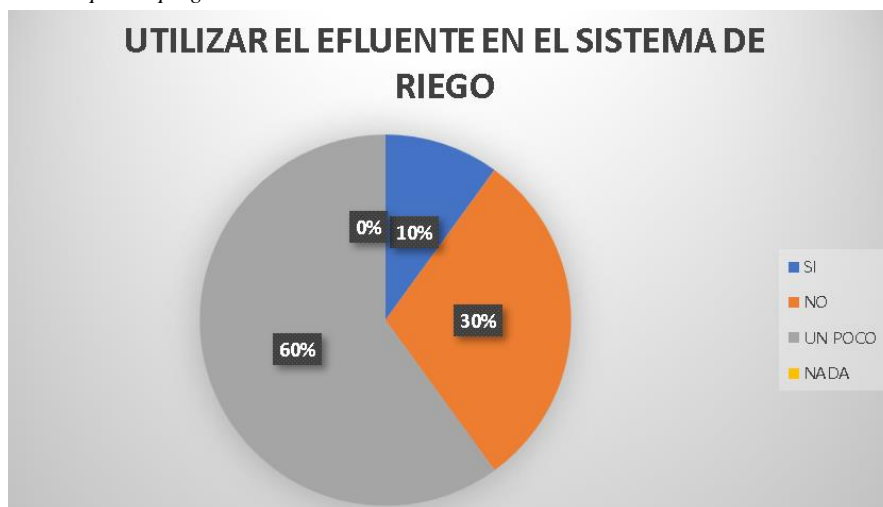
Gráfico 2. Respuesta pregunta 1



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

En la pregunta 1 se busca focalizar las opiniones de los moradores e ingenieros opinan sobre la calidad de efluente de la PTAR.

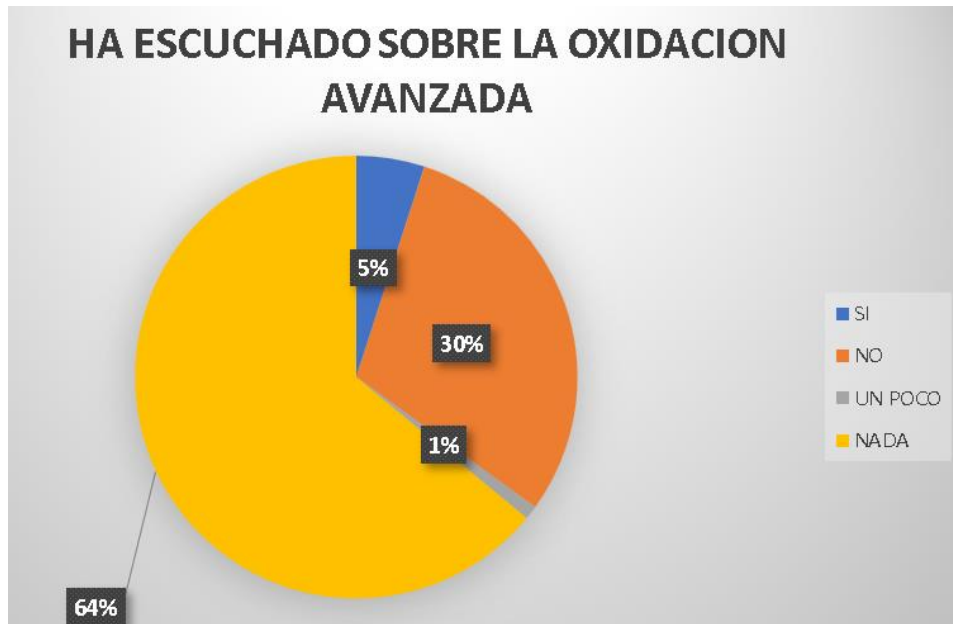
Gráfico 3. Respuesta pregunta 2



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

En la pregunta 2, se buscaba obtener información proporcional sobre si los propietarios e ingenieros sobre utilizar el efluente en el sistema de riego dentro de la Urbanización Fontana

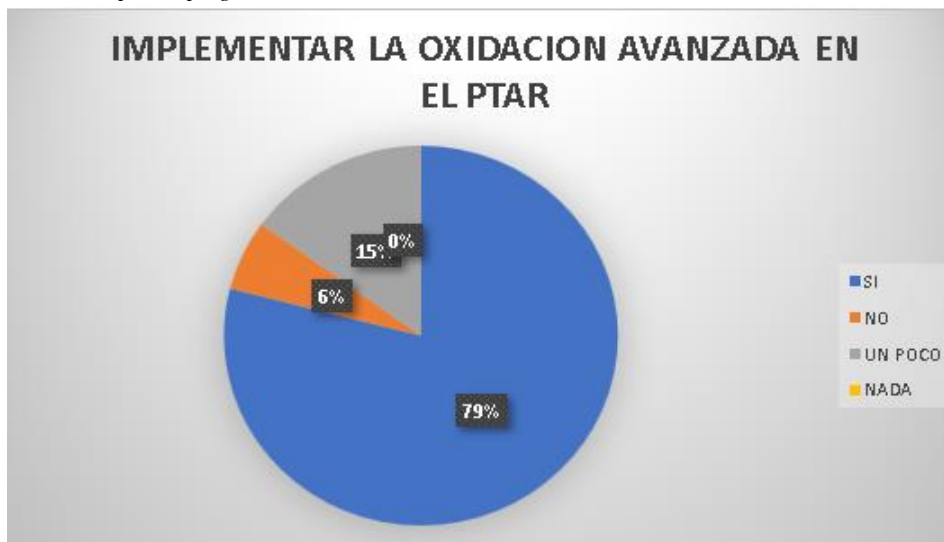
Gráfico 4. Respuesta pregunta 3



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

La pregunta 3 se procede a realizar si han escuchado sobre la oxidación avanza, y como nos podemos dar cuenta son muy pocas personas que saben sobre estos tipos de procesos.

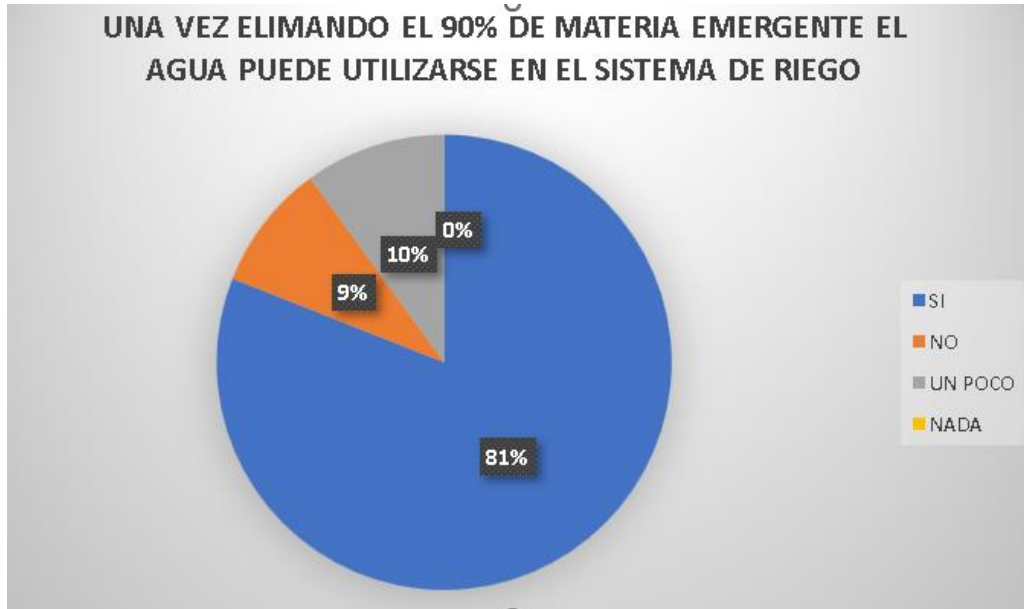
Gráfico 5. Respuesta pregunta 4



Fuente: Toral, Suanny (2022)

La pregunta 4 arroja un resultado favorable a la implementación de este proceso en la PTAR Fontana puesto que el 79% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo.

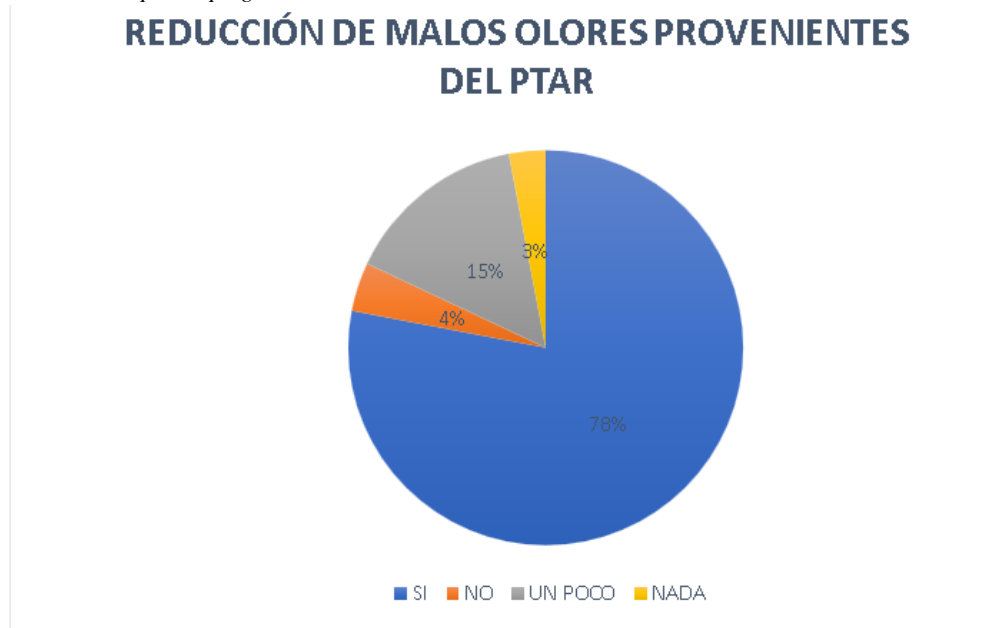
Gráfico 6. Respuesta pregunta 5



Fuente: Toral, Suanny (2022)

En la pregunta 5 la población encuestada esta de acuerdo que si se remueve el 90% de la materia emergente si se puede utilizar el agua para el sistema de riego , puesto que estaría bien tratada el agua.

Gráfico 7. Respuesta pregunta 6



Elaborado: Suanny Toral (2022)

La pregunta 6 la población muestra una reacción favorable a que este proceso eliminara los malos olores que emanan de la PTAR, y podrán tener las ventanas de sus propiedades abiertas, puesto que ellos comentan que pasan todos los días cerradas, porque el olor es insoportable

Gráfico 8. *Respuesta pregunta 7*



Fuente: Toral, Suanny (2022)

En la ultima pregunta podemos ver que el resultado es totalmente favorable para poder implementar este proceso en la PTAR puesto que a los habitantes se les explico los beneficios que tendrían al implementar ese proceso.

3.6 Análisis de Resultados

Se procederá a presentar los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados al efluente de salida en la PTAR Fontana.

Tabla 17: resultados de laboratorio

RESULTADOS						
Parámetros	Unidades	Resultados	U*	Método de referencia	Procedimiento	Límites de referencia
**pH a 25°C	<i>u pH</i>	6,95	0,1 u pH	SM 4500-H PE 1.1.	PE 1.1	6-9
**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	<i>mg/l</i>	50.67	53.67%	SM 5210B PE-1.3	PE 1.3	100
**Demanda Química de Oxígeno (DQO)	<i>mg/l</i>	56	9%	SM 5220 D PE 1.4	PE 1.4	200
Nitrógeno Amoniacal	<i>mg/l</i>	6,16	--	SM 4500-NH3 Determinación de Nitrógeno Amoniacal	PE 1.34	30
**Sólidos Suspendidos Totales (SST)	<i>mg/l</i>	27,0	19%	Standards methods – Método gravimétrico	PE 1.8	130
Nitrógeno Total kjeldahl (NT)	<i>mg/l</i>	11,2	--	SM 4500-N Determinación de Nitrógeno Kjeldahl	PE 1.33	50
**Aceites y Grasas	<i>mg/l</i>	13,2	18.4%	Standards methods 5520 D Extracción por Goldfish	PE 1.32	30
Sulfatos	<i>mg/l</i>	25	--	HACH – Método 8051 SulfaVer 4	PE 1.7	1.000
Coliformes Fecales	<i>NMP/100ml</i>	<1,8	--	Standard Methods 9221E, 9221C, 9223 B (Tubos múltiples)	PE 1.23	2.000



*Ing. Mario Márquez
Jefe del Laboratorio*

Fuente: Toral, Suanny (2022)

El objetivo del ensayo fue remover la concentración elevada de DBO (Materia emergente) que causa molestia en la Urbanización Fontana y en el medio ambiente, aplicando un muestreo con el laboratorio INGEESTUDIO (**ver anexos informe completo**).

La intención del estudio es poder obtener una mejor calidad de efluente de salida y que la PTAR cumpla con las normativas estipuladas en la Ley.

3.7 Prototipo de la PTAR Fontana

Materiales

- Pecera de volumen de 25 litros
- 1 litro de ozono liquido estabilizado
- 1 litro de peróxido de hidrogeno
- Agua residual de la PTAR Fontana

Fotografía

Figura 26. Prototipo de la PTAR / Pecera



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

Figura 27. Agua Residual de pozo de bombeo



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

Figura 28. Agua de Laguna de Aireación



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

Figura 29. Agua del Clarificador



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

Figura 30. Agua del Área de desinfección



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

Figura 31. Salida de agua ya implementado el ozono y el peróxido de hidrogeno



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

Figura 32. Comparación de Efluentes de la PTAR Fontana



Elaborado: Toral, Suanny (2022)

CONCLUSIONES

Se determino en base del resultado obtenido de la muestra de DBO del agua residual domestica de 150 mg/l entrando al primer compartimiento que es la laguna de aireación, excede el límite de descarga a un cuerpo de agua dulce según las normas del texto unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULAS), en conclusión, es necesario un proceso de remoción para disminuir la concentración de carga orgánica (materia emergente). Mediante los cálculos realizados se determinó que la cantidad necesaria de ozono fue de un **2 litro** para poder así obtener una mejor remoción y resultados favorables en cada proceso de experimentación.

Diseñando el prototipo del PTAR Fontana se determinó que la eficacia de este proceso empleado en el prototipo los resultados fueron favorables, ya que se redujo la materia orgánica en términos de DBO de un 73.68% es una cifra muy satisfactoria real, con la cual se puede implementar en cualquier PTAR anaerobia o aerobia.

Con los resultados obtenidos de las 2 pruebas, aunque cada uno con diferentes porcentajes de remoción, los resultados del muestreo obtenido por el laboratorio se determinaron que estaba dentro del límite de descarga tanto al alcantarillado sanitario como a un cuerpo de agua dulce según las normas del Texto Unificado de Legislación Secundaria del medio Ambiente (TULAS).

En la prueba uno se inició con un DBO₅ de 135.7 mg/l y se obtuvo una concentración de DBO₅ final de 109.4 mg/l cuyo porcentaje de remoción es el 20% el mismo que se encuentra dentro del límite de descarga a un cuerpo de alcantarillado público, pero no del límite de descarga a un cuerpo de agua dulce (100 mg/l).

En la prueba dos el porcentaje de remoción fue 53,68% la cual fue notoria en comparación con la prueba uno donde se obtuvo apenas una remoción de 20 % debido a que permaneció en un tiempo de 12 horas de sedimentación, ya en esta segunda prueba se pudo lograr cumplir con los límites de descarga tanto del alcantarillado público como hacia el cuerpo de agua dulce según el TULSMA.

Durante la prueba uno y la prueba dos el porcentaje de remoción de DBO según el análisis de resultados va aumentando y por ende en la concentración de DBO final disminuye. Estos resultados muestran que el proyecto de investigación experimental funciona de la manera más optima posible.

Se concluye que el tener un tiempo de aireación y mezclado de 2 horas más un tiempo de sedimentación de 24 horas se logra obtener el mejor porcentaje de remoción de materia orgánica en términos de DBO₅ de 70.00% y el cual alcanza los mejores resultados de concentración de DBO₅ para cumplir con los límites permisibles de descarga tanto al alcantarillado sanitario como a un cuerpo de agua dulce según el TULSMA.

RECOMENDACIONES

Debido a las altas concentración de carga orgánica provenientes en las aguas residuales domesticas se recomienda implementar este tipo de tecnología innovadora y versátil en el país, para así reducir las concentraciones de materia emergente en términos de DBO sin que afecte el medio ambiente.

Se recomienda a futuros colegas estudiantes que realicen este tipo de tesis de investigación que realicen adecuaciones en las Plantas de Tratamiento de aguas residuales, para así poder implementar la oxidación avanzada y mejorar la degradación de la materia emergente y volver a probar el tratamiento con los mismos tiempos de aireación, agitación y sedimentación ya que con estos se obtuvieron buenos porcentajes de remoción.

A su vez se recomienda realizar otra prueba experimental con los volúmenes reales encontrados en sitio, para poder realizar un análisis comparativo y de esta forma determinar los mejores porcentajes de remoción de materia emergente en términos de DBO.

Se recomienda a las empresas operadoras de Plantas de Tratamiento de aguas residuales del país, emprender en este tipo de mejoras implementando el proceso de oxidación avanzada con el fin de mejorar la calidad del efluente tratado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.R, M. (2019). *EVALUACION DE LA REMOCION DE LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO) EN UN REACTOR ANAERÓBICO SECUENCIAL DISCONTINUO TRATANDO AGUA RESIDUAL DOMESTICA*. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2872/1/T-ULVR-2609.pdf>
- AGUA, R. (DICIEMBRE 2017). Tratamiento Ecológico de Aguas Residuales a base de Peróxido de Hidrógeno. *AGUA*.
- ALBERTO, R. R. (ENERO - 2000). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES* (1ERA ed., Vol. 1). SANTA FE DE BOGOTA, COLOMBIA: ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA.
- Alecoy, T. (2011). *Las culturas exitosas forjan prosperidad económica desde la concepción del individuo*. Santiago de Chile: Tirso José Alecoy.
- Ambiente, M. d. (07 de Marzo de 2017). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <https://www.ambiente.gob.ec/las-descargas-de-aguas-residuales-son-controladas-por-el-ministerio-del-ambiente/#:~:text=Las%20descargas%20de%20aguas%20residuales%2C%20provenientes%20de%20proyectos%2C%20obras%20o,cuerpos%20de%20agua%20tienen%20efectos>
- ANTÓN, J. C. (15 de JUNIO de 2022). INGENIERO AMBIENTAL. (S. T. SOLEDISPA, Entrevistador)
- Asamblea Nacional. (2010). *COPCI*. Quito: Editora Nacional.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Editora Nacional.
- AVILÉS, A. M. (2022). *LUCKYCLEAN*. Obtenido de <https://luckyclean.com.mx/lo-que-no-conocias-de-agua-tratada/>

- Barbazán, C., & Sendra, J. (2012). *Apoyo domiciliario y alimentación familiar: El asistente como eje central en la gestión y mantenimiento del hogar del dependiente*. Vigo: Ideaspropias Editorial.
- Barradas, M. (2014). *Seguimiento de Egresados: Una excelente estrategia para garantizar una educación de calidad*. Bloomington: Palibrio.
- Bastos, A. (2010). *Implantación de Productos y servicios*. Madrid: Ideaspropias.
- Bohigues, I. (2014). *Ámbito sociolingüístico*. Madrid: Paraninfo.
- Borunda, R., Cepeda, J., Salas, F., & Medrano, V. (2013). *Desarrollo y Competitividad de los Sectores Económicos en México*. México, D.F.: Centro de Investigaciones Sociales.
- Christensen, C. (2014). *Guía del Innovador para crecer: Cómo aplicar la innovación disruptiva*. Madrid: Grupo Planeta Spain.
- Congreso Nacional. (2004). *Ley Forestal y de Conservación de Áreas naturales y vida silvestre*. Quito: Editora Nacional.
- Cruelles, J. (2012). *Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Barcelona: Marcombo.
- Cruz, L., & Cruz, V. (17 de Abril de 2010). *Repositorio Escuela Politécnica Nacional*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Repositorio Escuela Politécnica Nacional: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjABahUKEwjvwOy4IJPIAhWFF5AKHUAyBFA&url=http%3A%2F%2Fbibdigital.epn.edu.ec%2Fbitstream%2F15000%2F388%2F1%2FCD-0795.pdf&usg=AFQjCNHr5JIvEUFu2GkrhscjbJ-tStFQQA&sig2=a>
- Ecuatoriana, N. (2014). *Demanda Bioquímica de Oxígeno*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1202.pdf>
- EDUARDO, R. P.-B. (2020). *PROCESOS DE OXIDACION AVANZADA EN EL TRATAMIENTO DE AGUA*. TOLUCA.
- El Telégrafo. (26 de Mayo de 2012). \$180 millones venden al año los artesanos de muebles. *El Telégrafo*, pág. 9.

- Fernández, R. (2010). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. Alicante: ECU.
- Fernández, R. (2010). *La productividad y el riesgo psicosocial o derivado de la organización del trabajo* . Alicante : ECU.
- Fernández, R. (2011). *La dimensión económica del desarrollo sostenible*. Alicante: Editorial Club Universitario.
- Franco, A. (25,26,27 de Septiembre de 2002). *Curso Internacional de GESTION INTEGRADA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES* . Obtenido de Curso Internacional de GESTION INTEGRADA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES : https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57123734/GESTION_INTEGRAL_DEL_TRA_TAMIENTO_AR-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1656733203&Signature=Xsqjuw16J7G5p-c5gyrLWj59j4iz~S6fhuEh8tXJ9CygrBthyJl19IKVDu0W5GW9urr5ecY-9PhDKWNJ6vhASMy9zPmghR-IL5Abic7D67HPXQjESraqa0vm
- Gan, F., & Gaspar, B. (2007). *Manual de Recursos Humanos: 10 programas para la gestión y el desarrollo del Factor Humano en las organizaciones actuales*. Barcelona: Editorial UOC .
- Google Maps. (8 de Abril de 2015). *Google*. Obtenido de Google: <https://maps.google.com.ec>
- Griffin, R. (2011). *Administración*. Boston: Cengage Learning.
- Guerrero, R. (2014). *Técnicas elementales de servicio* . Madrid: Paraninfo.
- Haden, J. (2008). *El diccionario completo de términos de bienes raíces explicados en forma simple: lo que los inversores inteligentes necesitan saber* . Florida: Atlantic Publishing Group .
- Iglesias, M. (2011). *Elaboración de soluciones constructivas y preparación de muebles*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.
- Industrial, M. (02 de Febrero de 2015). Obtenido de <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/analisis-comparativas-y-relaciones-entre-la-dbo-dqo-cot>

- INEC. (12 de Diciembre de 2011). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Encuesta de Estratificación del Nivel Socioeconómico: http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=112&Itemid=90&
- INEC. (28 de Julio de 2015). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Ecuador en cifras: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf
- Joachimsthaler, E. (2008). *Ver lo evidente: Cómo definir y ejecutar la futura estrategia de crecimiento en su empresa*. Barcelona: Ediciones Deusto .
- Krugman, P., & Wells, R. (2007). *Macroeconomía: Introducción a la economía; Versión española traducida por Gotzone Pérez Apilanez; revisada por José Ramón de Espínola*. Barcelona: Reverté.
- Leiceaga, C., Carrillo, F., & Hernández, Á. (2012). *Economía 1º Bachillerato*. San Sebastián: Editorial Donostiarra.
- Llamas, C. (2009). *MARKETING Y GESTIÓN DE LA CALIDAD TURÍSTICA*. Madrid: Liber Factory .
- Longenecker, J., Petty, W., Palich, L., & Hoy, F. (2012). *Administración de Pequeñas Empresas: Lanzamiento y Crecimiento de iniciativas de emprendimiento*. México, D.F.: Cengage Learning.
- Lopez, J. (2013). *+Productividad*. Bloomington: Palibrio.
- Macías, G., & Parada, L. (2013). *Mujeres, su participación económica en la sociedad*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Martínez, I. (2005). *La comunicación en el punto de venta: estrategias de comunicación en el comercio real y online* . Madrid: Esic .
- Merino, E. (2014). El Cambio de la Matriz Productiva. *Buen Viaje*, 10.
- Miranda, A., Zambrano, M., & Yaguana, J. (26 de Julio de 2009). *Dspace Espol*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Dspace Espol: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10675/1/D-39734.pdf>

- Monge, S. S., Silva, D. A., & Bengoa, D. C. (s.f.). Programa CYTED. *Manuel técnico sobre procesos de oxidación avanzada aplicados el tratamiento de aguas residuales industriales*. Obtenido de CYTED.
- Monge, S. S., Silva, D. A., & Bengoa, D. C. (2018). Programa CYTED. *Manuel técnico sobre procesos de oxidación avanzada aplicados el tratamiento de aguas residuales industriales*. ESPAÑA: 978-84-09-08637-5. Obtenido de CYTED.
- Montero, C. (2005). *Estrategias Para Facilitar la Inserción Laboral a Personas Con Discapacidad*. San José: EUNED.
- Mora, J. (Jorge Mora). *Los libros, aporte bibliográfico, las bellas artes e investigaciones históricas*. Nariño: Pasto.
- Morales, R. (2013). *MF1330_1: Limpieza doméstica*. Málaga: INNOVA.
- Nutsch, W. (2000). *Tecnología de la madera y del mueble*. Barcelona: Reverté.
- OCDE. (2014). *Colombia: La implementación del buen gobierno*. Paris: OECD Publishing.
- OIT. (2008). *Calificaciones para la mejora de la productividad el crecimiento del empleo y el desarrollo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo .
- Olavarria, M. (2005). *Pobreza, crecimiento económico y políticas sociales*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Peralta, N. (24 de Septiembre de 2010). *Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/2695/1/T0878-MT-Peralta-Industria%20maderera.pdf>
- Perdigones, J. (2011). *MF0996_1: Limpieza del mobiliario interior*. Málaga: INNOVA.
- Perdomo, O. (2012). *¡Abre tu negocio... y vivirás en abundancia!* Bloomington: Palibrio.
- Puig-Durán, J. (2011). *Certificación y modelos de calidad en hostelería y restauración*. Madrid: Diaz de Santos.

- Quimbiulco, C. (3 de Marzo de 2012). *Dspace Universidad Central del Ecuador*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Dspace Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/903/1/T-UCE-0003-51.pdf>
- QUIMICA, S. B. (2018). MANUAL TECNICO SOBRE PROCESOS DE OXIDACION AVANZADA.
- QUIMICA, S. B. (s.f.). MANUAL TECNICO SOBRE PROCESOS DE OXIDACION AVANZADA .
- R., A. O. (19 de JULIO de 2021). *TRATAMIENTOS AVANZADOS PARA LA POTABILIZACION DE AGUAS RESIDUALES*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702021000200121&lng=en&nrm=iso
- Repullo, J. (2006). *Sistemas y servicios sanitarios: Manuales de Dirección Médica y Gestión Clínica*. Madrid: Ediciones Días de Santos.
- Risco, L. (2013). *Economía de la empresa: Prueba de acceso a la Universidad para mayores de 25 años*. Bloomington: Palibrio.
- Rodríguez, R. (2014). *Técnicas de tapizado de mobiliario: TCPF0209. Operaciones auxiliares de tapizado de mobiliario y mural* . Madrid: IC Editorial .
- ROJAS, I. R. (25-27 de SEPTIEMBRE de 2002). *CURSO INTERNACIONALGESTION INTEGRAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. Obtenido de [file:///C:/Users/Hp/Downloads/GESTION_INTEGRAL_DEL_TRATAMIENTO_AR-with-cover-page-v2%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/GESTION_INTEGRAL_DEL_TRATAMIENTO_AR-with-cover-page-v2%20(1).pdf)
- Ruano, C., & Sánchez, M. (2014). *UF0083: Diseño de Productos y servicios turísticos locales*. Málaga: IC Editorial.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2012). *Transformación de la Matriz Productiva: Revolución productiva a través del conocimiento y el talento humano*. Quito : SENPLADES .
- Sescovich, S. (2009). *La gestión de personas: un instrumento para humanizar el trabajo*. Madrid: Libros en Red.

Soto, E., Valenzuela, P., & Vergara, H. (2003). *Evaluación del impacto de la capacitación en la productividad*. Santiago de Chile : FUNDES.

Valle, A. (1991). *Productividad: Las visiones neoclásica y marxista*. México, D.F. : UNAM.

Verónica, P. (31 de Enero de 2020). *Universidad de Cuenca*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <https://www.ucuenca.edu.ec/component/content/article/233-espanol/investigacion/blog-de-ciencia/1509-oxidacion?Itemid=437>

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

ENCUESTA SOBRE EL EFLUENTE DE DESCARGA EN LA PTAR FONTANA

1. Usted cree que el efluente de la descarga es óptima y cumple con las normas ambientales
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
2. Usted esta de acuerdo en reutilizar el agua de la descarga de la PTAR para el sistema de riego
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
3. Ha escuchado sobre la Oxidación Avanzada
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
4. Usted esta de acuerdo en implementar la oxidación avanzada en la PTAR Fontana
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
5. Usted cree que eliminando el 90% de sólidos suspendidos o materia emergente en la descarga del agua y poder así utilizarse en el sistema de riego
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
6. usted cree que aplicando este proceso se reducirá los malos olores provenientes de la PTAR.
 - SI
 - NO
 - UN POCO
 - NADA
7. Daria la autorización para la implementación de este proceso en la PTAR.
 - SI
 - NO

Anexo 2: Resultados obtenidos de la Prueba Muestra sin tratar



INFORME DE RESULTADOS						No.0466-22
FECHA DEL INFORME: 2022/12/08		DATOS DE LA TOMA DE MUESTRA				
INFORMACIÓN DEL CLIENTE		Tipo de Muestra : Simple		Ubicación con GPS: 625290,9764607		
Empresa : AMAGUA		Identificación de la muestra : Fontana (Agua residual)				
Dirección : Av. Samborondon		Norma técnica de muestreo : INEN 2169/2176.2013				
Solicitado por : Suanny Toral		Fecha de Toma : 2022/12/12				
CONDICIONES DEL ANÁLISIS		Responsable toma de muestra : Sr. Leonardo Gallegos				
F.Inicio del Análisis : 2022/12/01 T°C : 29,5		Hora : 12:50pm		T°C : 30,6		
F.Fin del Análisis : 2022/12/08 %H : 45,3		Fecha de Ingreso : 2022/12/01				
RESULTADOS						
Parámetros	Unidades	Resultados	U*	Método de referencia	Procedimiento	Límites de referencia
**pH a 25°C	u pH	6,95	0,1 u pH	SM 4500-H PE 1.1.	PE 1.1	6-9
**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	109,4	20 %	SM 5210B PE-1.3	PE 1.3	100
**Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	56	9%	SM 5220 D PE 1.4	PE 1.4	200
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	6,16	--	SM 4500-NH3 Determinación de Nitrógeno Amoniacal	PE 1.34	30
**Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	27,0	19%	Standards methods – Método gravimétrico	PE 1.8	130
Nitrógeno Total kjeldahl (NT)	mg/l	11,2	--	SM 4500-N Determinación de Nitrógeno Kjeldahl	PE 1.33	50
**Aceites y Grasas	mg/l	15,2	27%	Standards methods 5520 D Extracción por Goldfish	PE 1.32	30
Sulfatos	mg/l	25	--	HACH – Método 8051 SulfaVer 4	PE 1.7	1.000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1,8	--	Standard Methods 9221E, 9221C, 9223 B (Tubos múltiples)	PE 1.23	2.000



Elaborado: elaboracion@ingestudios.com
MARIO ARTURO MARQUEZ GALLEGOS

Ing. Mario Márquez
Jefe del Laboratorio

NOTAS:

1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometidas al ensayo.
 2. No se debe reproducir el informe de manera parcial sólo en su totalidad.
 3. Las opiniones e interpretaciones no forman parte del alcance de acreditación solicitado al SAE.
 4. INGESTUDIOS S.A. respetará la confidencialidad/imparcialidad y se regirá al cumplimiento de las leyes, compromisos contractuales y exigencias de la norma ISO 17025, en cuanto a este tema se refiere.
 5. Los límites de referencia en el presente informe corresponden a la Tabla 9 de la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua (Anexo 1 – Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del ambiente 2015)
- (**) Parámetro incluido en el alcance de acreditación solicitado al SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano).
 (U*) Incertidumbre de medida

Anexo3: Resultado obtenidos de la primera muestra



INFORME DE RESULTADOS							No.0545-19
FECHA DEL INFORME: 2022/12/16		DATOS DE LA TOMA DE MUESTRA					
INFORMACIÓN DEL CLIENTE		Tipo de Muestra : Simple		Ubicación con GPS: 625290,9764607			
Empresa : AMAGUA		Identificación de la muestra : Fontana (Agua residual)					
Dirección : Av. Samborondon		Norma técnica de muestreo : INEN 2169/2176:2013					
Solicitado por : Suanny Toral		Fecha de Toma : 2022/12/12					
CONDICIONES DEL ANÁLISIS		Responsable toma de muestra : Sr. Leonardo Gallegos					
F.Inicio del Análisis : 2022/12/12 T°C : 29,5		Hora : 12:50pm		T°C : 30,6			
F.Fin del Análisis : 2022/12/16 %H : 45,3		Fecha de Ingreso : 2022/12/12					
RESULTADOS							
Parámetros	Unidades	Resultados	U*	Método de referencia	Procedimiento	Límites de referencia	
**pH a 25°C	<i>u pH</i>	6,95	0,1 u pH	SM 4500-H PE 1.1.	PE 1.1	6-9	
**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	<i>mg/l</i>	109,4	20 %	SM 5210B PE-1.3	PE 1.3	100	
**Demanda Química de Oxígeno (DQO)	<i>mg/l</i>	56	9%	SM 5220 D PE 1.4	PE 1.4	200	
Nitrógeno Amoniacal	<i>mg/l</i>	6,16	--	SM 4500-NH3 Determinación de Nitrógeno Amoniacal	PE 1.34	30	
**Sólidos Suspendidos Totales (SST)	<i>mg/l</i>	27,0	19%	Standards methods – Método gravimétrico	PE 1.8	130	
Nitrógeno Total kjeldahl (NT)	<i>mg/l</i>	11,2	--	SM 4500-N Determinación de Nitrógeno Kjeldahl	PE 1.33	50	
**Aceites y Grasas	<i>mg/l</i>	15,2	27%	Standards methods 5520 D Extracción por Goldfish	PE 1.32	30	
Sulfatos	<i>mg/l</i>	25	--	HACH – Método 8051 SulfaVer 4	PE 1.7	1.000	
Coliformes Fecales	<i>NMP/100ml</i>	<1,8	--	Standard Methods 9221E, 9221C, 9223 B (Tubos múltiples)	PE 1.23	2.000	



Ing. Mario Márquez
Jefe del Laboratorio

NOTAS:

1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometidas al ensayo.
 2. No se debe reproducir el informe de manera parcial sólo en su totalidad.
 3. Las opiniones e interpretaciones no forman parte del alcance de acreditación solicitado al SAE.
 4. INGEESTUDIOS S.A. respetará la confidencialidad/imparcialidad y se registró al cumplimiento de las leyes, compromisos contractuales y exigencias de la norma ISO 17025, en cuanto a este tema se refiere.
 5. Los límites de referencia en el presente informe corresponden a la Tabla 9 de la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua (Anexo I – Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del ambiente 2015)
- (**) Parámetro incluido en el alcance de acreditación solicitado al SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano).
- (U*) Incertidumbre de medida

Anexo 4: Resultado obtenidos de la segunda muestra



INFORME DE RESULTADOS							No.0578-69
FECHA DEL INFORME: 2023/01/06		DATOS DE LA TOMA DE MUESTRA					
INFORMACIÓN DEL CLIENTE		Tipo de Muestra : Simple		Ubicación con GPS: 625290,9764607			
Empresa : AMAGUA		Identificación de la muestra : Fontana (Agua residual)					
Dirección : Av. Samborondon		Norma técnica de muestreo : INEN 2169/2176:2013					
Solicitado por : Suanny Toral		Fecha de Toma : 2022/12/12					
CONDICIONES DEL ANÁLISIS		Responsable toma de muestra : Sr. Leonardo Gallegos					
F.Inicio del Análisis : 2023/01/02 T°C : 29,5		Hora : 12:50pm		T°C : 30,6			
F.Fin del Análisis : 2023/01/06 %H : 45,3		Fecha de Ingreso : 2023/01/02					
RESULTADOS							
Parámetros	Unidades	Resultados	U*	Método de referencia	Procedimiento	Limites de referencia	
**pH a 25°C	u pH	6,95	0,1 u pH	SM 4500-H PE 1.1.	PE 1.1	6-9	
**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	50.67	53.67%	SM 5210B PE-1.3	PE 1.3	100	
**Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	56	9%	SM 5220 D PE 1.4	PE 1.4	200	
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	6,16	--	SM 4500-NH3 Determinación de Nitrógeno Amoniacal	PE 1.34	30	
**Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	27,0	19%	Standards methods – Método gravimétrico	PE 1.8	130	
Nitrógeno Total kjeldahl (NT)	mg/l	11,2	--	SM 4500-N Determinación de Nitrógeno Kjeldahl	PE 1.33	50	
**Aceites y Grasas	mg/l	13,2	18.4%	Standards methods 5520 D Extracción por Goldfish	PE 1.32	30	
Sulfatos	mg/l	25	--	HACH – Método 8051 SulfaVer 4	PE 1.7	1.000	
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1,8	--	Standard Methods 9221E, 9221C, 9223 B (Tubos múltiples)	PE 1.23	2.000	



Firmado digitalmente por:
MARIO ARTURO
MARQUEZ
GALLEGOS

Ing. Mario Márquez
Jefe del Laboratorio

NOTAS:

1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometidas al ensayo.
 2. No se debe reproducir el informe de manera parcial sólo en su totalidad.
 3. Las opiniones e interpretaciones no forman parte del alcance de acreditación solicitado al SAE.
 4. INGEESTUDIOS S.A. respetará la confidencialidad/imparcialidad y se regirá al cumplimiento de las leyes, compromisos contractuales y exigencias de la norma ISO 17025, en cuanto a este tema se refiere.
 5. Los límites de referencia en el presente informe corresponden a la Tabla 9 de la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua (Anexo 1 – Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del ambiente 2015)
- (**) Parámetro incluido en el alcance de acreditación solicitado al SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano).
(U*) Incertidumbre de medida