



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**  
**SECRETARÍA GENERAL**  
**DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR**  
**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Lugar: Tuxtla Gutiérrez

Fecha: 11/11/2024

C. Brenda Yureni Jiménez Vázquez

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Ambiental

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Percepción Socioambiental de la PTAR Tuctlán

En la modalidad de: Tesis

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

**ATENTAMENTE**

**Revisores**

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Mtro. José Luis Orantes Gómez

Dra. María Luisa Ballinas Aquino

**Firmas:**



Ccp. Expediente



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE  
CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Programa Educativo de Ingeniería Ambiental**

**PERCEPCIÓN SOCIOAMBIENTAL DE LA PTAR TUCHTLÁN**

**TESIS PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORA**

**BRENDA YURENI JIMÉNEZ VÁZQUEZ**

**DIRECTORA**

**DRA. MARÍA LUISA BALLINAS AQUINO**

**CO-DIRECTOR**

**DR. CARLOS MAURICIO HERNÁNDEZ**

**Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; noviembre de 2024.**



# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN .....	6
INTRODUCCIÓN .....	7
Pregunta de investigación .....	9
Preguntas específicas .....	10
Objetivos .....	10
Objetivo general .....	10
Objetivos específicos.....	10
Hipótesis.....	11
1. MARCO CONTEXTUAL.....	11
1.1 Localización del municipio .....	11
1.2 Características generales de las plantas de tratamiento de aguas residuales en Tuxtla Gutiérrez.....	13
1.3 Instituciones vinculadas a la gestión de las PTAR en Tuxtla. ....	14
2. MARCO TEÓRICO .....	14
2.1 Fuentes de contaminación de ríos urbanos .....	14
2.2 Importancia del tratamiento de aguas residuales en las ciudades.....	16
2.3 Tratamiento de aguas residuales en ríos urbanos .....	16
2.3.1 Descripción del proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales en ríos urbanos. ....	17
2.4 Medios masivos de comunicación y tipo de información en torno a una PTAR en el espacio urbano .....	21
2.5 Percepción ambiental de la ciudadanía en torno a una PTAR .....	22
2.6 Posibles efectos ambientales negativos en el proceso de tratamiento de una PTAR. ....	23
2.6.1 Olores .....	24
2.6.2 Generación de exceso de ruidos. ....	24
2.6.3 Proliferación de insectos.....	25
3. METODOLOGÍA.....	26
3.1 Tipo de investigación.....	26
3.2 Área de estudio .....	27
3.3 Estrategias para la recolección de datos.....	29

3.3.1 Material en medios de comunicación masiva que refiere características de la PTAR Tuchtlán.....	30
3.3.2 Encuestas realizadas a la ciudadanía que transita cerca de la PTAR Tuchtlán .....	30
3.3.3 Entrevistas a especialistas en torno a la PTAR Tuchtlán. ....	30
4. RESULTADOS.....	31
4.1 Análisis de resultados de los medios masivos de comunicación .....	31
4.2 Análisis de resultados de las encuestas realizadas a la población circundante.....	34
4.3 Análisis de resultados de las entrevistas realizadas a personas especialistas en el área de tratamiento de aguas residuales.....	42
5. DISCUSIÓN .....	48
6. CONCLUSIONES .....	50
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
8. ANEXOS.....	56
Anexo 1. Encuesta dirigida a la población circundante a la PTAR Tuchtlán.....	56
Anexo 2. Preguntas de la entrevista dirigida a especialistas sobre el tratamiento de aguas residuales. ....	59

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo de tesis primeramente a Dios que me ha permitido llegar en esta etapa de mi vida y por sus innumerables bendiciones y maravillas que me ha regalado a lo largo de mi vida

A mis padres que con su apoyo y amor incondicional pude lograr uno de mis grandes sueños, a ellos que son mi soporte de vida.

## ***AGRADECIMIENTOS***

Agradezco a Dios por darme la vida y permitirme tener este logro, que con su bendición y misericordia me sostuvo en los momentos difíciles de este proceso y pude cumplir uno de mis grandes sueños. Gracias a mi Dios, el protagonista y dueño de mi vida.

Agradezco a mis padres, María del Carmen Vázquez Gómez y Rey Jiménez Galdámez, que con su apoyo incondicional y esfuerzos me impulsaron y motivaron a seguir adelante, a mis padres que forman parte de mis logros, son mis pilares para continuar cada día, les agradezco su amor y consejo siempre, que sin ellos hoy no estuviera donde me encuentro en estos momentos.

Agradezco a mis hermanos, Gonzalo Jiménez Vázquez, Maribel Jiménez Vázquez y Fredy Jiménez Vázquez, que siempre me impulsaron a seguir adelante, a no rendirme a pesar de las adversidades, por sus gran apoyo y consejos, a los tres amores de mi vida que fueron mis ejemplos a seguir.

Agradecida siempre a mi Directora y Co-director, Dra. María Luisa Ballinas Aquino y el Dr. Carlos Mauricio Hernández, gracias a ellos por sus consejos y apoyo incondicional que me brindaron durante el proceso y la culminación de esta investigación. Mi gratitud y reconocimiento siempre.

## ***RESUMEN***

Las plantas de tratamiento son una tecnología implementada para poder tratar las aguas residuales que generamos con nuestro uso diario, esto es una variable de solución para la problemática de contaminación de nuestros ríos; sin embargo, es importante saber la percepción que tiene la población respecto a estas instalaciones y operación, puesto que muchas de ellas se ubican en zonas urbanas.

Esta investigación se realizó en torno a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Tucthlán ubicada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. El objetivo principal de este estudio es conocer la percepción de los medios masivos de comunicación, la población circundante y actores sociales que tengan conocimiento con la operación de una PTAR; para ello se realizó una investigación documental (que incluye información digital) en la cual se integraron a diversas fuentes, tales como periódicos digitales, páginas web de instituciones gubernamentales y artículos académicos. Por otro lado, se realizaron encuestas dirigidas a la población circundante de la PTAR Tucthlán con preguntas sobre conocimientos de la misma, con la finalidad conocer su percepción con respecto al funcionamiento de la PTAR Tucthlán, y por último se realizaron entrevistas a personas profesionales con respecto a temas de interés a partir de los resultados obtenidos en la encuesta realizada a la población, es decir, a personas que conocen acerca de la operación de plantas de tratamiento, con la finalidad de saber su postura y opinión acerca del funcionamiento de la planta.

En este proceso de investigación ha sido relevante la integración de diversas fuentes que permiten la observación del contraste entre la información disponible y la falta de conocimiento que tiene la población con respecto a la PTAR Tucthlán; así como los beneficios y desafíos que algunos especialistas observan en el funcionamiento de dicha planta.

Palabras claves: Percepción ambiental, Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), Río Urbano.

## *INTRODUCCIÓN*

La percepción que tiene la población con respecto a las tecnologías que se implementan para tratar las aguas residuales es de suma importancia, como en el caso de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), ya que es fundamental que las personas cuenten con un conocimiento básico del proceso de tratamiento del agua que se genera en las ciudades, con la finalidad de que se propicien procesos de concientización y sensibilización sobre un proceso que de interés común, puesto que la calidad de las aguas urbanas (en ríos y arroyos) influye en la calidad de vida urbana; como en el caso del Río Sabinal que atraviesa la ciudad de Tuxtla Gutiérrez; el cual ha requerido de saneamiento puesto que en torno a dicho río, se establecen varias viviendas y es un espacio habitado por flora y fauna que también requiere de espacios adecuados para la vida.

Por otro lado, el caso de estudio de dicha investigación es la PTAR Tucthlán que se encuentra ubicada dentro de la ciudad y en sus alrededores cuenta con parques, tránsito de personas y vehículos e incluso tiendas comerciales, por lo que se incrementa la importancia que tiene la realización de un proceso operativo eficiente y adecuada para la salud y tranquilidad de la población. Cabe destacar que es fundamental tener la opinión y experiencia de la población circundante a la PTAR Tucthlán, es decir, conocer la percepción de la población circundante con respecto a la PTAR.

Se han realizados investigaciones similares, es decir, relacionadas con el tema de investigación en otros países, tal es el caso del estudio “Evaluación de la percepción de la población respecto del funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del distrito de Poroto”, realizado por Revilla y Valdivieso del año 2019. En dicho estudio utilizó la técnica de entrevista dirigida a la población aledaña durante el periodo de meses de marzo a noviembre, para así determinar la percepción la influencia de la PTAR del distrito de Poroto; como resultados y conclusión del estudio se menciona que la mayoría de la población tiene una percepción entre bueno y medio sobre el funcionamiento de la PTAR y que son pocas las que tienen una percepción desfavorable respecto a su funcionamiento,

con lo que pudieron determinar que las personas no perciben ninguna diferencia de un antes y después de implementar la PTAR; este estudio permitió conocer opiniones e ideas en la mejora del funcionamiento de la PTAR; sin embargo desconocen el procedimiento.

Otro estudio relacionado con el tema es el que presenta Silva (2019) sobre la percepción de la contaminación ambiental generada por la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) Totorá, Huamanga – Ayacucho; con la finalidad de conocer las perspectivas del poblador ante la problemática de la contaminación odorífica que emite la PTAR de Totorá. Como parte de la metodología realizaron encuestas dirigidas a 100 habitantes de la zona, así como talleres participativos con la población y recorrido ambiental – territorial. Como resultado, en dicho estudio se obtuvo que la población manifiesta que vive en un entorno contaminado por los olores que genera la PTAR, debido a esto, el resultado y conclusión está centrado en un impacto negativo, en donde la problemática percibida por la población se manifiesta como una situación permanente de contaminación que produce malos olores.

En la investigación realizada por Saenz, Zambrano y Calvo (2016) sobre percepción comunitaria de los olores generados por la planta de tratamiento de aguas residuales de El Roble – Puntarenas, Costa Rica, se propone inicialmente la evaluación de las características de los gases emitidos mediante equipos de olfatometría; sin embargo, debido al alto costo, se prefiere la valoración mediante la capacidad sensorial, mediante la realización de encuestas a las personas para identificar el radio de influencia y otras características de los olores generados por la PTAR; como resultados obtuvieron que en un radio de 800 metros de la PTAR, el 76 % indica que sí perciben los olores; mientras que el radio de mayor influencia de olores es a 600 metros o menos. En este estudio también se incluyó la diferencia en la percepción dependiendo de la hora del día, encontrando resultados diferenciados en cuanto a la intensidad de los olores. Con base en las encuestas, se identificaron varios factores que se involucran al percibir los olores, tales como la distancia, horario, sexo y edad.

El caso que se presenta en esta investigación, se ubica en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, en torno al río Sabinal, que es un río urbano emblemático para la población tuxtleca; sin embargo, el crecimiento poblacional y la falta de planeación en los servicios públicos urbanos (específicamente de drenaje), han incrementado el grado de contaminación tanto de agua, suelo y aire. De acuerdo con el estudio realizado por Castañón y Abraján (2009):

El río Sabinal es el principal cuerpo de agua que atraviesa en dirección poniente a oriente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, capital del estado de Chiapas. Debido al acelerado crecimiento de la población y a través de los años, este río se ha contaminado paulatinamente y actualmente está constituido por aguas residuales provenientes de uso doméstico, municipal, industrial, de servicios, agrícolas, así como la mezcla de ellas (Castañón & Abraján, 2009).

Sin embargo, frente a la problemática han implementado nuevas tecnologías para disminuir la contaminación del río Sabinal, como es el caso de las plantas de tratamiento de aguas residuales, siendo las más importantes la de Paso Limón y Tuchtlán, ambas ubicadas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Como bien se menciona en un estudio, ambas plantas de tratamiento son las más importantes en el Estado de Chiapas, puesto que en ellas se realiza el saneamiento de las aguas que entran al Río Sabinal por una cantidad de 120 litros por segundo (Korenfeld y Velasco, 2015).

Esta investigación es importante para conocer la percepción que tiene la sociedad respecto a la planta de tratamiento de agua residual Tuchtlán, saber si tienen conocimiento de ello, saber el nivel de conocimiento de lo que pasa con el agua, y el destino del agua al considerar su reúso. La investigación propuesta permitirá saber si las personas que circulan cerca de la planta tienen una opinión positiva o negativa de dicha planta con su operación.

En este estudio se tiene un interés y beneficio tanto social como ambiental, ya que en el aspecto social se podrá conocer la perspectiva y opinión que tiene la sociedad con respecto a estos servicios de saneamiento, es decir, nos llevará a conocer la postura de la sociedad frente a al funcionamiento de la planta de tratamiento de agua residual Tuchtlán.

El beneficio ambiental que brinda esta investigación es que permitirá identificar si la planta de tratamiento tiene efectos negativos que afecten al medio ambiente, es decir, brindará una perspectiva ambiental frente a la planta de tratamiento, no obstante, incluso pueden ser efectos positivos.

La investigación es relevante debido a su sitio de estudio ya que se encuentra en una zona urbana, de ahí la importancia de conocer la percepción que tengan las personas frente a la planta de tratamiento de agua residual Tuchtlán.

### ***Pregunta de investigación***

¿Qué percepción manifiestan los medios masivos de comunicación, la población circundante y actores sociales en torno a los resultados ambientales de la operación de la PTAR Tuchtlán?

### ***Preguntas específicas***

- ¿Qué tipo de información se está movilizand o en los medios masivos de comunicación vinculado con la planta de tratamiento Tuchtlán?
- ¿Qué factores ambientales vinculados a la planta de tratamiento Tuchtlán percibe la población circundante?
- ¿Cuáles son las formas de comprensión que tienen los actores sociales relacionados con la operación de la planta de tratamiento Tuchtlán?

### ***Objetivos***

#### ***Objetivo general***

Conocer la percepción de los medios masivos de comunicación, la población circundante y actores sociales vinculados con la operación de la planta de tratamiento Tuchtlán.

#### ***Objetivos específicos.***

- Determinar el tipo de información que se está movilizand o en medios masivos de comunicación vinculado con la planta de tratamiento Tuchtlán
- Identificar factores ambientales vinculados a la planta de tratamiento Tuchtlán que percibe la población circundante.
- Analizar las diversas formas de comprensión que tienen los especialistas que conocen planta de tratamiento Tuchtlán.

### ***Hipótesis.***

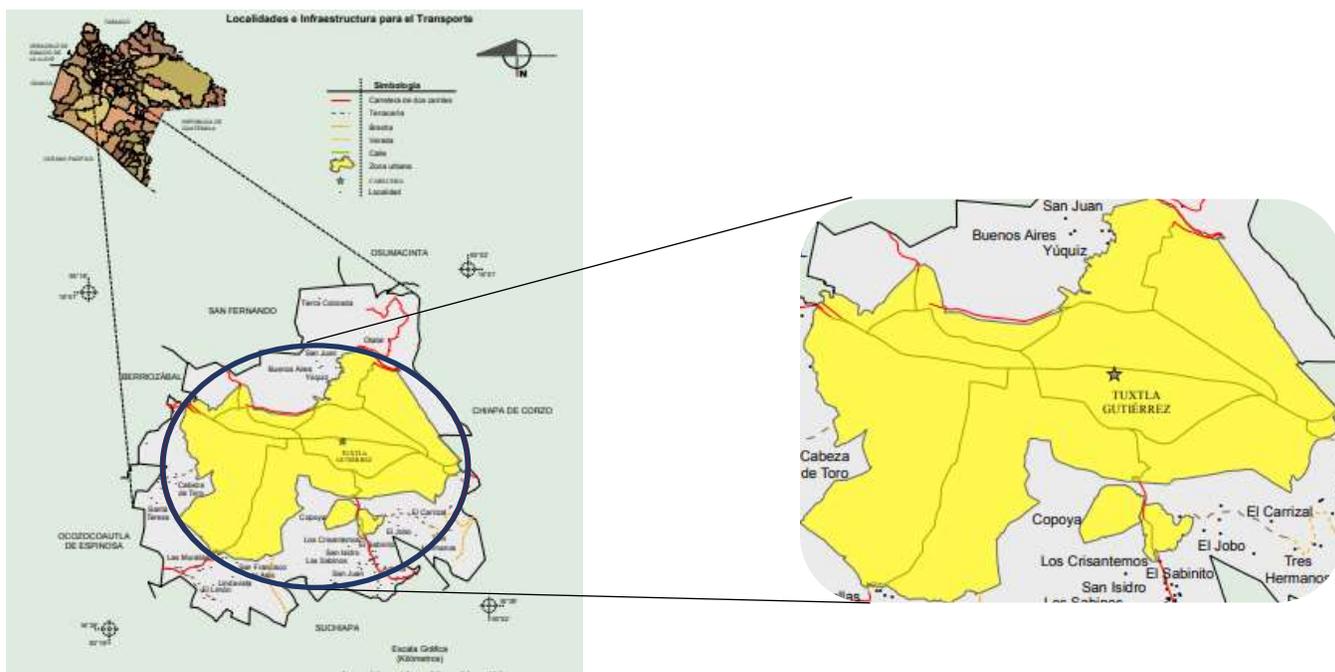
La información que circula en los medios masivos de comunicación sea benéfica e informativa, una perspectiva positiva con respecto a su operación, importancia y beneficios; así como también la población circundante tenga conocimientos sobre la PTAR Tuctlán, tanto ubicación y objetivo de su operación, teniendo una percepción positiva con respecto a su funcionamiento, y que los especialistas que conocen sobre el tratamiento de las aguas residuales con sus conocimientos y perspectiva permitan comprender el funcionamiento del proceso de tratamiento de la PTAR Tuctlán.

## ***1. MARCO CONTEXTUAL***

### ***1.1 Localización del municipio***

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez, con clave geoestadística INEGI 07101 se encuentra entre los paralelos 16°38' y 16°51' de latitud norte; los meridianos 93°02' y 93°15' de longitud oeste; altitud entre 200 y 1,500 msnm. Colinda al norte con los municipios de San Fernando, Osumacinta y Chiapa de Corzo; al este con el municipio de Chiapa de Corzo; al sur con los municipios de Suchiapa y Ocozocoautla de Espinosa; al oeste con los municipios de Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal. Ocupa el 0.46% de la superficie del estado.

Mapa 1: Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.



Fuente: INEGI

De acuerdo con INEGI Tuxtla Gutiérrez Tenía una población de 604, 147 personas en general; sin embargo, proyectando para 2024 se tiene un total de 605, 343 personas.

De acuerdo con el plan maestro de manejo integral y aprovechamiento sustentable del río Sabinal:

Tuxtla Gutiérrez, la capital del estado está asentada a lo largo de las riberas del Río Sabinal. A lo largo de los años, las principales actividades se han desarrollado utilizando los beneficios que aporta el río pero con escasas opciones para evitar, disminuir y/o controlar aquellos efectos ambientales que se ocasionarían por una mala planeación, por lo cual, conforme se ha ido consolidando la mancha urbana de la capital y otras ciudades aledañas, también se ha ido modificando el clima, la hidrología, la edafología, afectando a la flora, a la fauna y también al hábitat humano con severas consecuencias como inundaciones, islas de calor en época de estiaje, contaminación de aire, agua, visual y proliferación de fauna nociva (SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS, 2022, pag, 7).

En este plan, se reconocen los dos factores antes mencionados, en torno al río Sabinal, el incremento poblacional y la planeación urbana deficiente; sin embargo, una estrategia para contrarrestar los efectos negativos, se establecen PTAR en la ciudad.

### ***1.2 Características generales de las plantas de tratamiento de aguas residuales en Tuxtla Gutiérrez***

Debido al aumento de población el abastecimiento de agua se fue haciendo insuficiente, así como a la contribución del saneamiento del río Sabinal, Tuxtla Gutiérrez cuenta con infraestructuras con la que cuenta el organismo operador para brindar el servicio de abastecimiento de agua potable, así como el de saneamiento de aguas residuales, una de ellas son las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Dentro de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez se cuentan las PTAR de Paso Limón, Copoya, el Jobo y Tuchtlán, cada una de estas plantas la disposición final del agua tratada llega a dar al río Sabinal, a excepción de la PTAR el Jobo que lo ocupan para infiltración del suelo y aprovechamiento para riego agrícola a terrenos aledaños a la PTAR. Cada una de estas plantas de tratamiento de aguas residuales cuentan con pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario (CONAGUA, 2015)

La PTAR Paso limón se encuentra ubicada en el margen del río Sabinal, en la zona Norte-Oriente de Tuxtla Gutiérrez, esta planta es de tipo biológico con una capacidad de 800 litros por segundo y cuenta con una disposición de lodos estabilizadores que cumple con la norma NOM-004-SEMARNAT-2002. Mientras que la PTAR Tuchtlán se encuentra ubicado en las instalaciones del parque Tuchtlán dentro de la ciudad Tuxtla Gutiérrez, es de tipo biológico con un reactor de lodos y utiliza la desinfección UV; tiene una capacidad de 120 litros. La PTAR Copoya se ubica en sobre el margen del arroyo El sabino en la parte norte de la localidad de Copoya, municipio de Tuxtla Gutiérrez, la planta es de tipo biológico de filtros percoladores y cuenta con un tratamiento de lodos y mejorador de suelos, tiene una capacidad de 8.5 litros por segundo. La PTAR Jobo se encuentra en la localidad del Jobo, al Norte de la ciudad, su tratamiento es de tipo biológico con un digestor anaerobio y cuenta con un lecho de secado, su capacidad es de 3.1 litros por segundo. En conjunto, estas plantas de tratamiento

con el sistema de colectores y subcolectores existentes, suman una longitud de aproximadamente 91km (CONAGUA, 2015)

### ***1.3 Instituciones vinculadas a la gestión de las PTAR en Tuxtla.***

El Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA) de Tuxtla Gutiérrez se encarga de administrar los servicios de agua potable y alcantarillado; es decir, distribuye el agua potable, instala y brinda mantenimiento a las redes de alcantarillado. SMAPA es el organismo operador de aguas más importante de la entidad, ya que disminuye el grado de contaminación que se genera en el municipio, así como también cuenta con la planta potabilizadora “Ciudad del Agua”, que dota de agua potable a las colonias de Tuxtla Gutiérrez y dos plantas de tratamiento de agua residual que son la PTAR Tuchtlán y la PTAR Paso Limón, tal como lo describe CONAGUA en el siguiente texto:

Tuxtla Gutiérrez cuenta con la planta potabilizadora “Ciudad del Agua Juan Sabines Gutiérrez”, con una producción de 2000 litros de agua por segundo, lo que permite abastecer del vital líquido a la población tuxtleca. El agua se capta directamente del río Grijalva, frente a la isla Cahuaré, a unos 500 metros del 10 puente Belisario Domínguez que comunica a Tuxtla Gutiérrez, con Chiapa de Corzo (CONAGUA, 2015, pag 1 )

En este contexto, es importante la participación de la empresa Tecnología Internacional (TICSA) en los procesos de saneamiento. Dicha empresa está a cargo de la operación de la PTAR Tuchtlán, lo cual ha incluido el diseño, la construcción, la operación y la puesta en marcha de plantas de tratamiento de aguas residuales (Ticsa Grupo Epm, 2015, pág. 2).

## ***2. MARCO TEÓRICO***

### ***2.1 Fuentes de contaminación de ríos urbanos***

El agua es un recurso natural indispensable para el ser humano y todo ser vivo; sin embargo, con el paso de los años los cuerpos de agua tales como ríos, arroyos, lagos etc., han presentado problemas por el grado de contaminación cada vez mayor, lo cual ha generado grandes impactos tanto a la humanidad como al ecosistema, todo esto debido a las mismas

actividades humanas que van convirtiendo a nuestros ríos en vertederos de aguas residuales tal como se describe en el texto realizado por Cely *et al.* (2022):

La idea de que los ríos y mares sirvan como vertederos de aguas residuales y que el ciclo natural del agua actúe como sistema purificador natural ahora es solo una ilusión mundial debido a que los recursos hídricos actualmente no son capaces de soportar la cantidad de aguas residuales que se vierten sobre ellos, la contaminación ha llegado a un nivel de alta toxicidad en la cual la única solución viable es hacer tratamientos de limpieza y purificación (Cely *et al.*, 2022, pag. 36).

Las zonas urbanas presentan diversas fuentes de contaminación. En algunas ciudades la contaminación proviene de la actividad agrícola y/o de las industrias; sin embargo, las ciudades también tienen como fuente de contaminación a las actividades turísticas y zonas de centros comerciales. Así mismo, la gestión municipal es importante por las decisiones que se toman en torno a la disposición final de los residuos, de las aguas residuales urbanas y la determinación de tratamientos adecuados para que las aguas contaminadas no sean vertidas en los cuerpos de agua, de acuerdo con Cely *et al.* 2022

Las ciudades generan mayor cantidad de aguas residuales que las zonas rurales debido a la alta presencia de población y por la existencia de zonas industriales que producen aguas residuales y desechos a grandes escalas, por tanto, es importante analizar qué sectores en las ciudades generan mayor cantidad de aguas residuales y qué tanto llegan a ser contaminantes de acuerdo con su procedencia. (Cely *et al.*, 2022, pag. 12).

Belzona (2010) menciona que las aguas residuales del sistema municipal incluyen aguas residuales desechadas por los humanos en sus viviendas, las cuales provienen de inodoros, sumideros de baños y otros drenajes; provenientes de industrias, escuelas y de negocios que desechan sustancias químicas y otros desperdicios de los procesos de fábricas, operaciones de servicios de comida, aeropuertos, centros comerciales, entre otros. Además, se incluye el agua de tormenta, el agua de los drenajes de las calles, el agua del subsuelo que ingresa a través de grietas hacia los drenajes. En conclusión, las aguas residuales provienen de las casas, instalaciones industriales y comerciales, y el agua de las tormentas viajan por las instalaciones de un sistema colector.

## ***2.2 Importancia del tratamiento de aguas residuales en las ciudades.***

El tratamiento de las aguas residuales son etapas que se realizan para tratar las aguas sucias que se genera de las actividades humanas, por lo que se han implementado tecnologías para llevar estos tratamientos adecuados cumpliendo con la normatividad para poder darles un reúso o disposición final adecuado sin afectar a la salud humana y no contaminar al medio ambiente, protegiendo nuestros ríos, lagos arroyos etc. como es el caso de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). De acuerdo con De la Vega (2012) con la construcción y operación de un mayor número de plantas de tratamiento de aguas residuales se genera un mayor volumen de agua tratada en el que se podrá destinar a sectores como agricultura e industria, liberándose importantes volúmenes de agua de primer uso para cubrir las necesidades de las poblaciones, así como también se persigue reducir la incidencia de enfermedades de origen hídrico al poder contribuir con un medio armónico de convivencia entre la población y naturaleza (Raynols, 2002 citado en De la vega, 2012, pag 30).

Las plantas de tratamiento de aguas residuales son equipos de gran importancia que contribuyen al saneamiento de los cuerpos de agua, especialmente de los que se encuentran dentro de una ciudad o población. Tal como menciona Muñoz (2015), el principal objetivo de las PTAR es el tratamiento de las aguas residuales que se producen en un centro poblacional para convertirlas en aguas de buena calidad, con la ayuda de tratamientos fisicoquímicos y/o biológicos, según las necesidades y el origen del agua residual.

## ***2.3 Tratamiento de aguas residuales en ríos urbanos***

La mancha urbana ha ido incrementando con el paso de los años y por inadecuado uso de las aguas residuales y tratamiento para su disposición final vamos afectando nuestros ríos que atraviesan o se encuentran dentro de las ciudades provocando un desequilibrio en el ecosistema acuático, en el que involuntariamente vuelve a repercutir en el ser vivo provocando contaminación en aguas superficiales y subterráneas.

Alcántara (2007) menciona que, en los medios rural, periurbano y urbano, los ríos se enfrentan a perturbaciones continuas debido a las diversas actividades residenciales y productivas y los procesos de urbanización asociados, como es el caso de la pavimentación

y el sellado del suelo, la producción de residuos líquidos y sólidos, la contaminación urbana e industrial, etc. (González et al., 2007, pág. 12).

A partir de estas causas mencionadas u otras más, el cauce natural de los ríos y las concentraciones naturales de este recurso se van desequilibrando, por lo cual, es necesario una correcta gestión para el eficiente tratamiento de las aguas residuales, de modo que no sean parte del incremento de contaminación y puedan ser reutilizadas o tengan una disposición final, sin que perjudiquen las aguas superficiales.

### ***2.3.1 Descripción del proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales en ríos urbanos.***

Para el tratamiento adecuado de las aguas residuales debe pasar por ciertas etapas necesarias que ayudan a ir separando los contaminantes de las aguas, cada etapa tiene un proceso para limpiar las aguas como es el caso del pretratamiento, cuyo objetivo es separar los sólidos gruesos del líquido; en el tratamiento primario se separan los sólidos sedimentables; en el tratamiento secundario, la purificación de las aguas residuales a través de procesos biológicos y este a su vez, se combina con métodos de tratamiento para purificar completamente estas aguas para cumplir una normatividad para darle un reúso o disposición final.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales consisten en una secuencia de pasos que conforman un proceso, el cual depende del grado de contaminación que tenga el agua a trata, tal como lo describe Alasino (2009):

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales consisten generalmente en una secuencia de procesos que dependen de las características del agua residual a tratar y del grado de purificación requerido según los niveles de contaminación permitidos por la legislación, lo que depende fuertemente del lugar de descarga y cuerpo receptor. La secuencia de procesos consiste básicamente en una serie de tratamientos denominados tratamiento previo, primario, secundario y, eventualmente, terciario y cuaternario (Alasino, 2009, pág. 3)

Cada una de las etapas de tratamiento de agua residual tiene su propio objetivo, indispensable para que la purificación y limpieza del agua sea eficiente, ya que es importante que las aguas que se vierten al río se encuentren lo más limpias posible para disminuir el grado de contaminación.

### **2.3.1.1 Tratamiento físicos**

Los tratamientos físicos son métodos en el que se lleva a cabo una separación física, generalmente de sólidos. Estos métodos suelen depender de propiedades físicas de los contaminantes como la viscosidad, tamaño de partículas, flotabilidad, etc. entre lo que nos podemos encontrar al tamizado; la precipitación, separación y filtración de sólidos (Rodríguez, 2020).

#### **2.3.1.1.1 Pretratamiento**

En la etapa del pretratamiento es la primera etapa que consiste en la eliminación de sólidos gruesos, sólidos inorgánicos pesados o grasas y aceites, en esta etapa se le denomina tratamiento preliminar o pretratamiento, tal como lo menciona Ronces (2018):

Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados para: eliminar y separar los sólidos mayores o flotantes, como trozos de madera, telas, papel, junto con algo de material fecal; separar los sólidos inorgánicos pesados, como la arena; separar las cantidades excesivas de aceites y grasas (Ronces, 2018, pág. 14).

Cabe destacar que la etapa preliminar puede ser una manera de aumentar la efectividad y una forma de evitar problemas de operación en etapas posteriores del proceso.

#### **2.3.1.1.2 Tratamiento primario**

La etapa del tratamiento primario consiste en la separación de los sólidos que son sedimentables por medio de un método físico como decantadores. García (2016) describe que:

El tratamiento primario se entiende como el proceso o conjunto de procesos que tiene como misión la separación por métodos físicos de las partículas en suspensión no retenidas en el pretratamiento. La decantación primaria es un proceso de eliminación de sólidos en suspensión susceptible de separación por diferencias de densidad, de forma que las partículas más pesadas que el agua son separadas por la acción de la gravedad (García, 2006, pág. 16).

De acuerdo con Rojas (2002), esta etapa de tratamiento primario tiene como objetivo la remoción por métodos físicos o mecánicos de una parte sustancial del materia sedimentable o flotante; es decir, en el tratamiento primario se remueve la materia que incomoda, sino que también una fracción importante de la carga orgánica, que de representar entre el 25% y el 40% de la DBO y entre el 50% y el 65 % de los sólidos suspendidos. Existen diferentes tipos

de tratamiento primario algunos de ellos son: Sedimentación primaria, Flotación, Precipitación química, Filtros gruesos (Rojas , 2002, pág. 12).

### ***2.3.1.2 Tratamientos Biológicos***

El tratamiento biológico es una parte importante para la eliminación de impurezas orgánicas solubles, incluso para la mezcla de aguas residuales domésticas e industriales, tal como se describe en el texto del estudio realizado por Barriga y Durán (2014):

Son procesos biológicos que utilizan reacciones bioquímicas para quitar impurezas solubles o coloidales, normalmente sustancias orgánicas. Los tipos fundamentales de tratamiento secundario más comunes son procesos aerobios: filtros o lecho de bacterias, lodos activados, lagunas de oxidación (Barriga & Durán, 2014, pág. 21).

El objetivo del tratamiento biológico es la eliminación de la materia orgánica biodegradable, principalmente soluble. Los métodos biológicos se recomiendan por su bajo costo y alta eficacia de remoción. En esta etapa consiste en que los contaminantes que contienen las aguas residuales son transformados por los microorganismos, en energía por su metabolismo y en otros compuestos orgánicos e inorgánicos. Las células microbianas generan flóculos, en las que se separan de la corriente de entrada por sedimentación. Debido a esto, una sustancia orgánica soluble se convierte en flóculos que se pueden eliminar fácilmente del agua. El objetivo principal de esta etapa de tratamiento secundario es reducir la materia orgánica y los nutrientes como el nitrógeno el fósforo (Gómez , 2019, pág. 33).

#### **2.3.1.2.1 Tratamiento secundario**

El tratamiento secundario consiste en la purificación de las aguas residuales a través de procesos biológicos, el cual se usa para de la remoción de DBO5 y sólidos suspendidos, tal como lo menciona De la Vega (2012):

El tratamiento secundario de las aguas residuales incluye la purificación biológica del agua. Estos procesos son un tipo biológico de crecimiento suspendido, como el lodo cloacal activado o un tipo de crecimiento adherido, como los filtros aeróbicos granulares o los contactores biológicos. El tratamiento secundario convencional se usa principalmente para remoción de DBO5 soluble y sólidos suspendidos e incluye los procesos biológicos de lodos activados, filtros percoladores, sistemas de lagunas y sedimentación. Estos últimos, que generalmente son aplicables a operaciones de plantas de tamaño medio, consumen menos energía que el lodo activado. El

tratamiento secundario tiene como objetivo eliminar la materia orgánica disuelta (De la Vega, 2012, pág. 49).

En la etapa secundaria reduce o convierte la materia orgánica finalmente dividida o disuelta, debido a que los sólidos sedimentables pueden ser separados por sedimentación en tanque de decantación que son especiales para llevar a cabo este proceso. Uno de los procesos biológicos más utilizados son los lodos activados y filtros percoladores, así como también se incluyen lagunas de estabilización y airadas, así como el tratamiento biológico que se emplea oxígeno puro y el tratamiento anaerobio. Cabe destacar que los tratamientos biológicos son más eficientes, ya que tienen una remoción de DBO entre el 85% y 95 % (Rojas , 2002, pág. 13).

### ***2.3.1.3 Tratamientos Químicos***

Rodríguez (2020) describe los tratamientos químicos como aquellos métodos que dependen de las propiedades químicas del contaminante o reactivo incorporado al agua. Entre dichos tratamientos, se pueden destacar los que tienen como objetivo la eliminación del hierro y del oxígeno, la eliminación de fosfatos y nitratos, la coagulación, los procesos electroquímicos, la oxidación, intercambio de iones, etc.

El tratamiento químico que es en la etapa terciario donde se lleva a cabo como disposición última para las aguas residuales, esta etapa de tratamiento difiere según las localidades:

Este tratamiento consiste en un proceso físico-químico que utiliza la precipitación, la filtración y/o la cloración para reducir drásticamente los niveles de nutrientes inorgánicos, especialmente los fosfatos y nitratos del efluente final. El agua residual que recibe un tratamiento terciario adecuado no permite un desarrollo microbiano considerable (Belzona, 2010, pág.20)

Los tratamientos químicos en las aguas residuales utilizan reactivos químicos que llevan a descomponer los contaminantes. Esta etapa es ideal para aquellas aguas que tienen un alto contenido de toxinas químicas que se generan en muchas ocasiones en fábricas.

### **2.3.1.3.1 Tratamiento terciario**

Esta etapa se encarga de eliminar toda carga orgánica residual, así como también, sustancias que contaminantes que no se eliminaron en la etapa de tratamiento secundario, estos son procedimientos físico-químicos, tal como se describe:

Consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Es un tipo de tratamiento más caro que los anteriores y se usa en casos más especiales como por ejemplo para purificar desechos de algunas industrias (Herbert, 2010, pág. 2).

En este caso, el tratamiento terciario o avanzado se aplica cuando al agua a tratar se le quiere dar un reúso, que ya elimina el 99 % de los sólidos, y además se emplean diversos procesos químicos que deben garantizar que el agua esté limpia y libre de impurezas para poder darle un reúso como es el objetivo de su tratamiento (Martínez et al, 2007, pág. 42).

## ***2.4 Medios masivos de comunicación y tipo de información en torno a una PTAR en el espacio urbano***

Los medios masivos de comunicación son indispensables hoy en día, ya que es una herramienta informativa y de servicios que ayudan al individuo: “Los medios masivos de comunicación, especialmente la prensa, resultan fundamentales no sólo como generadores de estados de opinión pública, sino, también, como fuente no aséptica de información para comprender los problemas” (Guzmán et al., 2014, pág. 278).

Los medios masivos de comunicación son de mucha importancia para la sociedad ya que debido a la cantidad de personas que ven, leen y escuchan medios masivos de comunicación y a su poder persuasivo, al utilizar estos medios emiten mensajes que contribuyen al manejo de crisis, esto ayuda a que sea más efectiva de llevar la información a la población como también esta se involucre más a temas de interés e importancia. Estos medios de comunicación son un conjunto de recursos que obtienen y difunden información a una audiencia amplia y diversa, los cuales moldean la opinión pública, ya que al captar la información que brindan otorgan una credibilidad y confianza (Rodríguez et al. , 2008, pág. 9).

Por lo antes mencionado, los medios de comunicación forman un papel importante especialmente en medio de una sociedad en donde se realizan obras públicas que son beneficios para la población, Calderón *et al.* (2022) menciona que los proyectos de infraestructura pública particularmente de PTAR requiere de consideraciones sociales especialmente cuando se encuentra dentro de un área urbana, ya que en muchos casos han surgido conflictos por determinar la ubicación de esta infraestructura, bien se sabe que una

PTAR es beneficio para mejorar la calidad del agua, minimizar el impacto ambiental y efectos en la salud, es por ello que es importante que la información se encuentre disponible en los medios masivos de comunicación; sin embargo, la información sobre la aceptación social es limitada.

También se destaca que los medios de comunicación juegan el papel de persuasión para la audiencia ya que son los encargados de describir y narrar los acontecimientos; en este sentido se reconoce que “los medios masivos de comunicación son narradores permanentes de la cotidianidad y desarrollan un papel fundamental en la audiencia, pues son los encargados de definir, estructurar y sustentar una realidad propuesta a partir del tratamiento temático” (Villa, 2013, pág. 1).

Algunos autores, como Villa (2013), mencionan que se presentan comunidades que reconocen la importancia de los medios masivos de comunicación especialmente cuando es una población urbana que utiliza medios comunitarios para tomar decisiones en el tema del proceso de construcción y desarrollo de los espacios públicos.

### ***2.5 Percepción ambiental de la ciudadanía en torno a una PTAR***

En el desarrollo de esta investigación, se afirma que el hombre requiere de una interacción permanente con el medio, razón por lo que recibe una serie de estímulos como parte de las fuentes de información que le permite conocer la realidad del espacio en el que se desenvuelve. La información que recibe a través de estímulos se logra con los sentidos de la visión, olfato, tacto, audición y gusto, estos por medio de un proceso que se torna complejo van a representar una realidad en el entorno, este proceso de aprendizaje de conocimientos es denominado como percepción (Silva, 2019, pág. 23).

Las percepciones ambientales se entienden como la forma en que cada individuo aprecia y valora su entorno:

La relación existente entre el ser humano y su ambiente es, en gran parte, el reflejo de las percepciones ambientales en un contexto determinado; dicho de otra forma, responde a cómo cierto entorno social percibe su ambiente y va construyendo su espacio o (Lefebvre, 1991; citado en Fernández, 2008).

De acuerdo con Fiallos (2022), existen varias causas para la crisis entre el ser humano y el ambiente, principalmente en modo de vida urbano, ya que existe poca percepción de la degradación del medio y de la influencia que tiene sobre él. Otra de las cosas que influyen en la percepción de las personas, son los excesos materialistas y la escasa educación para un desarrollo sostenible. Por otro lado, se indica que la justicia ambiental y social deben ser inseparables (Casas y Puig, 2017, citado en Fiallos, 2022).

Por su parte, Benez, Kauffer y Álvarez (2010) al referirse a la percepción, identifican en las comunidades, procesos interpretaciones heterogéneas de la realidad que depende de las interconexiones y la complejidad con la que se observen las relaciones entre el entorno y la población, mediada por las cosmovisiones, en donde las culturas juegan un papel fundamental.

Finalmente, González et al (2021) mencionan que la percepción de la calidad del agua de arroyos y ríos urbanos, se puede considerar como un indicador de la “dinámica de desarrollo de la ciudad y de las prácticas sociales que causan su deterioro” (pág. 7).

## ***2.6 Posibles efectos ambientales negativos en el proceso de tratamiento de una PTAR.***

Cuando una PTAR no tiene un buen funcionamiento o el tratamiento no es adecuado para las aguas residuales, puede generar efectos negativos al ambiente y es posible que afecte a la salud humana. En muchas ocasiones puede suceder que cuando el agua no ha pasado por un debido tratamiento, estas aguas pueden generar malos olores o proliferación de insectos. Así mismo, una inadecuada operación puede provocar ruidos molestos que afecten a las personas, por lo que es importante que las plantas de tratamiento de aguas residuales tengan una operación adecuada y eficiente.

### **2.6.1 Olores**

Cada persona tiene diferentes formas de reaccionar ante los olores presentes, esto depende de la habilidad del olfato que se tiene para poder percibir olores, así como también depende del emisor que genera el olor, la intensidad y el compuesto, en este caso serían las aguas residuales que se esté tratando:

El sentido del olfato es bastante complejo y las respuestas a diferentes olores por parte del sujeto receptor puede ser variable. Esta variabilidad resulta de las diferencias en la habilidad de detectar los olores (la percepción puede variar dependiendo del tipo de compuesto con olor); también de la aceptación o rechazo subjetivo de un olor específico basado en la experiencia; circunstancias en las que el olor es percibido; y otros factores como la edad, la salud o la actitud del sujeto receptor (Lozada & Giraldo, 2019, pág. 16).

En este contexto, se entiende que las sustancias olorosas que emiten las aguas residuales domésticas acumuladas o en procesos de tratamiento pueden ser de naturaleza tanto orgánica como inorgánica, y se presentan en forma de gases y vapores. Muchos autores describen que los principales gases inorgánicos son el sulfuro de hidrógeno y el amoníaco. Aunque ambos compuestos se producen típicamente como resultado de la actividad biológica, los vapores orgánicos también pueden tener origen en la descarga directa de desechos químicos. Sin embargo, muchas de las sustancias olorosas son el resultado de la descomposición anaeróbica de materia orgánica que contiene azufre y nitrógeno, no obstante, los olores también se pueden generar por descomposición aeróbica y por el tratamiento de residuos sólidos que impliquen procesos con calor (Lozada & Giraldo, 2019, pág. 17).

### **2.6.2 Generación de exceso de ruidos.**

Los ruidos a exceso pueden generar daños auditivos a las personas como también al medio ambiente, esto son riesgos que los equipos pueden provocar al tener una inadecuada operación:

la identificación de peligros y valoración de riesgos bajo la segunda actualización de la norma técnica colombiana GTG 45 del 2012 (segunda actualización), uno de los peligros con mayor relevancia es el ruido generado por las maquinarias. Es por esto que realizar una identificación apropiada de las características de las plantas operadas por la organización, da lugar a una efectiva prevención de la enfermedad y promoción de la salud de todos los trabajadores expuestos a este tipo de peligros (Jiménez , 2020, pág. 19).

La aceptación que manifiesta la sociedad con respecto a las plantas de tratamiento de agua residual tiene gran impacto, ya que traen beneficios como empleos, así como también puede traer problemas entre las comunidades y los operadores, derivados del funcionamiento. Por otra parte, la estética juega un papel clave en la aceptación de la sociedad, ya que pueden ocurrir molestias y con ello, afectar la opinión con respecto a la importancia sostenibilidad urbana frente a la comodidad del diario vivir. Un ejemplo común es la generación de olores para las poblaciones aledañas y las zonas donde son percibidos debido a la dirección del viento que los arrastra. Otro ejemplo son los ruidos producidos por la operación de la PTAR, entre otras (Cossio et al., 2020).

De acuerdo con Porras (2020), la generación de ruido por una PTAR salitre generalmente provienen de la tea, las calderas, los digestores, el tanque almacenador de lodos y la zona de deshidratación de lodos. Se encuentran también zonas inoperativas frente a la expansión y cambios de la Fase II de la PTAR salitre; sin embargo, el monitoreo del ruido muestra un impacto negativo, por lo que es necesario reducir la contaminación sonora (EAB, 2022 citado en Porras, 2022).

### ***2.6.3 Proliferación de insectos.***

Otro de los problemas que se pueden encontrar en la operación de las plantas de tratamiento de agua residual son la proliferación de insectos:

una cantidad excesiva de moscas en los filtros suele producir molestias tanto en la propia planta de tratamiento como en áreas aledañas. La proliferación de moscas del género *Psychoda* se debe a un excesivo crecimiento del número de sus larvas en el interior del lecho. La vida de esta mosca es de 5 a 7 días dependiendo de la temperatura. Al sembrar plantas en las áreas cercanas al filtro pueden reducirse las molestias causadas por las moscas. Es conveniente no plantar árboles con copas anchas, sino árboles bajos para evitar que las hojas que se desprendan de los mismos caigan sobre el filtro, y cubran su superficie con el subsecuente riesgo de formación de acumulaciones de agua u obstrucciones en la superficie (Pérez et al., 2005, pág. 22).

Los Servicios Ambientales Profesionales (SAP) afirman que, durante la operación de la PTAR, cuando se le da un mal manejo de lodos o por falta de mantenimiento, esto podría generar la proliferación de fauna nociva, como ratas, cucarachas, moscas, mosquitos y otros

insectos; lo cual provoca un incremento de riesgo de transmisión de enfermedades (SAP, 2022, pág. 30).

Debido a los problemas de la proliferación de fauna es importante dar un buen mantenimiento a los equipos, ya que el agua residual que llega de los alcantarillados arrastra todo tipo de residuos; tal es el caso de pañales, toallas sanitarias, toallitas húmedas incluso preservativos, además de grasas y aceites libres y emulsionados, champús, acondicionadores, limpia pisos, entre otros. El tratamiento de dichas sustancias es un reto, puesto que, generalmente se encuentran presentes en el sistema de drenaje, por lo que el tamizaje o rejillas que ayudan disminuir la contaminación en los procesos, puede verse afectado al encontrar la acumulación de estos residuos en los equipos. Por lo tanto, protegerlos y evitar el daño a los equipos, es indispensable la limpieza con frecuencia para mantener el paso del agua constante, y para evitar que se presenten animales como roedores o insectos como cucarachas (Gestión del Recurso Hídrico , 2023).c

### **3. METODOLOGÍA**

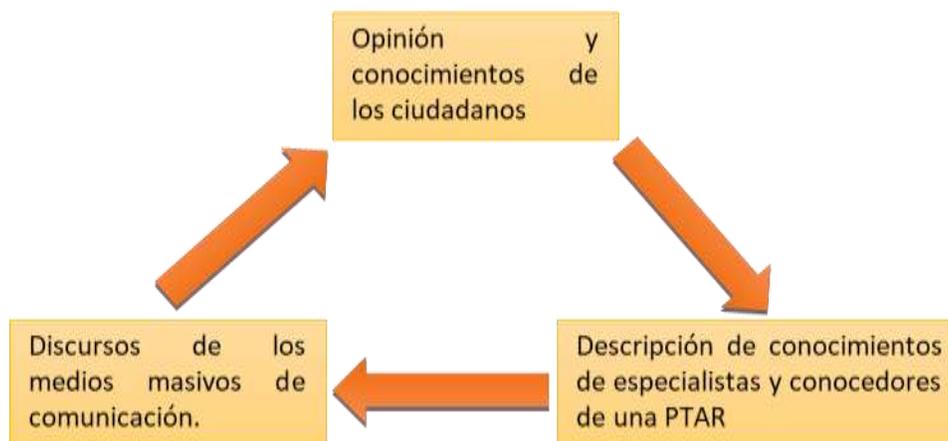
#### **3.1 Tipo de investigación.**

La investigación que se implementó es de tipo mixto, tanto cualitativo como cuantitativo ya que lo que se busca es comprender la perspectiva de los participantes acerca de un fenómeno que los rodean. En esta investigación se ha buscado profundizar en las experiencias perspectivas u opiniones acerca de la PTAR Tuchtlán, mediante la exploración de las perspectivas donde resulta fundamental la comprensión de las observaciones de los ciudadanos mediante encuestas y entrevistas a especialistas; así como la perspectiva de la autora de esta tesis, en el análisis de la información emanada de los medios de comunicación masiva. De este modo, se propone la integración de dichas perspectivas mediante procesos de triangulación, en los cuales, se contrastan los datos provenientes de cada una de las perspectivas mencionadas (Haapanen y Manninen, 2023).

En la investigación mixta se llevó a cabo un proceso de triangulación, que facilitó la integración de datos provenientes de: la web, (notas en los medios de comunicación), los

ciudadanos y los conocimientos de especialistas sobre tratamiento de aguas residuales, así como se representa en el esquema 1.

Esquema 1. Proceso de Triangulación.



Fuente: Elaboración propia.

En el esquema se representa cada una de las etapas que se llevó a cabo en esta investigación. En cada una de ellas fue indispensable considerar el objetivo general, en el que se ha planteado el acercamiento a la percepción presente tanto de la población circundante, los especialistas y la información contenida en los sitios web con respecto a la PTAR Tucthlán.

### ***3.2 Área de estudio***

El área de estudio donde se llevó a cabo una parte del trabajo de campo fue en la PTAR Tucthlán, que se encuentra ubicada en las instalaciones del parque Tucthlán en la zona Norte Poniente de Tuxtla Gutiérrez. Las encuestas fueron realizadas en 4 puntos específicos las cuales son: 1er punto, en la parada frente al parte Joyyo Mayu; 2do punto, en el parque

Tuchtlán; 3er punto, en la segunda parada frente a CONAGUA; y 4to punto, afuera de las tiendas comerciales cerca de la planta.

Los puntos específicos donde se realizaron las encuestas en lo antes mencionado se pueden observar en la figura 1.

Figura 1. Puntos específicos donde se realizaron las encuestas.



Fuente: Elaboración propia con imagen tomada de Google Earth Pro.

La PTAR Tuchtlán es una de las plantas más importantes de Tuxtla Gutiérrez que colaboran al saneamiento del río Sabinal que trata las aguas residuales que llegan a través de la red de alcantarillado cumpliendo con la normatividad.

### 3.3 Estrategias para la recolección de datos

En primer lugar, dentro de este proceso de investigación, se identificaron diversos sitios web con información acerca de la PTAR Tuchtlán; es decir, se realizó una investigación documental, cuya información se presenta una tabla con los temas importantes y de interés abordados. Como segundo paso, se realizan encuestas dirigidas a la población circundante a la PTAR Tuchtlán acerca de sus perspectiva y conocimiento con respecto a la operación de la planta; finalmente se realizan entrevistas a especialistas que tienen conocimiento sobre el tratamiento de las aguas residuales a partir de sus conocimientos y perspectivas sobre la PTAR Tuchtlán. En el esquema 2 se puede observar la estrategia de recolección de información, la metodología aplicada.

Esquema 2. Aplicación de metodología



Fuente: Elaboración propia.

En el esquema 2 se describe cada uno de los pasos que se lleva a cabo en la investigación, y hacia quienes van dirigidos cada uno de las estrategias que se aplican, así como también el área de estudio en donde se realiza cada uno de ellos, tanto la investigación documental, las encuestas y entrevistas, que al llevarlas a cabo nos conducen al objetivo final de la investigación.

### ***3.3.1 Material en medios de comunicación masiva que refiere características de la PTAR Tuctlán***

Se realizó una investigación documental sobre datos, información, descripción, acontecimientos y operación de la planta de tratamiento de agua residual Tuctlán, esta búsqueda de información se realizó en diversas fuentes de información del sitio web, como en: notas periodísticas, fuentes de instituciones como CONAGUA, SMAPA. En el buscador del sitio web Google se puso –PTAR “Tuxtla Gutiérrez” “Tuctlán”- en la cual arrojaron 543 resultados, sin embargo, no todos tratan sobre el tema de interés por lo que se fue seleccionando la información que enriqueciera la investigación.

Una vez recopilada toda la información necesaria se procedió a realizar una tabla, donde se agregó toda la información obtenida, los temas tratados con fechas ordenadas y autor que publicó dicha información, la fuente y los temas que tratan cada uno de los autores.

### ***3.3.2 Encuestas realizadas a la ciudadanía que transita cerca de la PTAR Tuctlán***

Las encuestas se realizaron a 80 personas con un rango de edad de 18-38, 39- 59 y de 60 y más, contemplando ambos sexos, las preguntas fueron sobre conocimientos de la PTAR Tuctlán, la cual fue de elaboración propia, formadas por 7 preguntas con incisos. La encuesta se puede visualizar en el anexo 1.

Las encuestas se realizaron en 2 horarios, es decir, horario matutino de 8 a.m. a 11 a.m. y el horario vespertino de 2 p.m. a 5 p.m. Se contemplaron estos horarios para observar en qué periodo circulan más personas cerca de la zona. La encuesta se realizó en la primera semana de abril del 2024.

### ***3.3.3 Entrevistas a especialistas en torno a la PTAR Tuctlán.***

Las entrevistas fueron formuladas por elaboración propia dirigidas a especialistas que conocen sobre el tratamiento de aguas residuales; todo fue a partir de sus experiencias y

conocimientos. Las entrevistas se realizaron en un día y en horario laboral a dos especialistas en la que fue grabada y después transcrita. La entrevista fue formulada con 6 preguntas, las cuales están relacionadas con temas de interés de la población circundante, lo que hace referencia a la pregunta 7 de la encuesta; sin embargo, las respuestas fueron a partir de sus conocimientos y perspectivas.

#### **4. RESULTADOS**

##### **4.1 Análisis de resultados de los medios masivos de comunicación**

Con base a lo investigado en los diferentes periódicos del sitio web sobre temas relacionados con la PTAR Tucthlán, se obtuvo 16 resultados relacionados con el tema de interés, teniendo diferentes temas.

Los sitios encontrados y consultados se describen en la tabla 1:

Tabla 1. Sitios web consultados en la investigación documental.

Portales de noticias	Chiapas tu contacto, Arquinoicias el portal de la esfera pública, Iagua (Noticias, México, Conagua), Ticsa grupo EPM Generación de comunicación corporativa grupo EPM, La voz del Suerste periódico del estado, Nota periodística escena Chiapas, Noticias nacionales, Chiapas en contacto/Noticia Chiapas, Nota periodística, Chiapas Aeropago, Bitácora Sur periodismo responsable, Cuarto poder Chiapas, tu diario vivir y Diario portavoz.
Instancias académicas	Noticias de la red del agua UNAM
Instituciones gubernamentales	SAPAM, CONAGUA (Comisión Nacional del agua), Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA),

Fuente: Elaboración propia.

En los sitios web antes mencionados se encontraron diferentes temas de interés con respecto a la PTAR Tucthlán como: Ubicación de la planta, características, tipo de tratamiento, capacidad de la planta, norma que cumple, multas por incumplimiento, supervisión de la planta, verificación de la calidad del agua tratada, colectores de red que llegan a la planta; y otros temas, tales como costos de construcción, inversiones, periodo de construcción, inauguración, empresa encarga de su operación, colaboradores; así como también su importancia, ventajas y beneficios.

Con base a diversos temas encontrados en los periódicos y otros sitios web, la planta de tratamiento de aguas residuales Tucthlán se encuentra ubicada en Norte Poniente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, y fue construida entre 2013 a 2015, su periodo de prueba fue en marzo y agosto de 2015 para asegurar que los equipos funcionaran al cien por ciento y el inicio de su operación fue en agosto de 2015. La planta de tratamiento Tucthlán tiene una capacidad para procesar 320 litros de aguas residuales por segundo. La Planta cuenta con tecnología de punta, destacan sus tableros PLC que mediante un display táctil pueden operar y monitorear todos los equipos instalados, y con ello, conseguir evitar que se generen gases u olores que afecten el entorno. La PTAR Tucthlán cumple con la NOM-003-SEMARNAT-1997, por lo que su efluente puede ser reutilizado para el riego de áreas verdes y en procesos constructivos. Asimismo, el agua tratada se reincorpora al cauce del río Sabinal, por lo que paulatinamente se contribuye a su recuperación.

### **Narrativas presentes en los sitios web**

En el medio periodístico Iagua, noticias, Conagua, publica el 25 de marzo de 2015 publicó que, el tren de tratamiento consiste en un pretratamiento, un proceso de biológico con lodos activados para que después se desinfecte mediante un sistema de luz ultravioleta. La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Tucthlán permite sanear el cien por ciento de las aguas generadas en la zona poniente de Tuxtla Gutiérrez, con el objetivo de abastecer diariamente de 27 millones de litros de agua limpia al río Sabinal.

Así mismo la Gerencia de Comunicación Corporativa Grupo epm. publicada el 26 de marzo de 2015 por García y Murillo describen que, TICSA, filial del Grupo EPM (Empresas

Públicas de Medellín), empresa que estuvo a cargo de la construcción de la PTAR Tuctlán y la rehabilitación de la planta Paso Limón. Con la entrada en operación de las dos plantas se materializa el Proyecto de Saneamiento Integral de Tuxtla Gutiérrez, que comprendió también la construcción de 15 kilómetros de colectores para captar y conducir las aguas residuales directamente a las PTAR. Las obras, que incluyeron recursos público-privados, tuvieron una inversión de MEX\$ 610.757.395. La empresa Ecosistema de Tuxtla S.A. de C.V. se encarga de la operación y el mantenimiento de las PTAR durante un período de 18,5 años, bajo un contrato de prestación de servicios.

Con respecto a empresa Tecnología Intercontinental (TICSA), se menciona que es una empresa dedicada al diseño, construcción, operación y puesta en marcha de plantas de tratamiento de aguas residuales. TICSA, filial del Grupo EPM, tiene más de 20 años de experiencia en el desarrollo de por lo menos 200 plantas de tratamiento de aguas residenciales, industriales y municipales.

En Obra ecológica y moderna para Chiapas, PTAR Tuctlán realizada por Samuel Toledo, menciona que, “La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Tuctlán es una de las obras ecológicas más importantes en el estado, que en conjunto con la planta Paso Limón y 14 kilómetros de colectores, beneficiará a más de 500 mil habitantes y saneará la cuenca del río Sabinal”, expresó el alcalde Samuel Toledo Córdova Toledo, en reunión con miembros de colegios, funcionarios públicos y sociedad civil.

Marco David Hernández Sánchez, analista del SAPAM, menciona que “una de las ventajas de que pudieron observar, es que opera con un proceso de limpieza de las aguas residuales de lodos activados y luz UV, es una planta con instalaciones modernas y tecnología de punta y que la calidad del agua que se descarga en la salida final de planta sin color y sin olores fétidos, se considera que es algo muy digno de reconocer”.

Uno de los beneficios del funcionamiento de la PTAR Tuctlán es que contribuye a mejorar la calidad de vida de los mexicanos y aportar a la recuperación del río Sabinal, en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, las aguas residuales tratadas son descargadas al río Sabinal libres de contaminantes, lo que se convierte en un importante hito para la protección y el cuidado del medio ambiente de Tuxtla Gutiérrez y un legado para las generaciones futuras de mexicanos.

Con base en la información encontrada en los diferentes sitios web ya antes mencionados, podemos analizar que los resultados son información sobre sus características de la planta, costos y operación; sin embargo, todas las narrativas son informativas para que las personas tengan conocimiento de la PTAR Tucthlán, es decir, que conozcan la finalidad de la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales Tucthlán, no obstante, es importante que la población conozca el destino final de las aguas, así como el aporte benéfico para el medio ambiente que se vincula al proceso de saneamiento del río Sabinal que es el corazón de Tuxtla Gutiérrez.

Se recalca que la información que publican los diferentes medios masivos de comunicación que circula en el sitio web, brinda beneficios a personas interesadas sobre conocer sobre la PTAR Tucthlán, especialmente a los estudiantes que quizás en el proceso de sus estudios necesiten información para algún trabajo o estudio de interés.

Analizando los resultados de este primer objetivo de la investigación junto con la hipótesis 1 planteada, se puede afirmar que cumple con los resultados obtenidos, es decir, se encontró información comunicativa sobre características de la PTAR Tucthlán tomando en cuenta los equipos que manejan, costos, importancia de su funcionamiento y los beneficios que produce en la ciudad el saneamiento del río Sabinal mediante la aplicación de la NOM-003-SEMARNAT-1997.

#### ***4.2 Análisis de resultados de las encuestas realizadas a la población circundante.***

La encuesta se realizó en cuatro puntos cercanos de la PTAR Tucthlán, consiguiendo un total de 80 encuestas dirigidas para ambos sexos, 42 hombres y 38 mujeres, estos mismos con diferentes rangos de edad de 18 a 39 años, de 40 a 60 años y de 60 y más; sin embargo, para comprender mejor los análisis de resultados se les tomo en cuenta el nivel educativo de las personas encuestadas, tal como se puede observar en la tabla 2.

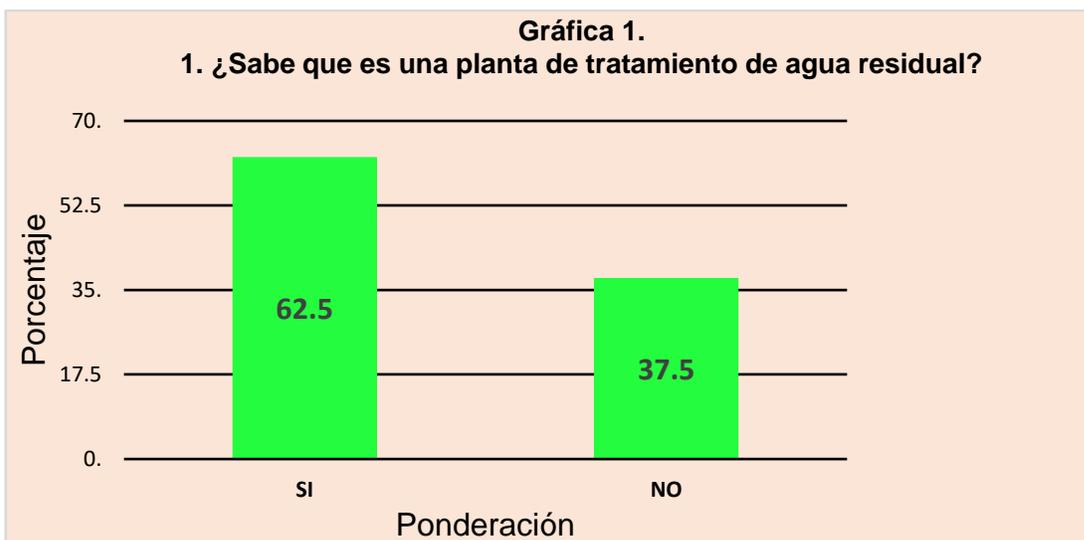
Tabla 2. Información de datos de las personas encuestadas.

Total, de personas encuestadas	Sexo		Edad			Nivel educativo			
	H	M	18-39	40-59	60 y más	Primaria	Secundaria	Preparatoria	Universidad
80	42	38	36	35	9	12	9	25	34

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro se visualiza los datos de las personas encuestadas tanto edades y nivel educativo el cual nos llevó a conocer a través de esta información que la edad es un factor importante sobre el conocimiento y percepción de la PTAR Tuctlán, así como también el nivel educativo que tengan.

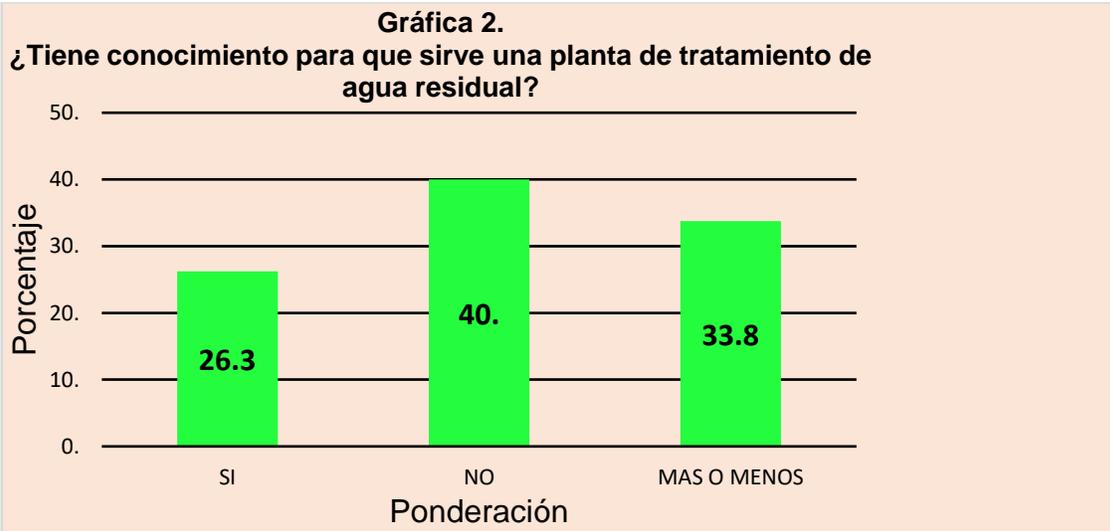
Con la encuesta realizada especificando a la primera pregunta se obtuvo que el 62.5% tiene conocimiento sobre que es una planta de tratamiento de agua residual y el 37.5% de las personas encuestadas no conoce la PTAR Tuctlán. Esto destaca ya que la mayoría conoce del tema o tiene cierta idea sobre que es, para tener una mejor comprensión se puede observar en la gráfica 1.



Respuestas del público general.

Fuente: Elaboración propia.

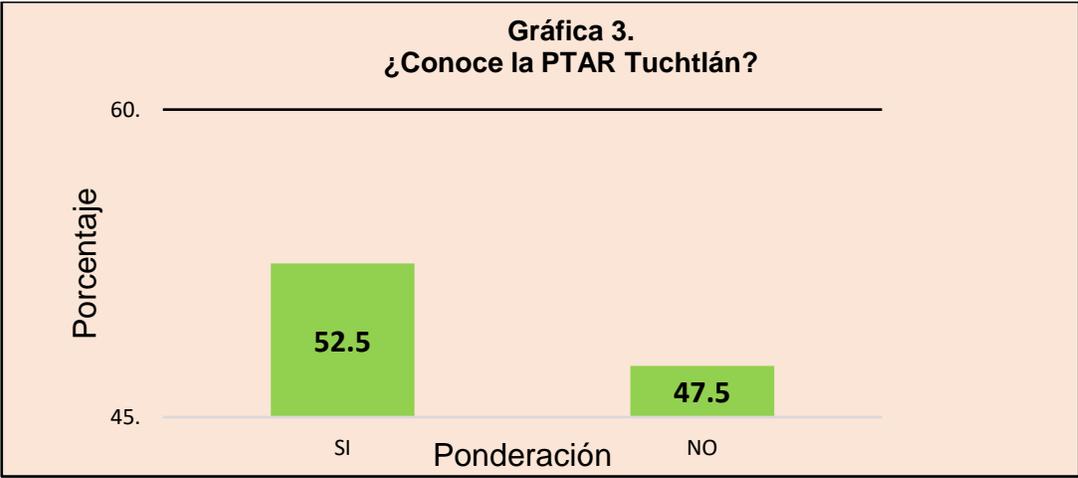
Con referencia al segundo punto se les pregunto si tienen conocimiento para que sirve una PTAR, a lo que hubo tres diferentes respuestas, en el que el 26.3% contestaron que sí, el 40% contestaron que no y el 33.8 que más o menos, cabe destacar que las personas que contestaron que si conocen o más o menos saben de qué se trata es porque tienen una profesión o son estudiantes. Tal cual se observa en la gráfica 2.



Respuestas del público general.

Fuente: Elaboración propia.

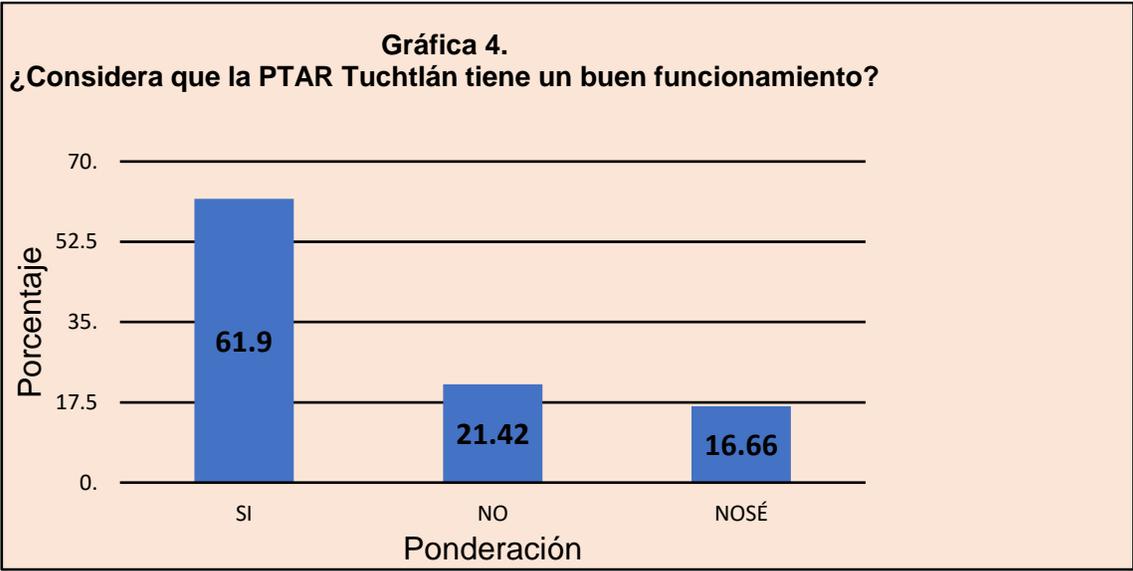
En la tercera pregunta, se les preguntó si conocen la PTAR Tuctlán a lo que, de las 80 personas encuestadas tanto jóvenes y adultos, un poco más de la mitad conocen la planta Tuctlán, el 52.5 % contestaron que si la conocen y el 47.5% no conocen la PTAR, cabe destacar que la encuesta se realizó alrededor de la planta y aun así desconocen la PTAR Tuctlán. Para mejor comprensión se puede observar los resultados en la gráfica 3.



Respuesta del público general.

Fuente: Elaboración propia

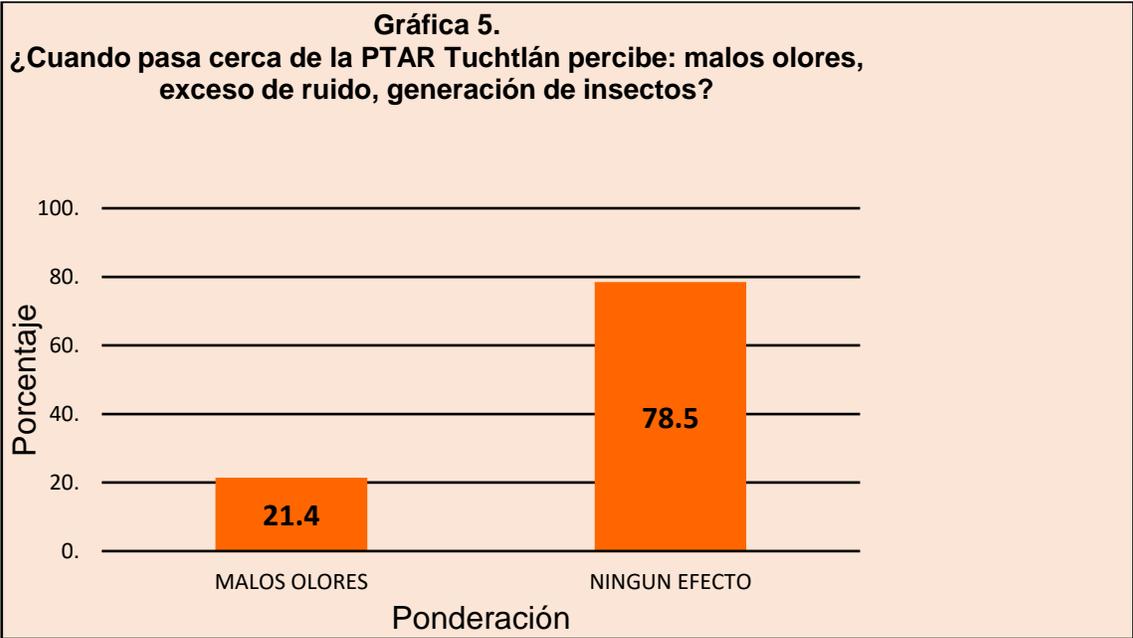
En la pregunta cuatro solamente fue dirigida para las personas que contestaron que sí conocen la PTAR Tuchtlán, por lo que se les pregunto si consideran que dicha planta tiene un buen funcionamiento, en la que se obtuvieron tres respuestas diferentes: el 61.9 % si considera que tiene un buen funcionamiento, el 21.42 % considera que no tiene buen funcionamiento y por último el 16.6 que no sabe, estos resultados corresponden al 52.5 % que conoce la planta. Tal como se expresa en la gráfica 4.



Respuesta del público que conoce la PTAR

Fuente: Elaboración propia.

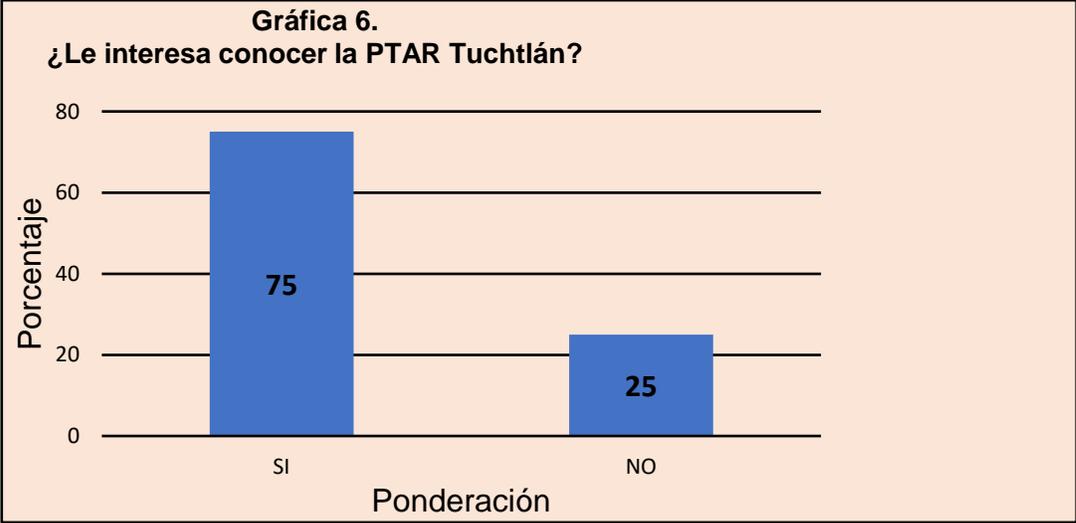
En la pregunta cinco se hace referencia si perciben algún efecto que genere la PTAR, como olores, ruido o generación de insectos a lo que contestaron que solamente el 21.4% que conocen la planta perciben malos olores; sin embargo, especificaron que solo lo perciben durante la temporada de estiaje, es decir, temporadas de calor. El 78.5% no percibe ningún efecto de los antes mencionados, el cual se observa claramente en la gráfica 5.



Respuesta del público que conoce la PTAR

Fuente: Elaboración propia.

La pregunta 6 fue dirigida a las 80 personas encuestadas, tanto las que conocen la PTAR y las que no la conocen, el cual se les preguntó si les interesa conocer la planta a lo que respondieron el 75 % que, si les interesa conocer y el 25% no les interesa conocer sobre la PTAR, algunas personas que contestaron negativamente fueron debido a que ya conocen lo suficiente y otras simplemente no les interesa, no obstante, hay personas que, si les interesa conocer más acerca del tema, aunque ya conozcan un poco. Esto demuestra que hay interés en las personas tanto jóvenes como adultos en saber sobre la planta Tuchtlán. Los resultados mencionados se pueden observar en la gráfica 6.

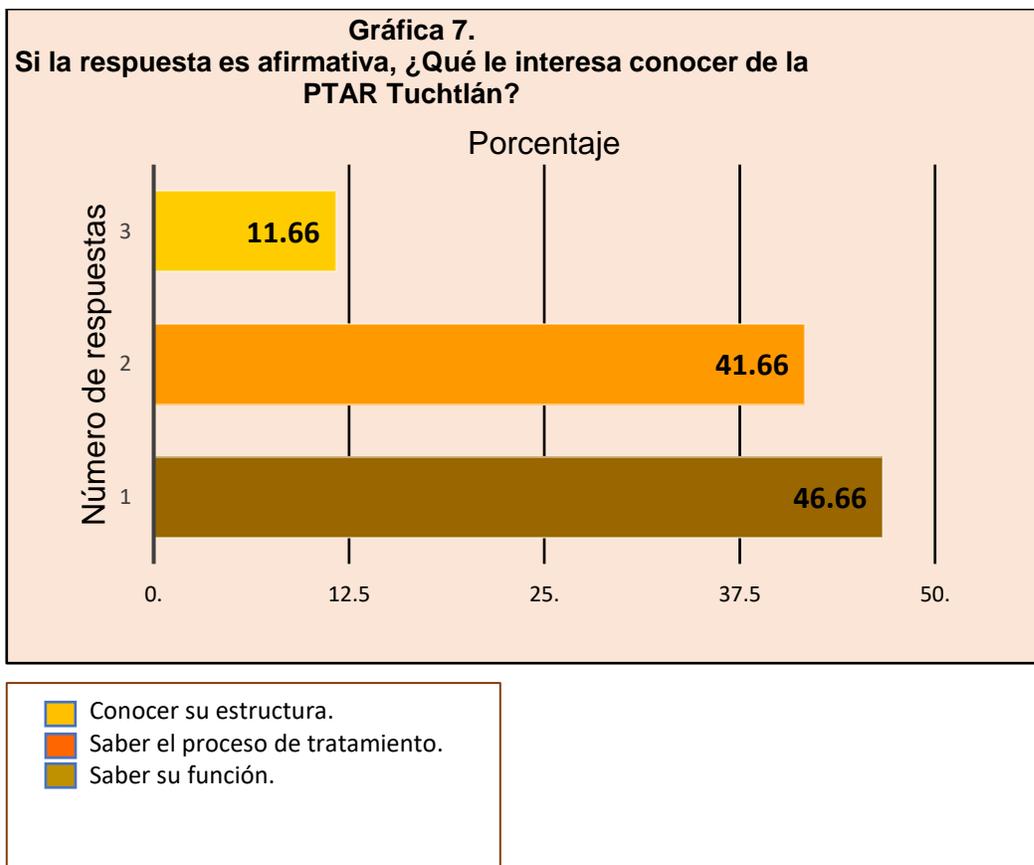


Respuesta del público general.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la última pregunta se les preguntó sobre que les interesaría saber de la PTAR Tuchtlán, con respuestas que apuntan hacia los temas como la operación de la planta, el proceso de tratamiento que se lleva a cabo y cómo está estructurado. Esto nos lleva a que las personas están abiertas a conocer más sobre el tema, sobre lo que consiste una planta de

tratamiento de aguas residuales, en el que ellos mismos dieron a conocer los temas que les interesa saber y seguir conociendo.



Fuente: Elaboración propia.

Es de suma importancia conocer el punto de vista que tiene la población con respecto a una PTAR, en especial cuando se trata de la planta de agua residual Tuchtlán que se encuentra en medio de una área urbano, conocer la percepción de las personas en torno a dicha planta, lleva a una percepción de que existe o no, algún problema en su operación, como es el caso de la PTAR Tuchtlán en la que solamente el 21.4% de las personas perciben malos olores; sin embargo, solamente se percibe en la temporada de estiaje debido a los fuertes calores de la temporada. Se tiene conocimiento por experiencia y en la literatura académica, de que las temporadas del año son un factor importante que se vincula con la operación de la PTAR,

tanto las temporadas de lluvia como las temporadas de calor. No obstante, la mayoría de las personas encuestadas no perciben ningún efecto negativo que perjudique y que consideren, bajo su perspectiva, como un problema del funcionamiento.

Otro de los puntos a destacar en cuanto a los resultados obtenidos, es que hay personas que circulan diariamente o incluso trabajan en puntos cercanos de la PTAR Tuctlán y no conocen donde se encuentra la planta ni mucho menos saben para que sirve; sin embargo, estas personas que desconocen y tanto las que tienen conocimiento de la planta tienen esa inquietud de saber más sobre el tema, su función y objetivo. Que las personas conozcan sobre el tratamiento de las aguas residuales es importante ya que como ciudadanos es responsabilidad de todos saber la operación de la PTAR para concientizar en el uso y cuidado del agua protegiendo nuestros ríos, especialmente el río Sabinal que embellece a la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

#### ***4.3 Análisis de resultados de las entrevistas realizadas a personas especialistas en el área de tratamiento de aguas residuales.***

Se realizaron entrevistas como se planteó en la metodología, las cuales fueron dirigidas a dos especialistas en el área de tratamientos de las aguas residuales, cabe destacar que a las personas entrevistadas se les optó con un seudónimo por motivos de confidencialidad a los entrevistados por lo que los nombraremos como especialista 1 y especialista 2.

Como resultado de la entrevista dirigida al especialista 1 y especialista 2 se obtuvieron las siguientes respuestas:

1. ¿Cómo se encontraba antes y después de la PTAR el río Sabinal y que características tiene actualmente el río Sabinal?

**Especialista 1.** Las condiciones generales en las que se encontraba el río en términos ambientales estaban en malas condiciones y una vez puesta la planta considero que incrementa la calidad ambiental puesto que las aguas residuales se tratan ahí.

**Especialista 2.** Para tener una respuesta cercana a la realidad necesitaría tener elementos como por ejemplo un monitoreo antes de que empezara a funcionar la planta y después, sin embargo, en 2015 y 2016 se hizo un monitoreo de la calidad del agua en el río Sabinal en tres puntos diferentes las cuales fueron: en la zona de la entrada de la ciudad (Club Campestre), en el centro de la ciudad (por la quinta oriente) y por el lado oriente, es decir, en la salida de la ciudad, en la cual las condiciones y características en ese momento se veía una diferencia considerable en cuanto a que calidad tendría el agua antes de que ingresara a la ciudad y que características tenía ya después de haberla cruzado; las características eran muy desfavorables en la zona del parque del oriente, con valores de DQO arriba de 100 mg/L y de Sólidos Suspendidos de 80 a 100 mg/L que ya son valores que no corresponden a un agua superficial, todo esto era en esos años, ahorita no tengo los elementos para decir de como continua la calidad. Puedo decir que la presencia de la planta ha bajado la carga orgánica o una medida de los contaminantes que ingresaban al río Sabinal.

2. ¿Cuáles son los procesos de tratamiento de cada etapa de la PTAR?

**Especialista 1.** Son procesos convencionales, tienen un sedimentador primario, un desarenador, un reactor biológico de lodos activados y un clarificador.

**Especialista 2.** Me ha tocado visitarla en dos ocasiones y lo que recuerdo es que como en toda planta de tratamiento debe tener una etapa de pretratamiento y en esta etapa se eliminan los sólidos gruesos a través de cribas gruesas y finas, tienen un equipo de desarenado que son automáticos, tiene una etapa de sedimentación y posteriormente pasa a la etapa medular que son lodos activados y que tienen dos líneas; después del sistema de lodos activados tiene una sedimentación secundaria que es para controlar la concentración de los sólidos suspendidos volátiles. En el sedimentador secundario es donde se recircula la cantidad de lodo que se requiere para cuidar la concentración de sólidos volátiles en los reactores biológicos, ya el agua clarificada pasa en un proceso de desinfección a través de la lámpara UV.

3. ¿Qué posibles efectos ambientales negativos se pueden presentar en el proceso de tratamiento de la PTAR?

**Especialista 1.** Siempre tiene que ver con emisiones que no son controlables, por ejemplo, tanto en la de Paso Limón y la Tucthlán el asunto de los olores y partículas, esos son los principales impactos y lo otro las aguas residuales, que, en teoría no debe haber ningún impacto ya que se supone que están cumpliendo con la norma que aplica.

**Especialista 2.** Si no estuviera operando de manera correcta se puede tener aportes importantes de materia orgánica y esto afecta a la calidad del agua superficial y también podemos tener aportes de ciertos macronutrientes los cuales, si no son controlados en los cuerpos de agua, fomentan el crecimiento excesivo de las algas, agotamiento de oxígeno disuelto, es decir, genera muchos problemas. Un agua residual doméstica si no son controlados en los cuerpos de aguas residuales fomentan o impulsan los procesos de eutrofización. Un agua residual doméstica, aunque no tenga una alta carga orgánica, pero por su volumen que en ella se generan si impactan a los cuerpos receptores.

4. ¿Cuáles son los efectos que tienen en el proceso de operación con respecto a las temporadas de lluvia y estiaje?

**Especialista 1.** Evidentemente en época de estiaje la cantidad de agua pluvial que cae es mucho menor, por lo tanto, en las alcantarillas, coladeras y demás que están en las casas pues no reciben ese aporte de agua que, puede ser agua pluvial que se convierte en agua residual. Si se toma en cuenta que está lloviendo se quiera o no, se infiltra o ingresa cierta cantidad de agua pluvial al sistema de drenaje y eso llega directamente a la planta, entonces incrementa la cantidad de agua residual. Aunque hay quienes afirman que, aunque se incrementa la cantidad, pero disminuye la concentración, sin embargo, considero que no es así, puesto que en muchos lugares arrastra muchos sedimentos.

Todo esto se refleja en la operación por lo que no es lo mismo que trates un agua residual cruda o bruta, a que traiga un montón de sedimentos, arenas, piedras o materiales flotantes que finalmente van a ser que se desgasten los equipos. En conclusión, en temporada de estiajes es más fácil trabajar la planta que en época de lluvia sobre todo porque los volúmenes crecen exponencialmente.

**Especialista 2.** Hay que tener mucho cuidado en las temporadas de lluvia porque si no están bien separados los sistemas de colectores y si se mezcla el agua de lluvia pues obviamente los caudales se van a incrementar y muchas veces rebasan los caudales que están diseñados o permitidos para la operación correcta de la planta.

5. ¿Qué características tienen los lodos que obtienen de una PTAR?

**Especialista 1.** Sinceramente no he visto ni conozco ningún estudio que se le haya hecho a esos lodos; sin embargo, he leído de otras plantas similares y lo que se dice es que tienen características de peligrosidad en términos biológicos, es decir, tienen microorganismos que son capaces de causar enfermedades terribles por acción de los mismos microorganismos, pero en particular de la planta no he visto.

**Especialista 2.** No tengo datos como tal, de que yo haya analizado los lodos, pero en la PTAR los lodos no reciben un tratamiento como tal, porque los lodos son enviados a la PTAR Paso Limón que es donde se le da un tratamiento, primero aerobio, luego anaerobio y finalmente van a filtros prensa para obtener el lodo tratado y ahí hay que tener mucho cuidado por la carga microbiológica ya que a veces los lodos se aprovechan para ciertos cultivos o para enriquecer ciertos suelos; debido a eso hay que tener cuidado que de verdad sea un lodo biosólido, es decir, que ya este exento de carga biológica y presencia de contaminantes que pudieran ser nocivos para el ser humano.

6. ¿Qué considera importante que deberían conocer los ciudadanos sobre el tratamiento de las aguas residuales?

**Especialista 1.** Que conozcan la planta y cómo opera, y que sean conscientes de que cada acción que haces en tu casa, en tu domicilio con el agua tiene repercusiones. Por otro lado, el asunto del sistema de drenaje existe muchos problemas que al pasar por la calle y la alcantarilla es una especie de fuente y que ese tipo de cosas no deben de ocurrir bajo ninguna circunstancia porque se pierde el sentido y propósito de la PTAR, por lo tanto, todo eso la gente debería de tener conciencia de toda esta problemática que finalmente se nos regresa a la salud pública, entonces el llamado sería para el municipio.

**Especialista 2.** Es muy importante que el ciudadano se sensibilizara más con lo que llega a la planta de tratamiento, porque eso que llega a las plantas muchas veces es producto de poco compromiso que tenemos los ciudadanos cuando arrojamus porquería y media, desde nuestros excusados, fregaderos, por eso tenemos continuamente que en una lluvia genera taponamiento en los sistemas de drenaje, de conducción y ahí las aguas de lluvia se van mezclando y muchos de esos conductos se están tapando o reducidos en su diámetro por la presencia de muchos residuos que el ciudadano arroja al drenaje y muchos de esos residuos se ven reflejados en la planta de tratamiento y esto puede complicar la operatividad de la planta; entonces tendríamos que ser más conscientes y responsables en el desalojo de nuestras aguas residuales. Que tengamos un poquito de conciencia para disminuir el uso de los químicos que usamos para limpiar ventanas, mesa etc, que son químicos que ni siquiera están regulados en la normatividad y en otros países estos contaminantes son sometidos como emergentes.

Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de las respuestas obtenidas de los especialistas se llega a la conclusión de que, bien se sabe que cada uno de ellos han visitado la planta y tienen conocimientos en el área, no se tienen datos que la PTAR haya socializado en el ámbito de los especialistas, por lo que es importante considerar el vínculo entre las acciones públicas, la empresa privada que hace operativo el saneamiento y los especialistas presentes tanto en el ámbito gubernamental, como en el académico y en el sector social. En este caso, cabe destacar que las respuestas son a partir de sus conocimientos y perspectivas por lo que ambos especialistas entrevistados concluyen que es importante que la sociedad conozca todo el proceso que se lleva a cabo en las plantas, a partir de que se llega por la red de drenaje y hasta la disposición final, que es

todo un reto que cumplir y que las personas deben hacer conciencia de cómo se le da uso al agua.

Los entrevistados mencionan que la construcción de la PTAR hizo un gran cambio en el río Sabinal, ya que gracias a su operación aumentó la calidad de río Sabinal, disminuyendo ciertos grados de contaminación; es decir, existe una contribución más al saneamiento del río Sabinal. Sin embargo, se recalca que la operación de la planta es un trabajo de cada día en el que también se lidia con factores que no son controlables, mientras se procura que la operación sea eficiente, tal es el caso de las temporadas del año, como el calor y las lluvias, que son factores externos que de cierto modo, inciden en la operación de la PTAR. Así mismo, se busca que la operación de la PTAR sea lo más eficiente posible para que no existan afectaciones tanto a la población como al medio ambiente, ya que en ocasiones existen emisiones como ruidos o malos olores que pueden dañar al exterior, no obstante, al cumplir correctamente con la Norma no tiene por qué presentarse ningún tipo de emisiones.

## 5. *DISCUSIÓN*

### **¿Es importante la percepción social en la operación de una PTAR?**

Las plantas de tratamiento de aguas residuales son estructuras que debido a su operación y proceso deben ser aceptados por la sociedad principalmente cuando se trata de una zona urbana, ya que no es solo la operación, sino que también se trata del espacio que ocupa como la visión estética de la ciudad, la salud del medio ambiente y salud humana.

Rodríguez *et al.* (2015), menciona que, las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales deben estar localizadas en sitios alejados de ecosistemas críticos y de zonas de recreación, así como también se debe tomar en cuenta la ubicación posible será en el sitio o área donde los vientos regularmente no se desplacen en dirección a la población beneficiada. De manera general, puede ser a más de un kilómetro de distancia de la población (Rodríguez *et al.*, 2015, pág. 150).

### **¿Qué importancia tiene que la sociedad conozca sobre los tratamientos de las aguas residuales?**

Con base en las entrevistas realizadas a la población circundante se reconoce que, aunque se puede decir que la mayoría de las personas sí conocían sobre el tratamiento de agua residual, es muy alto el porcentaje de las personas que desconocen sobre el tema (47.5 %), aunque conozcan la PTAR Tuctlán. Bien se sabe que es importante que la población conozca el proceso de tratamiento que se lleva a cabo de las aguas que desechamos y la importancia de llevar a cabo estas operaciones y su objetivo.

Arce (2013) menciona que, en la actualidad muchas personas desconocen los procesos de reutilización de las aguas residuales y sus beneficios potenciales. Por ejemplo, en el caso de la agricultura, el agua residual adecuadamente tratada es un agua con nutrientes adecuados para las tierras de sembrado. Alrededor del mundo existen casos actuales que son ejemplos exitosos del uso de tecnología moderna de tratamiento de aguas residuales, a pesar de las dificultades relacionadas con su entorno (Arce, 2013, pág. 2).

## **¿Conocer sobre el tratamiento de las aguas residuales puede generar una concientización para reducir la contaminación de nuestros ríos urbanos?**

Que las personas conozcan sobre como se lleva a cabo el tratamiento de las aguas residuales que generamos puede conducir hacia una concientización a la población, una sensibilización para cuidar más el agua a partir del uso que se le da, qué sustancias utilizamos, y conduce al cuestionamiento sobre si los diversos productos que utilizamos son realmente necesarios, ya que toda el agua residual que generamos va contaminando nuestros ríos, si no se contrata con una planta de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, aunque se cuente con una PTAR, es importante la acción social que permita disminuir la carga de contaminantes en el agua que ingresa a dicha planta, esto no sólo es un beneficio ambiental sino también un cuidado de la salud. Las plantas de tratamiento de agua residual son tecnologías que nos ayudan a reducir la contaminación nuestros cuerpos de agua, principalmente cuando un río se encuentra dentro de un área urbana como es el caso del río Sabinal; pero es necesario el conocimiento y colaboración de toda la comunidad y la comunicación dialógica entre los diversos actores sociales para conseguir un mejor funcionamiento de una PTAR, sobre todo en el marco de los ríos urbanos; ello, sin quitar la responsabilidad gubernamental en la toma de decisiones y la responsabilidad de la empresa que opera la planta.

Torres (2001) recalca que, el aumento de la conciencia de que el tratamiento del agua residual es de importancia vital para evitar o reducir la contaminación ambiental, ha llevado a la necesidad de desarrollar procesos que convienen una alta eficiencia de tratamiento con bajos costos de construcción, de operación y mantenimiento (Torres, 2001, pág. 35).

## **6. CONCLUSIONES**

- La información que se encuentra en los medios masivos de comunicación respecto a la PTAR Tuctlán describen el tipo de tratamiento que se lleva a cabo, norma que aplica y dónde se encuentra, todo esto de forma general. A partir de la experiencia, se necesita más información específicamente de cómo se lleva a cabo el proceso de tratamiento de las aguas residuales para que las personas conozcan aun más y comprendan de que trata, el objetivo de la PTAR Tuctlán, pues hay personas que desconocen sobre el tema, incluso no conocen la PTAR Tuctlán.
- La percepción de la población circundante a la PTAR Tuctlán se considera positiva ya que del 52.5% que conocen la planta solamente el 21.42% percibe malos olores y el 78.5 % no percibe ningún efecto. Con estos resultados se puede comprender que las temporadas del año son factores importantes en la operación de la PTAR Tuctlán, debido a que en temporadas de lluvia el caudal se incrementa por la introducción del agua pluvial que llega a los alcantarillados. En temporadas de estiaje, disminuye el caudal del agua, encontrando mayor concentración de contaminantes, los cuales, en su descomposición, generan malos olores y es cuando se percibe con mayor facilidad. Sin embargo, el porcentaje de las personas que perciben los olores es mínimo por lo que puede ser controlable.
- Con las respuestas que nos brindaron los especialistas nos llevaron a tener una mejor comprensión sobre como se lleva a cabo cada etapa de tratamiento de la PTAR Tuctlán a través de sus conocimientos, contestaron las inquietudes de las personas encuestadas que quieren conocer acerca del proceso de tratamiento de dicha planta. Conocer la postura y percepción de los especialistas en el proceso de tratamiento de la PTAR brinda confianza a las personas que les pueda llegar esta información y que a través de ello se pueda tener una concientización desde el hogar del uso que le damos al agua, los químicos que utilizamos en casa y de cómo generamos impacto en los cuerpos de agua en especial en el rio Sabinal que esto vuelve a repercutir en nuestra salud. Los especialistas nos dieron una noción diferente, la realidad de cada una de las etapas que se realizan en el tratamiento de las aguas y que cada una de ellas

es indispensable para llegar al objetivo final. En este sentido, se ha logrado comprender la importancia de la responsabilidad común en el uso del agua, y de la colaboración social en la eficiencia de nuestras redes de alcantarillado, porque todos necesitamos de este recurso natural como también todos debemos participar en el cuidado de nuestras aguas superficiales.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce Jáuregui, L. F. (2013). *Urbanizaciones sostenibles : descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales*. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Perú]:  
[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4568/ARCE\\_LUIS\\_AGUAS\\_RESIDUALES\\_RESIDENCIALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4568/ARCE_LUIS_AGUAS_RESIDUALES_RESIDENCIALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arroba, C., y Ávila, D. (2015). *Evaluación del desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales de un campus universitario*. [Tesis de licenciatura, Universidad Santo Tomás].  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9408/%c3%81vilaDavid2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barriga, A., y Durán, C. (2014). *Diseño de un sistema de tratamiento de agua residual*. Obtenido de Instituto Tecnológico :  
<http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/1790/MDRPIM2014061.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Belzona. (2010). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Obtenido de Mapa Plata de la Belzona:  
[https://www.belzona.com/es/solution\\_maps/wastewater/money\\_map.pdf](https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf)
- Benez, M. C. (2010). *Percepciones ambientales de la calidad del agua superficial en la microcuenca del río Fogótico, Chiapas*, Vol. 23, num. 43, Obtenido de  
[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://www.scielo.org.mx/scielo.php%3Fscript%3Dsci\\_arttext%26pid%3DS0187-73722010000100006&ved=2ahUKEwi4y6Xlr8aJAxWR4MkDHc8NMVoQFnoECBIQAQ&usq=AOvVaw1WWUKG91dATVL2SAa26r0-](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://www.scielo.org.mx/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS0187-73722010000100006&ved=2ahUKEwi4y6Xlr8aJAxWR4MkDHc8NMVoQFnoECBIQAQ&usq=AOvVaw1WWUKG91dATVL2SAa26r0-)

- Calderón, C., Nedachi, T., y Ando, T. (2022). *Factores que surgen en la afectación social de Proyectos de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales, en una cuenca semiárida de Cochabamba, Bolivia*. *Proyectos de Gestión Integral del Agua*. 10(4), 367-390: <http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v10n4/1683-0789-ran-10-04-367.pdf>
- Castañón, J., y Abraján, P. (2009). *Análisis de la calidad del agua superficial del río Sabinal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México*. Obtenido de SEMANTIC SCHOLAR: <https://www.semanticscholar.org/paper/An%C3%A1lisis-de-la-calidad-del-agua-superficial-del-r%C3%ADo-Gonz%C3%A1lez-Hern%C3%A1ndez/a4e6199d88474418e1ef59c679354605363b1a9a?sort=relevanc&pdf=true>
- Cely, N. J., Bonilla, C. A., y Carrillo, G. A. (2022). *Tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de Universidad de Panploma Colombia: [https://www.researchgate.net/publication/376375373\\_Tratamientos\\_de\\_aguas\\_residuales](https://www.researchgate.net/publication/376375373_Tratamientos_de_aguas_residuales)
- Chacón, W. (2021). Tuxtla Gutierrez cuenta con seis plantas de tratamiento. *Cuarto Poder de Chiapas*.
- CONAGUA. (2015). *Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Obtenido de Comisión Nacional del Agua, Organismo de Cuenca Frontera Sur: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/745632/18\\_PMPMS\\_TuxtlaGutiérrez\\_31\\_07\\_2015\\_FINAL.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/745632/18_PMPMS_TuxtlaGutiérrez_31_07_2015_FINAL.pdf)
- Cossio et al. (2020). *Indicadores para la evaluación de la sostenibilidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales en pequeña escala en países de ingresos bajos y medianos bajos*. Obtenido de Indicadores Ambientales y Sostenibilidad : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665972720300106>
- De la Vega, M. (2012). *Eficiencia en plantas de tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de Contribución a la gestión y desarrollo social. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/497800/REFUGIA\\_CENTRO\\_PARA\\_LA\\_CONSERVACION\\_1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/497800/REFUGIA_CENTRO_PARA_LA_CONSERVACION_1.pdf)
- Fiallos Fiallos, D. J. (2022). *Propuesta de un plan de manejo ambiental para planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Ibarra*. [Tesis de maestría, Universidad Estatal Amazónica]: <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/1171/1/tesis%20fiallos.pdf>
- García, M. (2006). *Diseño y dimencionamiento de una EDAR mediante tratamiento biológico de fangos activados*. Obtenido de Universidad de Cadiz:

<https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/6579/32707368.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gestión del Recurso Hídrico . (2023). *¿PTAR residencial con mal olor, ruido o altos costos de manejo? Algo podría estar mal ?Qué hacer?* Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/ptar-residencial-con-mal-olor-ruido-o-altos-costos-de-hidrika->

Gómez , L. (2019). *Control de la calidad del agua de la planta de tratamiento de aguas residuales Paso Limón*. [Tesis de licenciatura, Tecnológico Nacional de México]. <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/1623/MDDTD746R65.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González, M., Vera, J., y Hernández, S. (2021). *Estudio de la percepción ambiental geográfica de la contaminación de un arroyo urbano, Tonalá, Chiapas Región y Sociedad*, Vol. 33, Obtenido de *Región y Sociedad*: [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://www.scielo.org.mx/scielo.php%3Fscript%3Dsci\\_abstract%26tIng%3Des&ved=2ahUKEwifuqHdrsAJAxXoD9AFHRYnKtgQFnoECBEQAQ&usg=AOvVaw385lhXy0Jy7-PknpujRW3D](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://www.scielo.org.mx/scielo.php%3Fscript%3Dsci_abstract%26tIng%3Des&ved=2ahUKEwifuqHdrsAJAxXoD9AFHRYnKtgQFnoECBEQAQ&usg=AOvVaw385lhXy0Jy7-PknpujRW3D)

González, M., De la Lastra, I., y Rodríguez, I. (2007). *La urbanización y su efecto en los ríos*. Obtenido de Universidad Politecnica de Madrid: [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/publicaciones/Urbanizacion\\_efectos\\_en\\_rios\\_Julio\\_2007\\_1\\_tcm30-214550.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/publicaciones/Urbanizacion_efectos_en_rios_Julio_2007_1_tcm30-214550.pdf)

Greeyl y Hansel. (2017). *Estudio de impacto ambiental para la planta de tratamiento de aguas residuales Guangarcucho*. <https://www.eib.org/attachments/registers/90299653.pdf>

Guzmán et al., A. (2014). La sociedad y el medio ambiente desde un observatorio de prensa. *Analecta Política*, 4(7), 275-299. <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/1ae913b1-f75e-4125-9f54-445737d13c78/content>

Haapanen, L., y Manninen, V. (2023). *Etic and emic data production methods in the study of journalistic work practices: A systematic literature review*, 24(2), 418-435. Obtenido de SAGE: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/14648849211016997&ved=2ahUKEwiwoJWisMaJAXXeLtAFHbdRPAAQFnoECBYQAQ&usg=AOvVaw0AginGdZdoSLAlrYQZ2Q9a>

Herbert, K. (2010). *Tratamiento de Aguas Residuales*. [https://www.belzona.com/es/solution\\_maps/wastewater/money\\_map.pdf](https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf)

- INEGI. (2010). *Tuxtla Gutierrez, Chiapas*.  
<https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=070000070101#collapse-Resumen>
- Jiménez , O. (2020). *Efectos del ruido en Trabajadores de una planta de generación de energía en el periodo 2016-2019*. [Tesis de Maestría, Universidad de Libre Seccional Barranquilla].  
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/18699/JIMENEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Korenfeld, D., y Velasco, M. ( 2015). Diversas intervenciones durante la Entrega de la Planta Tratadora de Aguas Residuales Tuchtlán. (P. d. EPN, Entrevistador)
- Lozada, D., y Giraldo, E. (2019). *Origen de los olores en plantas de tratamiento de aguas residuales*. [Tesis de licenciatura, Escuela Colombiana de Ingeniería].  
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/981/Giraldo%20Jurado%2C%20Elkin%20Alirio-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, F. A., y Ysase Cova, T. (2007). *Descripción de los tipos de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Oriente: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37716624/Tesis-tratamiento\\_d\\_aguas\\_residuales-libre.pdf?1432398595=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD\\_DE\\_ORIENTE\\_NUCLEO\\_DE\\_ANZOATE.pdf&Expires=1722974999&Signature=aYI1VuCoqIVk8EQf5q4NgI8ekLh](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37716624/Tesis-tratamiento_d_aguas_residuales-libre.pdf?1432398595=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD_DE_ORIENTE_NUCLEO_DE_ANZOATE.pdf&Expires=1722974999&Signature=aYI1VuCoqIVk8EQf5q4NgI8ekLh)
- Muñoz González, L. F. (2015). *Proyecto ejecutivo, Planta de tratamiento de aguas residuales para Santo Domingo Chichuitán, Istmo de Tehuantepec Oaxaca*. [Tesis de licenciatura, Instituto Politécnico Nacional]:  
<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/20703/1/Proyecto%20ejecutivo%2C%20planta%20de%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20para%20santo%20domingo%20chihuitan%2C%20istmo%20de%20tehuantepec%20oaxaca.pdf>
- Pérez et al. (2005). *Planta de tratamiento de aguas residuales municipales mediante filtros percoladores*. Obtenido de Instituto Superior Politécnico:  
[https://www.researchgate.net/publication/284446077\\_Plantas\\_de\\_tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales\\_Filtros\\_percoladores](https://www.researchgate.net/publication/284446077_Plantas_de_tratamiento_de_aguas_residuales_Filtros_percoladores)
- Porras Vera, L. A. (2022). *Análisis de los impactos socioambientales producto del funciones de la PTAR salitre*. [Tesis de Licenciatura, UAN Universidad Antonio Nariño].  
[file:///C:/Users/HP/Documents/INFORMACI%C3%93N%20TESIS/NUEVA%20TESIS/Archivos%20de%20tesis/2023\\_LuisPorras.pdf](file:///C:/Users/HP/Documents/INFORMACI%C3%93N%20TESIS/NUEVA%20TESIS/Archivos%20de%20tesis/2023_LuisPorras.pdf)
- Públicas, S. d. (s.f.). Obtenido de Plan Maestro de manejo integral y aprovechamiento sustentable del río El Sabinal, Chiapas:  
<https://www.sop.chiapas.gob.mx/DESCARGAS/PlanMaestroRioElSabinalChiapas.pdf>

- Rodríguez de Jorge, L. (2020). *El proceso de tratamiento de aguas residuales y eliminación de contaminantes emergentes*. Obtenido de iagua: <https://www.iagua.es/blogs/lander-rodriguez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes>
- Rodríguez, J. P., García, C. A., y Pardo, J. (2015). *Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Caldas Colombia. 19(46), 149-164: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257042318013>
- Rodríguez, L., Rivero, L., y Cebrián, A. (2008). *Gía de manejo de medios masivos de comunicación durante crisis en unidades de salud*. Obtenido de Secretaría de Salud: [https://www.sev.gob.mx/virusinfluenza/publico\\_gral/recomendaciones/manejo\\_medios\\_masivos\\_comunicacion\\_abril08.pdf](https://www.sev.gob.mx/virusinfluenza/publico_gral/recomendaciones/manejo_medios_masivos_comunicacion_abril08.pdf)
- Rojas, R. (2002). *Gestión Integral de Tratamiento de Aguas Residuales*. Obtenido de Centro Paramericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente : [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57123734/GESTION\\_INTEGRAL\\_DEL\\_TRATAMIENTO\\_AR-libre.pdf?1533264908=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCurso\\_Internacional\\_GETION\\_INTEGRAL\\_DE\\_T.pdf&Expires=1720811515&Signature=NwzLqiIDrtu3PHd0V3xD1RwV5x](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57123734/GESTION_INTEGRAL_DEL_TRATAMIENTO_AR-libre.pdf?1533264908=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCurso_Internacional_GETION_INTEGRAL_DE_T.pdf&Expires=1720811515&Signature=NwzLqiIDrtu3PHd0V3xD1RwV5x)
- SAP. (2022). *Informe Adicional de la Manifestación de Impacto y Riesgo Ambiental*. Obtenido de Servicios Ambientales Profesionales : <https://www.ceajalisco.gob.mx/sites/mcs/wp-content/uploads/2024/02/Info-adicional-PTAR-V2.pdf>
- Silva, I. (2019). *Percepción poblacional de la contaminación ambiental generada por la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) Totorá, Huamanga, Ayacucho*. [Tesis de licenciatura Universidad Nacional de Perú]. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6006/T010\\_42876558\\_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6006/T010_42876558_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ticsa Grupo Epm. (2015). *Presidente de México inauguró las plantas de tratamiento Tuchtlán Paso Limón, Construidas y operadas por TICSa, filial del Grupo EPM*. Obtenido de TICSa: <https://www.epm.com.co/content/dam/epm/inversionistas/marz251-inauguracionplantasticsa.pdf>
- Torres, P. (2001). *Tendencias en el tratamiento de aguas residuales domésticas*. Obtenido de Universidad de Sao Paulo, Brasil.: [https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria\\_y\\_competitividad/article/view/2334/3084](https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2334/3084)
- Villa, J. (2013). *Medios masivos de comunicación, medios comunitarios y comunicación para el desarrollo*. Obtenido de MEDIACIONES: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6549584.pdf>

## 8. ANEXOS

### *Anexo 1. Encuesta dirigida a la población circundante a la PTAR Tuchtlán*



**CONOCIMIENTO SOBRE LA PTAR TUCHTLÁN**  
**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA.**  
**Encuesta dirigida a la población**

Fecha: Día \_\_\_\_\_ Mes \_\_\_\_\_ Año \_\_\_\_\_

Sexo: Hombre  Mujer

Edad:

a) De 18 a 39 años

b) De 40 a 60 años

c) De 60 y más

Nivel educativo:

Primaria  Secundaria  Preparatoria  Universidad

1. ¿Sabe qué es una planta de tratamiento de agua residual?

Sí  No

2. ¿Tiene conocimiento para qué sirve una planta de tratamiento de agua residual?

Sí  No  Mas o menos

3. ¿Conoce la PTAR Tuctlán?

Sí  No

4. ¿Cree que la PTAR Tuctlán tiene un buen funcionamiento?

Sí  No

5. Cuando pasa cerca de la planta PTAR Tuctlán, percibe:

Malos olores  Exceso de ruidos  Generación insectos

Otros \_\_\_\_\_

6. ¿Le interesaría conocer la PTAR Tuctlán?

Sí

No

7. Si la respuesta es afirmativa, ¿Qué le interesa conocer de la PTAR Tuctlán?

---

---

*Anexo 2. Preguntas de la entrevista dirigida a especialistas sobre el tratamiento de aguas*



**CONOCIMIENTO SOBRE LA PTAR TUCHTLÁN  
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA.**

**Entrevista dirigida a especialistas sobre el tratamiento de aguas  
residuales.**

1. ¿Cómo se encontraba antes y después de la PTAR el río Sabinal y que características tiene ahora el río Sabinal?

---

---

2. ¿Cuáles son los procesos de tratamiento de cada etapa de la PTAR?

---

---

3. ¿Qué posibles efectos ambientales negativos se pueden presentar en el proceso de tratamiento de la PTAR?

---

---

4. ¿Cuáles son los efectos que tiene en el proceso de operación con respecto a las temporadas de lluvia y estiaje?

---

---

5. ¿Qué características tienen los lodos que obtienen de la PTAR?

---

---

6. ¿Qué considera importante que deberían conocer los ciudadanos sobre el tratamiento de la PTAR?

---

---