



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO



SEV
Secretaría
de Educación



DET
Dirección de Educación
Tecnológica del Estado
de Veracruz

TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

CARACTERIZAR EL TIPO DE CONTAMINANTES PRESENTES EN EL CANAL PRINCIPAL DE LA CIUDAD DE TANTOYUCA

T E S I S

Que para obtener su título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presenta:

RAFAEL DE JESÚS ROCHA DEL ÁNGEL

Número de control completo

153S0044



Tantoyuca, Ver, Noviembre del 2020

CARTA DE SESION DE DERECHOS



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Tantoyuca, Veracruz a 26 de Octubre del 2020

Yo, Rafael De Jesús Rocha Del Ángel, alumno (a) de la carrera de Ingeniería Ambiental, con número de control 153S0044, por medio del presente declaro mi conformidad para ceder los derechos del proyecto: CARACTERIZAR EL TIPO DE CONTAMINANTES PRESENTES EN EL CANAL PRINCIPAL DE LA CIUDAD DE TANTOYUCA, VERACRUZ, desarrollado en H. Ayuntamiento Constitucional de Tantoyuca en coordinación con el Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, durante el periodo comprendido del de 02 de Septiembre del 2019 al 10 de Enero del año 2020 del cual declaro:

- Que es inédito
- Que es de mi autoría y me hago responsable por su contenido
- Que autorizo al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca para que, en el caso de que sea requerido pueda hacer uso libre de la totalidad del contenido del proyecto, para que sea desarrollado o divulgado en cualquier medio impreso o electrónico
- El presente instrumento no contempla remuneración alguna por la transferencia de los derechos sobre dicho proyecto.

Lo anterior con el fin de que quede expresamente asentado mi consentimiento total a favor del instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca en todo lo relativo al proyecto en mención.

Para constancia firma:

Rafael De Jesús Rocha Del Ángel
Nombre y firma del(a) alumno(a)

Vo. Bo.

Sofia Elizabeth Garcia Martinez
Nombre y firma del asesor interno

R01/0720

F-PG-07

AGRADECIMIENTOS

✚ A Dios y a la vida, por permitirme concluir una meta más en mi camino y haberme cruzado esta oportunidad de improvisto que se presentó de estudiar Ing. Ambiental. Gracias por ello. Sin embargo, con el tiempo tomé amor por esta carrera, mantuve una fuerte esperanza de querer concluirla y así llegar la meta final

✚ A mis ingenieros que me impartieron los conocimientos necesarios para llegar hasta donde estoy por brindarme las bases de esta carrera por saberme orientar y gracias a sus enseñanzas pude logara concluir un paso más en la vida. Mis más sinceras gracias para mis ingenieros. Además, que con algunos logramos forjar una buena amistad.

✚ A mis papás que me brindaron la oportunidad y la ayuda para poder ingresar a la carrera y continuar en ella.

✚ Y a pesar que el ya no se encuentra aquí en la tierra mi abuelo, que una vez me dijo cuándo veníamos de la escuela que algún día el me vería como un profesionalista.

✚ Y por supuesto a mis amigos de la carrea, que fueron más que simples compañeros llegamos a forjar cierta amistad, y por supuesto que también a mis amigos en la distancia que a pesar de estar ahora muy lejos fueron quienes me dieron ánimo para llegar hasta este último paso, su amistad me ayudo a preservar la esperanza de seguir adelante.

RESUMEN

Las aguas residuales urbanas generalmente se conducen por sistemas de alcantarillado y tratadas en plantas de tratamiento de aguas residuales para su depuración antes de su vertido, aunque no siempre es así en todos los países. Las aguas residuales generadas en áreas o viviendas sin acceso a un sistema de alcantarillado, generalmente en fosas sépticas, y más raramente en campos de drenaje séptico, y a veces con biofiltros. Fueron realizados los análisis del agua residual que corre por el canal municipal del arroyo principal de esta ciudad, se han encontrado contaminantes en diferentes proporciones en los 18 puntos seleccionados, cabe mencionar que se escogieron distancias prudentes y de mejor acceso debido a la dificultad por las condiciones del lugar asimismo por ser parte de la zona urbana y estar en contacto con los negocios los cuales son un factor que contribuye al incremento de la contaminación, unos días los resultados fueron más bajos que otros y en ocasiones más altos. Se realizaron los análisis correspondientes de campo y en laboratorio, durante el de tiempo del trabajo, comparando los resultados obtenidos con base a la NOM 002 SEMARNAT 1996, para interpretar si cumplían los límites máximos permisibles en la normatividad aplicable.

Palabras clave: muestreo, contaminante, efluente, afluente, agua residual.

ABSTRACT

Urban wastewater is generally conducted through sewage systems and treated in wastewater treatment plants for purification before discharge, although this is not always the case in all countries. Wastewater generated in areas or homes without access to a sewer system, usually in septic tanks, and more rarely in septic drain fields, and sometimes with biofilters. The analysis of the residual water that runs through the municipal channel of the main stream of this city was carried out, contaminants have been found in different proportions in the 18 selected points, it is worth mentioning that prudent distances and better access were chosen due to the difficulty due to the conditions of the place also for being part of the urban area and being in contact with businesses which are a factor that contributes to the increase in pollution, some days the results were lower than others and sometimes higher. The corresponding field and laboratory analyzes were performed during the work time, comparing the results obtained based on NOM-002-SEMARNAT-1996, to interpret whether they met the maximum permissible limits in the applicable regulations.

Keywords: sampling, polluting agent, effluent, affluent, sewage water.

ÍNDICE

CARTA DE SESION DE DERECHOS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	3
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE ANEXOS	9
CAPITULO I. GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 General	3
1.4.2 Específicos.....	3
CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL	4
2.1 Potencial de la investigación	4
2.1.1 Contaminantes en las aguas residuales	4
2.1.2 Impacto social de las aguas residuales	5

2.1.3 Implicaciones prácticas para el estudio de aguas residuales	6
2.1.4 Aportación de esta investigación	6
2.2 Impacto económico de las aguas residuales	7
2.3 Impacto de las aguas contaminadas	7
CAPITULO III. MARCO TEÓRICO	10
3.1 Los Contaminantes	10
3.2.1 Clasificación de contaminates en aguas residuales	10
3.2 Antecedentes	12
3.3 Marco normativo	16
3.4 Los nitratos, su transformación y la presencia de Oxigeno disuelto en las aguas residuales	20
3.4.1 Límites máximos permisibles.....	21
CAPITULO IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	22
4.1 Flora del lugar	22
4. 2 La fauna del lugar.....	23
4.3 El Clima.....	24
4.4 Ubicación	25
5.MATERIALES Y MÉTODOS	26

Procedimientos a seguir para las pruebas de campo	27
Procedimientos a seguir para las pruebas de laboratorio	31
6. RESULTADOS	39
Resultados	39
Graficas comparativas.....	48
Graficas comparativas repeticiones mercado y rastró	55
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
8. BIBLIOGRAFÍAS	59
9. GLOSARIO	64
10. ANEXOS.....	66
Evidencia fotográfica del trabajo realizado	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites Máximos permisibles (SEMARNAT, 1996).	21
Tabla 2 Clima, (INEGI, 2010)	24
Tabla 3 Determinaciones.....	27
Tabla 4 Ejemplo de tabla a utilizar para los muestreos.	38
Tabla 5 Tabla a utilizar para realizar las repeticiones en los puntos más altos.	38
Tabla 6 Resultados puntos 1, 2 y 3	41
Tabla 7 Resultados puntos 4, 5 y 6	42
Tabla 8 Resultados puntos 7, 8 y 9	43
Tabla 9 Resultados puntos 10, 11 y 12	44
Tabla 10 Resultados puntos 13, 14 y 15	45
Tabla 11 Resultados puntos 16, 17 y 18	46
Tabla 12 Puntos más altos, Mercado municipal	47
Tabla 13 Puntos más altos, Rastro.....	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Climas, ubicación Tantoyuca (INEGI, 2010).....	24
Figura 2 Mapa de Tantoyuca (GOOGLE MAPS , 2013).....	25
Figura 3 Actividades desarrolladas.....	26
Figura 4 mapa de los puntos de muestreo ubicados en el recorrido del canal principal, (GOOGLE MAPS , 2013).	39
Figura 5 mapa de los puntos de muestreo ubicados en el recorrido del canal principal, (GOOGLE MAPS , 2013).	40
Figura 6 Grafica comparativa pH.....	48
Figura 7 Grafica comparativa pH.....	48
Figura 8 Grafica comparativa OD	49
Figura 9 Grafica comparativa OD	49
Figura 10 Grafica comparativa Temperatura	50
Figura 11 Grafica comparativa Temperatura.....	50
Figura 12 Grafica comparativa Nitratos	51
Figura 13 Grafica comparativa Nitratos	51
Figura 14 Grafica comparativa Solidos Sedimentables	52
Figura 15 Grafica comparativa Solidos Sedimentables	52
Figura 16 Grafica comparativa SST	53
Figura 17 Grafica comparativa SST	53
Figura 18 Grafica comparativa Coliformes Fecales.....	54
Figura 19 Grafica comparativa Coliformes Fecales.....	54
Figura 20 Grafica comparativa, Repetición OD	55
Figura 21 Grafica comparativa Repetición pH.....	55
Figura 22 Grafica comparativa Repetición Temperaturas	56
Figura 23 Grafica comparativa Repetición Solidos Sedimentables	56
Figura 24 Grafica comparativa Repetición SST	57
Figura 25 Grafica comparativa Repetición Coliformes	57

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Recorrido del canal principal.....	66
Anexo 2 Ubicación puntos de muestreo	66
Anexo 3 Toma de muestras en uno de los puntos	66
Anexo 4 Ubicación del siguiente punto.....	67
Anexo 5 Continuación del recorrido.....	67
Anexo 6 Medición de pH	67
Anexo 7 Ubicación del punto de muestreo en el mercado municipal	68
Anexo 8 Canal principal en el mercado de la ciudad	68
Anexo 9 Toma de muestras mercado municipal	68
Anexo 10 Medición de Temperatura.....	69
Anexo 11 Observaciones del entorno.....	69
Anexo 12 Recolección de muestras para SST.....	69
Anexo 13 Pruebas de laboratorio	69
Anexo 14 Preparación del caldo lactosado	70
Anexo 15 Tubos de ensaye preparados para realizar la muestra de coliformes	70
Anexo 16 Resultados, presencia de coliformes.....	70
Anexo 17 Esterilización de material.....	71
Anexo 18 Filtración a Vacío SST.....	71
Anexo 19 Prueba de OD.....	71
Anexo 20 Medición de los SS.....	71

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1 Introducción

En el mundo han venido mostrando preocupación y está tratando de resolver los problemas relacionados con la disposición de los efluentes líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial de las aguas de abastecimiento. La primera prioridad que demanda una comunidad es el suministro del agua, con calidad adecuada y cantidad suficiente. Ya logrado este objetivo, surge otro no menos importante que consiste en la adecuada eliminación de las aguas ya utilizadas que se convierten en potenciales vehículos de muchas enfermedades y trastorno del medioambiente.

En México la descarga de aguas residuales domésticas, industriales, agrícolas y pecuarias sin tratamiento provoca la contaminación de los cuerpos de agua receptores disminuyendo la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, poniendo en riesgo la salud de la población y la integridad de los ecosistemas. La descarga de aguas residuales de origen urbano proviene de viviendas, edificios públicos y de la escorrentía urbana que se colecta en el drenaje. Sus principales contaminantes son el nitrógeno y fósforo, compuestos orgánicos, bacterias coliformes fecales, materia orgánica, entre muchos otros (Jiménez, *et al.*, 2010).

En Tantoyuca las aguas residuales atraviesan la ciudad mediante el canal principal, las cuales son un constante foco infeccioso al cual la población queda expuesta, se desconoce los contaminantes que estén presentes en su composición por ello se realizaron las determinaciones pertinentes para saber si cumple o incumple los límites máximos permisibles.

1.2 Planteamiento del problema

A nivel mundial, una de las principales problemáticas encontradas en los centros urbanos, es que las descargas de aguas residuales de casa habitación, negocios e industrias las cuales son vertidas a cuerpos receptores naturales sin tratamientos, las cuales generan contaminación a los cuerpos de agua que atraviesan las ciudades.

En el municipio de Tantoyuca la ciudad principal, se encuentra asentada al margen de un canal que atraviesa la ciudad y el cual es utilizado como el receptor de las descargas, ha sido ahora transformado a un embalse artificial de concreto hidráulico con una salida al final del recorrido, vertiendo el agua al ambiente sin ningún tratamiento previo.

La problemática a atenderse con este proyecto, es realizar un análisis vía muestreo fisicoquímico para identificar el tipo de contaminante o contaminantes presentes en el cuerpo receptor para que sirva de antecedente para el establecimiento en un futuro de un sistema de tratamiento (PETAR, humedal artificial, entre otros) contribuyendo a la mitigación del daño ambiental con base a la normatividad vigente en México.

1.3 Justificación

Dar información del tipo de contaminantes presentes en el arroyo principal de la ciudad la cual se encuentra a los márgenes y es utilizado como cuerpo receptor de las descargas de aguas residuales.

Lo anterior justifica la realización de análisis de muestras del efluente en diferentes puntos del recorrido hasta su disposición final al ambiente con una carga de contaminantes hasta este momento desconocidos lo que permitirá su identificación y proponer medidas de saneamiento para disminuir los impactos ambientales con base a la normatividad vigente en México con base en los LMP, que permita proponer alguna estrategia de prevención, remediación o tratamiento

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Caracterizar el tipo de contaminantes presentes en el canal principal de la ciudad de Tantoyuca, Veracruz.

1.4.2 Específicos

- Ubicar los puntos de descarga principales en el trayecto del arroyo principal
- Realizar las tomas de muestra de acuerdo a la NMX-AA-003-1980
- Identificar los contaminantes presentes en el agua residual del canal principal de Tantoyuca.
- Determinar la influencia de los puntos más altos de contaminación por las actividades de la población.

CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1 Potencial de la investigación

2.1.1 Contaminantes en las aguas residuales

Este proporciona que? una amplia variedad de información sobre el tipo y la concentración de los contaminantes. Los parámetros que deberán ser analizados, como pH temperatura entre otros, serán los que den idea del contenido de materia orgánica, nutrientes (nitrógeno y fósforo), sólidos en suspensión, alguno relacionado con la toxicidad de las aguas residuales en relación a los microorganismos, además de los más específicos y relacionados con el tipo de actividad que genera (Tuset, 2019).

Para conocer la cantidad de materia orgánica que los microorganismos son capaces de asimilar, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) ha sido un parámetro muy utilizado a la hora de caracterizar las aguas residuales, aunque es poco preciso (la aclimatación de los microorganismos al agua residual influye en la medida), de determinación lenta (se requieren al menos 5 días para realizar la medida) y no es práctico para su utilización en la gestión de las plantas de tratamiento. En contrapartida, la demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro preciso, de rápida obtención, que mide toda la materia orgánica del agua (la biodegradable y la no biodegradable), por lo que es el mayormente empleado. Pero, precisamente porque mide toda la materia orgánica, a la hora de conocer mejor el efluente que se desea tratar, es una información necesaria pero no suficiente. Para realizar una caracterización completa y profunda del efluente, junto a los parámetros citados, se deberá llevar a cabo un fraccionamiento de la DQO, que aportará información del efluente en términos de las diferentes velocidades de degradación de las distintas fracciones de DQO (Tuset, 2019).

2.1.2 Impacto social de las aguas residuales

Según el Banco Mundial, más de 300 millones de habitantes de ciudades en Latinoamérica producen 225 mil toneladas de residuos, y de manera sorprendente, solamente un 5% o menos de las aguas de alcantarillado de las ciudades recibe tratamiento. El término agua negra, más conocido como aguas negras, define aquellas que están contaminadas con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos, humanos y animales (Forbes Allen, 2008).

Está claro que la ausencia de un plan de tratamiento hace que esas aguas negras sean vertidas en fuentes superficiales, creando un riesgo obvio para la salud humana, la ecología y los animales (Forbes Allen, 2008).

Esto supone que las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades (diarrea y gastroenteritis), incluyendo virus, protozoos y bacterias, que pueden originarse en los individuos infectados o en animales domésticos o salvajes, de los cuales pueden o no presentar señales de enfermedad (Forbes Allen, 2008).

Un tratamiento indebido genera graves problemas de contaminación. El tratamiento de las aguas residuales da como resultado la eliminación de microorganismos patógenos, evitando así que estos lleguen a ríos o a otras fuentes de abastecimiento. Cabe señalar que el vertido de aguas negras es uno de los problemas de mayor incidencia negativa en nuestro entorno ambiental, resulta prioritario adoptar medidas de control para el vertido de agentes contaminantes en manantiales, zonas de recarga, ríos, quebradas, arroyos, y aguas marinas, etc. La meta del tratamiento de aguas residuales nunca ha sido generar un producto estéril, sin especies microbianas, sino reducir el nivel de microorganismos dañinos a niveles más seguros de exposición, donde el agua es comúnmente reciclada para el riego o usos industriales (Forbes Allen, 2008).

2.1.3 Implicaciones prácticas para el estudio de aguas residuales

El estudio de las aguas residuales constituye la base para la recopilación de los parámetros básicos y el desarrollo integral de un concepto de tratamiento de aguas residuales. Nuestra cartera de servicios comienza con el estudio de las aguas residuales en el lugar o en nuestro laboratorio. Además, llevamos a cabo las investigaciones conforme al marco regulatorio de autocontrol de plantas de tratamiento de aguas residuales, la evaluación de los resultados de los análisis, la elaboración de informes técnicos y balances hídricos y de aguas residuales. Sobre esta base identificamos los potenciales para la optimización de los procesos.

Para planificar posibles plantas de tratamiento de aguas residuales o mejorar el rendimiento de instalaciones existentes y para optimizarlas, es necesario, ante todo, realizar un análisis exhaustivo de las aguas residuales en cuestión. Para el diseño general de una planta es esencial contar con datos básicos, como el volumen de las aguas residuales por día de producción, la temperatura de las aguas residuales y la superficie disponible.

2.1.4 Aportación de esta investigación

Sentar un precedente de la situación actual del tipo de contaminantes y concentración presentes en los vertederos de las aguas municipales al arroyo principal que atraviesa la ciudad, que permitan proponer en un futuro un sistema de prevención, remediación, o tratamiento para mitigar los impactos ambientales de contaminantes vertidos en el efluente principal.

2.2 Impacto económico de las aguas residuales

El vertido de aguas residuales no tratadas en el medio ambiente tiene un impacto en la calidad del agua que, a su vez, afecta la cantidad de recursos hídricos disponibles para uso directo. Las preocupaciones por la calidad del agua están aumentando como una dimensión importante de la seguridad del agua en todo el mundo (BOSS TECH, 2019).

El agua contaminada puede afectar directamente a las actividades económicas que utilizan el agua, como la producción industrial, la pesca, la acuicultura y el turismo, y puede limitar indirectamente la exportación de ciertas mercancías debido a restricciones, e incluso prohibiciones, de productos contaminados. Cuando el vertido de aguas residuales causa daños ambientales, se generan costos externos y se pierden los beneficios potenciales del uso de aguas residuales. Puede contemplarse un argumento económico para mejorar la gestión de las aguas residuales con el fin de minimizar los impactos negativos que puede causar y maximizar los beneficios que puede generar. Si las aguas residuales son reconocidas como un bien económico, adecuadamente tratadas pueden tener un valor positivo tanto para quienes las producen como para quienes las consumen (BOSS TECH, 2019).

2.3 Impacto de las aguas contaminadas

La contaminación de los cuerpos de agua por agua residuales domésticas, se debe en gran parte, a que el país ha priorizado las inversiones en infraestructura y abastecimiento de agua potable sobre las inversiones en alcantarillado sanitario, en adición a lo antes mencionado, el rezago de las inversiones en el campo del alcantarillado sanitario ha ocasionado un serio deterioro ambiental, sobre todo en el Área Metropolitana producto del crecimiento demográfico y la conformación de grandes conglomerados urbanos, siendo visible los efectos negativos en los cauces

de los ríos, quebradas o lagos. Los contaminantes del agua residual se han venido agravando durante las últimas décadas especialmente en los desagües de las ciudades, donde la condición natural de las aguas se ha deteriorado sensiblemente como resultado del acelerado proceso de urbanización y de desarrollo industrial. Estas actividades contaminan los cuerpos de agua por procesos de percolación de tanques sépticos y alcantarillados sanitarios, además por inexistentes o ineficientes procesos de tratamiento de las aguas residuales. Adicionalmente, la expansión urbana genera una gran cantidad de residuos sólidos algunos de los cuáles acaban en los ríos convirtiéndose en una amenaza para la salud pública y en un inconveniente para las comunidades ubicadas en los márgenes de los mismos.

La concentración de la población, la carencia de alcantarillado sanitario y la falta de controles y mecanismos que posibiliten la puesta en práctica de la legislación existente, ha ocasionado que los ríos, especialmente en las zonas urbanas, hayan sufrido un deterioro significativo de su calidad de manera tal, que muchos ya han perdido su utilidad como fuente de agua potable, irrigación o recreación, y valor estético.

Las aguas de desecho dispuestas en una corriente superficial (lagos, ríos, mar) sin ningún tratamiento, ocasionan graves inconvenientes de contaminación que afectan la flora y la fauna. Estas aguas residuales, antes de ser vertidas en las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, para evitar que su disposición cause los problemas antes mencionados. El grado de tratamiento requerido en cada caso para las aguas residuales deberá responder a las condiciones que acusen los receptores en los cuales se haya producido su vertimiento.

Las distintas actividades humanas ejercen una presión importante, directa e indirectamente, sobre el ciclo hidrológico, lo que ha tenido consecuencias negativas en muchas regiones no sólo en la calidad de vida de la población, sino también en los ecosistemas naturales y su biodiversidad. En un mundo caracterizado por una población creciente y con mayor capacidad económica que le permite acceder a más bienes y servicios, la necesidad de producir más alimentos y energía, así como de

abastecer con mayores volúmenes de agua a la población y a las actividades productivas, ha incrementado significativamente su demanda y ha presionado fuertemente su calidad en sus reservorios naturales.

La producción y consumo de bienes y servicios no sólo ha traído consigo una mayor demanda del líquido, sino también una mayor generación de aguas residuales, de las cuales una proporción importante (sobre todo en los países en desarrollo) se vierte sin tratamiento en los cuerpos de agua superficiales. Como resultado de su contaminación, muchos ecosistemas dulceacuícolas y marinos muestran signos evidentes de degradación, con lo cual se han reducido en cantidad y calidad sus servicios ambientales y se ha perdido, en algunos casos de manera irremediable, su biodiversidad. Paralelamente, la contaminación de las aguas superficiales y de los acuíferos reduce la disponibilidad inmediata del líquido, requiriéndose en algunos casos, de procesos e inversiones económicas cuantiosas para su tratamiento y potabilización.

A los problemas anteriores debemos sumar los que podrían derivarse del cambio climático, algunas de ellos de acuerdo a las proyecciones son el aumento del riesgo de inundaciones y sequías en distintas zonas por los cambios en la intensidad y distribución geográfica de la precipitación; la disminución de las reservas de agua almacenada en los glaciares y en la nieve (lo que reduciría la disponibilidad en regiones dependientes del deshielo) y un incremento en la superficie terrestre con estrés hídrico, entre otras. Ante este escenario el manejo de agua en el mundo y en México representa uno de los más importantes retos ambientales para el futuro (SEMARNAT, 2015).

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

3.1 Los Contaminantes

Son aquellos parámetros o compuestos que, en determinadas concentraciones, pueden producir efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente, dañar la infraestructura hidráulica o inhibir los procesos de tratamiento de las aguas residuales (SEMARNAT, 1996).

3.2.1 Clasificación de contaminates en aguas residuales

- A. Patógenos
- B. Básicos
- C. Metales pesados y cianuros

- **Patógenos:**

Son aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna, y se les conoce como:

- Huevos del Helminto
- Coliformes

(SEMARNAT, 2003)

- **Básicos:**

Son aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes:

- Temperatura y PH
- Grasas y aceites
- Sólidos suspendidos totales
- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Nitrógeno y fósforo

(SEMARNAT, 2003)

- **Metales pesados y cianuros:**

Son aquéllos que, en concentraciones por encima de determinados límites, pueden producir efectos negativos en la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes:

- Arsénico
- Cadmio
- Cobre
- Cromo
- Mercurio
- Níquel
- Plomo
- Zinc
- Cianuros

(SEMARNAT, 2003)

3.2 Antecedentes

El agua es un elemento básico de suma importancia que ha acompañado al ser humano en toda su historia, no obstante, el mayor problema del siglo XXI es el de la calidad y la gestión del recurso. En nuestro país según el uso consuntivo, el 4.1% del agua concesionada se destina a la industria auto-abastecida; el 5.6 % a la energía eléctrica, excluyendo hidroelectricidad; el 14.6% al abastecimiento público y el 75.7% a uso agrícola, (CONAGUA, 2015).

México es la segunda nación en el mundo, después de China, que más usa agua residual cruda para el riego, pese a que contiene, entre otros, patógenos no controlados, metales pesados, residuos de productos de aseo personal y doméstico, derivados de combustibles, disolventes industriales y plaguicidas, sí lo afirman investigadores de la UNAM y de otras instituciones de educación pública en la Agenda Ambiental 2018 Diagnóstico y Propuestas, en la que señalan que en el próximo sexenio debe ser una prioridad el diseño de esquemas de descentralización del tratamiento de estas aguas, que tienen contaminantes emergentes no considerados en la norma, aun cuando hay evidencia de su incidencia en el incremento de enfermedades crónico degenerativas (IAGUA, 2018).

Los recursos hídricos en México, al igual que en el resto del mundo, se encuentran bajo una creciente presión. El crecimiento demográfico, la urbanización y el aumento en el consumo de agua en los hogares, la agricultura y la industria, han aumentado significativamente el uso global del agua. Por otra parte, la descarga directa a cuerpos de agua de las aguas residuales generadas en estas actividades, limita el uso del recurso para los diferentes usos productivos como el riego o la pesca artesanal; el consumo (agua potable) y recreación de contacto (De La Peña , Ducci, & Placencia Zamora , 2013).

En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se generan hasta 56.6 m³/s de aguas residuales (Conagua, 2009). Por más de cien años, estas aguas residuales de origen predominantemente doméstico han sido utilizadas sin tratar para regar más de 85 000 hectáreas de cultivo en el valle del Mezquital. Diversos estudios han mostrado los efectos nocivos de la aplicación directa de tales aguas en la salud y el medio ambiente, pero existen muy pocas investigaciones sobre su evaluación con fines de

riego, considerando parámetros como salinidad y sodicidad. (Capurata Ontiveros , Diakite, Alvarez Sanchez , & Coras Merino , 2012).

Sin embargo, la contaminación está presente sin importar el tamaño e importancia de los cuerpos de agua. Los ríos en particular son principalmente impactados por las aguas residuales municipales, industriales y la escorrentía agrícola, esto debido a que su ubicación es en la mayoría de las veces aledaña a la presencia de grandes o pequeñas poblaciones (Samboni Ruiz, Carbajal Escobar , & Escobar , 2007).

Sin embargo, la constante necesidad por este recurso ha implicado la contaminación de grandes masas de agua modificando sus características físicas, químicas y biológicas, siendo un problema severo para la flora, fauna y familias que se abastecen del cuerpo de agua (Fuster, 2010).

En 1996, la CONAGUA tuvo la tarea de rediseñar la Red de Monitoreo de la Calidad del Agua (RNM), con el objetivo principal de generar información representativa y confiable de la calidad del agua de una manera costo-efectiva más eficiente que comprende el análisis de variables físicas, químicas y biológicas en los diferentes compartimentos del sistema acuático (CONAGUA, 2015).

Los problemas de la contaminación se han vuelto más opresivos con los años a consecuencia del crecimiento demográfico como la expansión per cápita del consumo de materiales y energía aumentando las cantidades de desechos que van a los cuerpos de agua (Contreras Espinoza , 2004).

Asimismo, se mostraron diferencias significativas del índice de calidad tanto en las estaciones monitoreadas como entre las épocas climáticas, siendo los sólidos disueltos totales, la turbiedad y los coliformes fecales, los parámetros de mayor influencia sobre la calidad del agua (Jhesibel Chávez-Ortiz, 2015).

Las aguas residuales podrán usarse por un tercero distinto del concesionario o asignatario, antes de llegar al punto de descarga señalado en el título de concesión o asignación, o en el permiso de descarga correspondiente, siempre y cuando no se afecten derechos de terceros, ni las reservas existentes y se cumpla con las normas oficiales mexicanas y las condiciones particulares de descarga; para tal efecto el

titular de la concesión, asignación o permiso deberá dar aviso a “La Comisión” en un término no mayor a diez días hábiles, contado a partir del inicio de su uso (LEY DE AGUAS NACIONALES, 2011).

La salubridad y la calidad del agua son fundamentales para el desarrollo y el bienestar humano. Proporcionar acceso a agua salubre es uno de los instrumentos más eficaces para promover la salud y reducir la pobreza (OMS, 2019).

El suministro de agua potable implica diversos aspectos entre los que se encuentra la adecuación de su calidad para consumo humano. Para ello se requiere encontrar la forma más conveniente de hacerlo, tanto desde el punto de vista técnico como del económico (CONAGUA, 2007).

En México se tiene un estimado de 7.22 miles de hm/año ($228.9\text{m}^3/\text{s}$) de aguas negras urbanas a cuerpos de agua o arroyos canales. (CONAGUA, 2017).

En México, de acuerdo con investigaciones de la Coalición de Organizaciones Mexicanas por el Derecho al Agua, son 9 millones de personas las que no cuentan con el servicio de agua entubada y 13 millones los que viven en zonas rurales y urbanas que sí tienen el servicio, pero la calidad es mala, por lo que padecen de infecciones gastrointestinales y afecciones en la piel (Aboites Aguilar , Jimenez Cisneros, & Torres Y Armentia , 2010).

Lo anterior es causante de enfermedades gastrointestinales, la cual es una de las principales causas de mortalidad en el mundo, siendo los niños los más vulnerables, debido a que cuando sus defensas bajan sufren deshidratación, desnutrición y su crecimiento no se desarrolla de manera normal (Gaona, 2006).

Como autoridad internacional en materia de salud pública y de calidad del agua, la OMS dirige los esfuerzos mundiales por prevenir la transmisión de enfermedades transmitidas por el agua. Con ese fin, promueve la adopción por los gobiernos de reglamentación sanitaria y trabaja con sus asociados para fomentar las prácticas de gestión de riesgos eficaces entre los proveedores de agua, las comunidades y los hogares. (I. A Rosas , 2015)

El agua de lagos, ríos y vertientes se llama "dulce" para diferenciarla del agua salada de los mares (Comisión Nacional del Agua-CNA-2007).

La escasez de agua es cada vez mayor debido al crecimiento demográfico, a la urbanización y cambio climático. Todo ello ha dado lugar al uso creciente de aguas residuales para la agricultura, la recarga de aguas subterráneas y otras áreas. En algunos casos, las aguas residuales son el único recurso hídrico de las comunidades pobres. Pero su uso no controlado se relaciona con impactos significativos sobre la salud humana, provocando miles de muertes, enfermedades y una limitada calidad de vida (CONAGUA, 2007).

El agua es el elemento más abundante del planeta. Sin embargo, a pesar de cubrir el 70% de la superficie de la Tierra, es un bien escaso (SAMSA, 2011).

El 97 por ciento del agua total del planeta es agua salada que se encuentra en los océanos, el restante 3 por ciento se reparte en: agua sólida atrapada en los glaciales (2 por ciento), agua subterránea a más de un kilómetro de profundidad que no está a nuestro alcance (0.5 por ciento) y el resto es agua dulce concentrada en lagos, ríos y vertientes (0.5 por ciento). Aunque esta cantidad de agua dulce parece pequeña, es fundamental para la vida animal y vegetal (SEMARNAT, 2016).

La CONAGUA es el ente nacional responsable del seguimiento de la cobertura de tratamiento de las aguas residuales municipales. Para este seguimiento, CONAGUA se apoya en los organismos operadores de las PTAR para la obtención de los datos necesarios. La relación entre actores responsables se recoge con más detalle en la sección relativa al sistema MRV de esta medida (ver Anexo I de este documento) (GOBIERNO DE MEXICO, 2018).

Cada año se vierten a los cuerpos de agua millones de metros cúbicos de aguas residuales, descargas municipales, industriales y agrícolas tratadas de forma inadecuada o sin tratamiento alguno. La contaminación del agua tiene un severo impacto en los ecosistemas y en la salud. Es preciso reducir los volúmenes y mejorar los procesos de tratamiento, no sólo para procurar el bienestar social y la protección

ambiental, sino también por razones económicas y de seguridad nacional (CONAGUA, 2010).

Las aguas contaminadas se recolectan y se trasladan a un centro de tratamiento en el que reciben un proceso especial para permitir su retorno al ambiente, sin efectos perjudiciales para la salud humana y el ecosistema. En México, del total de municipios y delegaciones sólo en 692 se da algún tratamiento al agua residual para reutilizarla, esto equivale al 37%. Existen 2 355 sitios de descarga de aguas negras. El estado de México, Puebla y Veracruz suman juntos 30% del total (INEGI, 2010).

Para la remoción de los contaminantes en las aguas residuales municipales existen diversos procesos de tratamiento¹. En el país los procesos de tratamiento de aguas residuales municipales incluyen lodos activados, lagunas de estabilización, primario avanzado, lagunas aireadas, filtros biológicos, dual y otros. A través de los sistemas de tratamiento, cada año se remueven cerca de 0.65 millones de toneladas de DBO₅ (SEMARNAT, 2012).

3.3 Marco normativo

NMX-AA-003/3SCFI-2008

NORMA MEXICANA "AGUAS RESIDUALES. - MUESTREO", OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN Esta norma establece los lineamientos generales y recomendaciones para muestrear las descargas de aguas residuales, con el fin de determinar sus características físicas y químicas, debiéndose observar las modalidades indicadas en las normas de métodos de prueba correspondientes.

- Agua residual. Es el líquido de composición variada proveniente de usos municipal, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de cualquier otra índole, ya sea pública o privada y que por tal motivo haya sufrido degradación o alteración en su calidad original.

- Canal abierto. Cualquier conducto en el cual el agua fluye presentando una superficie libre.
- Colector. Es un conducto abierto o cerrado que recibe las aportaciones de agua de otros conductos.
- Descarga. Es el conjunto de aguas residuales que se vierten o disponen en algún cuerpo receptor.
- Muestra simple. Es aquella muestra individual tomada en un corto período de forma que el tiempo empleado en su extracción sea el transcurrido para obtener el volumen necesario.
- Muestra compuesta. Es la que resulta del mezclado de varias muestras simples.

Recipientes para el transporte y conservación de las muestras. Los recipientes para las muestras deben ser de materiales inertes al contenido de las aguas residuales. Se recomiendan los recipientes de polietileno o vidrio. Las tapas deben proporcionar un cierre hermético en los recipientes y se recomienda que sean de material afín al del recipiente. Se recomienda que los recipientes tengan una capacidad mínima de 2 dm³. (litros) (Gomez Ramos, 2008).

NMX-AA-026-SCFI-2010

Nitratos. Esta norma mexicana establece el método de prueba para la medición de nitrógeno total Kjeldahl en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Esta norma es aplicable para el análisis de aguas naturales, residuales y residuales tratadas y es de aplicación nacional. Los compuestos nitrogenados se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza. Las fuentes de nitrógeno incluyen además de la degradación natural de la materia orgánica, fertilizantes, productos de limpieza y tratamiento de aguas potables (Roldan Turegano , 2013).

NMX-AA-007-SCFI-2013

Temperatura. Esta norma mexicana establece el método de prueba para la medición de la temperatura, cuando se usan instrumentos de medición directa o instrumentos que indican expansiones o fuerzas proporcionales en los cambios de

temperatura, en aguas naturales crudas no salinas (epicontinentales, subterráneas y pluviales), en aguas salinas (marinas, costeras, de estuarios, esteros, marismas y subterráneas), aguas residuales crudas municipales e industriales y aguas residuales tratadas municipales e industriales en el intervalo comprendido entre 0 °C y 45 °C. Para su uso doméstico, como fuente de abastecimiento de agua potable, público urbano, recreativo con y sin contacto directo, riego agrícola, pecuario, acuacultura, industrial y protección de la vida acuática marina y de agua dulce y descarga en cuerpos receptores y alcantarillado municipal o reúso. Es de aplicación nacional (Marina Esteban , 2014).

NMX-AA-006-SCFI-2000

Materia flotante. La determinación de materia flotante en aguas residuales y residuales tratadas es de importancia para el control y tratamiento de descargas. Esta norma mexicana establece el método de prueba para la determinación de materia flotante en aguas residuales y residuales tratadas (Madero Quintanilla , 2000).

NMX-AA-004-SCFI-2000

Sólidos sedimentables. Las aguas naturales, residuales o residuales tratadas con altos contenidos de sólidos sedimentables no pueden ser utilizadas en forma directa por las industrias o las plantas potabilizadoras, de ello se deriva el interés por medir en forma cuantitativa este parámetro. Esta norma mexicana establece el método de prueba para la medición de sólidos sedimentables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Es de aplicación nacional (Marina Esteban , 2013).

NMP. (NMX MX-AA-42-2015)

La presencia y extensión de contaminación fecal es un factor importante en la determinación de la calidad de un cuerpo de agua. Las heces contienen una variedad de microorganismos y formas de resistencia de los mismos, involucrando organismos patógenos, los cuales son un riesgo para la salud pública al estar en contacto con el ser humano. El examen de muestras de agua para determinar la presencia de microorganismos del grupo coliforme que habitan normalmente en el intestino humano y de otros animales de sangre caliente, da una indicación sensible

de dicho tipo de contaminación. Dada la limitada capacidad de algunos miembros del grupo de organismos coliformes para sobrevivir en agua; sus números también pueden emplearse para estimar el grado de contaminación fecal.

Esta Norma Mexicana establece un método para la detección y enumeración en agua de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* presuntiva (*E. coli*) mediante el cultivo en un medio líquido en tubos múltiples y el cálculo de sus números más probables (NMP) en la muestra. Este método es aplicable para todo tipo de agua, incluyendo aquellos que contienen una cantidad apreciable de materia en suspensión. La selección de las pruebas usadas en la detección y confirmación del grupo de organismos coliformes, incluyendo *E. coli*, puede verse como parte de una secuencia continua. El grado de confirmación con una muestra en particular depende parcialmente de la naturaleza del agua y parcialmente de las razones para realizar el examen. En la práctica, la detección de *E. coli* presuntiva (Marina Esteban, 2015).

NOM-143-SEMARNAT-2003

Sólidos Suspendidos Totales. La evaluación de la conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana se realizará de acuerdo a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, además de lo siguiente: El procedimiento de evaluación de la conformidad se llevará a cabo por las Unidades de Verificación (UV's) y los laboratorios acreditados y aprobados, y en ausencia de éstos la evaluación se realizará por parte de las autoridades competentes. La observancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por conducto de la Comisión Nacional del Agua, en coordinación con la Secretaría de Marina, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección, vigilancia, y, en su caso, de imposición de sanciones en los términos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley de Aguas Nacionales, el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, y demás disposiciones legales aplicables (Quesada Elvira, 2005).

3.4 Los nitratos, su transformación y la presencia de Oxígeno disuelto en las aguas residuales

La transformación de los nitratos ocurre en el agua residual por microorganismos que se comen dicho elemento o lo transforman a otras propiedades contaminantes; El nitrógeno (N) es un contaminante presente en las aguas residuales que debe ser eliminado por múltiples razones: reduce el oxígeno disuelto de las aguas superficiales, es tóxico para el ecosistema acuático, entraña un riesgo para la salud pública y junto al fósforo (P), son responsables del crecimiento desmesurado de organismos fotosintéticos (eutrofización). Todos estos factores hacen que la legislación sea cada vez más restrictiva cuanto a los límites máximos permitidos para este parámetro (IAGUA, 2018).

La producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas. También puede intercambiarse oxígeno con la atmósfera por difusión o mezcla turbulenta. La concentración total de oxígeno disuelto OD dependerá del balance entre todos estos fenómenos. Si es consumido más oxígeno que el que se produce y capta en el sistema, el tenor de O₂ caerá, pudiendo alcanzar niveles por debajo de los necesarios para la vida de muchos organismos. Los peces son particularmente sensibles a la hipoxia bajas OD, Durante el día suelen encontrarse concentraciones mayores de OD cuando la fotosíntesis llega a sus mayores niveles luego del mediodía, mientras más bajas se registran durante la noche. También es posible observar variaciones estacionales. El OD puede determinarse en el campo utilizando sensores específicos (Geyenola, 2007).

3.4.1 Límites máximos permisibles

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																				
PARÁMETROS	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO			
(miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	Uso en riego agrícola (A)		Uso Público Urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso en riego agrícola (A)		Humedales naturales (B)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2
Sólidos Suspendidos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno ₅	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

(1) Instantáneo

(2) Muestra Simple Promedio Ponderado

(3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006.

P.D.= Promedio Diario; P.M.= Promedio Mensual; N.A.= No es aplicable (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Tabla 1 Límites Máximos permisibles (SEMARNAT, 1996).

Número más probable coliformes fecales

El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas aguas y bienes nacionales, así como descargas vertidas al suelo (uso en riego agrícola) es de 1000 y 2000 de número más probable (NMP) de coliformes por cada 100ml de promedio mensual diario (SEMARNAT, 1996).

CAPITULO IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Tantoyuca es ciudad mexicana, cabecera municipal del mismo homónimo y perteneciente del Estado de *Veracruz de Ignacio de la Llave* perteneciente a la región *Huasteca Alta* ubicada en la zona norte. Popularmente es conocida como "La Perla de las Huastecas". La ciudad, se encuentra a 139 msnm con las siguientes Coordenadas para su ubicación 21°21'00"N 98°14'00"O (INAFED, 2014).

4.1 Flora del lugar

Arboles maderables:

- Pino (*Pinus*)
- Cedro (*Cedrela Odorata*)
- Palo de rosa (*Aspidosperma Polyneuron*)
- Framboyán (*Delonix Regia*)
- Espino blanco (*Crategus Monigyna*)
- Chaca (*Bursera Simaruba*)

Árboles frutales como

- Mango (*Mangifera indica*)
- Guanábana (*Annona muricata*)
- Litchis (*Litchi chinensis*)
- Palmeras cocoteras (*Cocos nucifera*)
- Limón (*Citrus × limon*)
- Naranjos (*Citrus X sinensis*)
- Maracuyá/fruta de la pasión (*Passiflora edulis*)
- Granada (*Punica granatum*)
- Carambolos/fruta estrella (*Averrhoa carambola*)
- Chote (Parlamentiera acuelata)
- Guayaba (*Psidium guajava*)
- Guaya (*Melicoccus bijugatus*)

4. 2 La fauna del lugar

Mamíferos como

- Tlacuaches (*Dilephis Marsupialis*)
- Mapaches (Proycon)
- Venados (*Odocoileus Virginianus*)
- Zorros (*Vulpes Vulpes*)
- Zorrillos (*Mephitidae*)
- Liebres (*Lepus Europaes*)
- Armadillos (*Dasypodidae*)
- Jabalíes (*Sus scrofa*)
- Perros (*Canis Lupus*)
- Gatos (*Felis Catus*)
- Murciélagos (*Chiroptera*)

Anfibios como

- Ranas (*Anura*)
- Sapos (*Bufonidae*)

Reptiles como

- Tortugas (*Cheloniodea*)
- Serpientes (*Serpentes*)
- Lagartijas corredoras (*Psammmodromus Hispanicus*)
- Iguanas (*Iguana Laurenti*)

Aves como

- Palomas (*Columba Limbia*)
- Tordos (*Molothrus bonariensis*)
- Colibríes (*Trochilidae*)
- Zopilotes (*Coragyps Atratus*)
- Calandrias (*Mimus Saturninus*)
- Garzas (*Ardeidae*)
- Patos (*Anas Platyrhynchos Pomesticus*)
- Gavilanes (*Accipiter Nisus*)
- Chachalacas (*Ortalis*)
- Loro (*Psittacoidea*)

Roedores como

- Ratones (*Mus musculus*)
- Conejos de monte (*Oryctolagus Cuniculus*)
- Ratas (*Rattus*)
- Tejones (*Meles Meles*)

4.3 El Clima

Los climas que predominan en el estado son cálido subhúmedo 53.5% y cálido húmedo 41%, estos se localizan en la Llanura Costera del Golfo Norte y Sur; el 3.5% presenta clima templado húmedo, el cual se localiza en las partes altas de las zonas montañosas y el 1.5% presenta clima templado, localizado también en las partes altas de la montaña; el 0.5% es seco y semiseco localizado en la región oeste del estado; y finalmente, un pequeño porcentaje (0.05%) es clima muy frío y se encuentra en las partes altas del Pico de Orizaba y Cofre de Perote. La temperatura media anual es de 23°C, la temperatura máxima promedio es de alrededor de 32°C y se presenta en los meses de abril y mayo; la temperatura mínima promedio es de 13°C y se presenta en el mes de enero. La precipitación media estatal es de 1 500 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a octubre. Los climas cálidos húmedos y subhúmedos propician el desarrollo de una gran variedad de cultivos tales como: cítricos, mango, café, arroz, piña, vainilla, plátano, caña de azúcar y maíz, entre otros (INEGI, 2010).

Cálido subhúmedo	53.5%*
Cálido húmedo	41%*
Templado húmedo	3.5%*
Templado subhúmedo	1.5%*
Seco y semiseco	0.5%*
Frío de alta montaña	0.05%*

Tabla 2 Clima, (INEGI, 2010)



Figura 1 Mapa de Climas, ubicación Tantoyuca (INEGI, 2010)

4.4 Ubicación

El canal principal recorre la ciudad de Tantoyuca, como podemos apreciar en la (figura 2), el paso del canal principal se encuentra rodeado por toda la zona urbana.

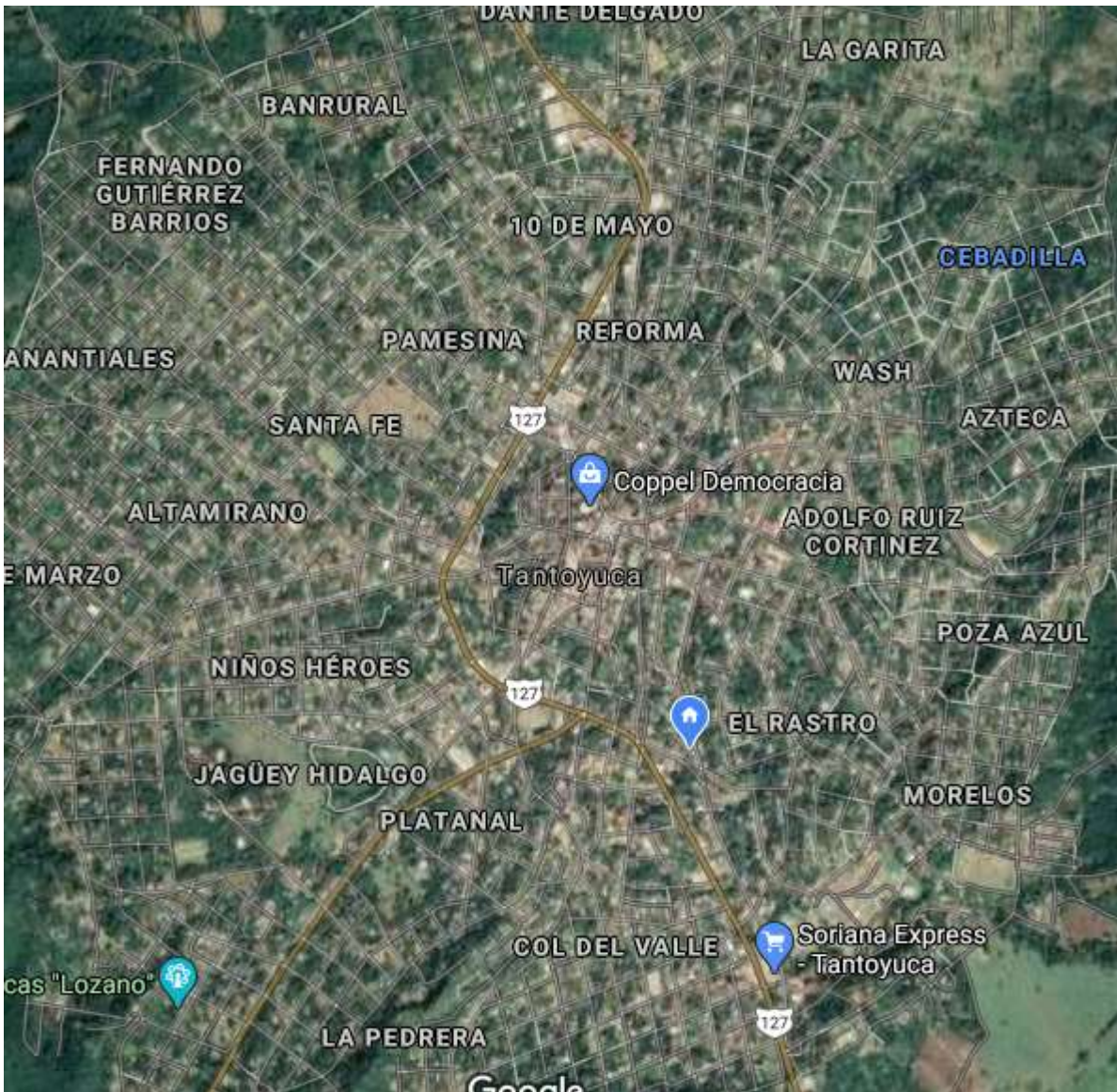


Figura 2 Mapa de Tantoyuca (GOOGLE MAPS , 2013)

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El arroyo principal de la ciudad de Tantoyuca actualmente es un ducto de concreto con un largo de 2.704 km y en este recorrido se ubicaron los puntos donde se aportaban la mayor cantidad de efluente, localizándose 18 puntos los cuales se muestrearon bajo la siguiente metodología (Figura 3)

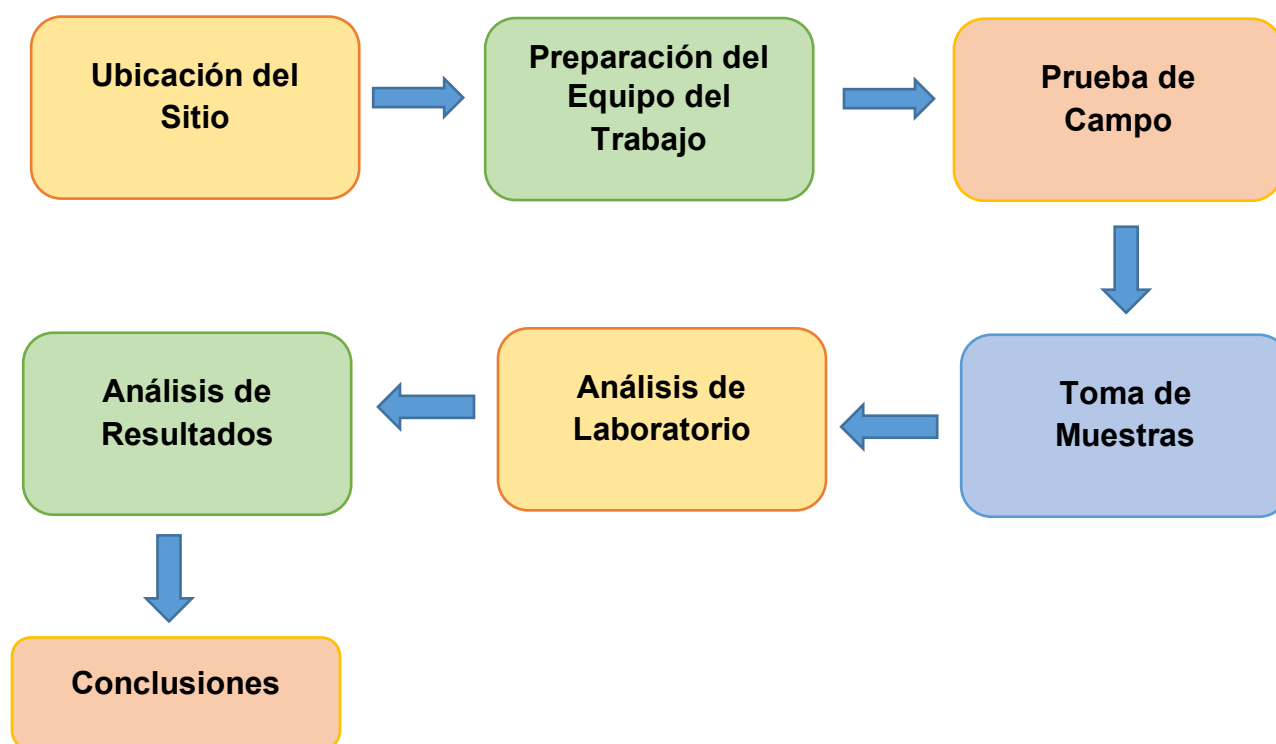


Figura 3 Actividades desarrolladas

Los 18 puntos de muestreo se seleccionaron con base en los siguientes criterios:

- 1.- Accesibilidad
- 2.- Presencia de aguas residuales
- 3.- Ubicación de los efluentes principales
- 4.- abarcar todo el recorrido del arroyo muestras.

En cada uno de los puntos se realizaron las siguientes determinaciones tanto en campo como en laboratorio como se muestran en la (tabla 3)

En campo	En laboratorio
Materia flotante	Solidos Suspendidos Totales
Oxígeno disuelto	Coliformes Fecales
PH	Nitratos
Temperatura	Solidos sedimentables

Tabla 3 Determinaciones en campo y laboratorio

Procedimientos a seguir para las pruebas de campo

- **Oxígeno Disuelto**

a) Muestreo

1. Enjuague el frasco muestreador con una muestra simple.
2. Tapa la botella y sumerge a la profundidad deseada.
3. Remueve la tapa y llena el frasco muestreador.
4. Toca los lados de la botella para desalojar cualquier burbuja.
5. Tapa el frasco muestreador mientras está sumergido en el agua
6. Obtén la muestra y asegúrate de no tener burbujas de aire.
7. Quitar la tapa del frasco.

b) Preparación de la muestra

8. Inmediatamente agrega 8 gotas de solución de Sulfato (4167) y 8 gotas de Alcalina de Potasio- Yoduro Acida (7166).
9. Agitar el frasco por varios minutos hasta que se forme un precipitado.
10. Permitir que el precipitado se asiente por debajo del hombro de la botella.
11. Agregar 1g Acido Sulfamico.

12. Tapa e invierte suavemente la botella para mezclar el contenido hasta que el precipitado y el reactivo se hayan disuelto por completo.

La muestra se tornará de color amarillo claro a naranja si la muestra contiene Oxígeno Disuelto.

NOTA: En este punto la muestra ya no es afectada y puede hacerse la valoración después.

c) Titulación

13. Se toma 20 ml de la muestra (0608).

14. Colocar la jeringa para titulación en el Tiosulfato de Sodio (4169).

15. Invertir el bote y llenar la jeringa de titulación hasta cero, si presenta burbujas volver hacer el procedimiento.

16. Invertir el bote y quitar la jeringa.

NOTA:

Si es de color amarillo pálido ir al paso 20 y continuar con el procedimiento.

17. Insertar la jeringa en el frasco que contiene la muestra.

18. Presionar lentamente la jeringa de titulación hasta que vire de un amarillo-marrón a un color amarillo pálido (mezclar mientras se titula).

19. Retirar la jeringa de titulación.

20. Agregar 8 gotas de solución indicadora de almidón (4170 WT) (la muestra deberá ponerse de color azul)

21. Tapa la muestra y coloca la jeringa de titulación, continúa titulando hasta que cambie de azul a incoloro.

22. Lee el resultado esta sea en unidades de ppm. Cada división equivale a 0.22 ppm.

NOTA: Si no cambia de color volver a llenar la jeringa y seguir con la titulación, registrando todo el titulante gastado.

- **PH**

1. Se toman 10 ml de muestra en el frasco muestreador
2. Adicionar inmediatamente 10 gotas del reactivo indicador
3. Tapar e invertir el frasco por 1 minuto
4. Después se deja reposar 1 minuto
5. Colocar el frasco muestreador en el lector y verificar que grado de acidez se encuentra atrás de los colores y con cual color se relaciona.

- **Temperatura**

NMX-AA-007-SCFI-2013

1. Medir directamente la temperatura del agua, en caso de requerir extraer muestra, introducir el recipiente para muestreo, moverlo de manera circular durante 1 min para que se equilibre su temperatura con la del agua y retirar el recipiente con la muestra.
2. Sumergir inmediatamente el termómetro, en posición centrada en el recipiente, hasta la marca de inmersión parcial o hasta una graduación apropiada si el termómetro es de inmersión total. Aplicar ligeros movimientos circulares por lo menos durante 1 min hasta que la lectura del termómetro se estabilice. Si la temperatura de la muestra difiere en más de ± 5 °C de la del ambiente, repetir el muestreo a partir de 11.1 utilizando el vaso de doble pared. Si el termómetro es de sensor, éste debe sumergirse en el volumen mínimo de muestra y a la profundidad que recomienda el fabricante y las lecturas deben efectuarse después del tiempo de equilibrio recomendado en el manual del usuario.

- **Materia flotante**

MX-AA-006-SCFI 2000

MATERIALES

- Malla de acero inoxidable con abertura entre 2,8 mm y 3,3 mm;
- Recipiente de boca ancha no menor de 7 cm de diámetro, con un volumen que se encuentre entre 3 L y 5 L;
- Agitador de vidrio con gendarme, y
- Espátula.

1. Verter aproximadamente 3/4 partes de la muestra a través de la malla, teniendo cuidado de que la materia flotante que sobrenada, quede retenida en dicha malla.
2. Arrastrar con agitador de vidrio ó una espátula hacia la malla toda aquella materia flotante que quedara sobre la superficie de la muestra que se está vertiendo o aquella adherida a las paredes del recipiente.
3. Inmediatamente después de filtrar la muestra, se procede al examen de la malla.
4. El informe depende de la presencia o ausencia de materia flotante retenida en la malla. Reportar como ausencia de materia flotante, si al examinar la malla no se observa a simple vista ninguna partícula retenida. Reportar como presencia de materia flotante, si al revisar visualmente la malla se encuentran partículas retenidas.

Procedimientos a seguir para las pruebas de laboratorio

- **Sólidos sedimentables NMX-AA-004-SCFI-2000**

MATERIALES

- Frasco de polietileno o vidrio con un mínimo de capacidad de 1 litro, con tapa;
- Cono de sedimentación tipo Imhoff de vidrio o plástico;
- Bases para Conos Imhoff;
- Agitador largo de vidrio.

1. Mezclar la muestra original a fin de asegurar una distribución homogénea de sólidos suspendidos a través de todo el cuerpo del líquido.
2. Colocar la muestra bien mezclada en un cono Imhoff / probeta hasta la marca de 1L. Dejar sedimentar 45 min, una vez transcurrido este tiempo agitar.
3. Registrar la cantidad de sedimento avistada por medición

- **Sólidos suspendidos totales NOM-143-SEMARNAT-2003**

EQUIPO Y MATERIALES

Sólo se mencionan los equipos y materiales que son de relevancia para el presente método.

Equipo

Bomba de vacío

Estufa eléctrica, para operar de 103°C a 105

Balanza analítica con precisión de 0,1 mg

Mufla eléctrica para operar a 500°C ± 50°C

Materiales

Cápsulas de evaporación adecuadas al volumen de la muestra

Desecador, provisto con un desecante que contenga un indicador colorido de humedad

Crisol Gooch de poro fino con adaptador de hule para el equipo de filtración

Matraz Kitazato de 1 L a 2 L de capacidad

Filtro de fibra de vidrio de tamaño adecuado del crisol

Procedimiento

Preparación de cápsulas de porcelana

1. Preparación de crisoles Gooch
2. Introducir el filtro de fibra de vidrio en el crisol con la cara rugosa hacia arriba, mojar el filtro con agua para asegurar que se adhiera al fondo del crisol.
3. Los crisoles se introducen a la mufla a una temperatura de $550^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$, durante 20 min como mínimo. Después de este tiempo transferirlos a la estufa a $103^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$ aproximadamente 20 min.
4. Sacar y enfriar a temperatura ambiente dentro de un desecador.
5. Pesar los crisoles y repetir el ciclo hasta alcanzar el peso constante, el cual se obtiene hasta que no haya una variación en el peso mayor a 0,5 mg. Registrar como G3.

Sólidos suspendidos totales (SST) y sólidos suspendidos totales (SST)

- Determinación de los sólidos suspendidos totales (SST):

1. Medir con una probeta, un volumen adecuado de la cantidad seleccionada
2. de muestra previamente homogeneizada la cual depende de la concentración esperada de sólidos suspendidos.
3. Filtrar la muestra a través del crisol Gooch preparado anteriormente aplicando vacío (ver inciso 9.2), lavar el disco tres veces con 10 mL de agua, dejando que el agua drene totalmente en cada lavado.
4. Suspender el vacío y secar el crisol en la estufa a una temperatura de
5. 103°C a 105°C durante 1 h aproximadamente. Sacar el crisol, dejar enfriar en un desecador a temperatura ambiente y determinar su peso hasta alcanzar peso constante registrar como peso G4.

Cálculos

$SST = G3-G4 \times 1000 / (\text{cantidad de muestra filtrada})$

- **Coliformes fecales NMP. (NMX MX-AA-42-2015)**

Materiales:

- a. Autoclave
- b. Pipetas
- c. Balanza analítica
- d. Tubos de ensaye con tapón hermético o algodón de 30 y 100 ml o los que se tengan disponibles.
- e. Campanas Durham
- f. Incubadora
- g. Asas de inoculación
- h. Vidrio de reloj
- i. Vasos precipitados
- j. Agitadores de vidrio
- k. Papel de estraza
- l. Frasco de vidrio con cierre hermético capaz de mantener más de 100ml
- m. Material común de laboratorio (bata, guantes, cubre bocas, alcohol)

Reactivos:

- a) Caldo lactosado
- b) Agua destilada
- c) Caldo verde bilis brillante
- d) Tiosulfato

Preparación del frasco muestreador: lavar muy bien el frasco con agua y jabón, lavar muy bien, posteriormente secar y enjuagar con alcohol, una vez limpio y seco se le agrega 0.1 ml de tiosulfato se tapa y se lleva a la autoclave por 15 mnts.

Preparación del caldo lactosado y verde bilis brillante

- Se tomará una medida de este medio de cultivo según se considere para la cantidad que desee. Se pesa en la balanza analítica una vez pesado, se lleva a un baso precipitado, y comienza a agregar agua destilada según sea la cantidad de caldo que se utiliza.
- Mezclar muy bien con el agitador de vidrio hasta que se homogenice completamente.

Preparación de los tubos y pipetas

- Los tubos se colocan en una gradilla y se van a etiquetar para una mejor identificación.
- Una vez marcados se les coloca una campana Durham a cada tubo
- Una vez listo con la campana se procede a agregar 10 ml a tubos de ensaye de 30 ml y a tubos de ensaye de 100 ml se les agregara 20 ml de caldo.
- Una vez llenos todos los tubos de caldo cerrar muy bien con su tapón o algodón.
- Las pipetas: se les coloca un poco de algodón en las boquillas y posteriormente se agrupan, y son envueltas en papel de estraza (asegurarse de que estén muy bien selladas con el papel de estraza.)

Esterilización

- Una vez preparado todo el material será llevado a la autoclave por 15 a 20 mnts. Dicho material deberá maniobrase con guantes contra el calor posteriormente termine la esterilización dejar enfriar a temperatura ambiente el material, (es de suma importancia que no sea destapado nada hasta que se vaya a utilizar).

Procedimiento de cultivo caldo lactosado

Una vez que estén listos los materiales se procede a realizar el cultivo.

- Limpiar muy bien el área de trabajo con alcohol, y tener ya sea un mechero o fuegos para generar calor durante el trabajo.
- Por cada extremo deberá haber mecheros o fuegos envasado para crear un campo de calor y mantener la esterilización
- Se deberán pasar por el fuego antes de cerrar dichos tubos para mantener, libres de otros microorganismos. Cerrar muy bien los tubos.

- 1) Con las pipetas se tomarán los siguientes cantes cantidades de muestra, 10ml, 1ml, 0.1 ml
- 2) Por cada muestra a cultivar se utilizará una pipeta nueva de las que se esterilizaron
- 3) En el tubo donde hay 20 ml de caldo se le agregaran 10 ml de muestra
- 4) En otros tubos de donde hay 10ml de caldo se agregarán 1ml
- 5) En los demás tubos también de 10ml de caldo se colocarán ahora el 0.1ml de muestra
- 6) Asegurarse de que los tubos estén bien cerrados y posteriormente de so se llevarán a la incubadora.
- 7) Precalentar la incubadora antes de introducir los tubos.
- 8) Dejar en incubación por 24 horas a una temperatura de 35°C .

Identificación para el siguiente medio de cultivo: los tubos a cultivar de nuevo deben presentar un poco de turbidez o algo de sedimentación, presencia de gas por medio de burbujas.

Procedimiento de cultivo caldo verde bilis brillante

- una vez que se tengan el caldo se verterán 10 ml de este caldo en los tubos con sus respectivas campanas.
- Se llevará a esterilizar en autoclave por 15 mnts
- Dejar enfriar a temperatura ambiente (manipularlos con guantes contra el calor)
- Una vez listos los tubos, se procede a tomar con ayuda de un asa bacteriológica muestra de los tubos que presentaron formación en el cultivo anterior.
- El asa debe dejarse en el fuego (mechero o fuego artificial envasado), hasta que se torne un rojo vivo, para que se esterilice.
- Después de esterilizar el asa se introduce en los tubos del cultivo anterior pegando a los bordes del tubo hasta llegar al fondo agitar un poco con la misma asa.
- Inmediatamente se introduce el asa en el tubo con caldo verde bilis brillante, se pasa por el fuego la boca del tubo se cierra muy bien.
- (todo ese procedimiento se hará para cada uno de los tubos que se tengan que cultivar)
 - Precalentar la incubadora a 35°C
 - colocar los tubos cultivado con caldo verde a la incubadora y se dejen por 24 horas
 - ***después de 24 observar la nueva formación pueden presentar gas o turbidez o sedimento en las paredes del tubo. Realiza tus anotaciones para conocer el número más probable de formación de coliformes (NMP)***

- Una vez identificados los tubos positivos del segundo cultivo, se procede a realizar los cálculos por medio de la siguiente formula.

$$\sqrt{\frac{\text{NMP}/100\text{cm}^3 = \text{Numero de tubos positivos} * 100}{\text{Cm}^3 \text{ de tubos negativos} * \text{cm}^3 \text{ de muestra en todos los tubos}}}$$

- **Nitratos (NMX-AA-026-SCFI-2010)**

Nitrato (rango 0.2-1.0 ppm)

NOTA: Los nitritos pueden causar interferencia al realizar el análisis de nitratos y se debe analizar separadamente y comparar si está presente. Se obtiene mejores resultados si a la muestra está a una temperatura alrededor de los 23 °C.

1. Coloca 2.5 ml de la muestra en el tubo (0844)
2. Diluye hasta ala line de 5 ml con el reactivo de ácido mixto (V-6278). Tapa y mezcla y espera 2 minutos.
3. Usa la cuchara (0699) y toma 1g del Reactivo de Retardante de Nitrato (V-6279). Tapar e invertir 60 veces en un minuto. Esperar 10 minutos.
4. Mezclar y quitar la tapa. Colocar el tubo, en el comparador de Nitrato-N y Fosfato (3120) con el lector axial (2071). Comparar el color de la muestra con los colores estándar. Registrar como ppm Nitrato-N
5. Para convertir en nitratos multiplicar el resultado por 4.4. Registrar como ppm de Nitrato.

Numero de muestras por punto de muestreo

Por cada punto se hicieron 3 repeticiones con en un mismo día con distancias prudentes entre estos. Para la caracterización del tipo y concentración se utiliza la siguiente tabla:

Parámetros		Análisis en campo				Análisis en laboratorio			
		OD	pH	Temp.	M	Nitratos	SS	SST	CF
Muestreo 1									
Muestreo 2									
Muestreo 3									

Tabla 4 Ejemplo de tabla a utilizar para los muestreos.

Al termino de los muestreos realizados, retornamos a los puntos de mayor afectación encontrados para realizar de nuevo el muestreo mediante la siguiente tabla:

Parámetros		Análisis en campo				Análisis en laboratorio			
		OD	pH	Temp.	MF	Nitratos	SS	SST	CF
Muestreo R	Rep.1								
	Rep.2								
	Rep.3								

Tabla 5 Tabla a utilizar para realizar las repeticiones en los puntos más altos.

6. RESULTADOS

Resultados

Los 18 puntos de muestreo fueron ubicados a lo largo del recorrido del arroyo durante el periodo septiembre a diciembre del 2019 presentando las siguientes ubicaciones, como se muestran en las figuras (4 y 5.)



Figura 4 mapa de los puntos de muestreo ubicados en el recorrido del canal principal, (GOOGLE MAPS , 2013).

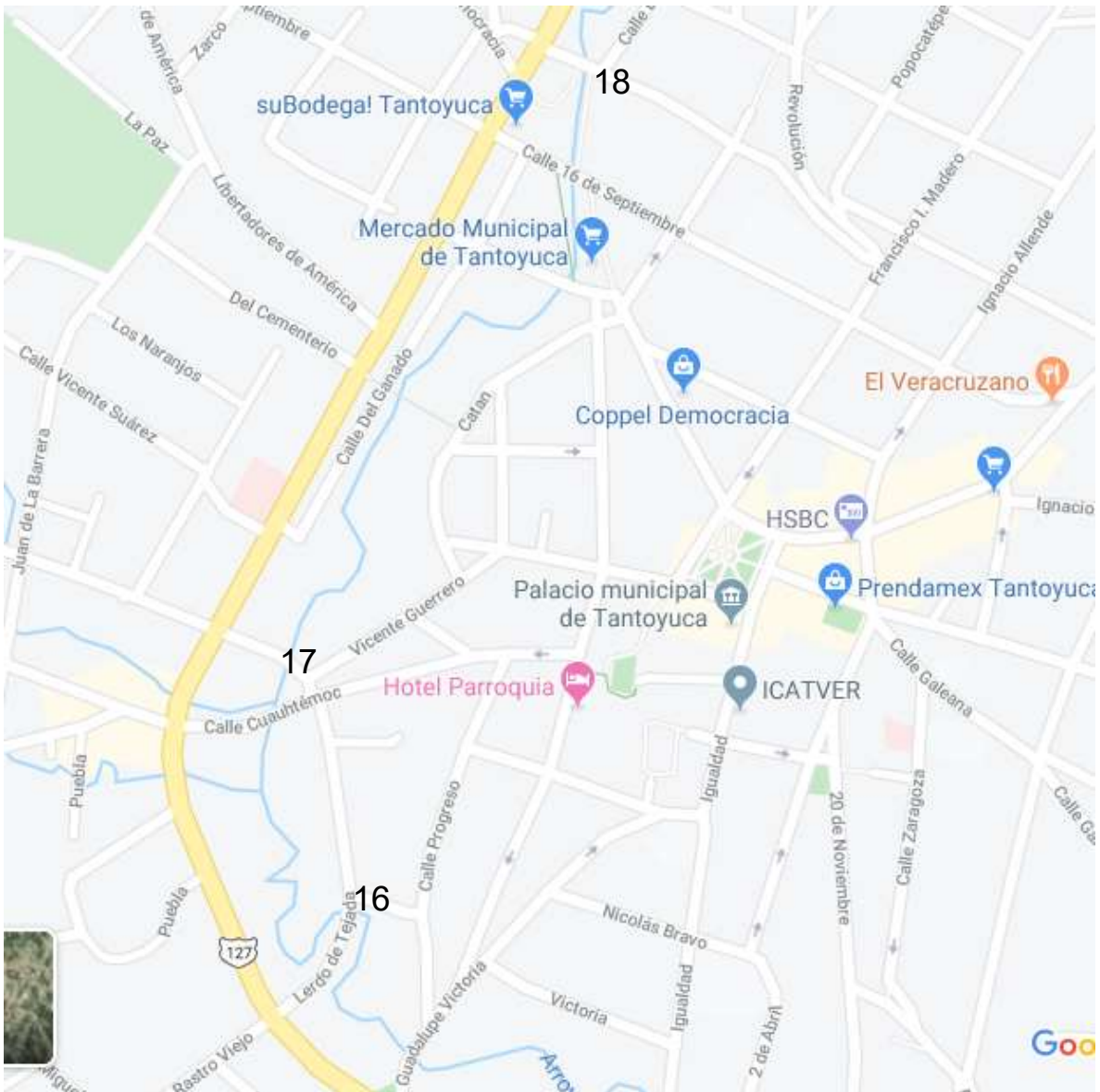


Figura 5 mapa de los puntos de muestreo ubicados en el recorrido del canal principal, (GOOGLE MAPS , 2013).

1. Las determinaciones encontradas por puntos de muestreo son las siguientes:

Parte 1: Rastro municipal	
Fecha de muestreo: 06 de Noviembre de 2019	Hora de muestreo: 8:30 am

En este punto se realizaron tres repeticiones de OD, pH, Temperatura (Temp.) y Materia Flotante (MF), registrándose como se muestra en la siguiente tabla.

Del mismo sitio se tomaron muestras para tres repeticiones de Nitratos, Solidos Suspendidos (SS), y una muestra para Solidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF), llevándose al laboratorio y hacer su análisis.

Parámetros		Análisis en campo				Análisis en laboratorio			
		OD	pH	Temp.	MF	Nitratos	SS	SST	CF
Muestreo 1	Rep.1	10.66ppm	7.5	22C°	Presencia	NP	0.1mg/L	1mg/L	471.24 Nmp
	Rep.2	3.44ppm	7.5	22C°	Presencia	NP	0.5mg/L		
	Rep.3	10.22ppm	7.5	22C°	Presencia	NP	0.3mg/L		
Muestreo 2	Rep.1	ausencia	7.5	22C°	Ausencia	NP	0.2mg/L	8,mg/L	26.00 Nmp
	Rep.2	3.44ppm	7.5	22C°	Presencia	NP	0.1mg/L		
	Rep.3	10.22ppm	7.5	22C°	Presencia	NP	0.1mg/L		
Muestreo 3	Rep.1	ausencia	7.5	22C°	Presencia	NP	0.2mg/L	2mg/L	43.38 Nmp
	Rep.2	Ausencia	7.5	22C°	Presencia	.88ppm	0.1mg/L		
	Rep.3	5.66ppm	7.5	22C°	Presencia	NP	0.1mg/L		

Tabla 6 Resultados puntos 1, 2 y 3

Observaciones:

- El día estuvo lluvioso.
- Demasiado mal olor
- Presencia de Sangre y residuos de animales muertos en el canal
- Además de turbiedad en la composición del agua

Parte 2: terrenos de la feria (detrás del palenque)

Fecha de muestreo: 14 de Noviembre de 2019

Hora de muestreo: 8:30 am

En este punto se realizaron tres repeticiones de OD, pH, Temperatura (Temp.) y Materia Flotante (MF), registrándose como se muestra en la siguiente tabla.

Del mismo sitio se tomaron muestras para tres repeticiones de Nitratos, Solidos Suspendidos (SS), y una muestra para Solidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF), llevándose al laboratorio y hacer su análisis.

Parámetros		Análisis en campo				Análisis en laboratorio			
		OD	pH	Temp.	MF	Nitratos	SS	SST	CF
Muestreo 4	Rep.1	25ppm	7.5	18C°	Ausente	NP	0.1mg/L	0.4mg/L	71.49
	Rep.2	21ppm	7.5	17C°	Ausente	NP	NP		Nmp
	Rep.3	10.44ppm	7.5	19C°	Presencia	NP	NP		
Muestreo 5	Rep.1	10ppm	7.5	15C°	Ausencia	NP	NP	0.4mg/L	195.85
	Rep.2	16ppm	7.5	13C°	Presencia	NP	0.1mg/L		Nmp
	Rep.3	19ppm	7.5	13C°	Ausencia	NP	NP		
Muestreo 6	Rep.1	10ppm	7.5	13C°	Presencia	NP	0.2mg/L	0.4mg/L	18.47
	Rep.2	1.66ppm	7.5	13C°	Presencia	.NP	0.5mg/L		Nmp
	Rep.3	Ausencia	7.5	13C°	Ausencia	NP	0.1mg/L		

Tabla 7 Resultados puntos 4, 5 y 6

Observaciones:

- El día estuvo fresco, posteriormente comenzo a llover y desender un poco mas la temperatura (lo cual afecto el cambio notable de temperaturas)
- En el sitio había mucho zacate y maleza, lo que dificultaba sacar las muestras.
- De igual forma la distancia que se había recorrido cuaso variaciones

Parte 3: terrenos de la feria (detrás de la Esc. Federal), Obras Publicas y Calle Mira Flores.

Fecha de muestreo: 18 de Noviembre de 2019

Hora de muestreo: 10:00 am

En este punto se realizaron tres repeticiones de OD, pH, Temperatura (Temp.) y Materia Flotante (MF), registrándose como se muestra en la siguiente tabla.

Del mismo sitio se tomaron muestras para tres repeticiones de Nitratos, Solidos Suspendidos (SS), y una muestra para Solidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF), llevándose al laboratorio y hacer su análisis.

Parámetros		Análisis en campo				Análisis en laboratorio			
		OD	pH	Temp.	MF	Nitratos	SS	SST	CF
Muestreo 7	Rep.1	4ppm	7.5	18C°	Presencia	NP	0.1mg/L	0.6mg/L	100.65 Nmp
	Rep.2	10ppm	7.5	18C°	Presencia	8.5ppm	0.5mg/L		
	Rep.3	9ppm	7.5	19C°	Presencia	NP	0.5mg/L		
Muestreo 8	Rep.1	9ppm	7.5	18C°	Presencia	NP	0.5mg/L	0.6mg/L	20.7 Nmp
	Rep.2	10ppm	7.5	19C°	Ausente	NP	1mg/L		
	Rep.3	NP	7.5	18C°	Ausente	NP	0.1mg/L		
Muestreo 9	Rep.1	NP	7.5	18C°	Ausencia	NP	0.3mg/L	0.4mg/L	59.31 Nmp
	Rep.2	NP	7.5	19C°	Presencia	.NP	0.3mg/L		
	Rep.3	NP	7.5	18C°	Presencia	NP	0.2mg/L		

Tabla 8 Resultados puntos 7, 8 y 9

Observaciones:

- El día estuvo fresco
- Los sitios estaban en áreas limpias, lo que permitió realizar la toma de muestras y análisis, de manera rápida y sin complicaciones.
- Presencia de mal olor.

Parte 4: continuidad en Calle Mira Flores. Colonia del Rastro	
Fecha de muestreo: 23 de Noviembre de 2019	Hora de muestreo: 10:10 am

En este punto se realizaron tres repeticiones de OD, pH, Temperatura (Temp.) y Materia Flotante (MF), registrándose como se muestra en la siguiente tabla.

Del mismo sitio se tomaron muestras para tres repeticiones de Nitratos, Solidos Suspendidos (SS), y una muestra para Solidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF), llevándose al laboratorio y hacer su análisis.

Parámetros		Análisis en campo				Análisis en laboratorio			
		OD	pH	Temp.	MF	Nitratos	SS	SST	CF
Muestreo 10	Rep.1	10ppm	7.5	19C°	Presencia	NP	0.5mg/L	0.6mg/L	190 Nmp
	Rep.2	10ppm	7.5	19C°	Presencia	NP	0.4mg/L		
	Rep.3	8ppm	7.5	18C°	Presencia	NP	0.6mg/L		
Muestreo 11	Rep.1	NP	7.5	18C°	Presencia	NP	0.5mg/L	0.2mg/L	156.66 Nmp
	Rep.2	NP	7.5	19C°	Ausente	NP	1mg/L		
	Rep.3	NP	7.5	18C°	Ausente	NP	0.1mg/L		
Muestreo 12	Rep.1	5.44pp	7.5	18C°	Ausencia	NP	0.3mg/L	0.6mg/L	271.24 Nmp
	Rep.2	20ppm	7.5	19C°	Presencia	.NP	0.3mg/L		
	Rep.3	5.22ppm	7.5	18C°	Presencia	NP	0.2mg/L		

Tabla 9 Resultados puntos 10, 11 y 12

Observaciones:

- Presencia de ganado ovino
- Registros sépticos
- Las personas tiran desechos al canal
- Entre las 10 y 11 el nivel del agua y corriente aumentaron
- Presencia de turbidez alta

Parte 5: calle Rayón. Zona Centro	
Fecha de muestreo: 26 de Noviembre de 2019	Hora de muestreo: 7:33 am

En este punto se realizaron tres repeticiones de OD, pH, Temperatura (Temp.) y Materia Flotante (MF), registrándose como se muestra en la siguiente tabla.

Del mismo sitio se tomaron muestras para tres repeticiones de Nitratos, Solidos Suspendidos (SS), y una muestra para Solidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF), llevándose al laboratorio y hacer su análisis.

Parámetros		Análisis en campo				Análisis en laboratorio			
		OD	pH	Temp.	MF	Nitratos	SS	SST	CF
Muestreo 13	Rep.1	11ppm	7.5	16C°	Presencia	NP	0.6mg/L	0.8mg/L	338.38
	Rep.2	9ppm	7.5	16C°	Ausencia	NP	0.5mg/L		Nmp
	Rep.3	1ppm	7	17C°	Presencia	NP	0.5mg/L		
Muestreo 14	Rep.1	7ppm	7.5	15C°	Presencia	NP	0.5mg/L	0.2mg/L	96.66
	Rep.2	8ppm	7	15C°	Presencia	NP	0.6mg/L		Nmp
	Rep.3	11.66ppm	7.5	18C°	Ausente	NP	0.5mg/L		
Muestreo 15	Rep.1	8ppm	7.5	15C°	Ausencia	NP	0.4mg/L	0.4mg/L	60.34
	Rep.2	5.44ppm	7.5	15C°	Presencia	.NP	0.5mg/L		Nmp
	Rep.3	6ppm	7.5	17C°	Presencia	NP	0.9mg/L		

Tabla 10 Resultados puntos 13, 14 y 15

Observaciones:

- Las personas pasan y si taren basura la botan al canal directamente
- Ese día estaba fresco y con algo de neblina

- **Parte 6: mercado municipal, calle del gano, calle progreso contra esquina calle lerdo de tejada.**
- **Zona centro**

Fecha de muestreo: 2 de diciembre de 2019

Hora de muestreo: 7:00 am

En este punto se realizaron tres repeticiones de OD, pH, Temperatura (Temp.) y Materia Flotante (MF), registrándose como se muestra en la siguiente tabla.

Del mismo sitio se tomaron muestras para tres repeticiones de Nitratos, Solidos Suspendidos (SS), y una muestra para Solidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF), llevándose al laboratorio y hacer su análisis.

Parámetros		Análisis en campo				Análisis en laboratorio			
		OD	pH	Temp.	MF	Nitratos	SS	SST	CF
Muestreo 16	Rep.1	3ppm	7.5	21C°	Presencia	NP	0.2mg/L	0.6mg/L	27.34 Nmp
	Rep.2	10ppm	7.5	20C°	Presencia	NP	0.1mg/L		
	Rep.3	15ppm	7	19C°	Ausencia	NP	0.1mg/L		
Muestreo 17	Rep.1	7ppm	5.5	21C°	Ausencia	NP	0.3mg/L	0.4mg/L	43.85 Nmp
	Rep.2	8ppm	5.5	21C°	Ausencia	NP	0.3mg/L		
	Rep.3	NP	5	19C°	Presencia	NP	0.1mg/L		
Muestreo 18	Rep.1	6.22ppm	7	19C°	Presencia	NP	0.4mg/L	0.1mg/L	438.38 Nmp
	Rep.2	10ppm	7	19C°	Ausencia	.NP	0.1mg/L		
	Rep.3	15ppm	7.5	20C°	Presencia	NP	0.3mg/L		

Tabla 11 Rasultados puntos 16, 17 y 18

Observaciones:

- Mal olor muy fuerte
- Las personas que tienen negocios tiran sus desechos directamente en el canal
- Hay un local el cual sus descargas de sanitario caen directamente al canal
- Presencia de heces directamente en el agua.

Determinación del impacto de las fuentes de contaminación más importantes de los 18 puntos seleccionados siendo estos, el rastro municipal los días martes y jueves y mercado municipal los fines de semana encontrándose los siguientes resultados:

- **Mercado municipal**
- **El 5 de diciembre de 2019**

Parámetros		Análisis en campo				Análisis en laboratorio			
		OD	pH	Temp.	MF	Nitratos	SS	SST	CF
Muestreo R	Rep.1	10ppm	7.5	14C°	Presencia	NP	1mg/l	0.9mg/l	Nmp 448
	Rep.2	10ppm	7.5	13C°	Presencia	NP	1mg/l		
	Rep.3	9ppm	9	15C°	Presencia	NP	0.9mg/l		

Tabla 12 Puntos más altos, Mercado municipal

- A pesar de que se llevó el muestro en días antes de plaza los resultados en cuanto a coliformes y la presencia de materia flotante era aún mayor que la primera ocasión, y más desechos en el agua.
- **Rastro municipal**
- **5 de diciembre del 2019**

Parámetros		Análisis en campo				Análisis en laboratorio			
		OD	pH	Temp.	MF	Nitratos	SS	SST	CF
Muestreo R	Rep.1	11ppm	7.5	17C°	Presencia	NP	1mg/l	0.8mg/l	Nmp 468
	Rep.2	18ppm	7.5	18C°	Presencia	NP	0.8mg/l		
	Rep.3	15ppm	7.5	18C°	Presencia	NP	0.9mg/l		

Tabla 13 Puntos más altos, Rastro

- En este día es cuando matan y los desechos terminan en el canal nuevamente se nota un incremento en cuanto a coliformes, la materia flotante, específicamente pedazos de piel y excremento de los animales que sacrifican.

Graficas comparativas

- PH

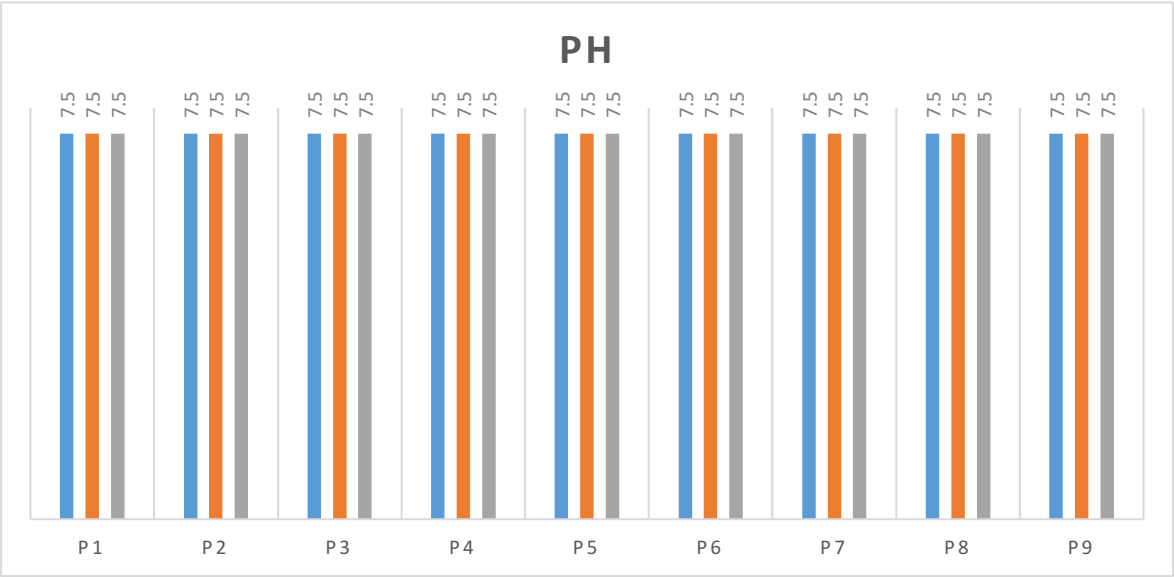


Figura 6 Grafica comparativa pH

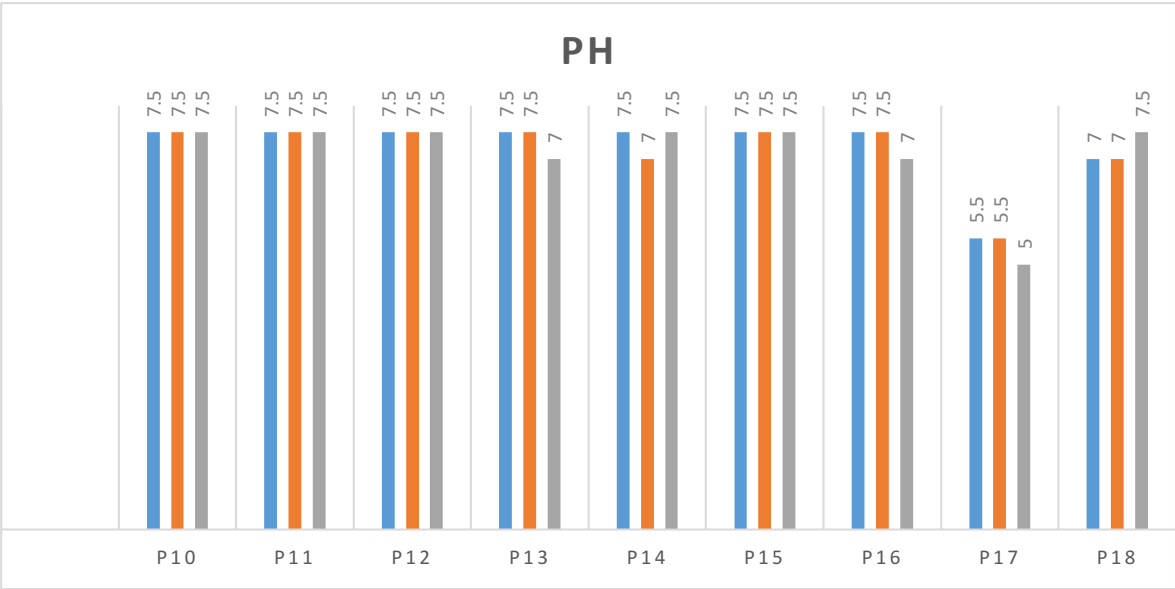


Figura 7 Grafica comparativa pH

- **Oxígeno Disuelto**

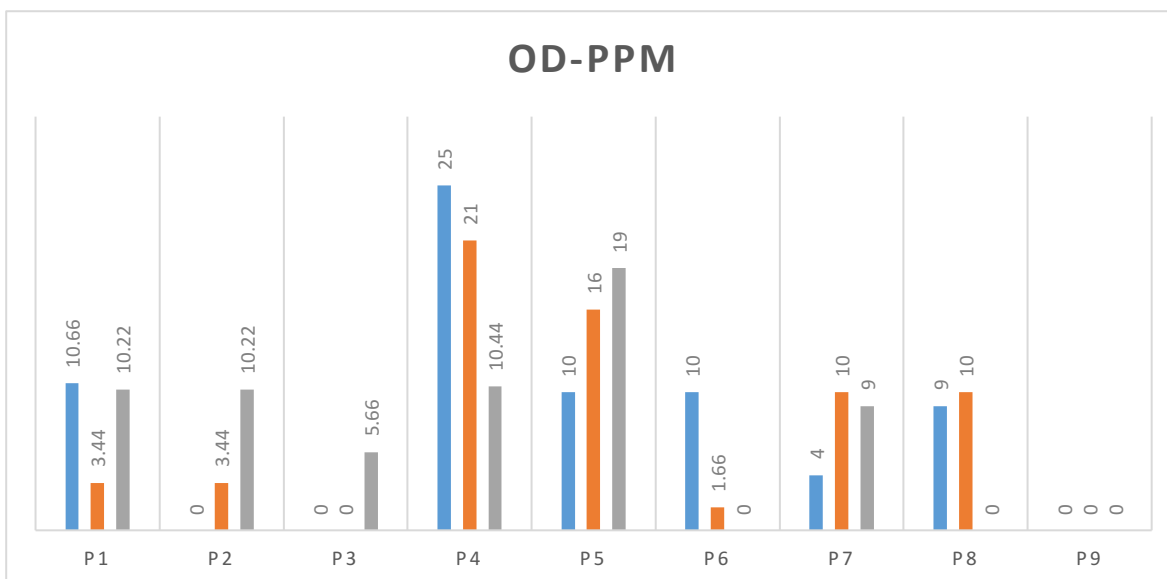


Figura 8 Grafica comparativa OD

La composicion del agua mencionado ya en **observaciones**, la presencia de materia organica y restos de los animales, asi mismo las heces fecales en niveles altos causarían afectación directamente en la presencia del oxigeno, posiblemente disminuyendo la presencia del oxigeno y aumentando la presencia de amonio y/o metano.

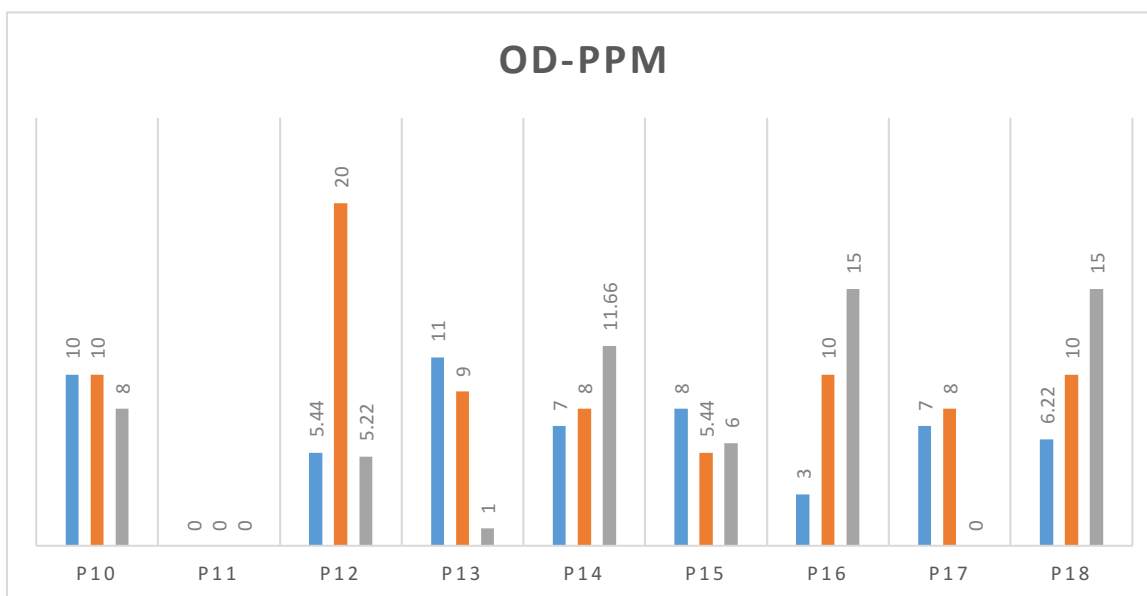


Figura 9 Grafica comparativa OD

- Temperatura

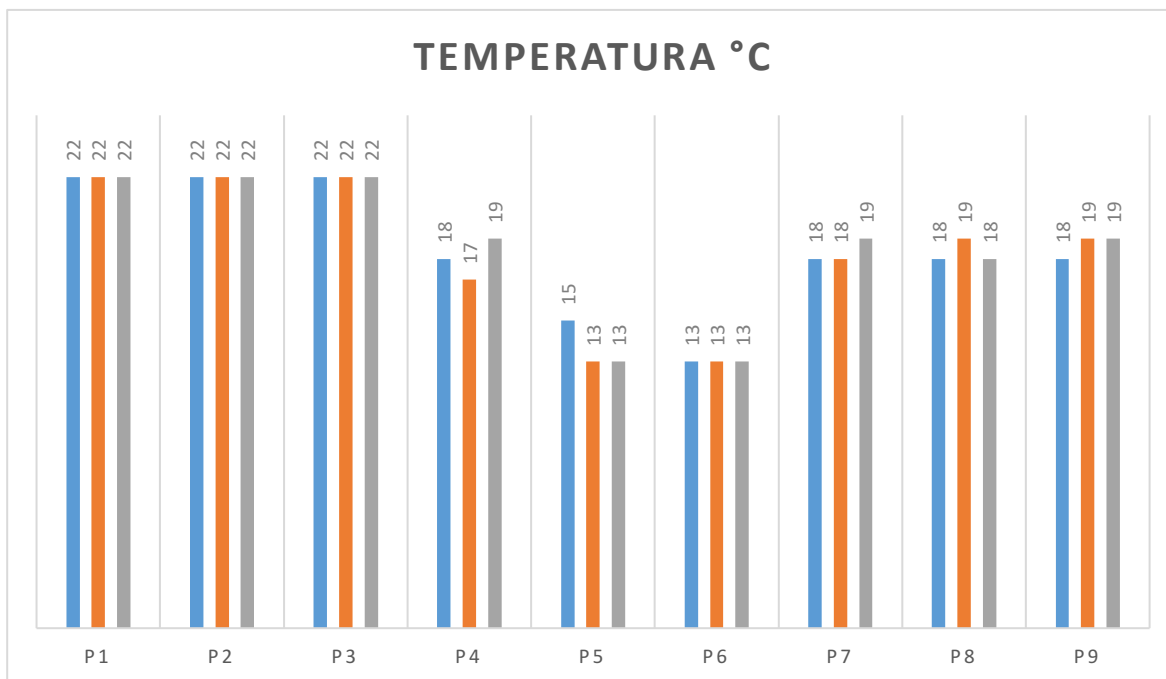


Figura 10 Grafica comparativa Temperatura

Como ya se había mencionado, en el apartado de **observaciones** la temperatura se vio afectada por las condiciones climatológicas de ese día, cuyo desenso de la temperatura causo la notable diferencia.

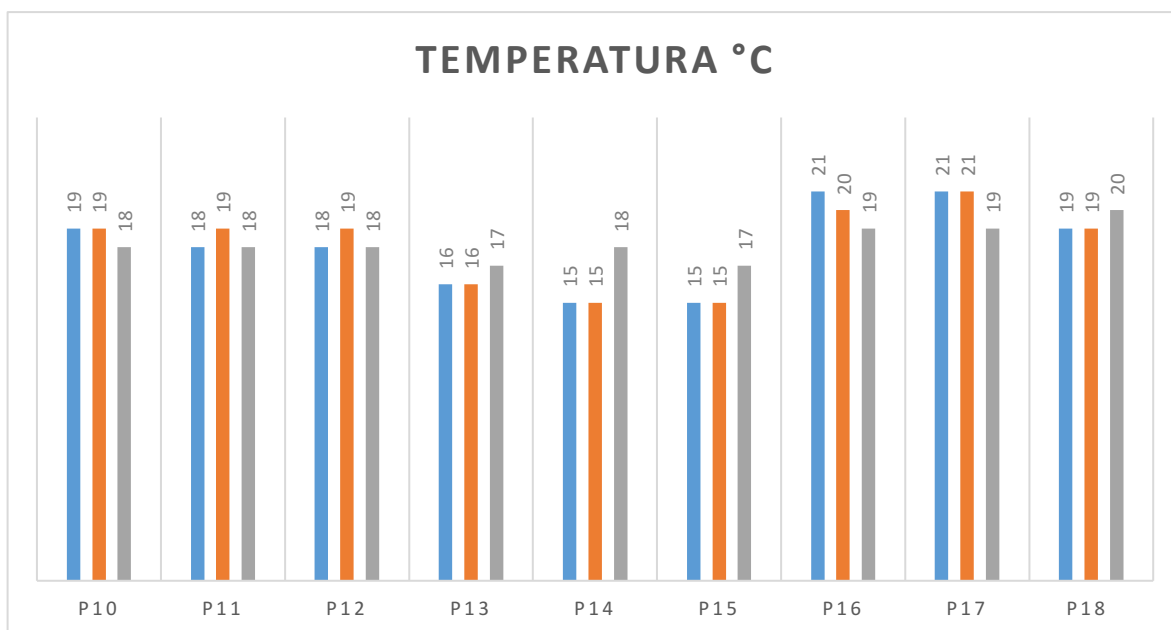


Figura 11 Grafica comparativa Temperatura

- **Nitratos**

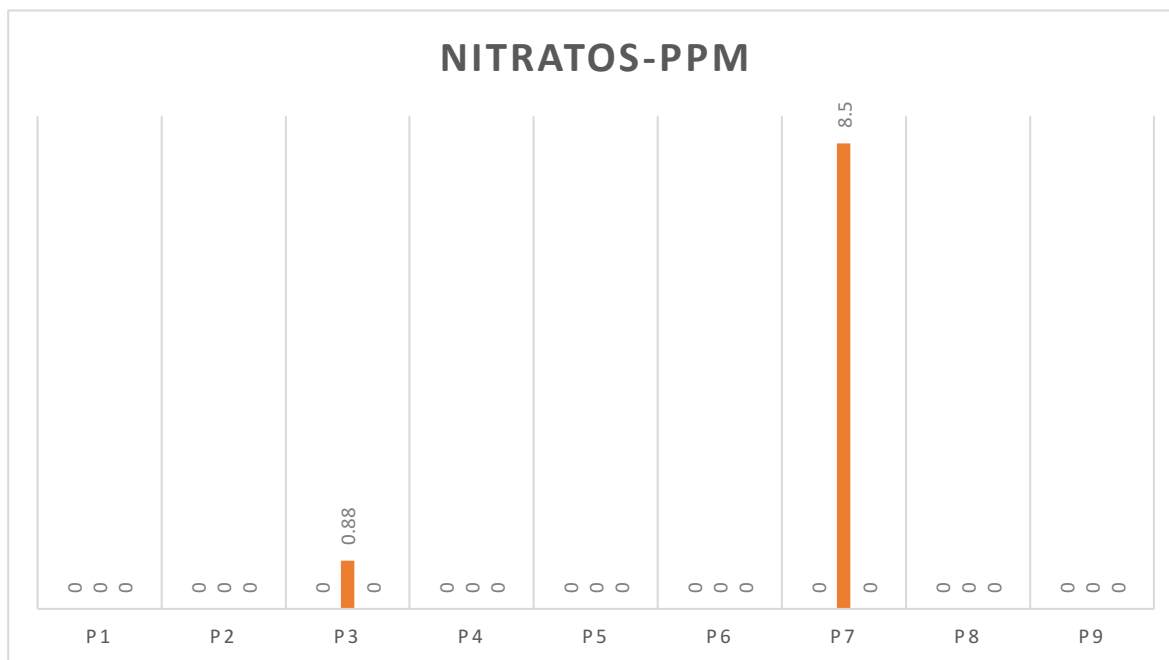


Figura 12 Grafica comparativa Nitratos

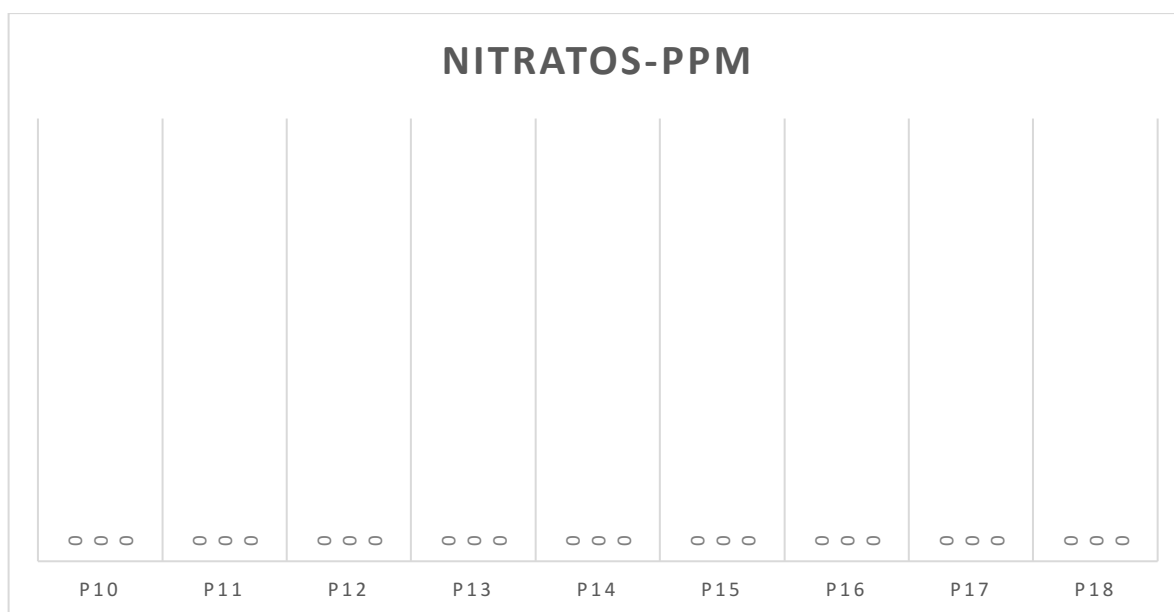


Figura 13 Grafica comparativa Nitratos

- **Solidos Sedimentables**

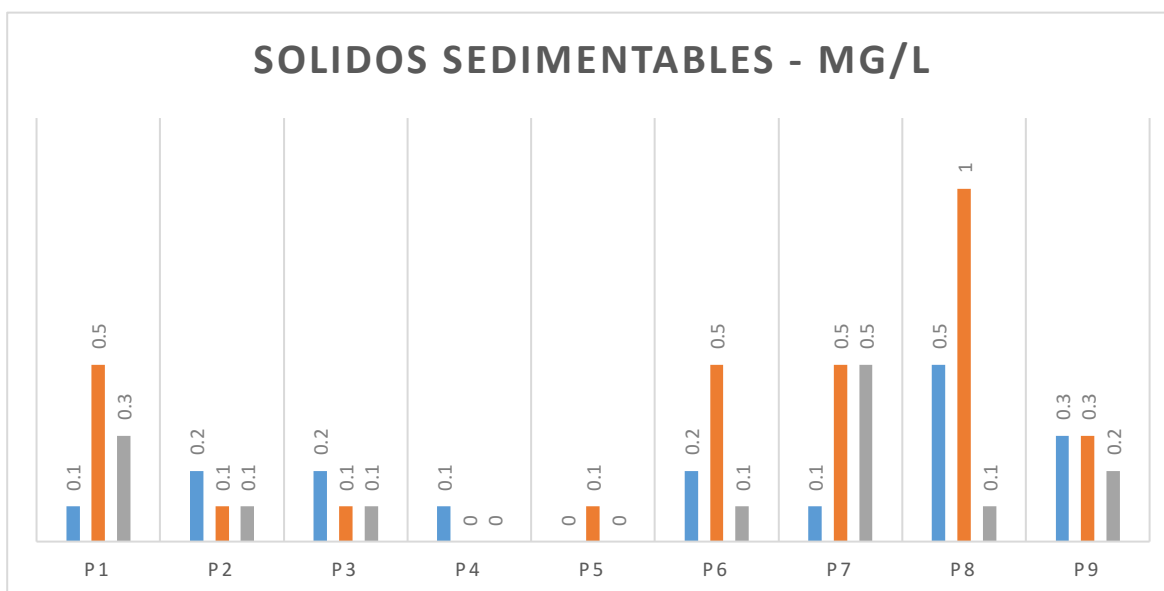


Figura 14 Grafica comparativa Solidos Sedimentables

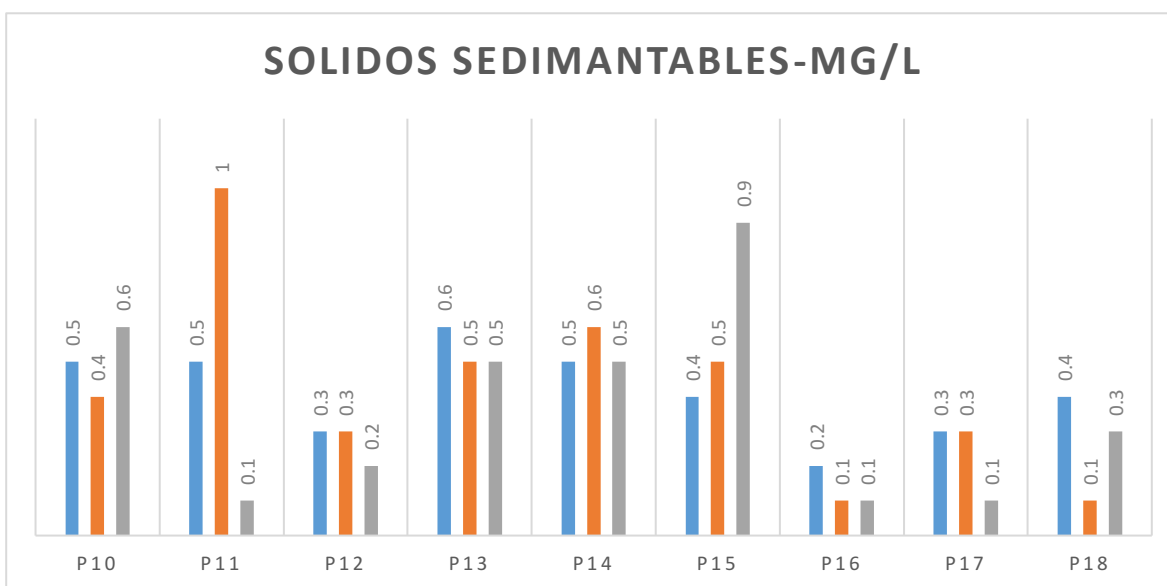


Figura 15 Grafica comparativa Solidos Sedimentables

- **Solidos Suspendidos Totales**

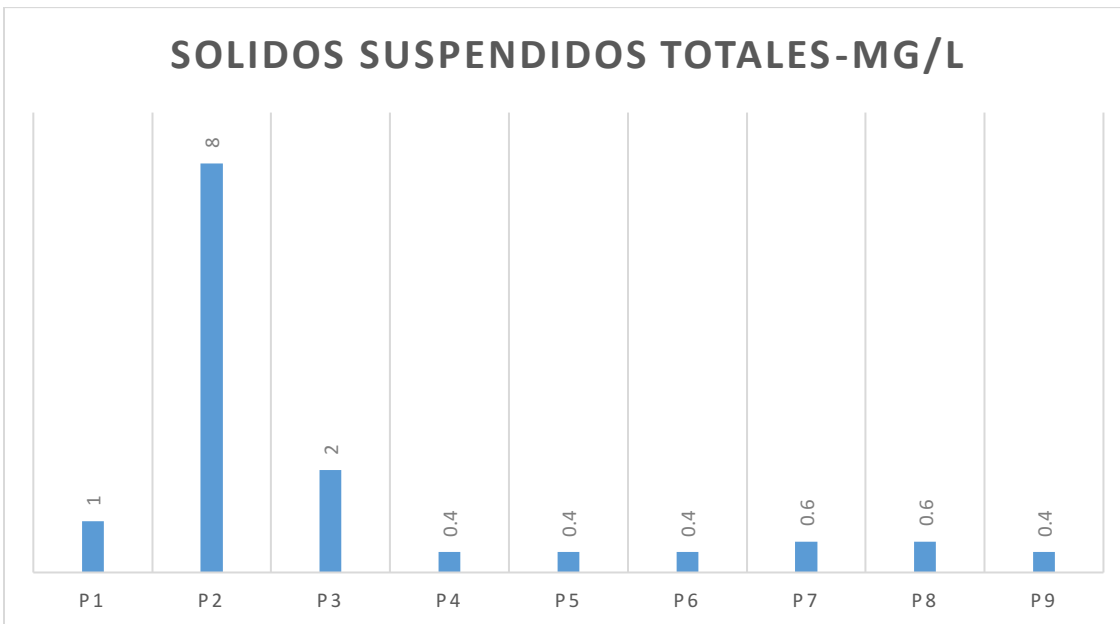


Figura 16 Grafica comparativa SST

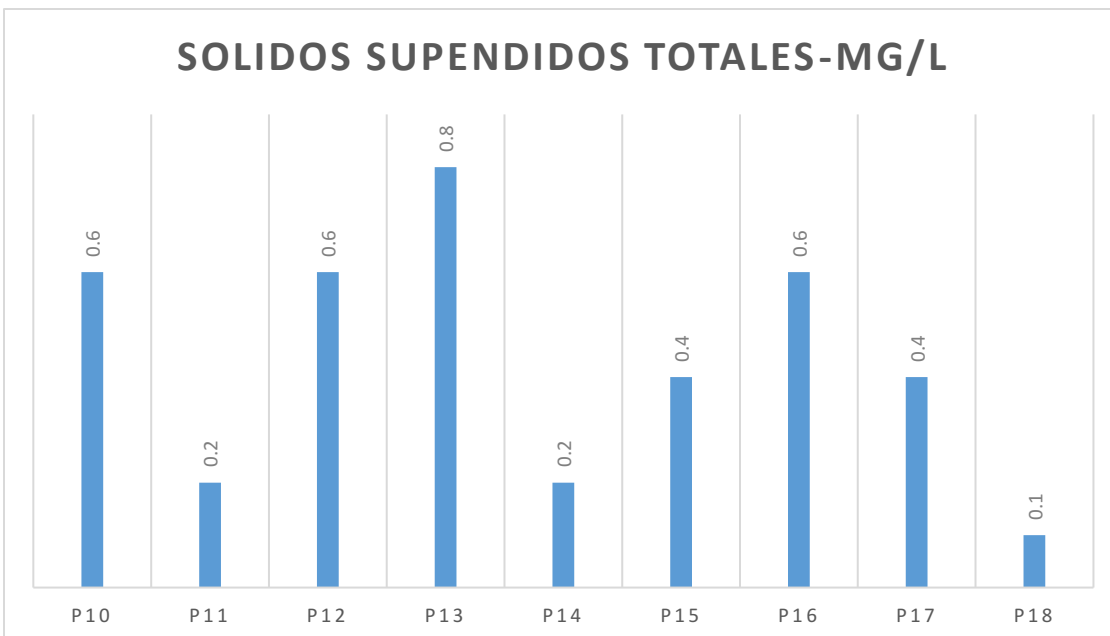


Figura 17 Grafica comparativa SST

- **Coliformes Fecales**

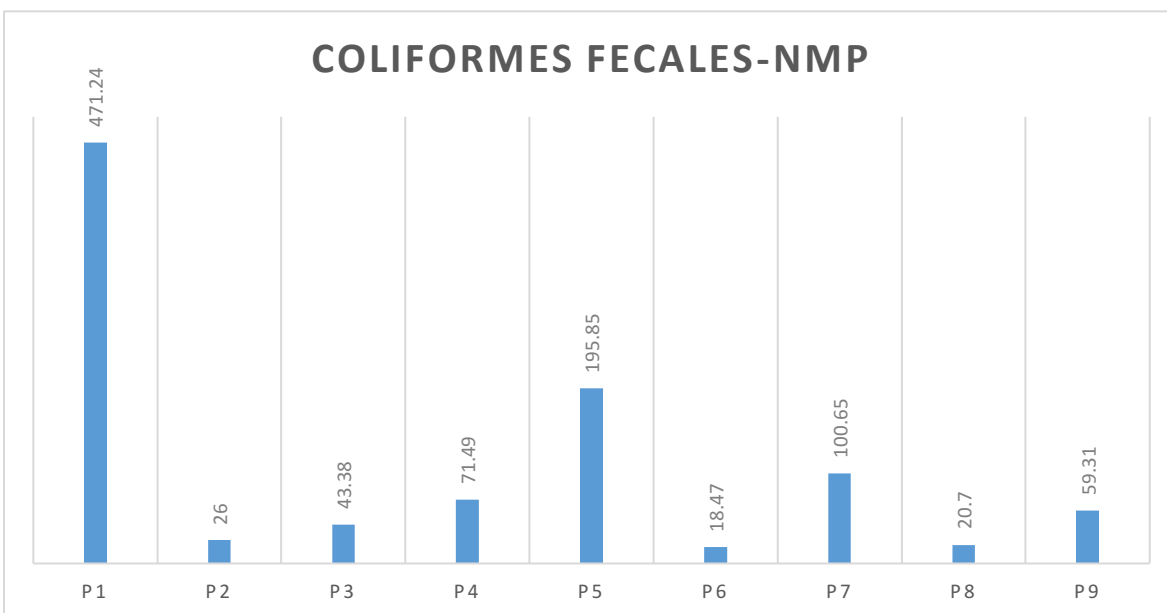


Figura 18 Grafica comparativa Coliformes Fecales

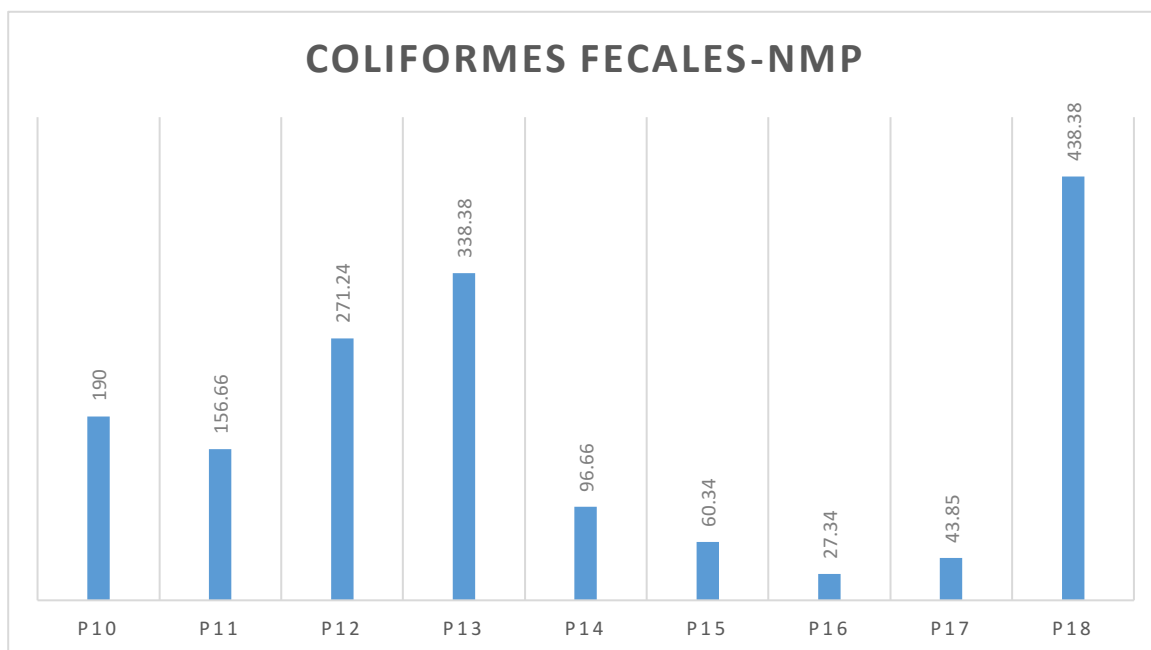


Figura 19 Grafica comparativa Coliformes Fecales

Graficas comparativas repeticiones mercado y rastró

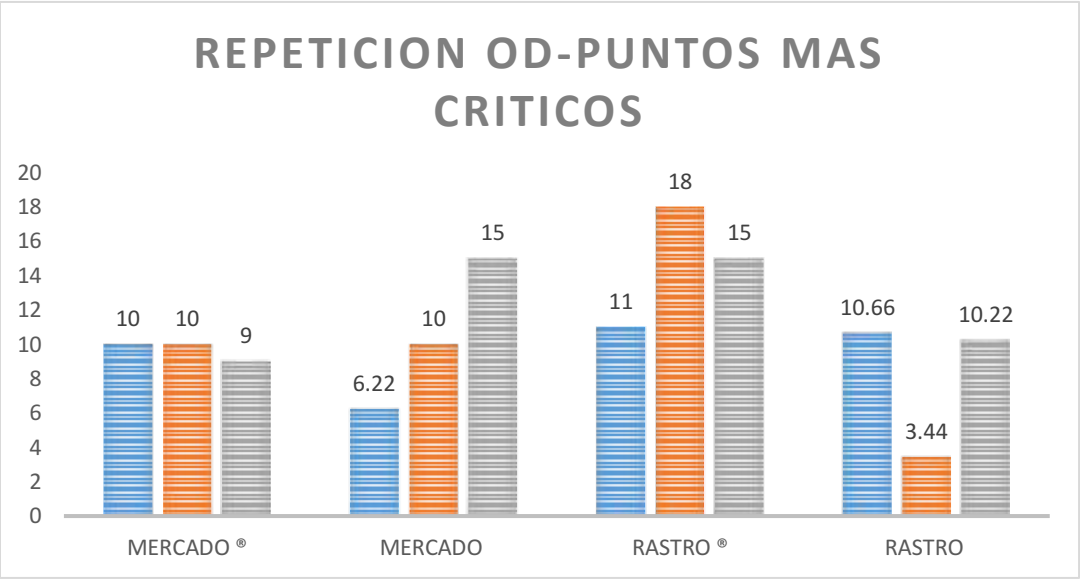


Figura 20 Grafica comparativa, Repetición OD

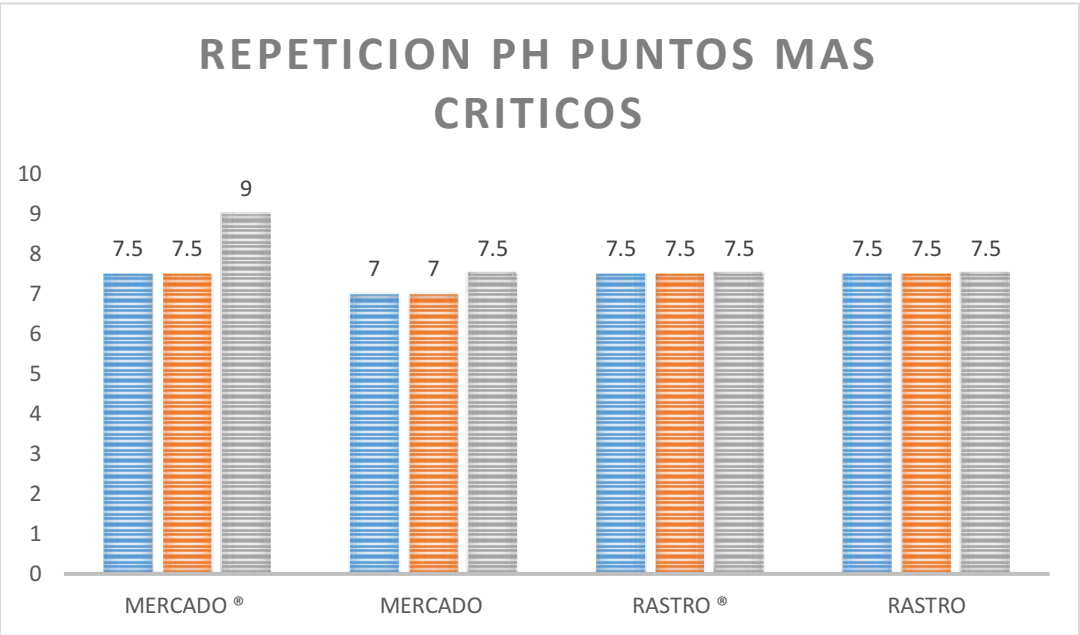


Figura 21 Grafica comparativa Repetición pH

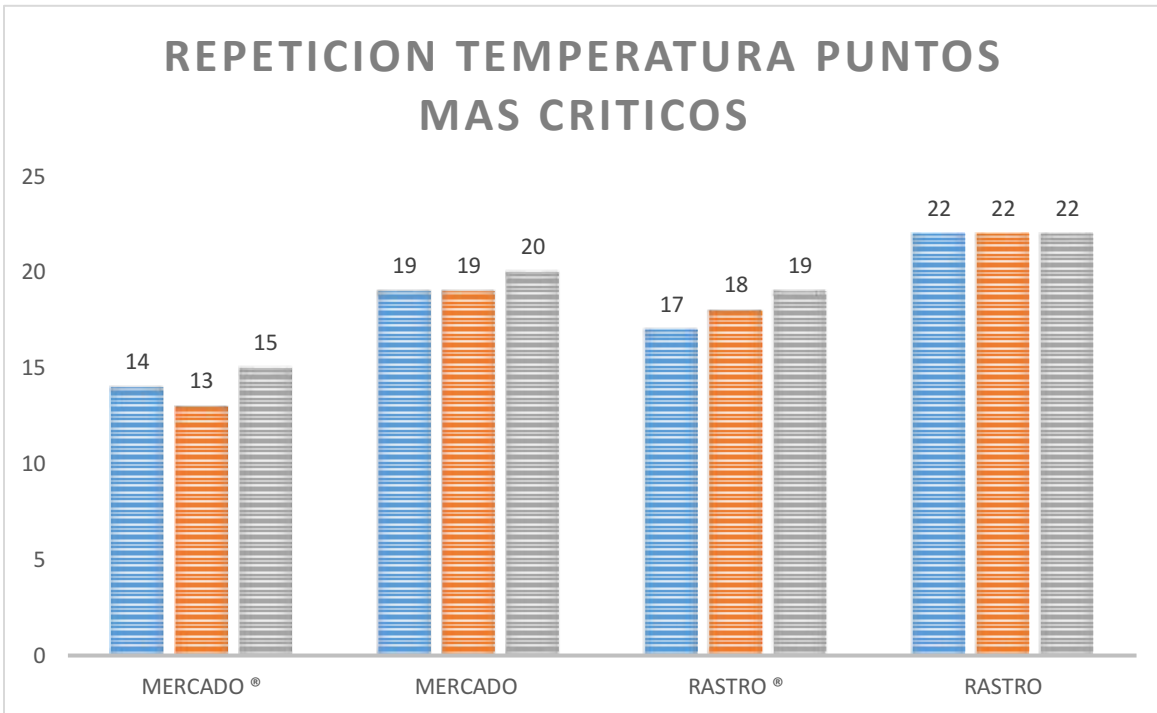


Figura 22 Grafica comparativa Repetición Temperaturas

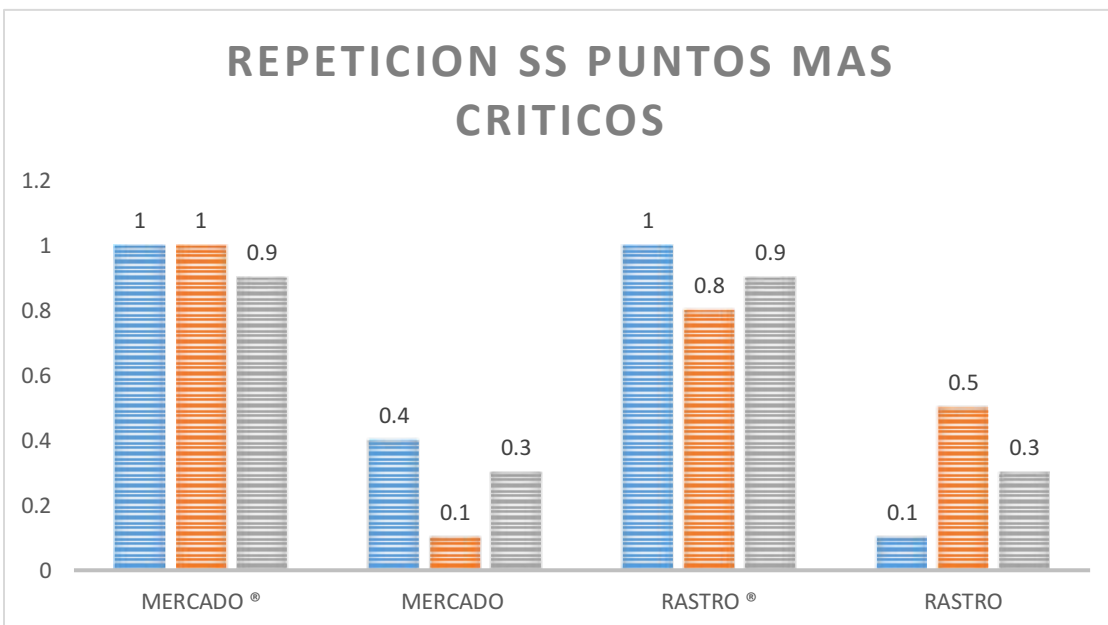


Figura 23 Grafica comparativa Repetición Solidos Sedimentables

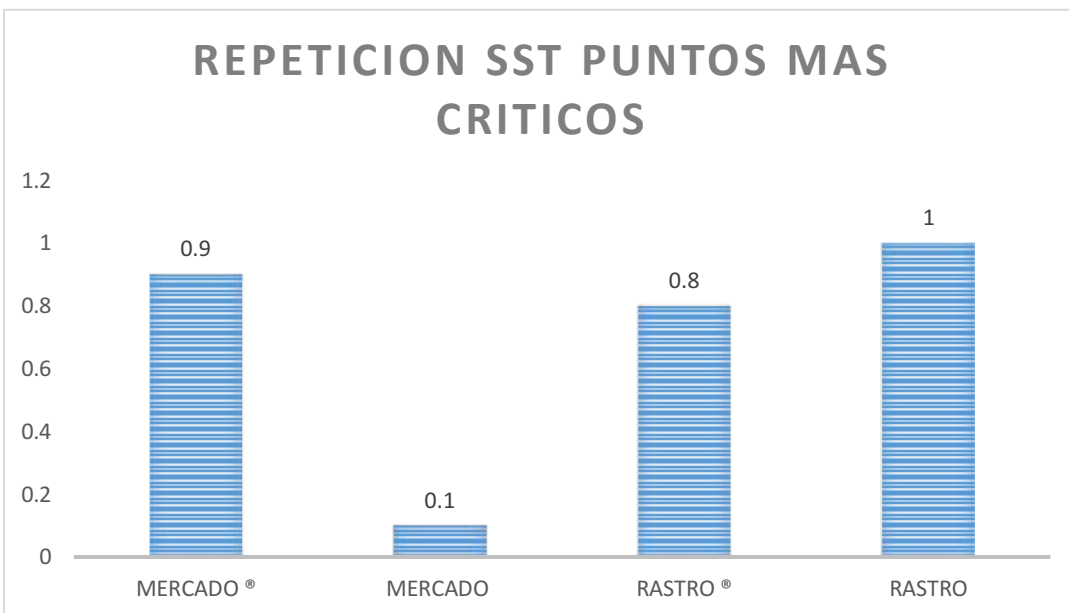


Figura 24 Grafica comparativa Repetición SST

Estos comportamientos ocurren más que nada por la influencia de la actividad poblacional, al no tomar las medidas alteran la composición del agua y aumentan el índice de contaminación y causa una notable diferencia entre los demás puntos.

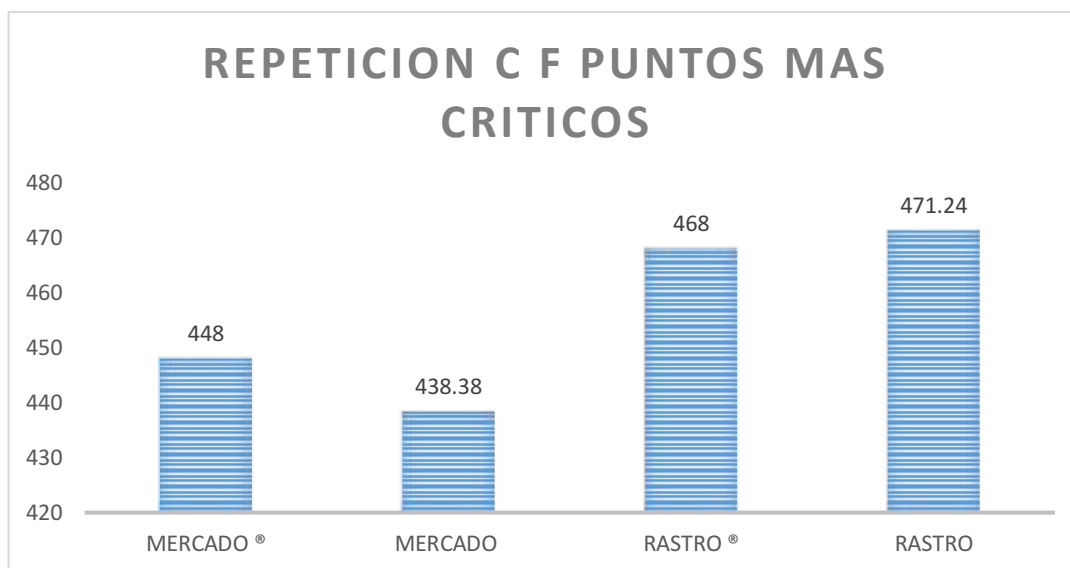


Figura 25 Grafica comparativa Repetición Coliformes

El muestreo que se llevó a cabo logró determinar un cierto conjunto de contaminantes que se hacen presentes en la composición del agua residual que corre

en el canal principal de esta ciudad, la contaminación que se encuentra es causada por los mismos habitantes tanto aquellos que poseen pequeños comercios como las viviendas, hay personas que utilizan dicho cuerpo como depósito de sus desechos, lo cual aumenta el índice de los inoculantes, esto aumenta la dificultad para darle un posible tratamiento en algún futuro si no se toman las medidas de sanidad adecuadas podría ser demasiado difícil lograr tratar dicha agua, puesto a que día con día se es muy notable como hay demasiados residuos, como ya se mencionó antes el muestreo realizado determino que a pesar de que en su mayoría se encontraron concentraciones considerables según la **NOM 002 SEMARNAT 1996** se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos por ésta, eso incluye los puntos más críticos también que a pesar de ser un poco más altos que los otros están dentro de dichos límites.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados los contaminantes identificados se encuentran dentro de los LMP que estable la normatividad aplicable vigente.
2. Como no se cuenta con la infraestructura y recursos se recomienda realizar pruebas faltantes necesarias ubicadas en la NOM 002 SEMARNAT.
3. Apoyarse en las autoridades correspondientes. con la finalidad de evitar conflictos con la población al tomar muestras de los puntos.
4. Se recomienda Impartir educación ambiental en materia de aguas residuales el impacto y el riesgo para la salud, através de conferencias y/o pláticas.
5. Con base a los resultados que esto sirvan si fuese el caso para el diseño de un posible tratamiento futuro, (PTAR, humedal artificial, entre otros).

8. BIBLIOGRAFÍAS

- ABOITES AGUILAR , L., JIMENEZ CISNEROS , B., & TORRES Y ARMNETIA, M. (2010). *El agua en México: causas y encauses*. Obtenido de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/elaguaenmexico-caucesyencauces.pdf>
- AMORES, I. (27 de Agosto de 2017). *La energía del cambio*. Obtenido de La importancia del análisis del agua: <http://www.laenergíadelcambio.com/mportancia-analisis-del-agua/>
- BOSS TECH. (15 de FEBRERO de 2019). Obtenido de Impacto de las Aguas Residuales a nivel Ambiental y Económico: <https://bosstech.pe/blog/impacto-de-las-aguas-residuales-a-nivel-ambiental-y-economico>
- CAPURATA, R. E., LAMINE DIAKITE, D., ALVAREZ SANCHEZ, M., & CORAS MERINO, P. (4 de Diciembre de 2012). Evaluación de aguas residuales de la ciudad de México utilizadas para riego. *Tecnología y ciencias del agua*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/scielo>
- CONAGUA. (Diciembre de 2007). Obtenido de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/11DisenoDePlantasPotabilizadorasTipoDeTecnologiaSimplificada.pdf>
- CONAGUA. (2007). Obtenido de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/11DisenoDePlantasPotabilizadorasTipoDeTecnologiaSimplificada.pdf>
- CONAGUA. (2010). Obtenido de <https://agua.org.mx/actualidad/aguas-residuales-contaminacion-en-mexico/>
- CONAGUA. (2015). Obtenido de <https://www.gob.mx/conagua>
- CONAGUA. (2015). Obtenido de <https://www.gob.mx/conagua>

- CONAGUA. (2017). Obtenido de
http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf
- DE LA PEÑA , M., DUCCI, J., & PLACENCIA ZAMORA, V. (Mayo de 2013).
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN MEXICO . CD. DE MEXICO :
BID. Obtenido de https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/02/Tratamiento_de_aguas_residuales_en_Mexico2013.pdf
- FORBES, L. F. (Miercoles de Abril de 2008). *AGUAS RESIDUALES Y SU IMPACTO*. Obtenido de La Republica.net:
<https://www.larepublica.net/noticia/aguas-residuales-y-su-impacto>
- FUSTER, E. (2010). *CUERPOS DE AGUA Y SU AFECTACION POR AGUAS NEGRAS*. CORDOVA.
- GAONA, R. (2006). *El agua en Mexico lo que todas y todos debemos saber*.
Obtenido de https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico_001.pdf
- GOBIERNO DE MEXICO. (2018). Obtenido de
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/461753/Aguas_residuales.pdf
- GÓMEZ, F. R. (2008). *CENTRO DE CALIDAD AMBIENTAL*. MRXICO DF. Obtenido de CENTRO DE CALIDAD AMBIENTAL:
<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa003.pdf>
- GOOGLE MAPS . (2013). *GOOGLE MAPS*. Obtenido de GOOGLE MAPS:
<https://www.google.com.mx/maps/@21.3567107,-98.2322363,14z?hl=es&authuser=0>
- GOYENOLA, G. (2007). *OXIGENO DISUELTO*. RED MAPSA.
- GreenFacts*. (s.f.). Obtenido de GreenFacts:
<https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/contaminante.htm>

- I. A Rosas , R. (8 de abril de 2015). *La importancia de purificar el agua para la salud*. Obtenido de <https://agua.org.mx/la-importancia-de-purificar-el-agua-para-la-salud/>
- IAGUA. (28 de MAYO de 2018). Obtenido de <https://www.iagua.es/noticias/unam/investigadores-unam-senalan-necesidad-tratar-aguas-residuales-mexico>
- IAGUA. (21 de mayo de 2018). *IAGUA*. Obtenido de <https://www.iagua.es/noticias/aema/eliminacion-nitrogeno-aguas-residuales>
- INAFED. (2014). *ENCICLOPEDIA DE LOS MUNICIPIOS DE EMXICO* . Obtenido de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM30veracruz/municipios/30155a.html>
- INEGI. (2010). Obtenido de <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/ver/territorio/clima.aspx?tema#:~:text=Los%20climas%20que%20predominan%20en,templado%20C%20localizado%20tambi%C3%A9n%20en%20las>
- INEGI. (2010). *INEGI*. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/ambiente/residual.aspx?tema=T>
- INFO, A. R. (2017). *AGUAS RESIDUALES INFO*. Obtenido de AGUAS RESIDUALES INFO: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/aguas-grises-origen-composicion-y-tecnologias-para-su-reciclaje>
- INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES MEXICO. (2012). Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102189/Glosario_de_T_rminos.pdf
- Jhesibel Chávez-Ortiz, J. R. (2015). Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales en la calidad del río Ventilla, Amazonas. *INDES*, 3.
- LENNTECH. (s.f.). Obtenido de <https://www.lenntech.es/por-que-es-importante-el-oxigeno-disuelto-en-el-agua.htm>

- LEY DE AGUAS NACIONALES. (1 de DICIEMBRE de 2011). *LEY DE AGUAS NACIONALES*. Obtenido de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGA-A-4-13.pdf>
- MADERO., C. Q. (2000). Obtenido de <http://www.spabc.gob.mx/wp-content/uploads/2016/08/NMX-AA-006-SCFI-2000.pdf>
- MARINA, A. U. (23 de Enero de 2014). *legismex*. Obtenido de [legismex: http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa007-2014_01.pdf](http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa007-2014_01.pdf)
- MARINA, A. U. (2015). Obtenido de <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa042.pdf>
- MARINA, L. A. (13 de Noviembre de 2013). Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166763/NMX-AA-004-SCFI-2013.pdf>
- OMS. (2019). *Agua, saneamiento e higiene*. Obtenido de Salubridad y calidad del agua: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/es/
- PEREZ LOPEZ, J., & ESPIGALES GARCIA, M. (1985). Obtenido de http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
- QUESADA, J. R. (3 de MARZO de 2005). *SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos>
- RAMIREZ, F. (2007). Obtenido de <http://www.elaguapotable.com>
- ROLDÁN, C. T. (2013). *DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION*. MEXICO DF. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166772/NMX-AA-026-SCFI-2010.pdf>
- SAMBONI RUIZ, N. E., CARVAJAL ESCOBAR, Y., & ESCOBAR, J. C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y

contaminación del agua. *BIODIGITAL*, 181. Obtenido de
<http://www.bdigital.unal.edu.co/18917/>

SAMSA. (2011). *Situación y contexto de la problemática del agua en México*.
Obtenido de
https://www.aguas.org.mx/sitio/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=66&Itemid=113

SEMARNAT. (1996). Obtenido de
<http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3295/1/nom-002-semarnat-1996.pdf>

SEMARNAT. (1996). *NORMAS OFICIALES MEXICANAS*. CD MEXICO.

SEMARNAT. (1996). *NORMAS OFICIALES MEXICANAS*. CD. DE MEXICO.

SEMARNAT. (2003). *NOM-001-SEMARNAT-1996*. Obtenido de
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGA-A-15-13.pdf>

SEMARNAT. (2012). Obtenido de
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_2_3.html

SEMARNAT. (2015). Obtenido de
<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap6.html>

SEMARNAT. (2016). Obtenido de <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro24.pdf>

SEMARNAT. (8 de SEPTIEMBRE de 2020). *SEMARNAT*. Obtenido de
<https://apps1.semarnat.gob.mx:>

Tuset, S. (2019). *Condorchem Envitech*. Obtenido de Condorchem Envitech:
<https://blog.condorchem.com/caracterizacion-del-agua-residual/>

9. GLOSARIO

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas. (SEMARNAT, 1996)

Límite máximo permisible: Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales. (SEMARNAT, 1996)

Muestreo: El muestreo de agua consiste en extraer una porción representativa de una masa de agua con el propósito de examinar diversas características. Las muestras se toman y examinan esencialmente para determinar parámetros físicos, químicos, biológicos y radiactivos, que requerirán unos criterios y técnicas de toma diferentes. (RAMIREZ, 2007).

Residuo: Los residuos se definen en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) como aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentran en estado sólido o semisólido, líquido o gaseoso y que se contienen en recipientes o depósitos; pueden ser susceptibles de ser valorizados o requieren sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la misma Ley (DOF, 2003). En función de sus características y orígenes, se les clasifica en tres grandes grupos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP), (SEMARNAT, SEMARNAT, 2020).

Contaminación de los suelos y cuerpos de agua: la descomposición de los residuos y su contacto con el agua puede generar lixiviados (es decir, líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales) que contienen, en forma disuelta o en suspensión, sustancias que se infiltran en los suelos o escurren fuera de los sitios de depósito. Los lixiviados pueden contaminar los suelos y los cuerpos de agua, provocando su deterioro y representando un riesgo para la salud humana y de los demás organismos (SEMARNAT, SEMARNAT, 2020).

Carga contaminante: Cantidad de un contaminante expresada en unidades de masa por unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales (SEMARNAT, 1996).

Descarga: Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación (SEMARNAT, 1996).

Límite máximo permisible: Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales (SEMARNAT, 1996).

Afluente: Afluente Río, arroyo o curso secundario de agua que desemboca en otro mayor. Sinónimo de tributario, que desemboca o desagua en otro río principal, o en un cuerpo de agua o humedal (INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES MEXICO, 2012).

Efluente: Conjunto de líquidos o gases que salen de un sistema. Fluido que se derrama de una fuente por operación de los fluidos afluentes; forma de descarga a un río o un lago, Corriente de agua que sale de un lago o río, como en los deltas (INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES MEXICO, 2012).

Embalse: Cuerpo de agua represado de forma artificial, Embalse Lago o vaso de formación artificial que se origina por la construcción de un bordo o cortina que se llena como resultado de la construcción del represamiento en un río, por agua de origen subterráneo o pluvial, Posee una cabecera donde se localiza el dique y una “cola” en la dirección opuesta. Hay diversos tipos de embalses; de agua subterránea, de compensación, de control de avenidas, de laminación, de retención, Se utiliza para suministro de agua potable, generación de electricidad, irrigación o para cultivo de organismos acuáticos, más de agua, natral o artificial, que se utiliza como almacenamiento, regulación y control de una corriente (INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES MEXICO, 2012).

10. ANEXOS

Evidencia fotográfica del trabajo realizado



Anexo 1 Recorrido del canal principal



Anexo 2 Ubicación puntos de muestreo



Anexo 3 Toma de muestras en uno de los puntos



Anexo 4 Ubicación del siguiente punto



Anexo 5 Continuacion del recorrido



Anexo 6 Medicion de pH



Anexo 7 Ubicación del punto de muestreo en el mercado municipal



Anexo 8 Canal principal en el mercado de la ciudad



Anexo 9 Toma de muestras mercado municipal



Anexo 10 Medición de Temperatura



Anexo 11 Observaciones del entorno



Anexo 12 Recolección de muestras para SST



Anexo 13 Pruebas de laboratorio



Anexo 14 Preparación del caldo lactosado



Anexo 15 Tubos de ensaye preparados para realizar la muestra de coliformes



Anexo 16 Resultados, presencia de coliformes



Anexo 17 Esterilización de material



Anexo 18 Filtración a Vacío SST



Anexo 19 Prueba de OD



Anexo 20 Medición de los SS