

1984

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENALES PREVENTIVALES  
FAC. DE QUIMICA

## ESTUDIO DE LA FRECUENCIA DE BACTERIAS Y PARASITOS CONTAMINANTES DE AGUAS NEGRAS TRATADAS Y DE LAS AGUAS DE RIEGO DE LOS CANALES DE LA DELEGACION XOCHIMILCO

### TESIS MANCOMUNADA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
P R E S E N T A N

YOLANDA ORTEGA REYNA  
YOLANDA VILLALPANDO GALICIA

MEXICO, D. F.

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

### INTRODUCCION

### OBJETIVOS

Capítulo	1.0	GENERALIDADES	
	1.1	Antecedentes .....	2
	1.2	Origen de las aguas negras .....	3
	1.3	Tratamiento de las aguas negras .....	16
	1.3.1	Biológico	
	1.3.2	Químico	
	1.4	Utilización de las aguas tratadas .....	22
Capítulo	2.0	PARTE EXPERIMENTAL	
	2.1	Material y medios de cultivo .....	28
	2.2	Metodología .....	30
Capítulo	3.0	RESULTADOS .....	40
Capítulo	4.0	DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS .....	50
Capítulo	5.0	CONCLUSIONES .....	56
Capítulo	6.0	BIBLIOGRAFIA .....	57

## O B J E T I V O S

- Comprobar la calidad microbiológica que tienen las aguas negras durante y después del tratamiento.
  
- Comprobar que la población microbiana de Enterobacterias se incrementa por los distintos sitios de recorrido.
  
- Comprobar que en el sitio de su utilización (en el riego de los vegetales, en la Chinampas), el agua está intensamente contaminada, lo que ocasiona posteriormente la contaminación de las hortalizas.

## INTRODUCCION

El agua, elemento fundamental para la vida a lo largo de la historia, ha sido determinante para la distribución geográfica de la población. (16)

Debido a la incidencia elevada de padecimientos de origen alimentario en el Distrito Federal, es de suma importancia investigar las causas que perjudican la salud de sus habitantes. Una fuente de estos padecimientos tiene su origen en el consumo de hortalizas contaminadas con las aguas de riego presentes en los canales, algunos afirman que esta contaminación se debe a las aguas negras tratadas, mientras que otros afirman que la contaminación se adquiere posteriormente durante su recorrido. La presencia de microorganismos patógenos en el agua, es atribuible a la contaminación fecal humana y animal. (8)

Este estudio permitirá conocer el índice de contaminación de las aguas negras tratadas y de las mismas a diferentes distancias de su recorrido, ya que constituye un parámetro muy representativo para detectar la distribución de bacterias y parásitos patógenos.

Así mismo se monitorearán microbiológicamente las diferentes fases del proceso de tratamiento de las aguas negras para, posteriormente detectar los microorganismos que se adquieren en el paso a través de diferentes sitios hasta llegar a los canales de riego de la Delegación Xochimilco.

## 1.0 GENERALIDADES.

### 1.1 Antecedentes.

El agua constituye el compuesto fundamental para los seres vivos por lo que contaminar el agua, degradarla, es causar un grave daño a la comunidad. (16)

Como consecuencia del explosivo crecimiento de la población, el habitat natural del hombre se lha deteriorado y en tal degradación se incluye en un primer plano, el de las fuentes de agua. (10) El hecho, por sus características y consecuencias, ha obligado a las autoridades sanitarias de todo el mundo a poner sobre aviso a la población a fin de corregir o disminuir la progresión de este fenómeno que amenaza con extinguir la vida del planeta por el problema que en sí representa el agua contaminada y los consecuentes daños a la salud del humano. (16)

El medio ambiente está constituido por el complejo de factores físicos, químicos y biológicos que rodean a un organismo o una comunidad biológica. La interacción de estos factores, a través de los procesos vitales de los organismos, forman un ciclo ecológico en que lo desechado por unos es aprovechado por otros. Cuando los elementos desechados no son aprovechados posteriormente y se acumulan cantidades que pueden ser molestas o dañinas para los organismos de un medio ambiente, tiene lugar la contaminación. El propio hombre es el principal agente de contaminación, por el hecho de que la civilización y su desarrollo, tienden precisamente a alterar el equilibrio ecológico una y otra vez. (17) , (18)

## 1.2. Origen de las aguas negras.

Aguas Negras. Son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido impurificadas por diversos usos. El origen de dichas aguas resulta de la contaminación de los líquidos con desechos arrastrados por el agua, procedentes de las casas habitación, edificios comerciales e instituciones, junto con los provenientes de los establecimientos industriales, las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación, que se puedan agregar.

Existen varios nombres descriptivos de los diferentes tipos de aguas negras, según su procedencia pueden ser:

Aguas negras domésticas. Son las que contienen desechos humanos, animales y caseros, también se incluye la infiltración de aguas subterráneas. Estas aguas negras son típicas de las zonas residenciales en las que no efectúan operaciones industriales, o solo en muy corta escala.

Aguas negras sanitarias. Son las mismas domésticas, pero que incluyen no solamente éstas, sino también gran parte de los desechos industriales de la población.

Aguas pluviales. Formadas por todo el escurrimiento superficial de las lluvias, que fluye desde los techos, pavimentos y otras superficies naturales del terreno.

Aguas negras combinadas. Son una mezcla de las aguas negras domésticas, sanitarias y pluviales, cuando se colectan en las mismas alcantarillas.

Volumen. El volumen de las aguas negras varía de acuerdo con la población y depende de muy diversos factores, por ejemplo, un municipio exclusivamente residencial, con una buena construcción de alcantarillas en las cuales no penetre el agua de precipitación pluvial, puede producir unos 160 litros por persona por día, pero si fuera una población industrial o que tenga un gasto grande de agua para uso doméstico, se producirán 800 litros o más por persona por día.

Aspecto de las aguas negras. Las aguas negras son líquidos -- turbios que contienen material sólido en suspensión, cuando son -- frescas, su color es gris y tienen un olor a moho no desagradable. Flotan en ellas cantidades variables de material: heces, trozos de alimentos, basuras, papel, astillas y otros residuos de las actividades cotidianas de los habitantes de una comunidad.

Con el transcurso del tiempo, el color cambia del gris al negro, desarrollándose un olor ofensivo y desagradable, en este estado se denominan aguas negras sépticas.

Los desechos encontrados en las aguas negras proceden de diferentes orígenes, como son:

Desechos humanos y animales. Son las descargas corporales que llegan a formar parte de las aguas negras. Estos desechos son los más importantes porque pueden contener microorganismos perjudiciales al hombre.

Desperdicios caseros. Proceden de manipulaciones domésticas de lavado de ropa, baño, desperdicios de cocina, limpieza y preparación de los alimentos y lavado de la loza. Por lo general, estos desechos contienen jabones y detergentes sintéticos con cantidades

variables de agentes espumantes.

Aguas de lavado de las calles y corrientes pluviales. Las lluvias depositan cantidades variables de agua en la tierra, y gran parte de éstas lavan la superficie al escurrir arrastrando polvo, arena, hojas y otras basuras. El volumen en las corrientes pluviales varía según la intensidad de la precipitación, la topografía y las superficies pavimentadas y techadas.

Infiltración de aguas subterráneas. El drenaje o alcantarilla do que es el dispositivo para coleccionar las aguas negras, va soterrado, y en muchas ocasiones queda debajo del nivel de los mantos de agua subterráneos, especialmente cuando dicho nivel es muy alto a causa de una excesiva precipitación en la temporada de lluvia. - El volumen de aguas subterráneas que se infiltra, no puede determinarse con exactitud, ya que depende de la estructura del suelo, -- del tipo de alcantarilla que se haya construido, de las condiciones del agua subterránea, de las lluvias y de algunas otras condiciones climatológicas.

Desechos industriales. Los productos de desecho de los procesos fabriles son parte importante de las aguas negras de una población y deben tomarse las precauciones necesarias para su eliminación. En muchas regiones se coleccionan los desechos industriales junto con los otros componentes de las aguas negras de la población, -- para su tratamiento y eliminación finales. Estos desechos varían -- mucho por su tipo y volumen, ya que depende de la clase del establecimiento fabril ubicado en la localidad. En algunos casos es -- tal el volumen y características de los desechos industriales, que es necesario disponer de sistemas separados para su recolección y disposición.

Muchos agentes espumosos están presentes en los desperdicios industriales, también existen detergentes y otras sustancias químicas que interfieren con la disposición final de las aguas negras de la comunidad, o que dañan las alcantarillas y otras estructuras. Por esta razón, no pueden agregarse directamente este tipo de aguas negras, sino que deben recibir un tratamiento previo.

Componentes de las aguas negras.

Componentes Químicos.

Componentes Biológicos.

Las aguas negras, como ya se habían mencionado, consisten de agua, de los sólidos disueltos en ella y de los sólidos suspendidos en la misma. La cantidad de sólidos es generalmente muy pequeña, casi siempre menos de 0.1% en peso, pero es la fracción que presenta el mayor problema para su tratamiento y disposición adecuados. El agua provee solamente el volumen y es el vehículo para el transporte de los sólidos.

Entre los componentes químicos se encuentran:

Los sólidos de las aguas negras. Los cuales se clasifican en dos grupos según su composición o condición física. Tenemos así, sólidos orgánicos e inorgánicos.

Sólidos Orgánicos.- Son sustancias que contienen carbono, hidrógeno y oxígenos, pudiendo estar combinadas algunos con nitrógeno, azufre y fósforo. Los grupos principales son las proteínas, los hidratos de carbono y las grasas, junto con sus productos de descomposición. En general, estos sólidos orgánicos son de origen animal o vegetal.

**Sólidos Inorgánicos.**- Son sustancias inertes que no están sujetas a la degradación, se les conoce frecuentemente como sustancias minerales, arena, grava, cieno y sales minerales del abastecimiento de agua que producen su dureza y contenido mineral. Por lo general no son combustibles.

**Gases Disueltos.**- Las aguas negras contienen concentraciones pequeñas y variables de gases disueltos. Entre los gases más importantes está el oxígeno presente en el agua original del abastecimiento, y el disuelto también, al ponerse en contacto con el aire las aguas negras que fluyen. Este oxígeno se conoce como oxígeno disuelto y es un componente sumamente importante de las aguas negras. Además de éste, las aguas negras pueden contener otros gases, como el bióxido de carbono, nitrógeno y ácido sulfhídrico.

**Líquidos Volátiles.**- Las aguas negras pueden contener líquidos volátiles. Por lo general se trata de líquidos que hierven a menos de 100°C como, por ejemplo, la gasolina.

### Componentes Biológicos de las Aguas Negras

Las aguas negras contienen también incontables organismos vivos, la mayoría de los cuales son demasiado pequeños para ser visibles, excepto bajo el microscopio. Son la parte viva natural de la materia orgánica que se encuentra en las aguas negras y su presencia es de suma importancia, por que son uno de los motivos para el tratamiento de estas aguas.

A estos microorganismos pertenecen bacterias, parásitos y virus.

Las bacterias se clasifican en dos grupos principales: Bacterias Parásitas y Bacterias Saprófitas.

**Bacterias Parásitas.-** Son las que viven normalmente a expensas de otro organismo vivo llamado huésped, tienen importancia en las aguas negras porque provienen, por lo general, del tracto intestinal de las personas y de los animales cuyas deyecciones van a parar a las aguas negras.

**Bacterias Saprófitas.-** Son las que se alimentan de materia orgánica muerta, descomponiendo los sólidos orgánicos para obtener el sustento necesario, y produciendo a su vez sustancias de desecho que contienen sólidos orgánicos e inorgánicos. Por esta actividad son de suma importancia los métodos ideados en el tratamiento de aguas negras, para facilitar o acelerar la descomposición natural de los sólidos orgánicos. Tales procesos de descomposición no progresarían sin su actividad.

**Parásitos.-** La importancia de los parásitos es muy significativa debido a las deyecciones, tanto de animales como de humanos, que van a dar a las aguas negras.

**Virus.-** Hay otra forma de vida que se encuentra en las aguas negras, interesante para el operador de plantas de tratamiento de aguas negras; estos son los virus. No tienen un papel importante en el proceso de tratamiento de las aguas negras, su importancia estriba en que, como las bacterias patógenas, son los agentes causales de cierto número de enfermedades en el hombre. Algunos como los virus de la hepatitis, se desarrollan en los intestinos del hombre y son arrastrados por las materias fecales hasta las aguas negras.

Hongos.- En ingeniería sanitaria se considera a los hongos heterótrofos, no fotosintéticos y multicelulares.

La mayoría de los hongos son aerobios estrictos, pueden crecer con muy poca humedad y toleran un medio ambiente con pH relativamente bajo. Los hongos tienen una baja demanda de nitrógeno, sólo necesitan aproximadamente la mitad de lo que requieren las bacterias. La capacidad de los hongos para sobrevivir a pH bajos y poco nitrógeno les hace muy importante en el tratamiento de algunas aguas residuales industriales y en la formación de compost a partir de residuos sólidos orgánicos.

Algas.- Las algas no son deseables en los abastecimientos de agua porque producen malos olores y sabores desagradables. En las **plantas** de filtración, las algas reduce el tiempo de filtrado entre lavados. En los estanques de oxidación las algas son un valioso elemento porque producen oxígeno a través del mecanismo de la fotosíntesis proporcionando de este modo oxígeno a las bacterias aerobias y heterótrofas.

## Necesidad de tratar las aguas negras.

Normalmente la finalidad del tratamiento de las aguas residuales no es sólo estabilizar los desechos putrescibles y repugnantes, sino también eliminar los agentes que pueden ser causa de enfermedades. Por lo tanto, en las plantas de tratamiento de aguas residuales se debe tener en cuenta la inclusión de instalaciones especiales para reducir las posibilidades de contaminación de los abastecimientos de agua, productos agrícolas y del mar, zonas recreativas y el medio ambiente en general. (11)

En el proyecto de una planta de tratamiento deben tenerse en cuenta muchos factores relativos a la lucha contra las enfermedades, entre los que figuran la identificación de posibles agentes patógenos concretos; ciclo de vida; detección de los mismos; modo de transmisión de un huésped a otro; supervivencia de los microorganismos patógenos sometidos a diversos métodos de tratamiento físico, químico y biológico; tasas de extinción, y las operaciones de la planta de tratamiento que influyen en la transmisión de enfermedades. Este último problema de la transmisión a través de aguas residuales, requiere una escrupulosa atención, mediante el empleo de técnicas apropiadas en el proyecto. (12)

## Agentes patógenos presentes en las aguas residuales.

A continuación se presentan las principales enfermedades humanas que pueden ser transmitidas por el agua, junto con sus respectivos agentes causales:

Agente Etiológico	Enfermedad
Bacterias	
<u>Vibrio cholerae</u>	Cólera
<u>Escherichia coli</u> (serotipos patógenos)	Gastroenteritis
<u>Salmonella typhi</u>	Fiebre tifoidea
<u>Sh. dysenteriae</u> , <u>Sh. flexneri</u>	Shigelosis (disentería - bacilar)
<u>Sh. bodyii</u> , <u>Sh. sonnei</u>	
Protozoos	
<u>Entamoeba histolytica</u>	Disentería amibiana
Helmintos	
<u>Schistosoma mansoni</u> ,	Esquistosomiasis
<u>S. japonicum</u> . tremátodos de la sangre	
<u>S. haematobium</u>	
<u>Fasciolopsis buski</u> (tremátodo intestinal)	Fasciolapsis (diarrea no disentérica)
Virus	
Desconocido	Hepatitis infecciosa

También existen otras enfermedades que pueden ser transmitidas por el agua en ciertas circunstancias. Entre ellas figuran enfermedades bacterianas (brucelosis, intoxicaciones alimentarias -- por Salmonella y fiebre tifoidea), virosis (gastroenteritis causadas por diversos entrovirus y poliomiелitis), una rickettsiasis -- (fiebre Q) y cierto número de helmintiasis, ascariasis, tricuriasis y enterobiasis.

### Microorganismos Indicadores.

Como la detección de los diferentes tipos de agentes patógenos, tanto en las aguas residuales crudas como en las tratadas, exige mucho tiempo cuando no resulta imposible, se utilizan otras pruebas - para descubrir el grado de contacto que una muestra de agua ha tenido con aguas residuales de origen humano. Sin embargo, ninguno de - los análisis bacteriológicos, virológicos o parasitológicos del --- agua, de que ahora se dispone, puede reemplazar a un conocimiento - detallado del origen y de la historia de la contaminación.

En la actualidad, el microorganismo indicador que normalmente se determina en los análisis bacteriológicos del agua es Escheri---chia coli. Este resistente microorganismo, se sabe que se encuen--tra en el tracto intestinal del hombre y puede cultivarse en condi--ciones de laboratorio sin dificultad.

Cuando hay que simplificar aún más los análisis, se puede practicar un recuento más general de microorganismos coliformes. El grupo de los coliformes comprende todas las bacterias facultativas, - Gram-negativas, no esporuladas y de forma bacilar que fermentan la lactosa con desprendimiento de gas en un lapso de 48 horas y a una temperatura de 35°C. Los microorganismos coliformes que viven nor--malmente en el suelo o en los animales de sangre caliente, también actúan como indicadores generales de contaminación. La calidad mi--crobiológica del agua puede evaluarse según el número de E. coli o bien, puesto que todos los coliformes pueden ser de origen fecal, - según el número de microorganismos coliformes por volumen de mues--tra.

El número de microorganismos coliformes se estima sobre la base de las determinaciones positivas obtenidas en siembras múltiples

utilizando diluciones decimales. Se acostumbra expresar los resultados obtenidos por el método de tubos múltiples en forma de número más probable (NMP) por 100 ml.

Los máximos permisibles para agua destinada a la bebida, los baños, el riego, etc., se fijan normalmente por medio del recuento de coliformes; evidentemente, el empleo de microorganismos indicadores sólo revela una parte de la realidad. Si por ejemplo se descubre E. coli, siempre cabe la posibilidad de que exista algún tipo de microorganismos intestinales, como Salmonella typhi, pero no precisan el riesgo de encontrar otros agentes patógenos, (gusanos, otros parásitos y virus).

Algunos tipos de bacteriófagos destruyen las bacterias presentes en las heces humanas y, por lo tanto, pueden ser útiles como indicadores de la supervivencia de enterovirus humanos.

### Otras Bacterias

El hombre es el reservorio de la mayor parte de las enfermedades bacterianas que le destruyen e incapacitan. Las enfermedades humanas mejor conocidas, causadas por contaminación fecal, comprenden las fiebres tifoidea y paratifoidea, el cólera y las disenterías amibiana y bacilar. Afortunadamente, la mayor parte de las bacterias son incapaces de reproducirse fuera del cuerpo humano y casi siempre se extinguen lentamente cuando están expuestas al medio antagónico de una planta de tratamiento biológico, de un río u otra masa de agua. Hay indicios, sin embargo, de que cuanto mayor es la contaminación, menos rápida es la desaparición de las bacterias patógenas.

El problema de disponer de las aguas negras fué imponiéndose -

debido al uso del agua para recoger y arrastrar los productos de desecho de la vida humana. Antes de esto, los volúmenes de de desecho, sin que el agua sirviese de vehículo, eran muy pequeños y su eliminación se limitaba a los excrementos familiares o individuales. El primer método consistía en dejar los desechos corporales y las basuras en la superficie de la tierra, en donde eran generalmente degradados por las bacterias (principalmente del tipo anaerobio). Esto originaba la producción de olores ofensivos. Posteriormente la experiencia demostró que si estos desechos eran enterrados lo más pronto posible, se prevenía el desarrollo de tales olores. La siguiente etapa consistió en el desarrollo de letrinas enterradas, que es un método de eliminación de los desechos de excrementos que todavía se emplea actualmente en algunos lugares.

Con el desarrollo de los suministros de agua a las poblaciones y el uso del agua para arrastrar o transportar los desechos caseiros, se hizo necesario encontrar métodos para disponer, no solamente de los desechos mismos, sino del agua portadora. Se emplearon para ello los tres métodos posibles; la irrigación, la disposición superficial y la dilución.

A medida que fué creciendo la población urbana, con el aumento proporcional del volumen de aguas negras y desechos orgánicos, resultó que todos los métodos de disposición eran tan poco satisfactorios que se hizo imperativo tomar medidas esenciales para remediarlos y se inició el desarrollo de los métodos de tratamiento, antes de la disposición final de las aguas negras.

Los objetivos que hay que tomar en consideración en el tratamiento de aguas incluyen:

- 1) La conservación de las fuentes de abastecimiento de agua para uso doméstico.

- 2) La prevención de enfermedades.
- 3) La prevención de molestias.
- 4) El mantenimiento de aguas limpias para el baño y otros propósitos recreativos.
- 5) El mantenimiento de las aguas limpias que se usan para la propagación y supervivencia de los peces.
- 6) La conservación del agua para usos industriales y agrícolas.
- 7) La prevención del azolve de los canales navegables.

### 1.3 Tratamiento de las Aguas Negras.

Es un proceso por el cual los sólidos que contiene el líquido se separan parcialmente, haciendo que el resto de los sólidos orgánicos complejos, muy susceptibles de sufrir putrefacción, queden convertidos en sólidos minerales o en sólidos orgánicos relativamente estables. La magnitud de este cambio depende del proceso de tratamiento empleado, una vez completado todo éste, es aún necesario disponer de los líquidos y sólidos que se hayan separado.

#### Métodos de tratamiento de las aguas negras.

El tratamiento de las aguas negras es el conjunto de recursos por medio de los cuales es posible verificar las diferentes etapas que tienen lugar en la autopurificación.

#### Pasos:

- 1) Tratamiento preliminar
- 2) Tratamiento primario
- 3) Tratamiento secundario
- 4) Cloración

Tratamiento Preliminar.- En la mayoría de las plantas, el tratamiento preliminar sirve para proteger el equipo de bombeo y hacer más fáciles los procesos subsecuentes del tratamiento. Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, los sólidos inorgánicos pesados y eliminar también cantidades excesivas de aceites o grasas. Para alcanzar los objetivos de un tratamiento preliminar se emplean comunmente los siguientes dispositivos.

- 1) Rejas de barras o más finas.
- 2) Desmenzadores, ya sea molinos, cortadoras o trituradoras.
- 3) Desarenadores.
- 4) Tanques de preaereación.

Los dispositivos para el tratamiento preliminar se diseñan para:

1) Separar o disminuir el tamaño de los sólidos orgánicos grandes que flotan o están suspendidos. Estos sólidos consisten generalmente de trozos de madera, telas, papel, basura, junto con algo de materia fecal.

2) Separar los sólidos inorgánicos pesados, como la arena, la grava e incluso objetos metálicos; a todo lo cual se llama arena.

3) Separar cantidades excesivas de aceites y grasas. Además de lo anterior, a veces se hace una cloración durante el tratamiento preliminar.

**Tratamiento Primario.-** Por este tratamiento se separan o eliminan la mayoría de los sólidos tanto inorgánicos como orgánicos suspendidos en las aguas negras, o sea, aproximadamente de 40 a 60% del total mediante el proceso físico de sedimentación. Esto se lleva a cabo reduciendo la velocidad del flujo que se obtiene en este paso del tratamiento hasta uno o dos cm por segundo, en un tanque de asentamiento o sedimentación, durante el tiempo suficiente para dejar que se depositen la mayor parte de los sólidos sedimentables que son principalmente orgánicos, separándose de la corriente de aguas negras.

Los principales dispositivos para el tratamiento primario son los tanques de sedimentación, alguno de los cuales tienen también la función adicional de servir para la descomposición de los sólidos orgánicos sedimentados, lo cual se conoce como digestión de los lodos.

El tratamiento químico se suele considerar como un tratamiento intermedio, porque los resultados que se obtienen con él, son mejores que los del tratamiento primario común, pero no tan buenos como los de un tratamiento secundario. El método químico se incluye en la parte que corresponde al tratamiento primario, porque tienen lugar procesos físicos y químicos, muy distintos al proceso biológico que es la base del tratamiento secundario.

El tratamiento químico es uno de los métodos más antiguos de tratamiento de las aguas negras, pero su uso es restringido debido al costo de los reactivos y a las cantidades excesivas de lodos de las que se tiene que disponerse. Tiene una aplicación en el tratamiento de desechos industriales que no son fácilmente atacables biológicamente y en donde las condiciones de las aguas receptoras exigen periódicamente un mayor grado de tratamiento que el tratamiento primario común, pero que no justifican un tratamiento secundario.

Este tratamiento consiste en agregar uno o más reactivos a las aguas negras para producir un flóculo, que es un compuesto químico insoluble que absorbe la materia coloidal, envolviendo a los sólidos suspendidos no sedimentables y que depositan rápidamente. La sustancia química que se precipita, también se disocia o ioniza en las aguas negras y neutralizan las cargas eléctricas que tienen las partículas coloidales, haciendo que se aglomeren y formen grumos fácilmente sedimentables. Los reactivos que más se emplean, son el sulfato de aluminio o alumbre, el sulfato ferroso con cal,

el sulfato férrico y el cloruro férrico con o sin cal.

Una planta de tratamiento químico tiene usualmente las características siguientes:

- 1) Dispositivos preliminares, como son las cribas, los desarenadores etc.
- 2) Alimentadores de reactivos.
- 3) Unidades mezcladoras.
- 4) Tanques de floculación.
- 5) Tanques de sedimentación.

**Tratamiento Secundario.-** Este tratamiento debe hacerse cuando las aguas negras todavía contienen, aún después del tratamiento -- primario, más sólidos orgánicos en suspensión o solución que los que puedan ser asimilados por las aguas receptoras sin oponerse a su uso normal adecuado. El tratamiento secundario depende principalmente de los microorganismos aerobios, por llevar a cabo la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables.

Los dispositivos que se usan para el tratamiento secundario pueden dividirse en los cuatro grupos siguientes:

- 1) Filtros goteadores con tanques de sedimentación secundaria.
- 2) Tanques de aereación: a) Tanques de sedimentación simple y b) aereación por contacto.
- 3) Filtros de arena interminentes.
- 4) Tanques de estabilización.

**Cloración.-** Es un método de tratamiento que puede emplearse para muy diversos propósitos, en todas las etapas de un tratamien-

to de aguas negras y aún antes del tratamiento preliminar. La cloración de las aguas negras consiste en la aplicación del cloro para lograr un propósito determinado. El cloro puede introducirse en forma de gas, de solución acuosa, o en forma de hipoclorito, ya sea de sodio o de calcio los cuales, al disolverse en agua, desprenden cloro. Generalmente se aplica el cloro a las aguas negras con los siguientes propósitos:

- 1) Desinfección o destrucción de organismos patógenos.
  - 2) Prevención de la descomposición de las aguas negras para;
    - a) controlar el olor, b) proteger las estructuras de la planta.
  - 3) Auxiliar en la operación de la planta para: a) la sedimentación, b) los filtros goteadores, c) el abultamiento de lodos.
  - 4) Ajuste o abastecimiento de la demanda bioquímica de oxígeno.
- (13)

#### Reacciones del cloro en las aguas negras.

Para determinar en qué etapas del proceso de tratamiento debe aplicarse el cloro y en qué cantidad, para lograr el propósito que se desee, se necesita saber cuáles son los efectos que produce al agregarlo a las aguas negras.

El cloro es una sustancia sumamente activa que reacciona con muchos compuestos, dando productos muy diversos. Si se agrega una pequeña cantidad de cloro a las aguas negras, se consumirá al reaccionar rápidamente con sustancias como el ácido sulfhídrico y el hierro ferroso, en estas condiciones, no se logra ninguna desinfección. Si se agrega suficiente cloro para reaccionar con todas estas sustancias, que se conoce como compuestos reductores, entonces - -

otro poco más de cloro que se agregue reaccionará con la materia orgánica presente y formará compuestos orgánicos clorados, los cuales tienen una ligera acción desinfectante. Ahora bien, añadiendo el cloro suficiente para reaccionar con todos los compuestos reductores y la materia orgánica, entonces la adición de algo más de -- cloro actuará sobre el amoníaco; u otros compuestos nitrogenados, produciendo cloraminas u otras combinaciones del cloro que tiene acción desinfectante. (7)

No se conoce el mecanismo exacto de esta acción desinfectante. Según ciertas teorías, el cloro ejerce una acción directa contra la célula bacteriana, destruyéndola. Una teoría más reciente admite -- que el cloro, debido a su carácter tóxico, inactiva a las enzimas -- de las cuales dependen los microorganismos para la utilización de -- sus requerimientos nutricionales, lo cual dá por resultado que éstos mueran por inanición. (7), (9).

#### 1.4 Utilización de las aguas tratadas.

El uso que se les puede dar a las aguas negras ya tratadas son los siguientes:

- 1) En la agricultura.
- 2) Enfriamiento de productos de laminación.
- 3) Enfriamiento de plantas de vapor.
- 4) En la generación de energía.
- 5) Utilización en procesos industriales.
- 6) Como fuente en la producción de agua de mejor calidad para procesos industriales.
- 7) Control de incendios.
- 8) En piscicultura. (6)

USOS Y CARACTERISTICAS DE CALIDAD DEL AGUA  
VALORES MAXIMOS PERMISIBLES EN LOS MISMOS.

USOS	COLIFORMES NMP (máximo)	COLIFORMES FECALES
Concentración permisible. Abastecimiento para sistemas de agua potable e industria alimenticia con desinfección únicamente.	200/100 ml	Podrá ser > 2000/100 ml
Concentración permisible. Abastecimiento de agua potable con tratamiento convencional e industrial.	1000/100 ml	Podrá ser 2000/100 ml
Concentración permisible. Agua adecuada para uso recreativo, conservación de flora, fauna y usos industriales.	10,000/100 ml (no > 200000)	2000/100 ml (no > de 400)
Concentración permisible. Agua para uso agrícola e industrial.	1000/100 ml	-----

Fuente: Reglamento para la Prevención y Control de la contaminación de las aguas (S.R.H. - S.S.A. - C.I.E.C.C.A.)

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS NEGRAS DEL CERRO DE LA ESTRELLA

- A.- Flujo de agua
  - B.- Recirculación de lodo
  - C.- Flujo de aire
  - D.- Drenaje de lodos
  - E.- Medición
- 
- 1.- Estación de bombeo de aguas crudas, Aculco
  - 2.- Caja de llegada
  - 3.- Medidor parshall
  - 4.- Caja partidora
  - 5.- Sedimentadores primarios
  - 6.- Aereadores
  - 7.- Sedimentadores secundarios
  - 8.- Medidor parshall
  - 9.- Caja partidora
  - 10.- Sedimentadores primarios
  - 11.- Aereadores
  - 12.- Turbosopladores
  - 13.- Sedimentadores secundarios
  - 14.- Tanque para contacto de cloro
  - 15.- Estación de bombeo de agua
  - 16.- A la red de riego

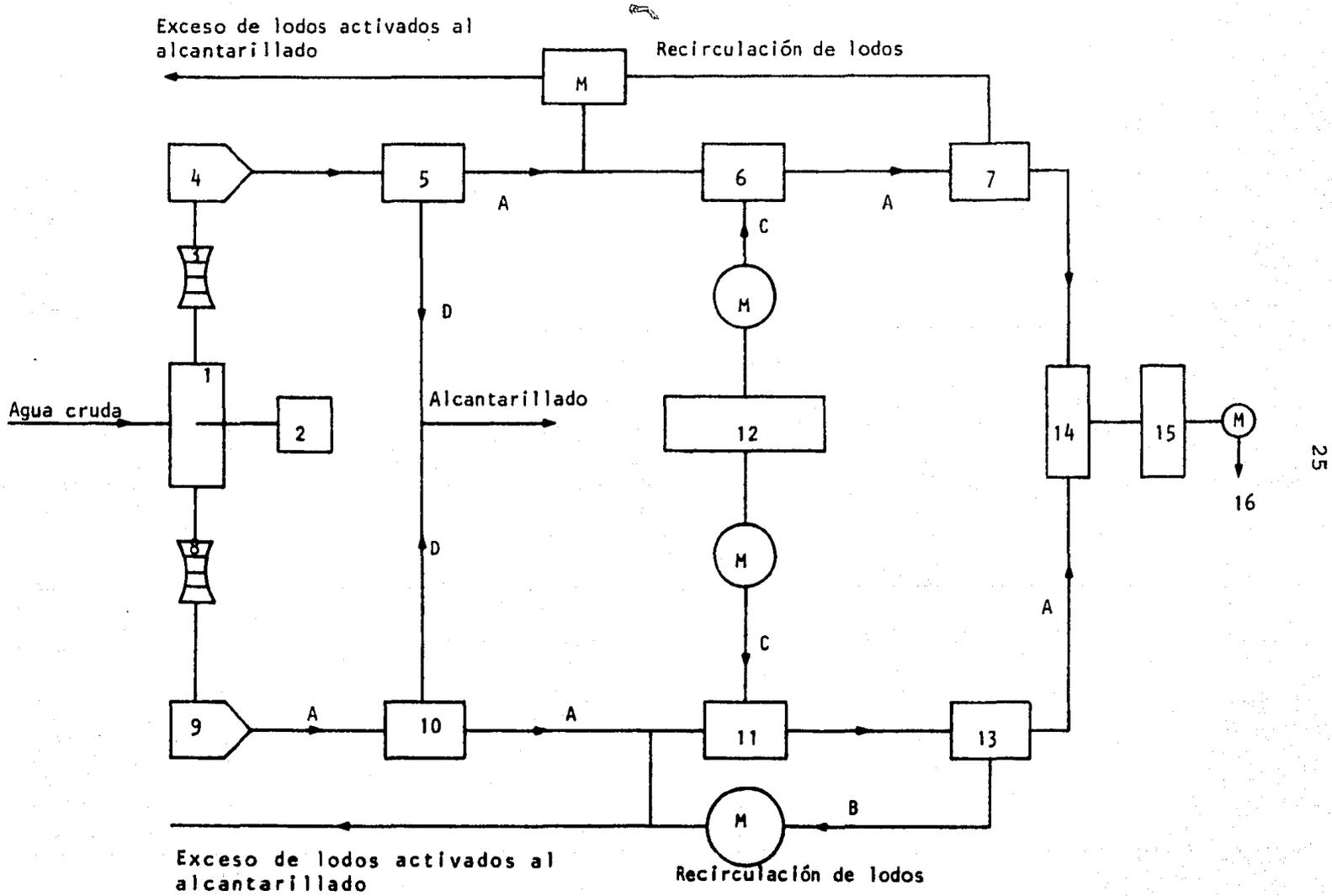
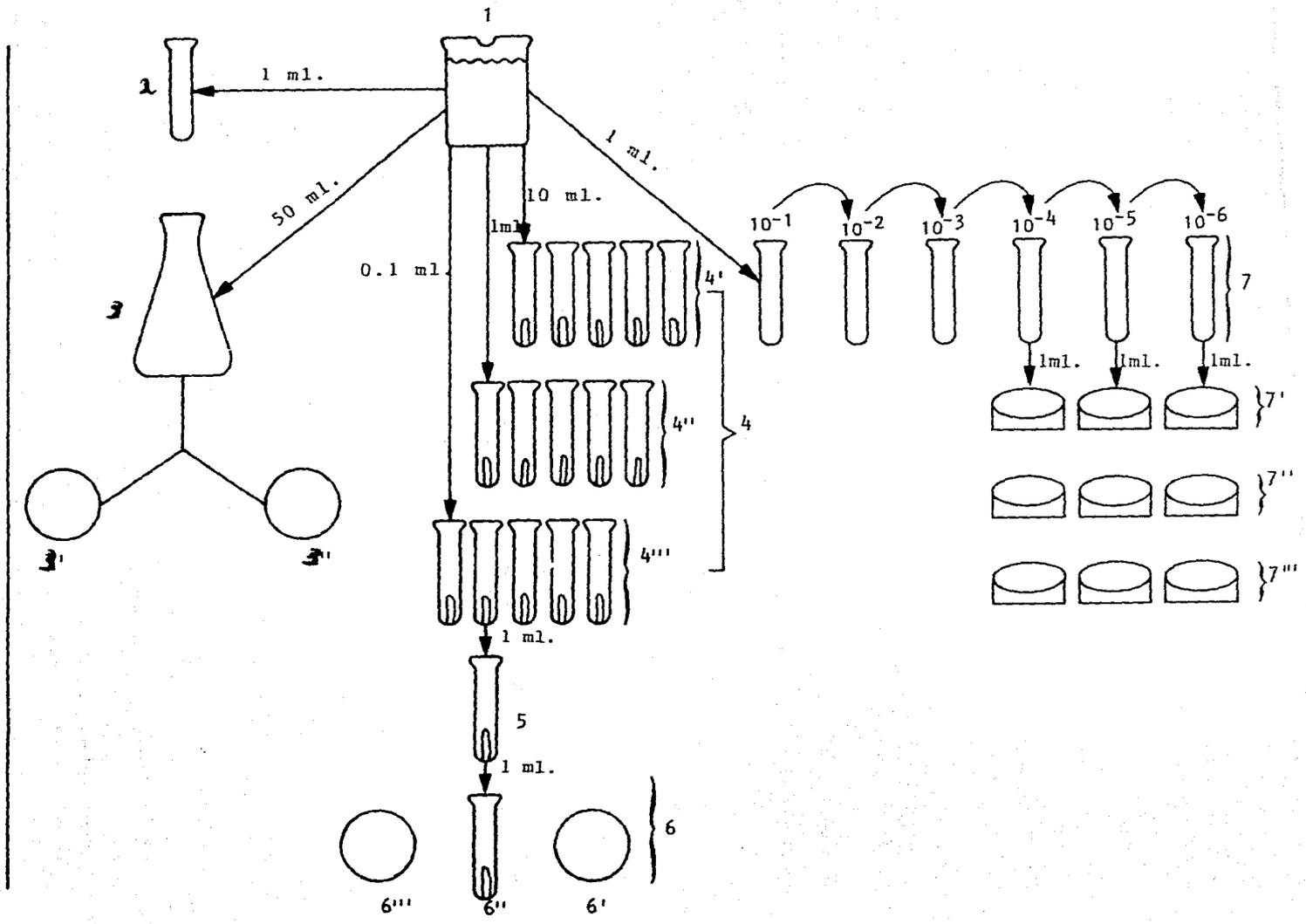


DIAGRAMA DE TRABAJO

- 1.- Muestra
- 2.- Estreptococos fecales: medio SF, incubación 48 horas - a 37°C.
- 3.- Presencia de Salmonella: caldo Selenita y Cistina doble concentración, incubación 18 horas a 37°C.
- 3'.- Agar Salmonella-Shigella (SS), incubación 24 horas a - 37°C.
- 3''.- Agar MacConkey, incubación 24 horas a 37°C.
- 4.- Pruebas preseuntivas.
- 4'.- Caldo Lactosado doble concentración, incubación 48 horas a 37°C.
- 4''.- Caldo Lactosado, Incubación 48 horas a 37°C
- 5.- Pruebas Confirmativas.  
Caldo bilis verde brillante, incubación 24 horas a 37°C.
- 6.- Pruebas Complementarias.
- 6'.- Agar Endo, incubación 24 horas a 37°C.
- 6''.- Caldo EC, incubación 24 horas a 37°C.
- 6'''.- Agar Eosina azul de metileno (EMB), incubación a 37°C.
- 7.- Diluciones, agua peptonada al 0.1% .
- 7'.- Cuenta de microorganismos viables: agar nutritivo, Incubación 48 horas a 37°C.
- 7''.- Cuenta de coliformes totales: agar Endo, incubación 48 - horas a 37°C.
- 7'''.- Cuenta de coliformes fecales: medio Desoxicolato citrato agar, incubación a 37°C durante 48 horas.



## 2.0 PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1 Material y medios de cultivo

#### Material:

Incubadora

Autoclave

Horno

Cuenta colonias

Balanza Granataria

Microscopio

Pipetas graduadas (1, 5 y 10 ml)

Cajas Petri

Tubos de ensaye de 22 x 175, 16 x 150 y 13 x 100 mm

Vasos de precipitado de 250 ml

Matraces Erlenmeyer de 150, 250, 500 y 1,000 ml

Gradillas

Mecheros

Tripié

Tela de alambre con asbesto

Recipiente para baño María

Asa bacteriológica

Cubreobjetos y portaobjetos

Pipetas Pasteur con bulbo de hule

Centrífuga

Tubos cónicos para centrífuga

**Medios de cultivo:**

Agar nutritivo

Agar desoxicolato

Agar Endo

Agar Eosina Azul de Metileno (EMB)

Agar MacConkey

Agar Salmonella - Shigella (SS)

Agar citrato de Simmons

Kliger agar fierro

Medio SIM

Caldo EC

Caldo de lactosa

Caldo SF

Caldo Rojo de fenol

Caldo Bilis verde brillante

Caldo Selenito

**Solución para las diluciones:**

Agua peptonada al 0.1 %

**Soluciones:**

Solución salina

Lugol parasitológico

Formaldehído

Etér

Reactivo de Faust

## 2.2. Metodología

### 2.2.1. Toma de muestras:

Se tomarán muestras en las diferentes secciones de la planta de tratamiento de aguas negras: a su llegada a la planta, en el tratamiento primario, tratamiento secundario y cloración: -- más adelante se tomarán muestras en Tláhuac y en los diferentes canales de la Delegación Xochimilco, dichas tomas se harán en Primavera para evitar las lluvias y cambios de temperatura, ya que esto afectaría la presencia de microorganismos.

#### Material:

Frascos muestreadores de vidrio, de boca ancha, con tapón de rosca, resistentes a la esterilización y con capacidad para 200 ml.

Hielera

Etiquetas

#### Método para la recolección de muestras:

Para muestrear agua residual se introduce el frasco aproximadamente de 30 a 50 cm. bajo la superficie del agua y se destapa -- dentro. Si hay corriente el frasco debe quedar frente a ésta y si no la hay, el frasco se toma por el fondo y se mueve hacia adelante. (1)

Al efectuar el muestreo deberán tenerse en cuenta las siguientes reglas para obtener resultados confiables:

a) Las muestras han de recogerse en un recipiente esterilizado.

- b) La muestra debe ser representativa del abastecimiento de - que procede.
- c) La muestra debe evitar ser contaminada durante su recolección y después de ésta.
- d) La muestra debe analizarse lo más pronto posible después - de recolectarla, para evitar la proliferación bacteriana, si esto no es posible, se mantiene entre 0 y 10°C.

#### 2.2.2. Cuenta de Microorganismos viables:

A partir de la muestra, se efectúan diluciones de 1:10, 1:100, 1:1,000, 1:10,000, 1:100,000, 1:1,000,000; de cada dilución se siembran tres cajas Petri utilizando un ml de la dilución para cada una y añadiendo 20 ml del medio agar nutritivo mantenido a 45°C, mezclando perfectamente para lograr una distribución uniforme.

Una vez solidificado el medio, se incuban a 37° C durante 48 - horas, transcurrido este tiempo, se efectúa la cuenta de las colonias en las cajas que presenten entre 30 y 300, descartando las que muestren menos de 30 y reportando como incontables las que pasen de 300 colonias. (4), (14)

#### 2.2.3. Coliformes fecales:

Se utiliza el medio Desoxicolato citrato agar, que se agrega - en proporciones de 20 ml a las cajas Petri previamente inoculadas - con un ml de las diluciones 1:10, 1:100, 1:1000, 1:10,000, 1:100,000, 1:1,000,000; se homogeniza el medio, se deja solidificar y se incubaba durante 48 horas a 37°C.

La prueba se tomará como positiva si hay presencia de alguna colonia con las siguientes características:

Incolora o blanquecina, que pertenece a .....	<u>Alkalescens</u>
Rosa o roja con centro negro, que pertenece a .....	<u>Arizona</u>
Rosa o roja con centro negro, que pertenece a .....	<u>Citrobacter</u>
Color rojo, que pertenece a .....	<u>Escherichia</u>
Rosa muy pálido, que pertenece a .....	<u>Proteus morgani</u>
Incolora o blanquecina con centro naranja, -- que pertenece a .....	<u>Proteus rettgerii</u>
Verdosa o parda, que pertenece a .....	<u>Pseudomonas</u>
Incolora o blanquecina con centro negro, que pertenece a .....	<u>Salmonella</u>
Incolora o blanquecina, que pertenece a .....	<u>Shigella</u>
Rosa muy pálido, que pertenece a .....	<u>Shigella sonnei</u>

Si se encuentra alguna de las colonias descritas, se tomará una asada y se siembra por estría y picadura en tubos inclinados que contengan el medio Kliger agar fierro, y se incuban durante 24 horas, en éste se observan las siguientes características:

Enegrecimiento del medio, que indica .....	Producción de $H_2S$
Fondo amarillo, que indica ...	Fermentación de glucosa
Superficie y fondo amarillo, que indica .....	Fermentación de lactosa y glucosa.

La determinación de coliformes se lleva a cabo por dos métodos, en placa para la determinación de coliformes totales y en tu

bo para la determinación del número más probable (NMP).

#### 2.2.4 Coliformes totales:

Se utiliza el medio de agar Endo que se agrega en porciones - de 20 ml a las cajas Petri previamente inoculadas con un ml de las diluciones 1:10, 1:100, 1:1,000, 1:10,000, 1:100,000, 1:1.000,000 - se homogeniza el medio, se deja solidificar y se incuba durante 48 horas a 37°C, transcurrido este tiempo, se efectúa la cuenta de las colonias que presenten brillo metálico.

#### 2.2.5 Pruebas presuntivas.

Se utilizan (5) tubos con campanas de Durham con 10 ml cada uno de caldo lactosado de concentración doble y se inoculan con 10 ml - de la muestra que se desea analizar; cinco tubos con 10 ml cada uno de caldo lactosado de concentración normal y se inoculan con un ml - de la muestra y cinco tubos con 10 ml cada uno del caldo anterior - que se inoculan con 0.1 ml de la muestra. Los tubos inoculados se - agitan vigorosamente para homogenizar la muestra, se incuban a 37°C durante 24 horas, transcurrido este tiempo se examinan los tubos - cuidadosamente, los que presentan gas se anotan y todos se mantie- nen en incubación durante las siguientes 24 horas, transcurridas - las 48 horas de incubación se completa el registro de los tubos que presentan gas, puesto que indica la existencia de microorganismos - coliformes.

Los tubos positivos en que hubo producción de gas pasan a la - siguiente prueba. (14)

### 2.2.6 Pruebas confirmativas:

De los tubos positivos se efectuará una resiembra a tubos que contengan 10 ml de caldo lactosa bilis verde brillante, ya previstos de campana de Durham, cada uno de ellos se inocula con un ml de un tubo positivo. Este medio inhibe a las bacterias fermentadoras de lactosa no coliformes. Se incuban durante 48 horas a 37°C - haciendo una observación a las 24 horas, dando como negativos aquellos tubos que no presentan producción de gas y como positivos los que presentan gas. Estos últimos son los que pasan a la siguiente prueba. (14)

### 2.2.7 Pruebas complementarias:

De los tubos positivos de la prueba anterior se efectuarán las siguientes resiembras:

2.2.7.1 Se siembra por estría sobre una placa de agar Eosina - Azul de Metileno (EMB) y se incuba a 37°C, transcurridas 24 horas - se procede a examinar las colonias anotando sus características:

Cuando se halla presente el género Aerobacter, el desarrollo tendrá las siguientes características: colonias grandes, mucosas, rosadas, de centro oscuro y algunas veces presenta brillo metálico. Cuando se trata del género Escherichia presentará colonias azul oscuro, grandes de centro casi negro y con brillo metálico vedoso - cuando se observa con luz reflejada. La presencia de cualquiera de los tipos antes descritos indica la existencia de microorganismos del grupo coliforme. Se efectúan pruebas bioquímicas de cada una de las colonias presentes.

2.2.7.2 Se siembra por estría sobre una placa de agar Endo y se incuba a 37°C, transcurridos 24 horas se procede a examinar las colonias anotando sus características.

Las colonias de bacilos coliformes que fermentan la lactosa - aparecen color de rosa intenso, con o sin brillo metálico ocurriendo un enrojecimiento marcado del medio. Se efectúan pruebas bioquímicas de cada una de las colonias presentes.

2.2.7.3 Se inocula un ml de un tubo positivo en 10 ml de caldo EC y se incuban a 45.5°C  $\pm$  0.1. Transcurridas 24 horas, la prueba - se da como positiva si hay la presencia de gas y como negativos - - aquellos tubos que no presentan gas. Siendo los primeros una prueba de la presencia de Escherichis coli. (2)

## 2.2.8 Presencia de Salmonella

Se utilizan 50 ml de caldo Selenita y Cistina doble concentración el cual se inocula con 50 ml de muestra y se incuba 18 horas - a 37°C. (2) Transcurrido el tiempo de incubación se efectúan las - siguientes resiembras por estría en placas de agar Salmonella - Shi-gella (SS) y placas de agar MacConkey y se incuban a 37°C, transcurridas 24 horas se anotan las características de las colonias. (2)

La presencia de colonias incoloras, pequeñas con el medio de - color ambar en la placa de agar SS dará como positiva la prueba. Si se encuentra alguna de las colonias descritas se efectúan pruebas - bioquímicas para la identificación de los microorganismos y a la -- presencia de alguna colonia con las siguientes características de - la placa de agar MacConkey:

Rojas o rosadas, no mucoides, pueden rodearse de un precipitado opaco de sales biliares.....	<u>Escherichia coli</u>
Grandes, rosas, mucoides.....	<u>Klebsiella</u>
Grandes, rosadas, no mucoides .....	<u>Enterobacter</u>
Rojas, por presencia de pigmento, no mucoides sin vire del indicador .....	<u>Serratia</u>
Incoloras, transparentes, rojas, que fermentan la lactosa .....	<u>Citrobacter</u>
Incoloras y transparentes, grandes, swarming, vire del medio .....	<u>Proteus</u>
Incoloras hasta azul verdosas .....	<u>Pseudomonas</u>
Incoloras pequeñas, transparentes o amarillas .....	<u>Salmonella</u>
Incoloras pequeñas, transparentes o rosa muy tenue .....	<u>Shigella</u>

### 2.2.9 Estreptococos fecales:

Se utilizan tubos de 10 ml de caldo SF que se inoculan con un ml de la muestra original y se incuban a 37°C durante 48 horas, - transcurrido este tiempo se consideran positivos aquellos tubos - que presentan cambio de color del púrpura de bromo cresol, al verde esmeralda o café.

## 2.2.10 Identificación de parásitos

Concentración de la muestra.

50 ml de la muestra se centrifugan a 2,000 rpm durante 3 minutos se resuspende en 2 ml de solución salina.

De la suspensión anterior se harán las pruebas correspondientes.

### 2.2.10.1 Búsqueda de quistes y huevos

Examen directo.

En un portaobjetos se coloca separadamente, una gota de solución salina y otra de lugol.

Se le adiciona a cada una, una gota de muestra concentrada y se mezclan perfectamente, se coloca un cubreobjetos sobre cada suspensión, haciéndose la observación al microscopio.

La preparación con solución salina, sirve para identificar y reportar hallazgos de trofozoítos. La preparación con lugol, sirve para reportar el hallazgo de quistes larvas y huevos.

### 2.2.10.2 Examen coproparasitoscópico de flotación.

Método de Faust.

A un ml de la muestra concentrada se le agregan de 2 a 3 ml de solución de sulfato de zinc y se homogeniza perfectamente, llenando el tubo de 0.5 a 1 cm por abajo de los bordes. Se centrifuga a 2,000 rpm durante un minuto.

Con un asa limpia, se recoge de la muestra la película superficial que se encuentra en el menisco, durante 2 ó 3 ocasiones sucesivas y se deposita en un portaobjetos.

Se colocan dos gotas de lugol parasitológico y se homogeniza con el ángulo de un cubreobjetos que se coloca sobre la preparación, la que se observa al microscopio con objetivos de 10X y 40X.

Este método hace una buena concentración de quistes, huevos y larvas, aunque es poco eficaz para huevos pesados como los de Taenia sp., Fasciola hepática y Ascaris lumbricoides.(15)

### 2.2.10.3 Técnicas cuantitativas de sedimentación.

#### Método de Ritchie.

A un ml de la muestra concentrada se le agregan 10 ml de solución de formaldehído, se mezcla y se reposa durante 10 minutos.

Transcurrido ese tiempo se añaden 5 ml de éter, se tapa el tubo con un tapón de caucho y se agita enérgicamente durante 30 segundos.

Se centrifuga durante 2 minutos a 1,500 rpm. Después de centrifugar, se observan cuatro capas; 1) éter en la superficie; 2) le sigue una capa de grasa y materia orgánica; 3) inmediatamente después una de formaldehído y 4) un sedimento en el fondo del tubo, conteniendo elementos parasitarios.

Se introduce una pipeta Pasteur a través de las tres primeras capas hasta llegar al sedimento, se extrae con cuidado una gota del mismo y se coloca sobre un portaobjetos, se le añade una gota de lugol parasitológico y con uno de los ángulos de un cubreobjetos se homogeniza, se coloca sobre la preparación y se observa el microscopio con objetivos de 10X y 40X.

El método ha demostrado ser bueno para el hallazgo de huevos de Fasciola hepática, huevos de helmintos y quistes de protozoarios.(15)

### 3.0 RESULTADOS

La prueba para la determinación de *Streptococos fecales* fué positiva para todos los puntos de muestreo exceptuando los puntos 6.9 y 17.

La determinación del Número Más Probable (NMP) fué positiva para todos los puntos de muestreo, siendo este número mayor de 2,000 según las tablas.

La prueba para determinar la presencia de *Escherichia coli*, fué positiva para todos los puntos muestreados.

Los resultados de cuenta de microorganismos se reportan en las siguientes tablas.

## Cuenta Bacteriana en Agar Nutritivo

Lugar de muestreo	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-11}$
1				297	212	129		
2					208	165	99	
3		252	227	145				
4			194	86	33			
5	289	245	124	106				
6		291	270	177				
7				293	260	119		
8					288	256	111	
9						288	213	131
13			282	175				

## Continuación del cuadro anterior

Lugar de muestreo	$10^{-10}$	$10^{-11}$	$10^{-12}$	$10^{-13}$	$10^{-14}$	$10^{-15}$	$10^{-16}$	$10^{-17}$
11	135	148	134					
12				296	197	155		
15	288	183	157					
16						236	221	90
17		244	168	57				
	$10^{-18}$	$10^{-19}$	$10^{-20}$	$10^{-21}$	$10^{-22}$	$10^{-23}$	$10^{-24}$	$10^{-25}$
10					35	31	34	
14	228	189						

NOTA: Estas muestras reportadas se anotaron por separado debido a que las diluciones fueron muy elevadas, en relación a las muestras del cuadro anterior.

## Cuenta Bacteriana en Agar de Endo

Lugar de muestreo	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$
1						28	20	13	
2							11	9	5
3				15	9	4			
4		32	18	10					
5	91	72	38						
6	30	25	15						
7		88	80	47					
8			33	21	11				
9		13	9	3					
10		16	7	4					
11			4	1	1				
12			2	1	1				
13		3	2	1					
14			23	9	8				
15			2	1	1				
16		8	6	3					
17		17	12	10					

## Cuenta Bacteriana en Agar de Desoxicolato

Lugar de muestreo	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$
1						17	9	4	
2							20	14	6
3				41	32	22			
4		47	35	19					
5	2								
6	11	8	3						
7		73	58						
8		17	9	9					
9			21	14	1				
10		18	9	2					
11		1	2	1					
12		3	2	0					
13		5	2	1					
14			27	18	11				
15	3	4	1						
16		4	3	1					
17		12	5	2					

BACTERIOLOGIA. Microorganismos identificados por Pruebas Bioquímicas

Lugar del muestreo	<u>E. coli</u>	<u>Shigella</u>	<u>Salmonella</u>	<u>Citrobacter</u>	<u>Klebsiella</u>	<u>E.aerogenes</u>	<u>Pectobacterium</u>	<u>Proteus vulgaris</u>	<u>Proteus mirabilis</u>
1	+		+	+			+		
2	+		+	+		+			
3	+	+			+			+	
4	+	+	+	+				+	
5	+			+			+		
6	+			+	+				
7	+						+	+	
8	+								
9	+	+	+	+					+
10	+		+				+		
11	+					+	+		
12	+	+	+				+		
13	+								
14	+			+			+		

Continuación del cuadro anterior

Lugar del muestreo	<u>E. coli</u>	<u>Shigella</u>	<u>Salmone</u> <u>lla</u>	<u>Citrobac</u> <u>ter</u>	<u>Klebsie</u> <u>lla</u>	<u>E.aero-</u> <u>genes</u>	<u>Pectobac</u> <u>terium</u>	<u>Proteus</u> <u>vulgaris</u>	<u>Proteus</u> <u>mirabilis</u>
15	+						+	+	
16	+		+				+		
17	+	+					+		

- 1.- Entrada
- 2.- Tratamiento primario
- 3.- Tratamiento secundario
- 4.- Cloración
- 5.- Tláhuac
- 6.- Tláhuac
- 7.- San Luis Tlaxiataltemalco
- 8.- El Acuario (San Gregorio Atlapulco)
- 9.- Atenco (San Gregorio Atlapulco)
- 10.- La Fábrica (San Gregorio Atlapulco)
- 11.- Puente de Aureliano Urrutia (Xochimilco)
- 12.- Zacapa (Xochimilco)
- 13.- La Laguna de Caltongo (Xochimilco)
- 14.- San Cristóbal (Xochimilco)

Identificación de Parásitos

Lugar de muestreo	Examen Directo	Método de Faust	Método de Ritchie
1	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>
2	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>	<u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>
3	Ovulos de <u>Ascaris</u> Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u>
4	<u>Balantidium coli</u> Huevos de <u>Ascaris</u>	<u>Balantidium coli</u> Huevos de <u>Ascaris</u>	<u>Balantidium coli</u> Huevos de <u>Ascaris</u>
5	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>
6	Huevos de <u>Ascaris</u> Huevos de <u>Hymenolepis</u> <u>diminuta</u> <u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>  Huevos de <u>Trichuris</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> Huevos de <u>Trichuris</u> <u>trichiura</u> <u>Entamoeba coli</u>
7	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u> Huevos de <u>Trichuris</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u> Huevos de <u>Trichuris</u>
8	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Balantidium coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Balantidium coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Balantidium coli</u>

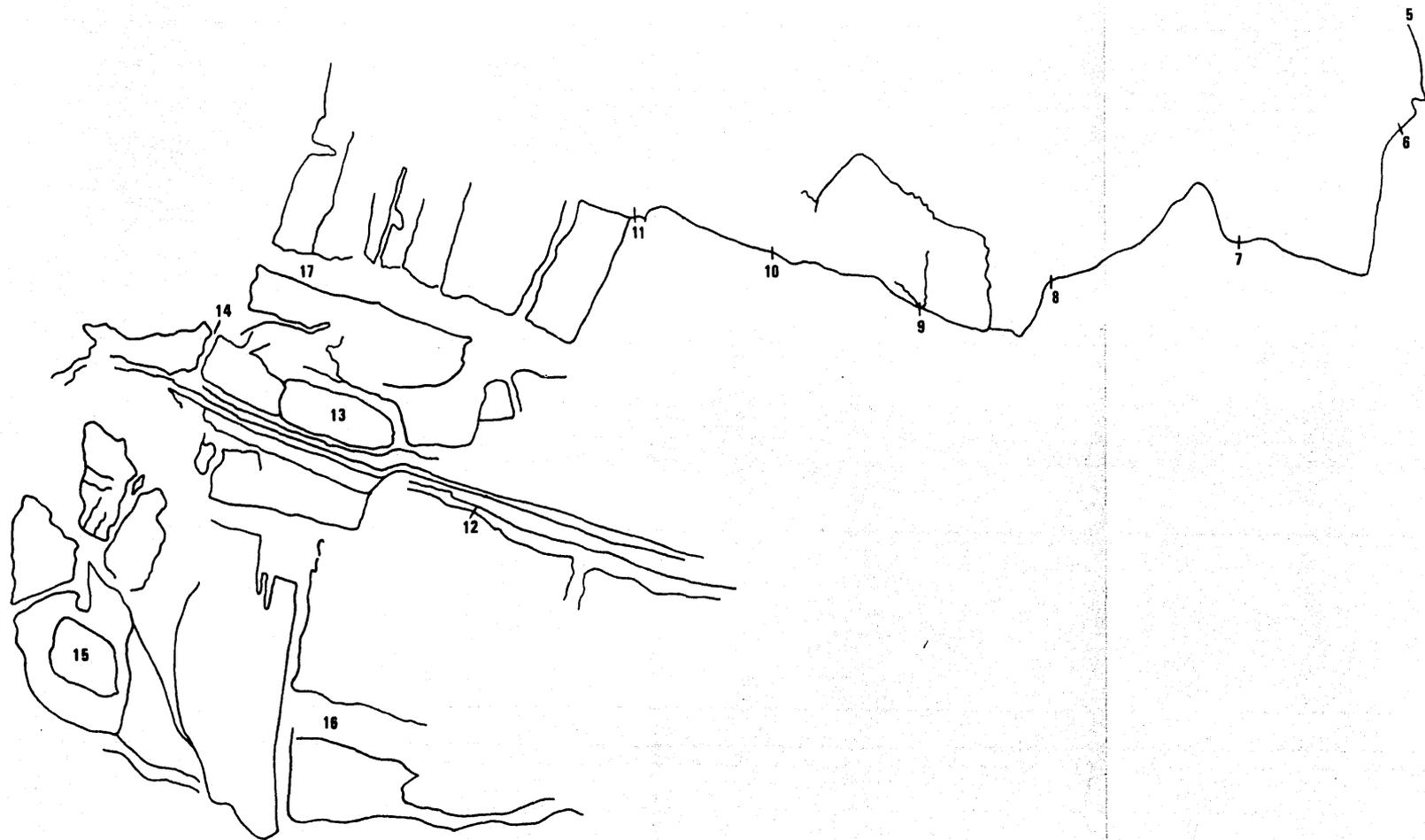
Continuación del cuadro anterior

Lugar de muestreo	Examen Directo	Método de Faust	Método de Ritchie
9	<u>Balantidium coli</u> <u>Fasciola hepática</u> H. descorticados de <u>Ascaris</u>	<u>Balantidium coli</u> <u>Fasciola hepática</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Fasciola hepática</u> <u>Balantidium coli</u>
10	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Balantidium coli</u> <u>Fasciola hepática</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Balantidium coli</u> <u>Fasciola hepática</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Balantidium coli</u> <u>Fasciola hepática</u>
11	<u>Balantidium coli</u> Huevos de <u>Ascaris</u>	<u>Balantidium coli</u> Huevos de <u>Ascaris</u>	<u>Balantidium coli</u> Huevos de <u>Ascaris</u>
12	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Balantidium coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Balantidium coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Balantidium coli</u>
13		<u>Entamoeba coli</u> Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Balantidium coli</u>	<u>Balantidium coli</u> Huevos de <u>Ascaris</u>
14	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>
15	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>	Huevos de <u>Ascaris</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Entamoeba coli</u>
16	Algas	<u>Balantidium coli</u>	<u>Balantidium coli</u>
17	Huevos de <u>Ascaris</u>	Huevos de <u>Ascaris</u>	Huevos de <u>Ascaris</u> <u>Balantidium coli</u>

## Nombres de los lugares de muestreo.

- Planta {
- 1.- Entrada
  - 2.- Tratamiento primario
  - 3.- Tratamiento secundario
  - 4.- Cloración
  - 5.- Tláhuac
  - 6.- Tláhuac
  - 7.- San Luis Tlaxialtemalco
  - 8.- El Acuario (San Gregorio Atlapulco)
  - 9.- Atenco (San Gregorio Atlapulco)
  - 10.- La Fábrica (San Gregorio Atlapulco)
  - 11.- Puente de Aureliano Urrutia (Xochimilco)
  - 12.- Zacapa (Xochimilco)
  - 13.- La Laguna de Caltongo (Xochimilco)
  - 14.- San Cristóbal (Xochimilco)
  - 15.- Nativitas (Xochimilco)
  - 16.- San Jerónimo (Nativitas)
  - 17.- Apatlaco (Barrio de la Santísima Xochimilco)

MAPA DEL RECORRIDO DONDE SE REALIZO EL MUESTREO



#### 4.0 DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS.

Al tomar la muestra dentro de la planta de tratamiento de - - aguas negras, se presentó un problema en la entrada de la planta - precedente de Aculco (en este lugar llegan las aguas negras mezcla das de los diferentes desechos, como son de casas, laboratorios e industrias, ahí se elimina la materia de mayor volumen como botes, frascos, basuras, etc.), debido a que por la profundidad a la que se encontraba no era posible tomarla directamente en el frasco, - - fue necesario utilizar un bote para sacar el agua y dentro del mis mo tomar la muestra, no siendo muy representativa.

En el tratamiento primario no hubo problema debido a que se - tomó la muestra directamente al frasco de tres tanques diferentes - (un frasco para los tres tanques), para este tratamiento existen - cinco tanques.

En el tratamiento secundario sucedió lo mismo que en la entra da, por lo que se hizo uso del bote para tomar la muestra, no sien do muy representativa, aunque se tomó de la mezcla de los cinco -- tanques de que se compone este tratamiento (los cinco tanques vier ten su contenido en un mismo lugar y de ahí se tomó la muestra).

En cloración la toma de muestra fué directa al frasco, mues-- treando de los dos tanques de que se compone esta sección del tra-- tamiento.

A través del recorrido que hacen las aguas negras tratadas, - se tomaron zonas representativas para muestrear, de acuerdo al nú-- mero de casas habitación, lavaderos y establos que descargan al ca-- nal, y así determinar el grado de contaminación de una zona a otra,

aún dentro de un mismo canal.

También se tomó en cuenta para dicho muestreo el uso que se da a los canales, que como se sabe, es el riego de hortalizas y plantas y, de esta manera, poder evaluar qué tan contaminadas estarían dichas hortalizas que son consumidas por la mayoría de los habitantes del Distrito Federal, así como saber el tipo de microorganismos que están presentes en dicha contaminación.

El muestreo en los canales no tuvo ninguna dificultad debido a que la toma de muestra se efectuó directamente al frasco muestreador, colectándola aproximadamente a la mitad de lo ancho del canal, sitio al que se llegó en canoa.

Al tener los resultados de los diferentes análisis del agua, se observó que al entrar a la planta de tratamiento de aguas negras - la cuenta de microorganismos totales fué menor que la del tratamiento primario, esto indica que los tanques en esta fase aportaban un cierto número de microorganismos que elevaban la cuenta, debido a que tal vez no tienen un tratamiento adecuado.

Lo mismo ocurre en la cuenta total de bacilos entéricos, siendo diferente en el caso de cuenta total de coliformes.

Con respecto a resultados de parasitología tanto en el tratamiento primario como en la entrada, se encontraron huevos de Ascaris y Entamoeba coli.

En el tratamiento secundario se observó una menor cantidad de microorganismos totales, coliformes y entéricos con respecto al número de coliformes.

En este tratamiento se encontró la presencia de óvulos y huevos de Ascaris y también de Ectamoeba coli.

En cloración se detemrinó un número menor en la cuenta total de microorganismos, coliformes y entéricos, con respecto al tratamiento secundario, lo que indica que el tratamiento progresivo de las aguas negras, va dando una disminución considerable del número de microorganismos.

En este punto se encontró, huevos de Ascaris y Balantidium coli.

En Tláhuac se observó una disminución en la cuenta de microorganismos totales, coliformes y entéricos, aunque no se puede hacer una comparación con respecto a cloración ya que existe una distancia considerable de un punto a otro. Por otro lado, en este punto el número de coliformes es mayor que el de bacilos entéricos, esto se puede deber a la descarga de un restaurante que se encuentra cercano al sitio en que se tomó la muestra.

Se encontró en dicho lugar la presencia de huevos de Ascaris y Entamoeba coli.

En el siguiente punto que pertenece también a Tláhuac, aumentó el número de microorganismos totales, así como el de bacilos entéricos disminuyendo el número de coliformes con respecto al punto anterior, haciendo el análisis parasitológico se encuentran huevos de Ascaris, huevos de Hymenolepis diminuta y Entamoeba coli, en este punto hay un mayor número de descargas de casas habitación.

En San Luis Tlaxialtemalco se obtuvo un número mayor de mi--

microorganismos totales con respecto a Tláhuac, al igual que el número de coliformes y bacilos entéricos. En este punto existe una mayor descarga de aguas contaminadas, debido a que hay casas y lavaderos que hacen descargas directamente al canal, por lo que se explica la presencia de huevos de Trichuris Trichura, huevos de Ascaris y Entamoeba coli.

En el Acuario el número de microorganismos totales fué mayor que en San Luis, disminuyendo el número de coliformes y bacilos entéricos, esto último debido probablemente a que en esta zona no hay descargas de casas lavaderos o establos que se viertan al canal. Con respecto a parasitología se encontró la presencia de Balantidium coli y huevos de Ascaris.

En Atenco aumentó el número de microorganismos totales, coliformes y entéricos con respecto al Acuario, siendo esto lo esperado, ya que hay demasiadas descargas de San Gregorio y es ahí donde se encuentra la mayor parte de los desechos de casa habitación, lavaderos y establos, debido a que este sitio se encuentra en el centro del pueblo. En el análisis parasitológico se encontró la presencia de Balantidium coli, huevos de Ascaris, y huevos de Fasciola Hepática, estos últimos probablemente proceden de las vacas.

En el lugar llamado la Fábrica se observó un considerable aumento de microorganismos totales, un ligero aumento de coliformes y una disminución de bacilo entéricos con respecto a Atenco, en este lugar hay mayor descarga de establos, casa habitación y lavaderos, observándose también que la contaminación no es debida a coliformes, sino a otro tipo de microorganismos, ya que la diferencia entre uno y otro es considerable. Al igual que sucedió en Atenco acerca de la presencia de los parásitos debido a las descargas de

casas y lavaderos y establos, se esperaba el mismo resultado que en el punto anterior y así se obtuvo.

En el Puente de Aureliano Urrutia el número de microorganismos disminuyó con respecto a la Fábrica, al igual que el número de coliformes y bacilos entéricos, esta disminución se debe a que no hay descargas en este canal, ni casas ni otro tipo de desechos y además, no hay circulación de canoas como en los puntos anteriores. En este lugar se encontraron Balantidium coli y también huevos de Ascaris.

En Zacapa aumentó el número de microorganismos totales comparados con Puente de Urrutia, hubo un ligero aumento del número de bacilos entéricos y disminuyó el número de coliformes, estos resultados lo más probable es que se deban a la descarga de casas habitación y a la presencia de gran cantidad de lirio acuático. Aquí encontramos nuevamente la presencia de huevos de Ascaris y Balantidium coli.

En la Laguna disminuyó la cantidad de microorganismos totales, sólo que en este lugar no se puede hacer una comparación con el punto anterior, debido a que no hay contacto de un canal con otro, resultando igual el número de coliformes y de bacilos entéricos, en este sitio hay descargas de casas que se encuentran a la orilla del canal, hay que hacer notar que los resultados no fueron elevados a pesar de que el día del muestreo estaban pescando y al hacerlo se removía el lodo que se encuentra en el fondo del canal.

En San Cristobal hay un aumento muy notable de microorganismos totales con respecto al punto anterior, al igual que del número de coliformes y de bacilos entéricos, en este sitio, nuevamen-

te hay descargas de casas que se encuentran a la orilla del canal.

En Nativitas se presentó un aumento de microorganismos totales, de coliformes y de bacilos entéricos hubo una disminución, da tos que se comparan con la Laguna y que se piensa los resultados se deban a las descargas que existen a lo largo del canal de las casas a dicho canal y a la gran cantidad de turistas que acuden a este sitio debido a que es una zona recreativa y una de las más -- concurridas.

En San Jerónimo se observa un gran aumento de microorganismos totales, coliformes y bacilos entéricos en comparación con Nativi tas, ésto se debe a que hay un mayor número de descargas a dicho canal de las casas habitación.

En Apatlaco hay un aumento considerable de microorganismos to tales con respecto a la Laguna, al igual que el número de coliformes y bacilos entéricos, debido a que hay un mayor número de descargas de casas habitación, estas descargas no son rectamente a di cho canal pero son el navegar de las canoas hay movimiento del agua y por lo tanto se realiza una mezcla el agua.

Por los resultados obtenidos, la presencia de Streptococcus - faecalis en todos los puntos de muestreo, se debe casi con seguri dad a que encuentran establos a la orilla del canal o bien a casas que tienen establos o corrales de cría. Sólo en los puntos 6, 9 y 11 no se encontraron estos estreptococos. Por lo que respecta a -- los resultados de parasitología en los puntos del 13 al 17 se en contraron huevos de Ascaris, Balantidium coli y Entamoeba coli.

## 5.0 CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos después de haber realizado el análisis del agua en los diferentes puntos muestreados.

Se observa que el agua que sale de la planta de tratamiento es aceptable, ya que si se compara la entrada con la salida, disminuye considerablemente el número de microorganismos contaminantes en esta última; se observa que el agua se contamina a lo largo de su trayectoria a través de los diferentes canales; aumentando el grado de contaminación como consecuencia de la presencia o ausencia de descargas de las casas habitación, lavaderos o establos hacia dichos canales.

Se comprueba que la utilización de esta agua para riego de hortalizas ocasiona la contaminación de las mismas, y que al ser consumidas sin lavarlas adecuadamente, pueden provocar enfermedades gastrointestinales.

### Recomendaciones.

Se podría disminuir este problema con una adecuada concientización del riesgo que ocasionan estos desechos que van directamente a los canales, tanto autoridades como al pueblo en sí y estos a su vez a los turistas que llegan a los diferentes embarcaderos. Probablemente la eliminación total no se logre, cuando menos en un corto plazo, puesto que las condiciones sanitarias de la región no son apropiadas y necesitaría realizarse un cambio radical en la forma de eliminación de las excreta para así evitar la posibilidad de contaminación.

## 6.0 BIBLIOGRAFIA

- 1.- Acevedo, G. S.; "Estudios Bacteriológicos del agua que consumen los alumnos de las Escuelas Primarias de la dirección No. 4 del D.F." Tesis; México 1977. UNAM, Facultad de Química.
- 2.- BBL: "Manual de procedimientos del laboratorio y de productos BBL"; Edt. Editores Asociados S.A. Ed. 1a; México 1974, pp. 69-70.
- 3.- Biagy, F.; "Enfermedades Parásitorias, Edit. Prensa Médica Mexicana,; Ed. 2; México 1981, pp. 77-256 .
- 4.- Castellanos Y.E.E.; "Control Bacteriológico en el tratamiento de las aguas negras del colector de las Lomas de Chapultepec" Tesis: México 1955. UNAM, Facultad de Química.
- 5.- Echeverría, E.; Ordonez, B. R.; "Investigación Eepidemiológica sobre Contaminación de verduras en el D.F." RGM; México 1974 ; 39(231): 147-160.
- 6.- Fair, M.G.; "Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales" en: Ingeniería Sanitaria y de aguas residuales"; Edt. Limusa, México 1976; Vol. L; pp. 83-92 .
- 7.- Falcón, C. "Manual de tratamiento de Aguas Negras"; Edit. Limu sa: Ed. 6 a; México 1980, pp. 15-114.
- 8.- García, R.G.; Taylor, Ma. L.; Alfaro, G. "Estudios Bacteriológicos del agua en una comunidad Mexicana" BOSP; México, Agosto 1982; 93 (2); 127-139.

- 9.- Herrera, B. G.; "Flora Bacteriana y Parásitos de verduras que se consumen en el D.F. y su tratamiento con cloro" Tesis: México 1955. UNAM, Facultad de Química.
- 10.- Maurice, A.; Strobbe, Ph. D.: "La contaminación del agua" en: Orígenes y control de Contaminación Ambiental; Edit. Centro - Regional de Ayuda Técnica: México, Buenos Aires. Cap. IV: pp. 33-51.
- 11.- Maurice, A.; Strobbe, Ph. D.: "La contaminación del agua y sus efectos sobre la salud pública" en: Orígenes y control de Contaminación Ambiental; Edit. Centro Regional de Ayuda Técnica : México, Buenos Aires, Cap. IX: pp. 79-83.
- 12.- Nery, R. "La contaminación y sus repercusiones en la salud" - Sal. Púb. Méx. 1978; 20(3); 287-295.
- 13.- Neumann, H.H.; "Alternatives to Water Chlorination" Rev. Infec. Dise. 1981; 3(6): 1255-1257.
- 14.- "Routine Bacteriologic Examinations of Water to Determine Its Sanitary Quality" en: Standard Methods. For the Examination - of Water and Wastewater; 12 th Edition; 1965; Cap. III: pp - 567-627.
- 15.- Salazar, S.P.M.; De Haro, A.I.: "Manual de Técnicas para el - Diagnóstico morfológico de las parasitosis" Edt. Prensa Médica Mexicana. Ed. 1a. México 1980, pp 87-90 y 93-98.
- 16.- Subsecretaría del mejoramiento del ambiente. "El estado del me dio ambiente" en: Folletos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, México 1981.

- 17.- Turk; J.W. "Contaminación del agua" en; Ecología y contaminación del medio ambiente; Edit. Centro Regional de ayuda Técnica: México, Buenos Aires, Cap. VI; pp 115-138.
- 18.- Tyler, M.G. "Water Resources" en: Living in the Environment; Edt. Wadsworth Publishing Company Belmont, 2a. Edition, California; pp. 337-354 .
- 19.- Tyler, M.G.; "Water Pollution" en Living in the Environment; Edt. Wadsworth Publishing Company Belmont; Edition; California: pp. 357-375.