



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Control Químico y Bacteriológico del Agua de  
Chiconautla que Llega a la Ciudad de México

TESIS PROFESIONAL

TEODORO RAMIREZ REYES

México, D. F.

1967



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Control Químico y Bacteriológico del Agua de  
Chiconautla que Llega a la Ciudad de México

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

México D. F. 1967

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA	PRESIDENTE	<u>Prof. Fernando Velez O.</u>
	VOCAL	<u>Prof. Honorio Valderrama E.</u>
	SECRETARIO	<u>Profa. Bertha Soto de V.</u>
	1er. SUPLENTE	<u>Profa. Martha Enriquez L.</u>
	2o. SUPLENTE	<u>Profa. Guadalupe Garcia B.</u>

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

Laboratorio de Control de "Cía. Medicinal La Campana".

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE: Teodoro Ramirez R.

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA: Honorio Valderrama E.

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUPERVISOR TECNICO: Carlos Salzillo

**A LA MEMORIA IMBORRABLE  
DE MI QUERIDO PADRE.**

**A MI MADRE  
A QUIEN LE DEBO TODO.**

**A MI HERMANA  
CON SATISFACCION.**

**A MI ESPOSA E HIJOS.**

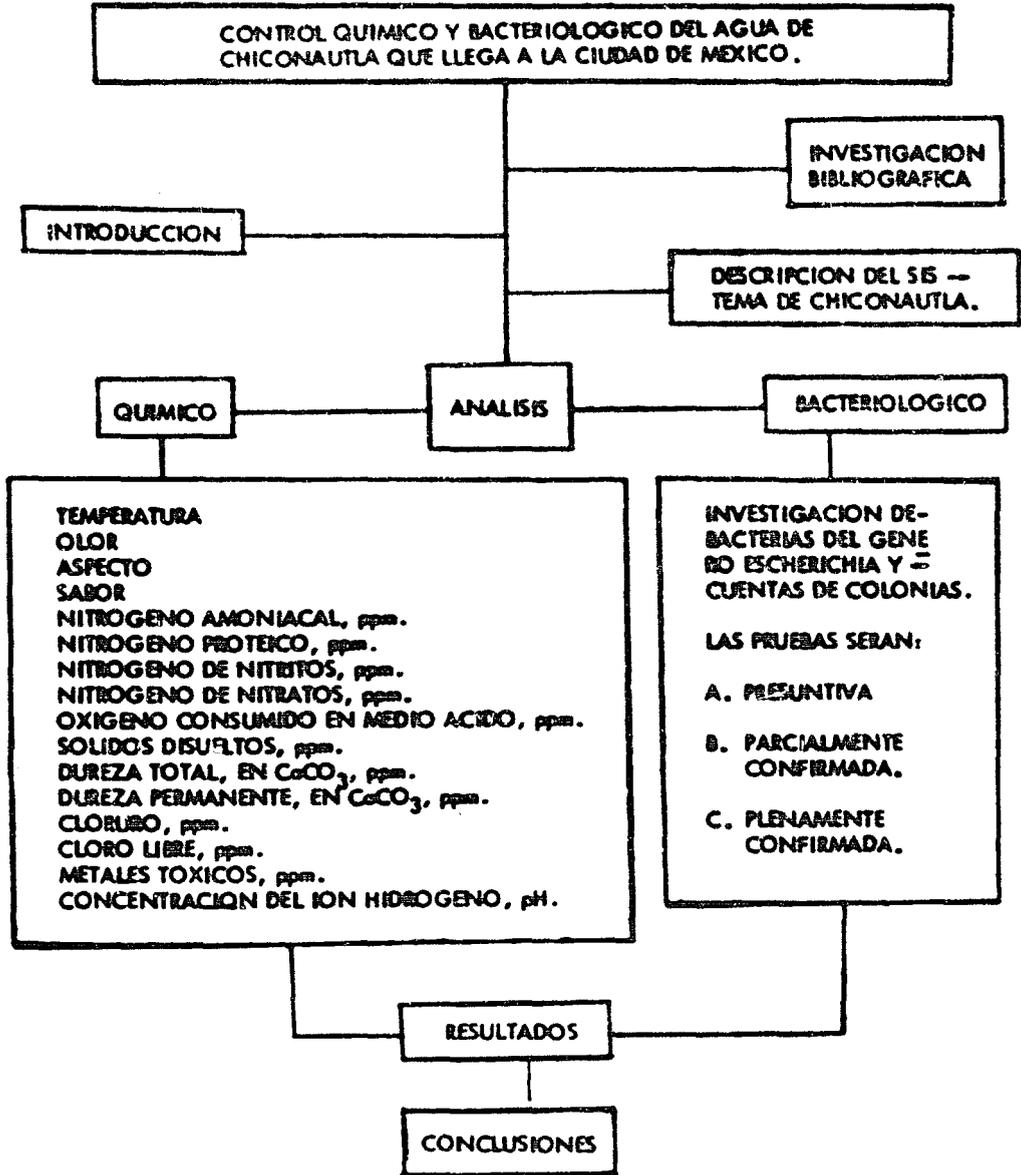
AL Dr. H. de J. VALDERRAMA  
POR LA DIRECCION DE ESTA TESIS.

ESTE TRABAJO FUE REALIZADO EN EL  
LABORATORIO DE CONTROL DE LA CIA.  
MEDICINAL "LA CAMPANA" A QUIEN  
AGRADEZCO SU VALIOSA COOPERACION.

AL Sr. PROF.  
QUIM. PABLO HOPE  
POR SU VALIOSA ORIENTACION

**AL HONORABLE JURADO**

## DIAGRAMA DEL PLAN DE TRABAJO



## **SUMARIO .**

### **I. INTRODUCCION.**

- 1.- Breve reseña Histórica.
- 2.- Datos Estadísticos.

### **II. DESCRIPCION DEL SISTEMA CHICONAUTLA.**

### **III. ANALISIS DEL AGUA.**

- 1.- Análisis Químico.
- 2.- Análisis Bacteriológico.

### **IV. RESULTADOS.**

### **V. CONCLUSIONES.**

### **VI. BIBLIOGRAFIA.**

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION.**

- 1.- Breve Reseña Histórica.**
- 2.- Datos Estadísticos.**

## INTRODUCCION.

Es de primordial importancia en salud pública, un buen abastecimiento de agua, tanto por tratarse de un líquido vital para nuestra existencia, como para favorecer el alejamiento de excreta, limpieza corporal, limpieza urbana y el proceso industrial. En éste último reviste gran importancia la calidad del agua a usarse, ya que casi en toda industria se emplea como elemento principal, el agua, así pues sufre un tratamiento previo según la aplicación de que va a ser objeto.

Esto puede ser:

Químico si va a ser empleada en la generación de vapor, refrigeración, etc.

Bacteriológico si se trata de industrias que elaboren productos medicinales o alimenticios.

El agua para que sea considerada como potable debe llenar ciertos requisitos que marca la Ley. (1)

Actualmente se realizan estudios tendientes a proporcionar un agua suficientemente pura para reducir al mínimo, el grave problema que representa las enfermedades de origen hídrico. Es un hecho indiscutible que a toda mejora en los abastecimientos de agua, se obtenga una disminución de coeficientes de mortalidad general. A esto se le llama fenómeno de Mill-Rinke comprobado por Hazen, quien

indica que por cada defunción de tifoidea que se evita, se suprimen dos o tres defunciones debidas a otras causas. En el D.F. por diversos trabajos (2), (3) se ha demostrado que el agua potable procedente de ciertas zonas, no cumple con los requisitos de potabilidad que exige el reglamento en vigor; en el presente trabajo se ha hecho un control químico y bacteriológico, para determinar si el agua procedente de Chiconautla puede emplearse en el suministro de la ciudad de México.

### BREVE RESEÑA HISTORICA.

Desde hace años ha sido una preocupación constante de todos los pueblos, la búsqueda del agua pura; en la India se sabía que el agua impura debería hervirse o bien purificarse por filtración a través de arena. Semejante preocupación tuvieron romanos, griegos, egipcios, etc. En Alejandría, se construyeron acueductos para transportar las aguas del Nilo a las cisternas de la ciudad.

En el siglo V Venecia recogía y protegía el agua de la lluvia en cisternas que en su mayoría estaban rodeadas de filtros de arena, su sistema de agua llegó a contar con: 177 cisternas públicas y 1,900 privadas (4). Durante el transcurso de los siglos se fueron mejorando los tipos de tanques de sedimentación y fueron apareciendo los filtros rápidos. Se continuó buscando nuevos procedimientos que permitiesen la purificación del agua en volúmenes cada vez mayores.

El México de la antigüedad, antes de su contacto con el occidente, presentó las mismas manifestaciones, que los demás pueblos; las condiciones físicas

y meteorológicas características de nuestro territorio, hicieron que en las comunidades rurales el agua fuese un Dios. Así entre los zapotecas se le llamaba Cocijó; Tlaloc entre los Náhuatl; Tajín entre los Totonacas; Chac entre las Mayas.

Moctezuma Ilhuicamina mandó construir un acueducto para introducir el agua de Chapultepec a La Gran Tenochtitlán. Más tarde Ahuizotl aprovechó las aguas del manantial de Churubusco, pero como estas aguas se distribuían en conductos descubiertos, se contaminaban en su trayecto. Esto dió lugar a que posteriormente se hicieran mejoras y fueran usadas por primera vez tuberías metálicas-- aumentándose también el caudal con las aguas del Desierto de los Leones.

Como el problema del agua no se solucionó, en el año de 1899 se-- comisionó al Ing. Manuel Marroquín y Rivera para que resolviera dicho problema y así después de estudios minuciosos llegó a la conclusión de utilizar los manantiales de Xochimilco. Se aprobó dicho proyecto y en 1912 se concluyó con un costo de \$17,540,038.91

Sólo 5 años duró el goce de la abundancia del agua pues llegó un momento en el cual el agua fué insuficiente a tal grado que en 1917 se interrumpió el servicio nocturno de la misma.

Conviene mencionar que las aguas de Chapultepec dejaron de utilizarse por habérselas encontrado contaminadas. Así el problema empeoraba cada vez más. La ciudad aumentaba en población continuamente y el problema seguía--

existiendo. En 1933 se ejecutaron varias obras adicionales al sistema Xochimilco con el fin de aumentar el caudal contando para estas obras con un empréstito de \$25,000,000.00. Cuatro años más tarde el gobierno se interesó por el proyecto de Capitación de las Aguas de Lerma y se acordó formar una comisión técnica que fue propuesta por la dirección de Aguas y Saneamiento. A fines de 1937 se presentó el anteproyecto el cual fue aprobado en 1941 y se formuló el programa para que las obras principiaran en 1942 habiéndose terminado en 1947.

El gobierno mandó perforar Pozos artesianos para aumentar el caudal de agua; muchas empresas particulares también lo hicieron para cubrir sus necesidades, esto dió origen a un problema más para la ciudad de México; el de la desecación del subsuelo y por lo tanto la perforación de pozos está suspendida por el momento.

#### DATOS ESTADISTICOS.

En vista de que el volumen principal de obras para abastecimiento de agua en México, ha sido ejecutada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, a continuación se mencionan los datos relativos a los trabajos realizados, que fueron tomados de la investigación que con motivo de la necesidad de inversiones a este respecto, hizo dicha Secretaría en su publicación de 1961 titulada "Los Recursos Hidráulicos de México".

En la construcción de obras de dotación de aguas potables, se han-

invertido directamente desde 1947 hasta 1960 \$768.600,000.00 que han sido aportados como sigue:

A).- Inversión hecha por el Gobierno Federal.	\$ 343.400,000.00
B).- Cooperación de usuarios, Municipios y - Gobiernos Estatales.	247.600,000.00
C).- Fideicomisos del Banco Nacional Hipotecario Urbano y Obras Públicas:	177.600,000.00

La inversión realizada ha permitido beneficiar a 4.875,425 habitantes con un gasto medio de \$157.67 por habitante.

El total de habitantes beneficiados en el lapso señalado, representa el 14.3% de la población actual del país.

#### SERVICIO DE AGUA EN LOCALIDADES RURALES.

La Secretaría de Recursos Hidráulicos ha invertido 177 millones desde 1947 hasta la fecha, lo que ha permitido beneficiar a 901,420 habitantes.

El gasto requerido por habitante que era de \$ 41.00 en 1948 cuando se iniciaron los trabajos, se ha elevado hasta \$ 198.70 en el año de 1960, o sea, - que ha tenido un promedio de inversión por habitante en el lapso de 1947 a 1960, - de \$ 129.80

Para la realización de estas obras, se ha contado con la cooperación de los habitantes beneficiados, ya sea en efectivo en materiales o en mano de

obra, por un total de \$ 49.5 millones.

### SERVICIO DE AGUA EN LOCALIDADES URBANAS.

En localidades urbanas, en donde la Secretaría de Recursos Hidráulicos ha trabajado casi en forma exclusiva desde 1947, se han invertido -----  
\$651.600,000.00 que han sido aportados en la siguiente forma:

- a).- Fondos federales: \$ 268,900.00 que representan el 41%
- b).- Cooperaciones: 205,100.00 que representan el 31.5%
- c).- Fideicomisos del Banco Nacional Hipotecario Urbano y de ---  
Obras Públicas 177,600.00 que representan el 27.5%

SUMA TOTAL \$ 651,600.00 . . . . . 100%

Las obras han beneficiado a 3,974.005 habitantes con un costo promedio de \$ 163.90 por habitante.

Actualmente las obras realizadas por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, se hacen de acuerdo con la Ley de Cooperación para dotación de agua potable a los Municipios, que en su primer artículo dice: "El Gobierno Federal cooperará con las autoridades locales a la realización de las obras de agua potable mediante inversiones no recuperables equivalentes a la mitad de su costo en las localidades con menos de 30,000 habitantes y a un tercio en las de 30,000 habitantes o más".

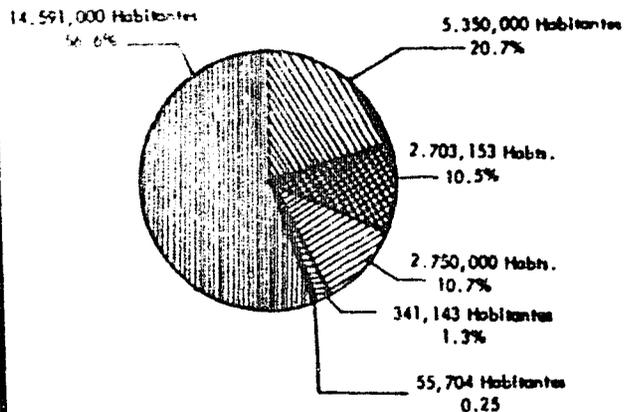
Desgraciadamente los escasos recursos económicos con que cuentan la mayoría de nuestros municipios o directamente las localidades beneficiadas, les han impedido aportar en forma inmediata las cantidades que les corresponden para poder aprovechar las ventajas que ofrece la mencionada Ley.

Las condiciones que guarda actualmente la población del país en la respecta a servicio de agua, es la siguiente:

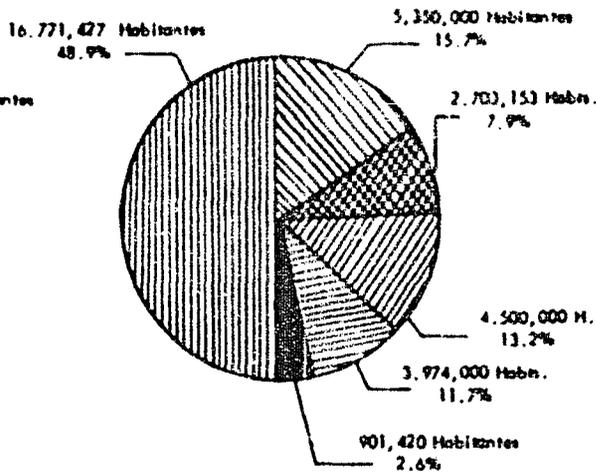
Sin servicio	16,771.427 Hab.	48.9 %
Con servicio rudimentario	5,350.000 Hab.	15.7 %
Con servicio anterior a 1947.	2,703.153 Hab.	7.9 %
Con servicio posterior a 1947	4,875.420 Hab.	14.3 %
Distrito Federal	4,500.000 Hab.	13.2 %
<b>T O T A L:</b>	<b>34,200,000 Hab.</b>	<b>100.0 %</b>

(VER LAMINA ANEXA)

1950  
25 791 000 HABITANTES



1960  
34 200 000 HABITANTES



Sin Servicio



Distrito Federal



Rurales (Servicio de Hidrantes)



Con Servicio anterior



Urbanas



Con Servicio Rudimentario

S.S.A. DIRECCION DE INGENIERIA SANITARIA

POBLACION DE MEXICO  
CON SERVICIO DE AGUA

Agosto 1961.

## **CAPITULO II**

### **DESCRIPCION DEL SISTEMA CHICONAUTLA.**

## DESCRIPCION DEL SISTEMA CHICONAUTLA.

Las obras de Chiconautla, se iniciaron en 1954 y empezaron a funcionar en 1957, dicha zona se encuentra ubicada a 32 Kms. al noroeste de la ciudad de México.

La captación del agua está situada a 5.0 mts. sobre el nivel de la capital, proviene de 39 pozos que tienen un rendimiento de 105 Lts. por segundo y una profundidad media de 150 mts.

Dichos pozos se encuentran en ocho secciones:

San Cristobal Ecatepec	4 pozos
Gran Canal	4 pozos
Chiconautla (Ojo de agua)	14 pozos
El Charco 1	4 pozos
Tepexpan Norte	4 pozos
Tepexpan Sur	3 pozos
El Charco de la Curva	5 pozos
Venta de Carpio	1 pozo

Tienen entre sí una separación mínima de 500 mts. y una máxima de

2.5 Kms.

Cada pozo cuenta con un motor eléctrico de 50 HP y son alimentados por una Sub-estación que se encuentra en Venta de Carpio. El acueducto principal tiene una longitud de 22 Kms. y un diámetro de 2.20 mts.

El sistema comprende dos plantas que reciben y bombean el agua. La primera planta está situada en San Cristobal Ecatepec a ella llega el agua de todos los pozos, mediante un colector; cuenta esta planta con cinco bombas de 350 HP cada una y tienen un gasto de 750 Lts. por segundo, posee para casos especiales de emergencia cuatro bombas de 50 HP cada uno y con un gasto de 100 Lts. por segundo.

El agua es recibida en un depósito denominado Cárcamo, de donde pasa lentamente a otro depósito del cual es bombeada Kilómetro y medio, de ese tramo en adelante, el caudal sigue por gravedad hasta llegar a la Planta número dos (San Juanico). Se recibe nuevamente en una Cárcamo para tranquilizar su presión, una vez reposada es bombeada, con la ayuda de cinco bombas de 600 HP, y con una salida de 750 Lts. por segundo, así mismo esta planta cuenta con cuatro bombas de 100 HP y de 110 Lts. por segundo.

El agua es bombeada 42 mts. y de ahí por gravedad, llega a dos tanques de almacenamiento, los que tienen una capacidad de:

1o.- 58,000  $Mt^3$ .

2o.- 52,000  $Mt^3$ .

Una vez en los tanques de almacenamiento, el agua es conducida— por gravedad, hasta un depósito denominado tanque de Oscilación de donde pasa a la cámara de Válvulas, en ese lugar debe llevar 60 libras de presión, la cual se mi de con gráficas. De aquí tendrá lugar la distribución a la red de la ciudad.

De los 39 pozos sólo 34 de ellos trabajan las 24 hrs. su calendario— de trabajo es el siguiente:

Los de Charco	constantemente
Ojo de Agua	constantemente
San Cristóbal	domingos
El Gran Canal	de lunes a sábados

## TRATAMIENTO DE LAS AGUAS.

La planta Cloradora, está situada a 2 Kms. de la Red de distribu— ción, en un lugar denominado "San Juanico".

Esta planta está equipada con un clorador Wallac & Tieman, y pos— teriormente se piensa montar otro del mismo tipo.

Este aparato, es de vacío visible, y tienen una capacidad suficien— te para suministrar 92 Kgs. de cloro en 24 hrs. es alimentado por medio de unos ci— lindros de cloro, de una capacidad de 908 Kgs. cada uno, los cuales están monta— dos sobre básculas que controlan la cantidad de cloro añadida al agua.

Con esa cantidad de cloro inyectada, se mantiene el agua a una concentración de 0.5 ppm. en el punto de máxima presión y se calcula que el punto de mínima presión podrá tener 0.2 ppm. de cloro residual, ésta cifra la han fijado las autoridades como mínima y puede ; venir a las aguas de cualquier contaminación.

El cloro es inyectado a una presión de 5 Kgs. por  $\text{cm}^2$  la presión hidráulica es de 5 Kgs. por  $\text{cm}^2$ .

**CAPITULO III**  
**ANALISIS DEL AGUA**

- 1.- Análisis Químico.**
- 2.- Análisis Bacteriológico.**

## ANALISIS DEL AGUA.

### 1.- ANALISIS QUIMICO.

Este análisis se divide en dos partes:

La primera corresponde a las determinaciones que deben hacerse en el momento en que se hace la toma de la muestra.

La segunda parte comprende las determinaciones que se hace en el laboratorio.

### TOMA DE LA MUESTRA.

Dicha toma debe hacerse usando frascos previamente lavados con agua y jabón, luego con una solución de Hidróxido de Sodio y con Acido Clorhídrico, enjuagados con agua destilada y finalmente enjuagados con el agua que se va a muestrear. Los frascos deben taparse perfectamente con tapón esmerilizado y ser de una capacidad de 4 a 5 litros.

### TEMPERATURA DEL AGUA.

La temperatura del agua debe hacerse en el lugar donde se hace la toma de la muestra usando para ello un termómetro que esté graduado en décimas de grado.

## EL OLOR.

Esta observación se hace en agua fría y caliente.

En agua fría: La muestra se coloca en un frasco hasta la mitad, se sacude vigorosamente, y se huele.

En agua caliente: En un matrón de 500 cc se ponen 150 cc. del agua en estudio, se tapa perfectamente, se calienta cerca de la ebullición por unos 15 minutos, se enfría ligeramente, se quita el tapón y se huele.

Para designar el olor se recurre a una tabla que expresa la intensidad del olor dándole un valor numérico.

Valor Numérico	Término	Definición aproximada.
0	Ninguno	No hay olor perceptible.
1	Muy débil	Un olor que no sería ordinariamente percibido por la mayoría de la gente sino por expertos.
2	Débil	Un olor que puede por curiosidad llamar la atención a algunas personas y a otras les pasará desapercibido.
3	Claro	Un olor que sería descubierto fácilmente.
4	Fuerte	Un olor que daría al agua mal sabor.
5	Muy fuerte	Un olor que la haría impropia para beber.

## COLOR

Para ello se usa una solución standard de PT ( $\text{Cl}_4$  2k Cl (cloroplati-  
nato de potasio). De esta solución standard se preparan una serie de soluciones ti-  
po, con las cuales se compara el agua problema.

## ASPECTO

Debe observarse si contiene partículas en suspensión, sedimentos o  
si es limpia.

## SABOR.

Este se hace probando el agua, para percibir su sabor.

## pH

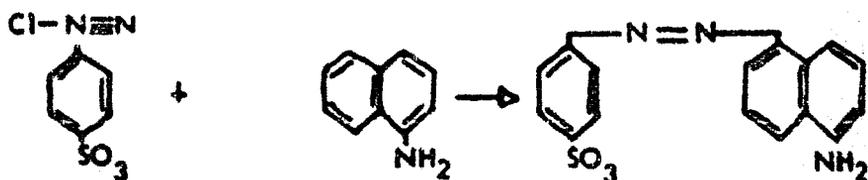
Este se determina mediante un potenciómetro.

## NITRITOS.

Esta determinación se hace empleando una solución de ácido Sulfa-  
nílico, de alfa naitilamina, y una solución tipo de nitrito de sodio.

Las lecturas se hacen en un fotocolorímetro.

Esta determinación se basa en la formación del ácido azobenzol-naf-  
talamino-sulfónico de color rojo, la reacción a que tiene lugar, es la siguiente:



### NITRATOS.

El método se funda en la formación del óxido pírico amarillo.

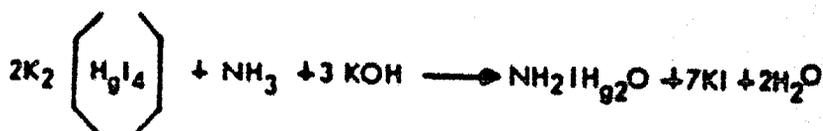
Los reactivos usados son: Acido Fenol disulfónico, solución estándar de nitrato de plata, solución de hidróxido de sodio; las lecturas se hacen en un fotolorímetro.

### AMONIO.

El amoniaco libre, salino y albuminoides se identifica mediante el reactivo de Nessler el cual forma un compuesto complejo de color amarillo y cuya intensidad varía con la cantidad de amonio presente.

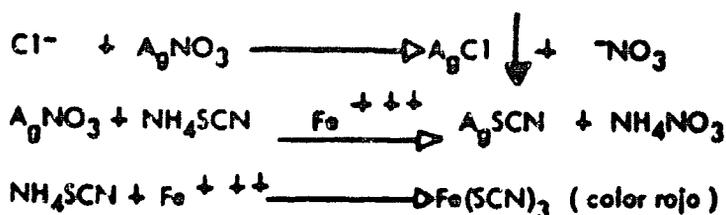
Las reacciones que tienen lugar en la formación del complejo, son las siguientes:





### CLORUROS.

Se determina por el método indirecto de: VOLHARD (5) en el cual se emplea una solución de nitrato de Plata .1N y una solución de Sulfocianuro de Amonio .1N, emplea como indicador solución reactivo de Alumbre férrico, la reacción a que tiene lugar es la siguiente:



### ALCALINIDAD como $CaCO_3$ .

Esta se hace adicionando a la muestra unas gotas de anaranjado de metilo y titulándola con solución de HCl. 0.05N

Un centímetro cúbico de HCl. 0.5N es igual a 0.0025 mg. de  $CaCO_3$ .

### DUREZA DEL AGUA.

Esta dureza depende de la proporción de sales de calcio, magnesio, fierro, manganeso y aluminio; éstas actúan sobre el jabón formando combinaciones insolubles, como el jabón es un compuesto deficiente, en vez de referir la dureza del

agua a la cantidad de jabón que gasta, se refiere a compuestos cálcicos.

Las sales alcalinotérreas que existen en el agua, como son Carbonatos, Sulfatos, cloruros de calcio y magnesio, representan la dureza total.

Si se usa un aparato de reflujo y se hierve esta agua, precipita los bicarbonatos neutros respectivos, si el agua es filtrada encontraremos en ella la dureza permanente.

Las soluciones empleadas son: solución de jabón y solución de carbonato de sodio.

Este método es completamente empírico, por lo que habrá que seguir lo al pie de la letra según lo indica la técnica.

La lectura final, menos el factor espuma, multiplicado por 20 da la dureza total, en términos  $\text{CaCO}_3$  en  $\text{mg/l}$  ó  $\text{ppm}$ .

#### COLORO LIBRE.

El método para la determinación del cloro libre es el llamado el de la Orto-Toluidina, este método usa solución clorhídrica de Orto toluidina la cual se amarillenta al estar en contacto con el cloro, este color desarrollado es comparado con soluciones standard de cromato y dicromato de potasio las lecturas dan directamente  $\text{mg}$ . por litro ó  $\text{ppm}$ . (6)

## SOLIDOS TOTALES.

Se hacen tomando una muestra de 100 cc y evaporándolos a sequedad, se pesa la cápsula a temperatura ambiente y por diferencia del peso original de la cápsula, da los mg. de sólidos totales. Existe un aparato en el cual se determina directamente las partes por mil. que tiene el agua.

## OXIGENO CONSUMIDO EN MEDIO ACIDO.

El método se funda en determinar la cantidad de permanganato que el agua reduce, durante 10 minutos, operando en condiciones precisas, pues según proceda la misma cantidad de agua puede reducir cantidades variables de permanganato, los reactivos usados son: ácido sulfúrico diluido, solución de permanganato 0.01N y solución de ácido Oxálico 0.01N.

Un cc. de  $\text{KMnO}_4$  0.01N = 0.00008 g. de oxígeno.

## 2.- ANALISIS BACTERIOLOGICO.

Por lo general, las aguas siempre contienen micro-organismos, salvo algunas excepciones (aguas de manantiales profundos o bien protegidos.)

El número de microorganismos contenidos en el agua es por otra parte, extremadamente variable debido a una infinidad de circunstancias; sin embargo, está bien claro que las aguas impuras son muy ricas en microorganismos mientras, que las aguas más o menos puras los contienen en menor proporción.

El examen bacteriológico del agua comprende dos fases:

1o. El análisis denominado cuantitativo, o sea el número total de bacterias por ml.

2o. El análisis cualitativo, o sea una serie de pruebas para investigar la presencia de organismos del grupo coliforme, cuyos miembros representativos son: *Escherichia coli* y *Aerobacter aerogenes*, el cual indica contaminación por heces fecales.

Pero está comprobado, que la investigación del bacilo tífico en las aguas es muy difícil, por no decir ilusoria, ya que los diversos procedimientos de aislamiento conducen exclusivamente al descubrimiento del colibacilo, con exclusión del bacilo tífico.

Por otra parte no es suficiente comprobar la presencia o ausencia del bacilo tífico, o del vibrión cólerico; es necesario asegurarse de si el agua está expuesta a contaminarse por otros microorganismos. Ambos gérmenes provienen de los cadáveres o de la excreta.

Se concibe por consecuencia, lo difícil que es, el que pueda pasar a las aguas sin ir acompañados de los microorganismos constantemente presentes en la excreta y en los cadáveres; estos microorganismos constituyen, en cierto modo sus satélites, entre ellos y por razones técnicas, está también el colibacilo, que es el más fácil de poner en evidencia.

Hay establecidos metos standard para determinar la presencia y el número de los gérmenes que pertenecen al grupo Coli aerógenos.

Son considerados como pertenecientes al grupo Coli aerógenos todos los bacilos gram-negativos no esporulados que fermentan la lactosa con formación de gas y se desarrollan en la superficie de los medios sólidos tipos.

#### INVESTIGACION DE BACTERIAS DEL GENERO ESCHERICHIA.

Esta comprende 3 pruebas:

Prueba presuntiva.

Prueba parcialmente confirmada.

Prueba totalmente confirmada.

#### PRUEBA PRESUNTIVA.

Se usan 5 tubos de fermentación con caldo lactosado y rojo de fenol que contengan 10 ml. cada uno del agua problema. Se llevan a incubar a  $37^{\circ}\text{C}$  por 24 y 48 hrs. la formación de gas en cualquiera de los tubos dentro de las 48 + 3 hrs. Sin importar la cantidad constituye una prueba presuntiva positiva.

La ausencia de gas al cabo de 48 hrs. es la prueba presuntiva negativa y no se efectúan más pruebas, pudiéndose considerar esa agua como satisfactoria desde el punto de vista bacteriológico; pero todos los tubos que indiquen formación de gas en cualquiera cantidad se deben sujetar a una prueba confirmada.

### PRUEBA PARCIAL CONFIRMADA.

Si hubo formación de gas en cualquiera de los tubos de fermentación dentro de las 48 horas de incubación a 37°C, se toma con una asa de platino un poco de caldo lactosado y se siembra en una placa de medio de Endo y Verda brillante en estrío, se incuba dicha placa a 37°C durante 24 hrs. Al cabo de este tiempo se observa la placa para investigar en ella, la presencia de colonias francamente rojas si las hay, en caso contrario se incuba la placa otras 24 horas.

Si en la observación no se encuentran colonias típicas desarrolladas sobre la placa, la prueba no deberá considerarse como negativa definitivamente y será necesario completar el estudio con la prueba totalmente confirmada.

### PRUEBA TOTALMENTE CONFIRMADA.

Se procede a tomar de la placa de Endo y Verda brillante una o más colonias típicas o de las más parecidas a organismos del grupo Coli-Aerógenos, se transfiere cada una de ellas a un tubo de fermentación con caldo lactosado, éste se incuba a 37°C por no más de 48 horas se siembra también un tubo de Gelosa inclinada a la misma temperatura y se lee a las 24 hrs.

Se hace un examen microscópico para ver la presencia e ausencia de esporas y una tinción de Gram a partir del cultivo más pequeño.

La formación de gas en caldo lactosado y la demostración de que es un bacilo Gram negativo no esporulado en el cultivo de la Gelosa debe considerarse

la prueba como satisfactoria, demostrándose así la presencia de algún miembro *Coli Aerógenos*.

Si por el contrario, hay ausencia de gas en el caldo lactosado y si no se demuestra que es un bacilo Gram negativo que no forma esporas, constituye la prueba negativa.

Si las 3 pruebas son positivas puede decirse que el agua contiene estos gérmenes en mayor o menor proporción.

Si las primeras pruebas fueron absolutamente negativas, puede decirse que el grupo *Escherichia*, está ausente y en términos sanitarios puede decirse que el agua examinada se clasifica como "Propia".

#### ESTIMACION DEL NUMERO DE GERMENES POR CADA LITRO DE AGUA.

Para ello se usan 5 tubos con caldo lactosado ( 10 ml. ) y se le agregan a cada uno 10 ml. de agua por examinar, los resultados se aprecian de acuerdo con la siguiente tabla.

TUBOS	I	II	III	IV	V	
VOLUMEN	10	10	10	10	10	
	+	+	+	+	+	100
	+	+	+	+	-	80
	+	+	+	-	-	60
	+	+	-	-	-	40
	+	-	-	-	-	20

Los números 20 y 40 significan agua propia, y del 60 en adelante—  
agua impura, los gérmenes no son indicados exactamente con números son únicamen—  
te cifras aproximadas que permiten establecer un límite de tolerancia para distin—  
guir agua potable de la que no lo es.

### NUMERO DE COLONIAS BACTERIANAS POR CENTIMETRO CUBICO.

Tan pronto como se siembra el agua en tubos de fermentación, se ha—  
ce una siembra simultánea en cajas de petri con 10 ml. de Gelosa y poniendo en —  
cada uno de ellos 1 ml. del agua en estudio haciendo previas diluciones. Estas dilu—  
ciones se hacen de la siguiente manera:

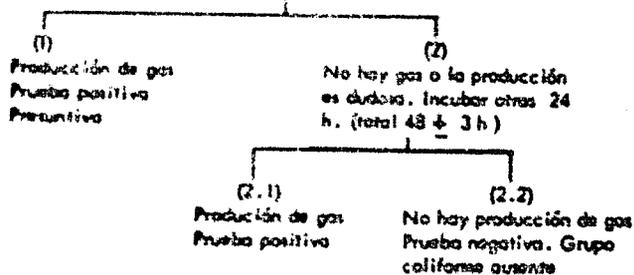
Se colocan en línea 5 frascos esterilizados y de tapón esmerilado de  
una capacidad de 50 ml., se numeran del 1 al 5 y se les agrega a cada uno 9 ml. —  
de agua esteril, una vez hecho esto, al frasco número uno se le adiciona 1 ml. del  
agua problema, se agita con precaución y se toma de el 1 ml. para verterlo al fras—  
co No. 2 se agita éste y se toma un ml. de agua para agregarlo al 3er. frasco y así  
sucesivamente.

Esta operación se repite hasta terminar, logrando así 5 diluciones—  
que son las siguientes:

## ESQUEMA DE LAS PRUEBAS PRESUNTIVAS, CONFIRMADAS Y COMPLETAS

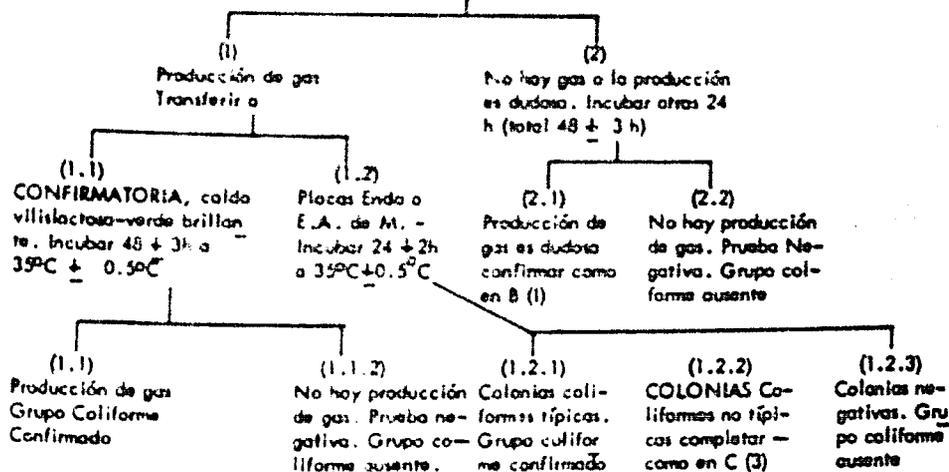
### A. Prueba Presuntiva

Inocular tubos de fermentación con caldo lactosa e Incubar 24 ± 2 h a 35°C ± 0.5°C



### B. Prueba Confirmada

Inocular tubos de fermentación con caldo lactosa e Incubar 24 ± 2 h a 35°C ± 0.5°C



## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

- 1.- Químicos.**
- 2.- Bacteriológicos.**

## RESULTADOS

### 1.- QUIMICOS.

A continuación se indican los límites establecidos por el Reglamento Federal de Agua (Art. 6º).

Debe ser incoloro, inodoro e insípido; no debe contener partículas no dejar sedimento.

Temperatura del agua, °C	10 a 18
Nitrógeno amoniacal, hasta, ppm.	0.50
Nitrógeno protéico, hasta, ppm.	0.10
Nitrógeno de los nitritos, hasta, ppm.	0.00
Nitrógeno de los nitratos, hasta, ppm.	5.00
Oxígeno consumido en medio ácido, hasta, ppm.	3.00
Sólidos disueltos, hasta, ppm.	500.00
Dureza total, en CaCO <sub>3</sub> hasta, ppm.	300.00
Dureza permanente, en CaCO <sub>3</sub> hasta, ppm.	150.00
Alcalinidad total en CaCO <sub>3</sub> hasta, ppm.	250.00
Cloruro, en Cl hasta, ppm.	40.00
Cloro libre, hasta, ppm.	0.20
Metales tóxicos, hasta, ppm.	0.00
Concentración del ión hidrógeno, pH	6.8 a 7.5

Las muestras del análisis químico, fueron controladas de la siguiente manera:

Las numeradas del No. 1 al 6 (antes de ser cloradas)

Las numeradas del No. 7 al 12 (después de ser cloradas)

Las numeradas del No. 13 al 18 (del tanque de Oscilación)



## 2.- BACTERIOLOGICOS.

Las normas bacteriológicas que rigen para los análisis de potabilidad de aguas en la República y establecidas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, son las siguientes:

- 1.- No deberá dar resultado positivo en más de un tubo de los cinco sembrados, cada uno con 10 cc. de agua, en caldo lactosado.
- 2.- No deberá dar lugar al desarrollo de colonias que desprendan mal olor, que licúen rápidamente la gelatina, ó que sean francamente coloridas, indicando la presencia de bacterias cromógenas.
- 3.- No deberá dar lugar al desarrollo de colonias bacterianas superiores a 200 por ml. de muestra.
- 4.- Toda agua que por examen bacteriológico revelara caracteres contrarios a los mencionados en las tres normas anteriores, o sólo en una de ellas, será calificada como no potable e impropia para la alimentación.

Las muestras para el análisis bacteriológico, fueron tomadas de tres diferentes etapas del sistema.

- 1.- Antes de ser clorada el agua (muestras numeradas del 1 al 10).
- 2.- Inmediatamente después de ser clorada el agua (del 11 al 20).
- 3.- A la salida del tanque de oscilación (del 21 al 30).

TABLA DE RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS

No.	INVESTIGACION DE BACTERIAS DEL GENERO ESCHERICHIA					Estimación No. Gérmenes/Lv.
	Tubos Sembrados	Vol. ml.	Prueba Presuntiva	Prueba Parcial Confirmada	Prueba Total Confirmada	
1	5	10	-	-	-	40
2	5	10	-	-	-	40
3	5	10	* ↓	-	-	40
4	5	10	-	-	-	60
5	5	10	-	-	-	40
6	5	10	-	-	-	40
7	5	10	-	-	-	40
8	5	10	-	-	-	40
9	5	10	-	-	-	40
10	5	10	-	-	-	40
11	5	10	-	-	-	20
12	5	10	-	-	-	20
13	5	10	-	-	-	20
14	5	10	-	-	-	20
15	5	10	-	-	-	20
16	5	10	-	-	-	40
17	5	10	-	-	-	40
18	5	10	-	-	-	20
19	5	10	-	-	-	20
20	5	10	-	-	-	40
21	5	10	-	-	-	40
22	5	10	-	-	-	20
23	5	10	-	-	-	20
24	5	10	-	-	-	20
25	5	10	-	-	-	40
26	5	10	-	-	-	40
27	5	10	-	-	-	20
28	5	10	-	-	-	20
29	5	10	-	-	-	40
30	5	10	-	-	-	20

\* Se presentó gas en un tubo, pasando satisfactoriamente la prueba parcial confirmada.

TABLA DE RESULTADOS BACTERIOLOGICOS.

BACTERIAS DEL GENERO ESCHERICHIA			Estimación No. Colonias/lr.	NO. DE COLONIAS DESARROLLADAS EN DIL.					No. Colonias Bacterianas
Prueba Presuntiva	Prueba Parcial Confirmada	Prueba Total Confirmada		1:15	1:150	1:1,000	1:10,000	1:100,000	
-	-	-	40	18	-	-	-	-	160
-	-	-	40	15	-	-	-	-	150
-	-	-	40	18	-	-	-	-	180
-	-	-	40	17	-	-	-	-	170
-	-	-	40	17	-	-	-	-	170
-	-	-	40	17	-	-	-	-	170
-	-	-	40	15	-	-	-	-	150
-	-	-	40	17	-	-	-	-	170
-	-	-	40	16	-	-	-	-	160
-	-	-	40	14	-	-	-	-	160
-	-	-	20	14	-	-	-	-	140
-	-	-	20	14	-	-	-	-	140
-	-	-	20	12	-	-	-	-	120
-	-	-	20	10	-	-	-	-	100
-	-	-	20	9	-	-	-	-	90
-	-	-	40	12	-	-	-	-	120
-	-	-	40	8	-	-	-	-	80
-	-	-	20	7	-	-	-	-	70
-	-	-	20	8	-	-	-	-	80
-	-	-	40	10	-	-	-	-	100
-	-	-	40	14	-	-	-	-	160
-	-	-	20	13	-	-	-	-	130
-	-	-	20	14	-	-	-	-	140
-	-	-	20	13	-	-	-	-	150
-	-	-	40	14	-	-	-	-	140
-	-	-	40	13	-	-	-	-	150
-	-	-	20	14	-	-	-	-	140
-	-	-	20	10	-	-	-	-	100
-	-	-	40	16	-	-	-	-	160
-	-	-	20	15	-	-	-	-	150

Presuntivamente la prueba parcial confirmada.

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES.**

## CONCLUSIONES

- 1.- De los resultados obtenidos, el análisis químico (tablas 1, 2, 3) revela que el agua proveniente de Chiconautla, se encuentra en concentraciones altas de sólidos totales (Muestra 2) y de alcalinidad total en la que en algunos casos-- (Muestra 3 y 5) sobrepasan los límites establecidos.

De ello se deduce que el alto valor de la alcalinidad, sólidos totales y de la dureza ligeramente aumentada, hace desde el punto de vista industrial ver la necesidad de someter el agua a un tratamiento antes de ser empleada.

En términos generales y desde el punto de vista químico, es recomendable utilizarse como agua de bebida.

- 2.- El análisis bacteriológico indicó ausencia de bacterias del género *Escherichia*, así mismo no se observó desarrollo de colonias que licuaran la gelatina o desprendieran mal olor; y solo en una muestra (Muestra 3) la prueba presuntiva -- fué positiva en uno de los tubos, siendo ese mismo tubo negativo al pasar a la prueba parcialmente confirmada.

Así pues pasa satisfactoriamente los límites fijados por las autoridades sanitarias.

- 3.- El tratamiento actual con cloro sólo provoca un sabor leve pero perceptible en

las muestras que se tomaron inmediatamente después de ser cloradas; sin embargo, se piensa instalar otro clorador del mismo tipo, con lo que posiblemente el sabor aumente y al llegar el agua a las tomas domiciliarias, éstas tengan olor y sabor desagradable.

Para evitar esto se impone un estudio para establecer un tratamiento, con el cual se eviten estos sabores desagradables, que generalmente se deben a la formación de clorofenoles, los que provienen de pequeñas cantidades de grupos fenólicos, existentes en el agua y que al estar en contacto con el cloro dan origen a la formación de estos compuestos perjudiciales.

Hoy en día para prevenir estos olores y sabores (7 y 8, 9 y 10) se ha recurrido a un sin número de técnicas, algunas aconsejan el uso previo de amoníaco y la adición posterior de cloro formándose así las cloraminas; a este procedimiento se le denomina Cloraminación.

Existe un segundo método llamado Break-Point (14), éste se funda en la oxidación completa de la materia orgánica presente, con una dosis elevada de cloro. Esto deja una cifra alta de cloro residual el cual posteriormente y con un tratamiento complementario se elimina, hasta obtener la concentración de cloro deseada.

Sería aconsejable para el presente sistema de Chiconautia, hacer uso de la cloraminación pues de hecho se ha comprobado con éxito que el uso del amo-

niaco antes de la cloración, forma compuestos halogenados llamados cloramidas. Estas poseen la misma acción bacteriana que el cloro y logran obtener aguas que no producen efectos desagradables en su sabor y olor (10) (12) (13).

4.- Por último quiero hacer notar que los pozos que se encuentran ubicados en la zona del canal, dan en ocasiones según informes, un mal sabor y olor al agua que de ahí se obtiene para unirse a los demás conductos colectores, que finalmente llevarán el agua a la ciudad de México.

Estos pozos se encuentran a una distancia de 200 mts. en paralelo al Gran Canal, considero que esta distancia no es corta.

Pero tomando en cuenta que el Gran Canal lleva consigo todo el producto de desagüe y drenaje de la Ciudad de México, y que la humedad del subsuelo se ve incrementada en la época fluvial, hace pensar en resumen, en una posible contaminación de los pozos.

Dado ese motivo sería conveniente que en un trabajo posterior, se estudiará con sumo cuidado la potabilidad de cada pozo.

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- LEGISLACION SANITARIA MEXICANA. 488-505, 1943.
- 2.- RUIZ VEGA M.  
Control Bacteriológico de aguas potables comerciales.  
Tesis. U.N.A.M. 1945.
- 3.- ESTADISTICA DEPTO. DE AGUAS Y SANEAMIENTO EN EL D.F. 1945-1948.
- 4.- REVISTA DE INGENIERIA SANITARIA.  
Organo Oficial de la Asociación Interamericana de Ingenieros Sanitarios.  
Washington. Junio (1962).
- 5.- OROZCO D.F.  
Análisis Químico Cuantitativo.  
Cap. XVIII; 276, 1949.
- 6.- LABORATORY METHODS OF THE UNITED STATE ARMY. 5a. Edition  
268, 1946.
- 7.- KUL'SKII, L.A y SHEVCHENKO M.A.  
Deodorization of Drinking Water.  
616-23 (1960).
- 8.- SIKOROWSKA, C.  
Control of Drinking Water Taste and odor.  
34; 246-9 (1960).
- 9.- RISER D.  
Reducing algae, tastes, odors with copper sulfate and activate carbon.  
40-1, (1959).
- 10.- HLYACHKO, V.A.  
Purification of water.  
U.S.S.R, 126, 419, Feb. 10, 1960.
- 11.- McGLYNN, S.P.  
The chemistry of Water.  
Louisiana State Univ. Wng. Expt. Sta., Bull., 64;48-54, 1960.

- 12.- **ATTMORE E. GRIFFIN.**  
Automatic control of residual chlorine.  
Gaz. Woda i Tech. Sanit., 33; 426-9, 1959.
- 13.- **HOLLUTA J.**  
Detrimental odors and tasted of drinking water- causes and remedies.  
Gas-u. Wasserfach, 101; 1018-23, 1070-8, 1960.
- 14.- **ROBER BAUMANN, I.E.**  
Should small water supplies be superchlorinated.  
Water Sewage Works, 108, 463-5, 1961.