



73
28

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**"EVALUACION DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA
Y FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA POTABLE EN LA
DELEGACION MIGUEL HIDALGO"**

**INFORME DE
LA PRACTICA
PROFESIONAL**

Que para obtener el Título de
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

presenta

JOSE MANUEL LOPEZ JUAREZ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

México, D. F.

1988



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 está 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.

C O N T E N I D O

CAPITULO 1

LA DELEGACION MIGUEL HIDALGO

1.1 Generalidades sobre la Delegación Miguel Hidalgo	1
1.2 Población	4
1.3 Consumo de agua en la Delegación	4

CAPITULO 2

ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Introducción	7
2.2 Historia	7
2.3 Propiedades físicas y químicas del agua y su efecto en la conservación de la vida	9

CAPITULO 3

ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA DELEGACION MIGUEL HIDALGO

3.1 Fuentes de captación	13
3.2 Distribución de agua potable en la Delegación	19
3.3 Problemas de distribución de agua potable en la Delegación ..	21
3.4 Drenaje	22
3.5 Zonas con insuficiencia de drenaje	24

CAPITULO 4

MUESTREO

4.1 Introducción	25
4.2 Definiciones	25
4.3 Material y equipo empleados para el muestreo	25
4.4 Preparación de los envases	25
4.5 Técnicas de muestreo	26
4.6 Preservación de las muestras	27
4.7 Etiquetado y registro de campo	29
4.8 Determinaciones que se realizan en el campo	29
4.8.1 Cloro	29
4.8.2 Temperatura	32
4.8.3 pH	33
4.8.4 Conductividad eléctrica	35

4.9	Sitios de muestreo	37
4.10	Frecuencia de muestreo	38

CAPITULO 5

MICROBIOLOGIA DEL AGUA POTABLE

5.1	Generalidades	39
5.2	El agua como portadora de microorganismos patógenos	39
5.3	Microorganismos indicadores de contaminación fecal	40
5.3.1	<u>Escherichia coli</u> como indicador de polución fecal	40
5.3.2	<u>Streptococcus faecalis</u>	41
5.3.3	<u>Clostridium perfringens</u>	41
5.3.4	<u>Pseudomonas aeruginosa</u>	42
5.4	Cuenta estandar de microorganismos	42
5.5	Goliformes totales	42
5.6	Goliformes fecales	43
5.7	Material necesario para el análisis bacteriológico del agua .	45
5.8	Procedimiento de análisis	47
5.9	Normas de calidad bacteriológica para el agua potable	49

CAPITULO 6

FISICOQUIMICA DEL AGUA POTABLE

6.1	Exámenes físicos	
6.1.1	Color	50
6.1.2	Conductividad eléctrica	52
6.1.3	pH	52
6.1.4	Sólidos	52
6.1.5	Turbiedad	55
6.2	Análisis químicos	
6.2.1	Acidez	56
6.2.2	Alcalinidad	57
6.2.3	Cloro	58
6.2.4	Cloruros	58
6.2.5	Dureza del agua	60
6.2.6	Fluoruros	63
6.2.7	Nitrógeno amoniacal	66

6.2.8	Nitrógeno proteico	69
6.2.9	Nitrógeno de nitratos	70
6.2.10	Nitrógeno de nitritos	71
6.2.11	Oxígeno consumido en medio ácido	73
6.2.12	Sustancias activas al azul de metileno	75
6.2.13	Sulfatos	78
6.2.14	Demanda química de oxígeno	80
6.3	Análisis de metales	83
6.3.1	Análisis de metales totales	84
6.3.2	Análisis de metales suspendidos	84
6.3.3	Determinación de cadmio, cromo, cobre, hierro, plomo, cinc, y manganeso por medio de una flama de aire y acetileno	84
6.3.4	Determinación de mercurio por absorción atómica sin flama	87
6.3.5	Determinación de arsénico y selenio aspirando sus hidruros en una flama de argón e hidrógeno	90
6.4	Interpretación de los resultados del análisis de metales	94

CAPITULO 7
RESULTADOS

7.1	Lluvias y estiaje	103
7.2	Fechas de muestreo	103
7.3	Reporte de actividades diarias realizadas por el Laboratorio Central de Control de Calidad del Agua en la Delegación Miguel Hidalgo de octubre de 1985 a septiembre de 1986	110

CAPITULO 8

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

8.1	Clasificación del agua	172
8.2	Calidad microbiológica global del agua potable de la Delegación Miguel Hidalgo	172
8.3	Calidad microbiológica del agua potable en la Delegación Miguel Hidalgo de acuerdo a las colonias que la conforman	172

8.4 Calidad microbiológica del agua de los pozos de la Delegación Miguel Hidalgo	173
8.5 Calidad del agua potable de tanques de la Delegación Miguel Hidalgo	173
8.6 Calidad fisicoquímica del agua potable de la Delegación	173

CAPITULO 9
CONCLUSIONES

APENDICE 1
CURVAS DE CALIBRACION

A-1-1 Fluoruros	177
A-1-2 Nitratos	178
A-1-3 Nitritos	179
A-1-4 Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	180
A-1-5 Sulfatos	181

APENDICE 2

CRITERIOS DE CALIDAD PARA EL AGUA POTABLE

A-2-1 Fijación de normas de calidad de agua potable	183
A-2-2 Normas Oficiales Mexicanas	183
A-2-3 Fechas en que han sido publicadas las Normas Oficiales Mexicanas en el Diario Oficial de la Federación	184
BIBLIOGRAFIA	186

FIGURAS

Figura 1 .- Lugares de mayor interés en la Delegación Miguel Hidalgo	3
Figura 2 .- Formación de puentes de hidrógeno en el agua	10
Figura 3 .- Configuración espacial del agua	10
Figura 4 .- Distribución de pozos en la Delegación Miguel Hidalgo.	16
Figura 5 .- Distribución de tanques en la Delegación Miguel Hidalgo	18
Figura 6 .- Distribución de agua potable en la Delegación Miguel Hidalgo, red primaria	20
Figura 7 .- Zonas con problemas de distribución de agua potable ...	21

Figura 8 .-	Drenaje de la Delegación Miguel Hidalgo, red primaria ..	23
Figura 9 .-	Frascos de muestra para análisis bacteriológicos y físicoquímicos	26
Figura 10.-	Arreglo esquemático del equipo para determinar mercurio por absorción sin flama	88
Figura 11.-	Arreglo esquemático del equipo para determinar arsénico y selenio	91
Figura 12.-	Zonas de isocalidad microbiológica del agua potable en la Delegación Miguel Hidalgo	171

GRAFICAS

Gráfica 1.-	Por ciento de calidad bacteriológica del agua potable en la Delegación Miguel Hidalgo	138
Gráfica 2.-	Concentración en partes por millón (ppm) de cloro re- sidual libre en la Delegación Miguel Hidalgo	139

TABLES

Tabla 1 .-	Preservación de las muestras	27
Tabla 2 .-	Patrones primarios para la calibración del pHmetro	34
Tabla 3 .-	Longitudes de onda y sensibilidades en el análisis de metales	86
Tabla 4 .-	Muestreo en cruceros (tomas domiciliarias) en la Dele- gación Miguel Hidalgo	104
Tabla 5 .-	Muestreo en pozos de la Delegación Miguel Hidalgo	108
Tabla 6 .-	Muestreo en tanques de la Delegación Miguel Hidalgo	109
Tabla 7 .-	Reporte mensual de actividades realizadas por el Laborato- rio Central de Control de Calidad del Agua en la Delegación Miguel Hidalgo de octubre de 1985 a septiembre de 1986 .	137
Tabla 8 .-	Resultados de los estudios físicoquímicos y microbiológi- cos del agua potable en pozos y tanques de la Delega- ción Miguel Hidalgo	140
Tabla 9 .-	Colonias no muestreadas	167
Tabla 10.-	Por ciento de calidad microbiológica registradas en las diferentes colonias que conforman a la Delegación Mi- guel Hidalgo de oct. de 1985 a sept. de 1986	168

Tabla 11.- Valores permitidos por la Secretaría de Salud para cada parámetro que se mide en el agua con el fin de sancionar su potabilidad 185

CAPITULO 1
LA DELEGACION MIGUEL HIDALGO

1.1 Generalidades sobre la Delegación Miguel Hidalgo (9,13).

Esta Delegación fué creada por decreto el 29 de diciembre de 1970.

La ley orgánica del Distrito Federal señala que las Delegaciones son órganos desconcentrados y están a cargo de un delegado, el cual es nombrado y removido por el jefe del Departamento, con previo acuerdo del presidente de la República.

La Delegación Miguel Hidalgo se encuentra ubicada al Poniente del Distrito Federal. Está limitada al Norte por la Delegación Azcapotzalco, al Este por la Delegación Cuauhtemoc, al Sureste por la Delegación Benito Juárez, al Sur por la Delegación Alvaro Obregón y por el Oeste con el Estado de México.

La casa política de la Delegación se encuentra ubicada en el cruce de las avenidas Parque Lira (# 94) y Vicente Egúía, en un edificio tipo colonial que antiguamente se llamó "La casa amarilla", en el viejo barrio de Tacubaya y que fué construida en el año de 1618.

La Delegación Miguel Hidalgo se caracteriza por tener 2 zonas topográficas de influencia diferentes;

- a) La zona Suroeste; con topografía accidentada, de fuertes pendientes y lomerío. Lomas de Reforma, tercera sección de Chapultepec, panteón civil de Dolores, Lomas de Virreyes, Lomas Altas, Lomas de Bezares. Con una elevación de 2 480 metros sobre el nivel del mar.
- b) La zona Noroeste; presenta una conformación plana y con manifestaciones de hundimiento respecto a otras áreas metropolitanas. Su elevación es de 2 240 metros sobre el nivel del mar.

El clima prevaliente en esta Delegación es el propio de una zona templada y lluviosa, con una temperatura promedio de 18°C.

Los ríos en el perímetro de esta Delegación son el Tacubaya y el Consulado, ambos se encuentran entubados.

La Delegación Miguel Hidalgo, con un área total de 47 736 Km², tiene empleado su suelo de la siguiente manera;

USOS	Km ²	%
Habitacional	20 875	43.700
Comercial	3 096	6.486
Industrial	1 398	2.929
Uso especial	15 981	33.470
Mixto	6 165	12.915
Area no urbanizada	<u>239</u>	<u>0.500</u>
	47 736	100.000

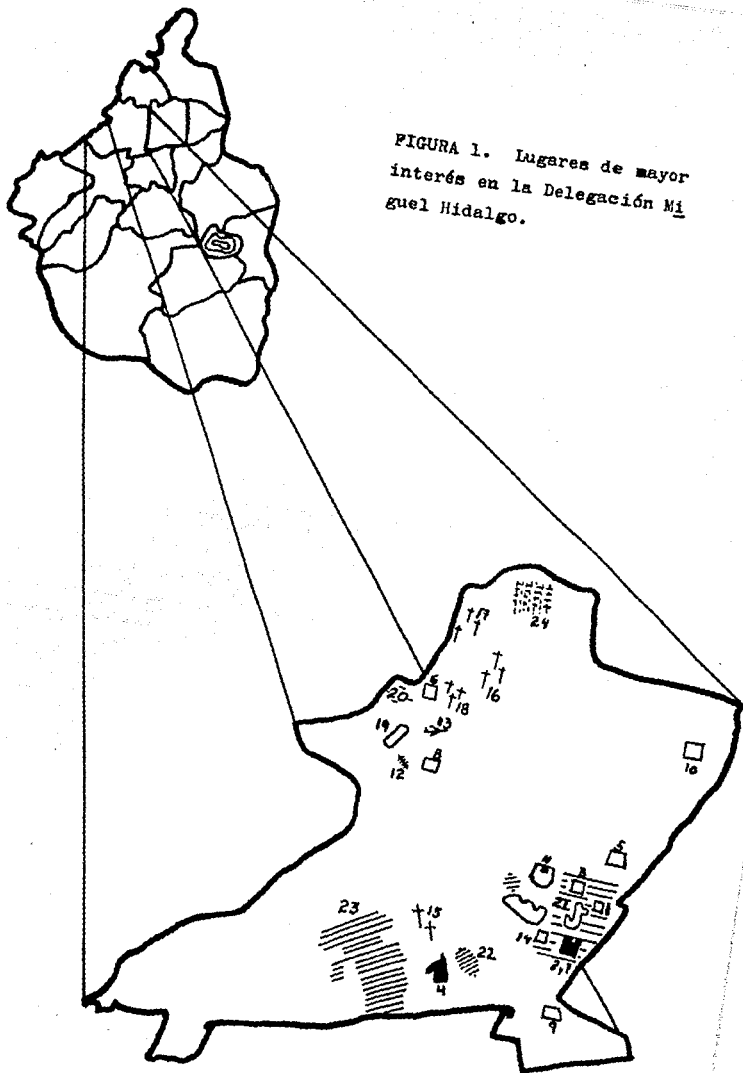
Esta Delegación cuenta con 79 colonias urbanas que ocupan 3 de las 4 zonas principales en que se ha dividido;

- I) Tacuba (antes pueblo de Tlacopan) con 33 colonias
- II) Tacubaya (antes villa de Tacubaya) con 8 colonias
- III) Lomas de Chapultepec, con 38 colonias
- IV) Bosque de Chapultepec; 1^a, 2^a, y 3^a sección

La Delegación Miguel Hidalgo cuenta con muy variados lugares de interés general, entre éstos están;

- 1.- Museo de Arte Moderno (fundado en 1964)
- 2.- Museo Nacional de Historia (fundado en 1935)
- 3.- Museo Nacional de Antropología (fundado en 1964)
- 4.- Museo de Historia Natural (fundado en 1870)
- 5.- Museo Rufino Tamayo (fundado en 1981)
- 6.- La Casa de Moneda (fundada en 1535)
- 7.- El Castillo de Chapultepec (que en el año de 1841 fungió como colegio militar)
- 8.- El Conservatorio Nacional de Música
- 9.- El Observatorio de Tacubaya
- 10.- La Escuela Nacional de Maestros
- 11.- El Auditorio Nacional
- 12.- El Hospital Militar

FIGURA 1. Lugares de mayor interés en la Delegación Miguel Hidalgo.



13.- La Defensa Nacional

14.- La residencia presidencial "Los Pinos"

La Delegación Miguel Hidalgo es la Delegación que cuenta con la mayor extensión de zonas verdes de entre las 16 Delegaciones que conforman al Distrito Federal. Cuenta con 34 parques y jardines. En esta Delegación se encuentran además el panteón Dolores (15), el panteón Alemán (16), el panteón Español (17) y el panteón Francés (18). Además aquí se encuentra el hipódromo de las Américas (19), construido en 1946, el campo militar # 1 (20), las tres secciones del Bosque de Chapultepec (21, 22 y 23) y las zonas verdes pertenecientes a la refinería de Azcapotzalco, (ver figura 1).

1.2 Población (9,13).

El crecimiento demográfico de la Delegación Miguel Hidalgo es proporcional al promedio nacional. En el año de 1970, el IX censo general de la población arrojó el dato de 656 647 habitantes. Para el año de 1980, el X censo arrojó la cantidad de 1 500 000 habitantes y se calcula que en la actualidad, la población cuenta con una cantidad superior a los 1 750 000 habitantes.

Además, se considera que 433 921 personas visitan al Bosque de Chapultepec mensualmente.

1.3 Consumo de agua en la Delegación (13).

Hasta hace poco tiempo, el agua ha carecido de valor en nuestro medio, por haberse considerado que sus reservas eran inagotables, sin embargo, el incremento de la población, el desarrollo industrial, unidos a una elevación del nivel de vida, provocan un alza considerable en la demanda de agua.

Se estima que en la Delegación Miguel Hidalgo, con una población superior a 1 750 000 habitantes, se consumen aproximadamente 415 686 m³ de agua diariamente.

Es impresionante la creciente necesidad del hombre para el uso (en ocasiones abuso) del agua. Mientras que para el hombre de economía primitiva es ínfimo, ya que está limitada a sus necesidades alimenticias, de lavado elemental, de abluciones matinales; para el hombre moderno las necesidades de agua son extremadamente mayores, pues tiene casa con 2 o más baños, usa regadera para bañarse, lava su coche con frecuencia, riega su jardín, algunos con alberca propia, "barren" el patio con la manguera, etc.

Un aspecto muy importante, es el consumo industrial del agua, la mayor parte de la cual se destina a procesos de refrigeración, aunque volúmenes importantes se emplean en el proceso de fabricación y en la higiene industrial.

Se considera que en la Delegación Miguel Hidalgo, la industria y el comercio tienen el siguiente gasto de agua:

	m ³ /año
Bodegas y centros comerciales	201 363
Clubs, colegios, asilos, institutos	319 203
Grasas, jabones, detergentes, velas	440 563
Fábricas de aparatos eléctricos, automotriz y armadoras	566 457
Fábricas de cartón y papel	579 795
Fábricas de dulces y empacadoras	223 645
Fábricas de hilados y textiles	581 002
Fábricas de loza y vidrio	247 950
Fábricas de vino, refrescos y cerveza	2 710 532
Industria del hierro y acero	57 293
Industria del hule	1 281 215
Instituciones descentralizadas	3 552
Laboratorios	43 239
Materiales de construcción	121 951
Molinos, pastas, levaduras, panificación	97 694

m³/año

Ranchos, granjas y establos	50 526
Sanatorios y hospitales	265 529
Tintorerías y lavanderías	25 778

Cabe aclarar que la industria o comercio no transforma estas cantidades de agua, sino que una vez utilizadas, la devuelve a la naturaleza, pero en condiciones tales que resulta inadecuada para su consumo por los seres vivos.

Por todo lo anterior, se considera que la utilización racional del agua es absolutamente necesaria.

CAPITULO 2
"ANTECEDENTES GENERALES"

2.1 Introducción. (13)

Durante mucho tiempo, los griegos consideraron al agua como un elemento, y aunque en la actualidad no se considera así, su función dentro del globo terráqueo es la propia de un elemento.

En la cuenca del valle de México, los primeros pobladores vivieron cerca del gran "Lago pleistónico" de donde podían obtener agua y además cazar los grandes animales que merodeaban en sus alrededores, entre ellos, el mamut, el caballo americano y el bisonte.

Las distintas tribus nahoas que fundaron las primeras comunidades indígenas en las riveras de los lagos, seguramente trajeron la experiencia adquirida en su recorrido, lo que les permitió llegar a ser pueblos agrícolas y artesanos, y dar origen a su gran desarrollo cultural.

La tribu azteca, última de esa cultura, luchó por años para establecerse hasta que llegaron a la isla donde fundaron su ciudad. Ahí se iniciaron los problemas hidráulicos, pero también el notable desarrollo alcanzado en la tierra del Anahuac, fundamentalmente por la acción determinante del hombre y la acción dinámica de los habitantes en su búsqueda de bienestar y defensa, que han transformado el funcionamiento hidráulico.

2.2 Historia (13).

En la zona donde se ubica la Delegación Miguel Hidalgo, se localiza Tacuba ó Tlacopan, que desde tiempos anteriores a la conquista era de suma importancia ya que formaba la confederación Anahuac junto con México-Tenochtitlan y Texcoco. La palabra Tlacopan tiene 2 acepciones, "sobre vara de nardo" y "lugar de esclavos" según el cronista Betancourt (Siglo XVII).

Tlacopan desarrolló una actividad agrícola intensa debido a la calidad y extensión de la tierra, lo que originó que los habitan-

tes se distribuyeran en numerosos barrios, repartidos en los alrededores de la ciudad.

Otra ciudad de importancia dentro del perímetro de la actual Delegación es Tacubaya, vocablo hispanizado de las palabras "Atlacoloayan" "Atlacuihuayan" , esta palabra nahuatl tiene 2 acepciones, "lugar donde se bebe agua" y "lugar donde se inventó el atlAtl" , que es un tipo de arma que se usó en la época precortesiana.

Es razonable que quiera decir "lugar donde se bebe agua" ó "lugar donde se tuerce el río", pues el río de Tacubaya era el único que había en el lugar y, por lo tanto, ocupaba un sitio importante.

Por otra parte, Tacubaya aparece representada por una mano que sostiene un arma que es el atlAtl, y otra forma de representarla es con un jarro rebosante de agua.

Ante la terrible inundación de la ciudad de México en 1604, Felipe III ideó trasladar la capital a Tacubaya. El ayuntamiento se opuso de manera enérgica por el costo elevado de las construcciones en la antigua México-Tenochtitlan y por el enorme gasto que se tendría que hacer para acondicionar Tacubaya como la capital de la Nueva España.

En el siglo XIX, Tacubaya era una de las ciudades más atractivas por su clima, frondosas arboledas, huertos, jardines y hermosas casas de campo que la urbanización moderna ha destruído en su mayor parte.

Otra área de importancia es Chapultepec, cuyo nombre tiene su origen en 2 vocablos, del nahuatl "Chapul" que significa chapulín, y "Tepetl" que significa cerro. Las crónicas de Ixtlixóchitl, Torquemada y Durán, relatan que fueron los toltecas los primeros habitantes de Chapultepec, por el año 1122, luego los chichimecas, y tras ellos los tecpanecas. Es uno de los lugares más interesantes desde el México antiguo, fiel testigo de nuestra evolución, ha sido sitio de recreo y meditación de mexicas y novohispanos, intento

de castillo de virreyes, residencia del imperio de Maximiliano, residencia presidencial y ahora museo de historia.

La ciudad de México, en la época virreinal, se abastecía de agua por 2 conductos, uno de ellos llevaba el agua desde Chapultepec hasta Salto del agua.

Mención especial merece, en lo que se refiere a la arquitectura hidráulica, la obra magna colonial conocida con el nombre de "Desagüe de México". Durante la estación de lluvias (que abundaban) el lago de Texcoco recibía un exceso de agua que inundaba la ciudad, cubriéndola totalmente hasta una altura que alcanzaba más de 3 varas (2.45 metros). Esta pavorosa situación era una pesadilla para todos los gobiernos de la capital desde los remotos tiempos indígenas y de la colonia. Desde entonces se empezó a trabajar en el desagüe, buscando una salida al exceso de agua del lago de Texcoco.

Fué hasta el gobierno de Porfirio Díaz en que se logró reducir científicamente el problema.

2.3 Propiedades físicas y químicas del agua y su efecto en la conservación de la vida (12).

El agua es un compuesto que presenta las siguientes características;

Fórmula	H ₂ O
Peso molecular	18.016
Temperatura de fusión	0°C (a una atmósfera de presión)
Temperatura de ebullición .	100°C (a una atmósfera de presión)
Densidad	1.000 gr/ml (a 3.98°C)
	0.998 gr/ml (a 20°C)
	0.997 gr/ml (a 25°C)
Calor latente de fusión ...	1.436 Kcal/mol
Calor latente de vaporización	9.917 Kcal/mol

El agua es uno de los compuestos más abundantes en la naturaleza. Gran cantidad de ella se encuentra en el aire en forma de vapor. También la hay en forma de hielo, particularmente en ambos

polos de la Tierra, y en forma líquida cubre las 3/4 partes de la superficie terrestre.

El agua es un líquido a presión y temperatura normales (1 atmósfera de presión y 25°C de temperatura). Esto se debe a su enorme capacidad de formar puentes de hidrógeno y a su geometría angular.

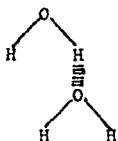


FIGURA 2. El agua es capaz de formar puentes de hidrógeno.



FIGURA 3. Configuración espacial del agua.

Si se tiene en consideración únicamente el peso molecular del agua, se esperaría que fuera un gas a temperatura y presión normales (es decir, que tuviera temperaturas de fusión y de ebullición menores de las que presenta). Para comprender mejor lo dicho anteriormente, basta realizar una comparación con algunos otros compuestos con peso molecular semejante;

Compuesto	Peso molecular	Temperatura de fusión	Temperatura de ebullición
CH ₄ (metano)	16.04	.... -182.6°C	... -161.4°C
CH ₃ -CH ₃ (etano)	30.07	.... -172.0°C	... - 88.0°C
CH ₂ O (formaldehído) ...	30.03	.... - 92.0°C	... - 19.5°C
H ₂ O (agua)	18.016	.... 0.0°C	... 100.0°C

También, debido a su capacidad de formar puentes de hidrógeno, el agua presenta un valor de calor de vaporización elevado (9,7170 Kcal/mol), gracias a esto, tiene la característica de poder "controlar" los cambios de temperatura en el lugar en que se encuentra presente, provocando que estos cambios sean paulatinos y no bruscos. Esto es particularmente importante en los seres vivos homeo-

térmicos, quienes debido a su gran contenido de agua, pueden mantener constante su temperatura.

El contenido de agua (en peso) de algunos seres vivos es el siguiente;

Animales	% en peso de agua
Hombre	62
Oveja	63
Gallina	65
Cerdo	66
Pez	80
Crustáceos	95

Otro tópico importante acerca del agua es su densidad. Es sabido que la densidad del hielo es menor que la densidad del agua líquida (la densidad del hielo a 0°C es de 0.917 gr/ml, en cambio la densidad del agua líquida es de 0.999868 gr/ml) y evidencia de ello es que el sólido (hielo) flota en su líquido. Esto se debe a un aumento que sufre en volumen el agua al congelarse, consecuencia de un ordenamiento molecular del agua provocado por los mismos puentes de hidrógeno.

Esto resulta muy importante e interesante si se considera que debido a lo anterior es posible la conservación de la vida acuática en ríos, lagos y mares, a pesar de que la temperatura ambiente disminuya considerablemente.

Por otra parte, el cuerpo humano además de renovar el agua que, como tal introduce en su ser, devuelve al ambiente la producida en la oxidación de almidones, azúcares y grasas, cuando en los procesos metabólicos, estas sustancias se combinan con el oxígeno que proporciona el aire.

El agua se considera como solvente universal, cabe mencionar que en el mundo existen muy pocas sustancias incapaces de disolverse en ella. Esto quiere decir que, donde quiera que el agua se encuentre, aunque sea en una pequeña cantidad, disuelve, si no toda, sí parte de la sustancia que la rodea, produciendo grandes cambios

en su estructura.

Aprovechando estas propiedades del agua, es que se efectúan muchas reacciones fisiológicas en un organismo vivo.

La vida acuática, por ejemplo, es posible gracias a la propiedad que tiene el agua de solubilizar al oxígeno existente en el aire, aunque esta solubilización ocurra en pequeña proporción (1 volumen de oxígeno se disuelve en 32 volúmenes de agua a 20°C).

CAPITULO 3
ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA
DELEGACION MIGUEL HIDALGO

3.1 Fuentes de captación (13).

El área metropolitana, en su conjunto, recibe $40 \text{ m}^3/\text{seg}$ de agua

El abastecimiento de agua potable a la Delegación Miguel Hidalgo se efectúa con agua subterránea proveniente de los acuíferos de los valles del Lerma y México.

La Delegación cuenta con 4 fuentes de captación de agua y que son;

I.- En el norte.

A través de la línea Ahuizotla, de 48 pulgadas de diámetro.

II.- En el poniente.

Por la rama norte del acueducto del sistema Lerma con diámetro de 3.2 metros y una longitud de 21.443 kilómetros. En su recorrido tiene 3 caídas para generar energía eléctrica, estas son; San Bartolito (Km 18 + 400), Río Borracho (Km 8 + 920) y San Joaquín (Km 5 + 245). El gasto máximo es de $6.2 \text{ m}^3/\text{seg}$ y el de operación es de $4.8 \text{ m}^3/\text{seg}$.

De esta segunda fuente se alimentan las siguientes instalaciones; la línea Naucalpan-Zaragoza-Tlalnepantla, con gasto de 1 250 lts/seg, para el fraccionamiento del Estado de México que se alimenta con un gasto de 100 lts/seg; tomas de 12 y 8 pulgadas de diámetro para el campo militar número uno, con un gasto de 50 lts/seg; líneas de 48 pulgadas de diámetro que abastece a los tanques Aero-club, que benefician a la zona de Tacuba con un gasto de 1 000 lts/seg; otra toma de 20 pulgadas de diámetro que parte de San Joaquín y Conscripto con gasto de 500 lts/seg; y la toma de Virreyes, con un gasto de 500 lts/seg.

Dentro del sistema Lerma, la rama sur parte de la trifurcación "El Venado" con longitud de 12 kilómetros y alimenta 3 tanques (el Cartero, Santa Lucía y el Judío). Para la Delegación sale la línea Vista Hermosa Constituyentes con 48 pulgadas de diámetro, que corre paralela a la carretera México-Toluca, del kilómetro 15.5 al 13, donde se encuentra el tanque Palo Alto y alimenta a una gran

zona de Alvaro Obregón (Santa Fe), prosigue por la avenida Constituyentes y luego al tanque Zaragoza en un giro de 90° sobre el camino viejo a Toluca hasta interceptar la rama norte de Dolores, hasta los tanques del mismo nombre. Otra línea llamada Zapote, parte del sifón El Cartero y tiene una longitud de 7096 metros y 30 pulgadas de diámetro, alimenta los tanques Zapote y Maple, localizados en el fraccionamiento Bosques de las Lomas y se deriva al tanque Aconcagua y otros en las zonas laterales al Paseo de la Reforma y Avenida de las Palmas.

III.- Sistema Xochimilco-Mixquic-Xotepingo.

Este sistema entrega parte de su caudal en la cámara de control de válvulas Condesa para abastecer la zona sur de la Delegación.

IV.- Pozos municipales.(5)

La Delegación Miguel Hidalgo se abastece de agua principalmente del Sistema Lerma, y completan este suministro 30 pozos municipales conectados a la red, los cuales aportan un gasto de 1 033 lts/seg aproximadamente.

SISTEMA PONIENTE

DELEGACION MIGUEL HIDALGO

POZOS

N O M B R E	U B I C A C I O N
1.- Chapultepec 7	Sierra Mojada y Monte Tabor
2.- Río Hondo	Ing. Militares y Periférico

SISTEMA CENTRO

DELEGACION MIGUEL HIDALGO

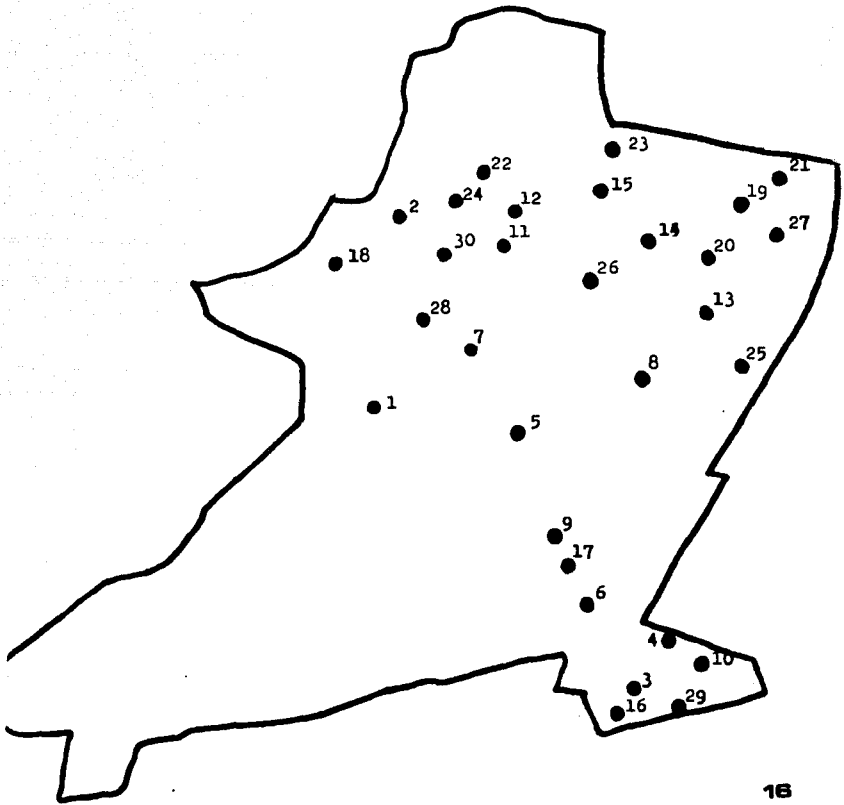
POZOS

3.- Alameda Tacubaya ...	José Ma. Vigil y Av. Revolución
4.- Benjamín Franklin ..	Benjamín Franklin y B. Zetina
5.- Campos Eliseos	Av. Campos Eliseos y Edgar Alan Poe

NOMBRE	UBICACION
6.- Casa Amarilla.....	Vicente Egua y Parque Lira
7.- Cedros y Moliere	Horacio y Moliere
8.- Chapultepec Morales .	Horacio y Newton
9.- La Hormiga	Interior de Los Pinos
10.- Irrigación	Presa La Angostura y Presa Santillana
11.- Jardín Morelos	Comercio y Progreso
12.- La Pirulera	Lago Ginebra y Coacalco
13.- Legaria	Calzada Legaria y Coacalco
14.- Marina Nacional 1 ...	Marina Nacional y Lago Mayran
15.- Marina Nacional 3 ...	Marina Nacional y Lago Mosk
16.- Marina Nacional 4 ...	Lago Huron y Golfô de Adem
17.- Mártires de Tacubaya.	Mártires de Tacubaya y Revolución
18.- Molino del Rey	Parque Lira y Edo. Mayor Presidencial
19.- Periodista	Fernández de Lizardi y M. Bustamante
20.- Popotla	Calzada México Tacuba y Mar Blanco
21.- Saleciano	Laguna de Tamiahua y Lago Xochimilco
22.- San Felipe Popotla ..	Mar Egeo y Nextitla
23.- San Joaquín Río	Av. San Joaquín y Casa de Moneda
24.- San Joaquín Tacuba ..	Santa Cruz Coacalco y San Joaquín
25.- Tacuba	Calzada México Tacuba y Legaria
26.- Verónica	Bahía de la Concepción y Circ. Interior
27.- Lago Ginebra	Lago Watter y Lago Ginebra
28.- Mar Mediterráneo	Tacuba y Mar Mediterráneo
29.- Cicerón	F.F.C.C. Guernavaca y Cicerón
30.- Viaducto	Sindicalismo y Viaducto

De los 538 pozos particulares que existen en el área del D.F., 64 pertenecen a esta Delegación, con una aportación de 250 lts/seg y únicamente es para uso de sus propietarios.

FIGURA 4. Distribución de pozos municipales en la Delegación Miguel Hidalgo.



Para mejor distribución del agua potable, la Delegación Miguel Hidalgo cuenta con 12 tanques alimentados por el sistema Lerma, y regulan la operación y flujo con captación total de 492 000 m³.

TANQUE	CAPACIDAD		UBICACION
	EN m ³		
Dolores	200 000	....	Segunda sección Bosque de Chapultepec
Aconacagua	1 000	....	Avenida de las Palmas
Madereros 2 ...	1 000	....	Observatorio y Miranda
Madereros 3 ...	1 000	....	Av. Constituyentes, frente a Chapultepec tercera sección
Madereros 4 ...	1 000	....	Av. Constituyentes y Reforma
Zaragoza	65 000	....	José Ma. Velázquez (Constituyentes)
Palo Alto	28 000	....	Km 13 carretera México-Toluca
Maple	15 000	....	Calle Maple col Bosques de las Lomas
Aeroclub 1 ...	65 000	....	Campo militar número 1
Aeroclub 2 ...	50 000	....	Campo militar número 1
Aeroclub 3 ...	50 000	....	Campo militar número 1
Zapote	15 000	....	Calle Zapote col B. de las Lomas

El tanque Dolores cuenta con 4 unidades y su influencia abarca las colonias Chapultepec, Polanco y Anzures, hasta la avenida Ejército Nacional.

El tanque Aconacagua beneficia a la colonia Lomas de Chapultepec

El tanque Madereros 2 surte a las colonias América y Daniel Garza, sobre la avenida Constituyentes.

El tanque Madereros 3 refuerza al tanque Madereros 2 y beneficia a las colonias San Miguel Chapultepec, América y Ampliación Daniel Garza.

El tanque Madereros 4 beneficia a parte de la colonia Lomas Altas, y a la segunda y tercera secciones del Bosque de Chapultepec.

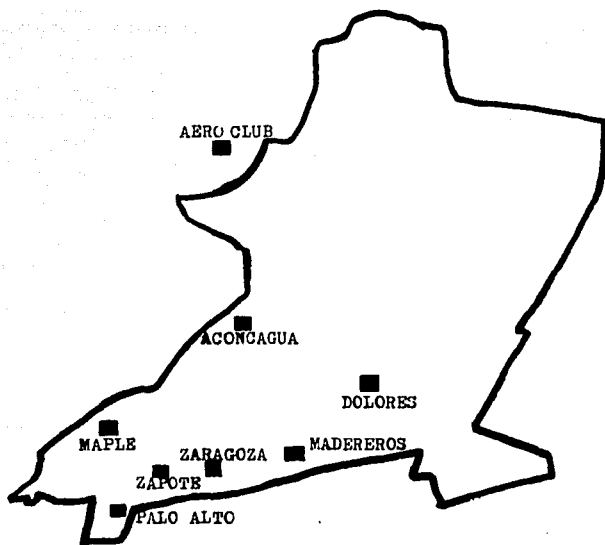
Los tanques Aeroclub benefician a la zona Norte de la Delegación, donde se encuentran Tacuba, San Lorenzo Tlaltemango, Lega-

ria, Anáhuac, Irrigación y Lomas de Sotelo; además benefician a la zona militar situada en el Poniente de la Delegación.

El tanque Zaragoza beneficia a la zona de Lomas de Chapultepec, y al centro de la Delegación. Además, está interconectado al tanque Dolores.

El tanque Palo Alto refuerza el servicio a las Lomas junto con los tanques Maple y El Zapote.

FIGURA 5. Distribución de tanques en la Delegación Miguel Hidalgo .



3.2 Distribución de agua potable en la Delegación (13).

Red primaria.

Para distribuir el agua potable, la Delegación cuenta con 39 Km de líneas primarias; 15 Km de tubería de 48 pulgadas de diámetro; 12 Km de 36 pulgadas y 12 Km de 20 pulgadas de diámetro.

La rama Norte del sistema Lerma cruza la Delegación mediante un tunel de 3.2 metros de diámetro y una longitud de 8 870 metros que llega al tanque Dolores.

La línea primaria forma un circuito que recorre el perímetro de la Delegación y además lo cruza de Oriente a Poniente; en su trayectoria tiene incrustadas 12 válvulas de 48 pulgadas de diámetro, 33 de 36 pulgadas y 90 de 20 pulgadas de diámetro.

Dicha red es suficiente para distribuir el agua. Cuatro líneas primarias interconectadas forman un circuito que permite una distribución homogénea, estas son;

- I.- Ramal Madereros; por la Avenida Constituyentes
- II.- El Zapote; que alimenta las laterales de Reforma y Palma
- III.- Virreyes-Conscripto
- IV.- Tacuba-Ahuizotla

Red secundaria.

La integran 487 Km de tubería que alimentan al 98 % de la Delegación, el 2 % restante está constituido por zonas con problemas de asentamientos irregulares y zonas por urbanizar.

Pipas.

En esta Delegación no hay pipas al servicio de usuarios, únicamente se destinan al riego de áreas verdes en las laterales del Periférico y parques a la altura del Bosque de Chapultepec, coordinadas por la Oficina de Parques y Jardines del DDF, su aportación es mínima, ya que casi la totalidad del Bosque de Chapultepec se riega con agua tratada, proveniente de la planta de tratamiento que se localiza en el Bosque de Chapultepec segunda sección.

FIGURA 6. Distribución de agua potable
en la Delegación Miguel Hidalgo. Red
primaria.



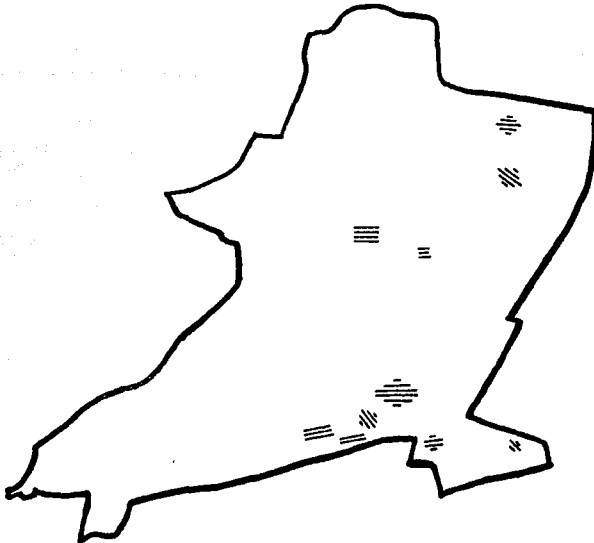
3.3 Problemas de distribución de agua potable en la Delegación.

En la Delegación Miguel Hidalgo existen zonas de baja presión y que existe una gran demanda de agua potable a ciertas horas pico (críticas) que abarca de las 8:00 a las 11:00 horas aproximadamente.

Al realizarse reparaciones por problemas de fugas de agua, se efectúa un manejo de cierre de válvulas. Una vez efectuadas las reparaciones, y antes de volver a abrir las válvulas, se lavan y se desinfectan las líneas de conducción.

Las zonas más críticas son; Anahuac, Peralitos, Polanco, parte de Tacubaya, Verónica Anzures, las colonias América, Daniel Garza, Ampliación Daniel Garza, Escandón y San Miguel Chapultepec (13).

FIGURA 7. Zonas con problemas de distribución de agua potable



3.4 Drenaje (13).

La tubería del drenaje se encuentra distribuida de la siguiente manera;

Red secundaria.

La red secundaria presenta una distribución semejante a la del agua potable, teniendo aproximadamente 123 Km de red para desalar las aguas negras de la Delegación.

Red primaria.

La red primaria está formada por 116 Km de colectores y los más importantes son;

Colector 15.

El colector 15 tiene un desarrollo de 3.75 Km dentro de la Delegación, su trayectoria es por las calles Chairel, Lago Atitlán, Lago Viedma, Maracaibo, Panteón Alemán y Refinería; descargando en los interceptores Centro Poniente, Central y en el Gran Canal del Desagüe. Su diámetro varía de 1.83 a 2.51 metros.

Colector 11.

El colector 11 capta el agua de la zona Anzures, Anáhuac, Popotla y Polanco. Con un desarrollo de 4.2 Km dentro de la Delegación pasando por la avenida Casa de Moneda, Río San Joaquín, Lago Alberto, Av. Cuiclahuac. Su diámetro varía de 0.6 a 1.83 metros y vierte su contenido al interceptor central.

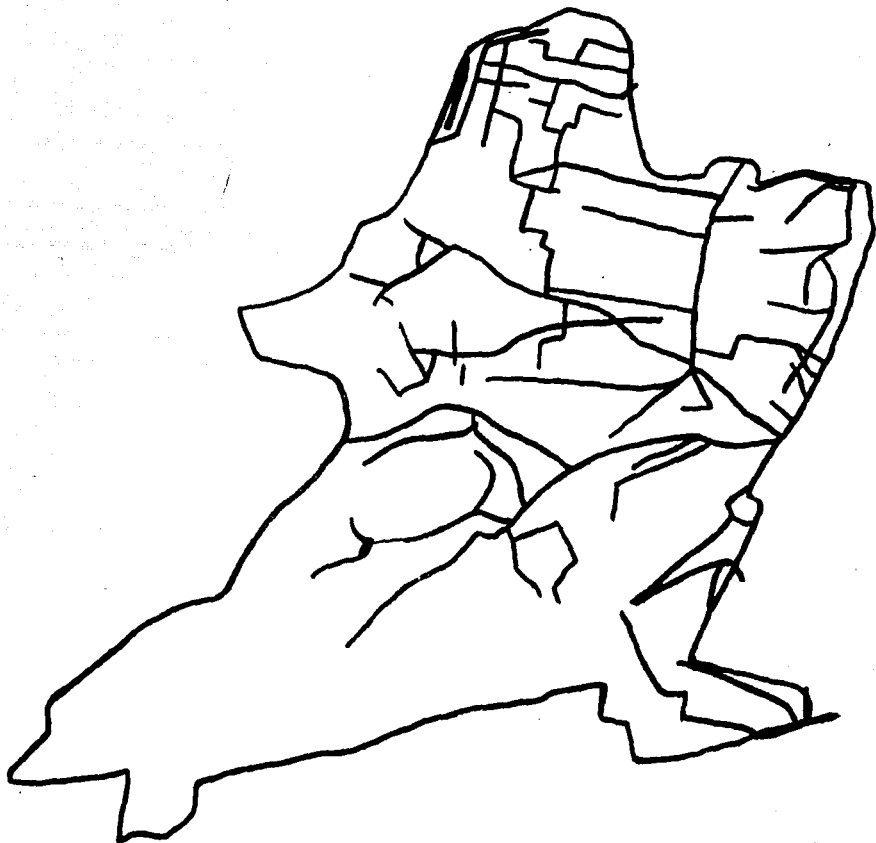
Colector 5.

El colector 5 con un diámetro que fluctúa entre 1.22 y 1.6 metros, tiene un desarrollo de 3.02 Km. Recorre las calles de Lago - Alberto, Lago Xochimilco, Laguna Mayran, Cacamatzin, Escuela Normal de Maestros, Maestro Rural y Av. de los Maestros, descargando al Gran Canal por medio de la planta de bombeo número 4.

Interceptor Poniente.

El Interceptor Poniente capta las aguas brancas del Poniente del D.F., impidiendo su incorporación al alcantarillado de la parte plana de la ciudad. Su longitud total es de 16.9 Km, de los cuales 6.2 Km se localizan en la Delegación. Su diámetro es de 4 metros.

FIGURA 8. Drenaje de la Delegación
Miguel Hidalgo. Red Primaria.



3.5 Zonas con insuficiencia de drenaje (13).

Durante la temporada de lluvias, se presentan problemas de encharcamiento por insuficiencia de drenaje, ya que éste se ha deteriorado a través del tiempo por el asentamiento del subsuelo provocando contrapendientes en las redes del drenaje. Las zonas más deterioradas están en la parte centro de la Delegación, como son la colonia Pensil, Pensil Sur, Argentina Poniente y Torre Blanca.

Tomando en cuenta esto, tuvo que construirse el Sistema de Drenaje Profundo para desalojar las aguas negras y pluviales. Este sistema está integrado por los interceptores central, oriente y centro poniente y por el emisor central. La Delegación Miguel Hidalgo está beneficiada con el interceptor centro poniente ya que capta algunos colectores que la atraviesan mediante las lumbreras 6, 7, 8 y 9.

CAPITULO 4
MUESTREO

4.1 Introducción (18).

A partir de la promulgación de la Ley Federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental en 1971, y del reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas, en 1973 se inició la normalización de métodos para la toma de muestras de agua y de métodos analíticos para parámetros incluidos en la Legislación vigente.

Esta normalización tiene como objetivo uniformizar los criterios para la toma de muestras, y los análisis que pueden realizarse en el sitio de muestreo para tener un punto de comparación entre los resultados y su interpretación.

4.2 Definiciones (18).

Muestreo es el proceso de separar una pequeña porción (muestra) del total, de tal manera que represente el carácter y calidad de la masa de la cual se tomó.

El muestreo adecuado del agua es necesario para obtener datos concernientes a sus características fisicoquímicas y biológicas.

Se consideran 2 tipos de muestra, la simple y la compuesta:

- a) Muestra simple; es aquella muestra individual tomada en un corto período, de tal forma, que el tiempo empleado en su extracción sea el transcurrido para obtener el volumen necesario.
- b) Muestra compuesta; es la que resulta del mezclado de varias muestras simples.

4.3 Material y equipo empleados para el muestreo (18).

Los recipientes para las muestras deben ser de materiales inertes al contenido de las aguas. Se recomiendan los recipientes de polietileno o de vidrio.

Los recipientes para análisis microbiológicos deben ser de una capacidad de 125 ml, en tanto que los recipientes para estudios fisicoquímicos deben tener una capacidad mínima de 2 litros.

4.4 Preparación de los envases (18).

En el caso de recipientes para análisis fisicoquímicos, los envases deben estar perfectamente limpios en su interior. La limpieza puede realizarse con mezcla crómica o con un buen detergente, cuidando

de enjuagarlos bien. De no contarse con estos elementos, bastará lavar los envases numerosas veces con agua limpia y luego enjuagarlos con el agua que se va a muestrear.

En el caso de recipientes para análisis bacteriológicos, antes de esterilizarse se les agrega 2 gotas de una solución de tiosulfato de sodio al 10 % con el objeto de decolorar la muestra. Los frascos ya preparados se tapan y se cubren con papel aluminio, el cual protege la unión tapa-frasco del medio ambiente. Se esteriliza durante una hora a $(160-180)^{\circ}\text{C}$ en estufa.

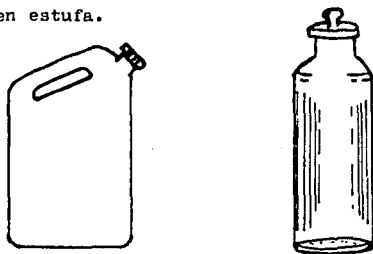


FIGURA 9.- Frascos de muestreo para análisis físico-químicos y bacteriológicos.

4.5 Técnicas de muestreo (12, 18).

De acuerdo a las particularidades que presentan algunos parámetros se establece la necesidad de dar un tratamiento diferente a cierto tipo de muestras para determinar parámetros específicos, especialmente en lo que se refiere a la forma de muestreo, tratamiento de recipientes, equipo de muestreo y preservativos.

Uno de los parámetros que requiere cuidados especiales, es el correspondiente a análisis bacteriológicos. Para el muestreo en este caso, se introduce el frasco aproximadamente 30 cm bajo la superficie de la corriente. Destapar el frasco dentro del agua y la boca del envase debe quedar en sentido contrario al flujo de la corriente para evitar que el agua toque primero las manos del muestreador y después entre a la botella. Una vez que ocupó el volumen correspondiente del frasco

(2/3 partes), taparlo dentro del agua. No enjuagarlo una vez tomada la muestra ni derramar el sobrante.

Si se trata de tomar una muestra domiciliaria, la llave se debe abrir completamente y se deja fluir el agua por 2 ó 3 minutos, ó por el tiempo necesario para permitir la purga de la línea.

Se considera innecesario el flameo de la llave, pues al parecer, esta práctica no afecta al número de microorganismos.

Para el caso de pozos y tanques, se deja fluir el agua de 5 a 10 minutos, con el fin de desalojar el agua estacionada en la tubería. Posteriormente se recoge la muestra.

4.6 Preservación de las muestras (12, 18).

Es prácticamente imposible una preservación completa de las muestras de agua. Las técnicas de preservación retardan durante cierto tiempo los cambios químicos y biológicos que se producen después de que se toma la muestra. Por regla general, mientras más corto sea el tiempo que transcurre entre la toma de la muestra y su análisis, más confiable serán los resultados obtenidos.

La tabla 1 describe una lista con algunos preservativos que se usan comúnmente.

TABLA 1.- Preservación de las muestras

PARAMETRO	TIPO DE ENVASE	VOLUMEN MINIMO REQUERIDO	PRESERVATIVO	TIEMPO MAXIMO DE ALMACENAMIENTO.
Cloro residual	V,P	500 ml	Analizar inmediatamente	30 min.
Cloruros	V	50 ml	-	-
Color	V,P	500 ml	Refrigerar	48 hrs.
Conductividad	V,P	500 ml	Refrigerar	28 días
Demanda química de oxígeno	V,P	100 ml	Analizar tan pronto como sea posible o añadir H_2SO_4 hasta $pH < 2$	7 días
Dureza	V,P	100 ml	Añadir HNO_3 a $pH < 2$	6 meses
pH	V,P	-	Inmediato análisis	2 hrs.

TABLE 1. (Continuación)

PARAMETRO	TIPO DE ENVASE	VOLUMEN MINIMO REQUERIDO	PRESERVATIVO	TIEMPO MAXIMO DE ALMACENAMIENTO.
Fluoruros	P	300 ml	No requiere	28 días
Metales	V ^A , P ^A V ^B	-	Para disolver metales filtrar de inmediato y añadir HNO ₃ a pH 2	6 meses
Nitrógeno amoniacal	V, P	500 ml	Analizar tan pronto como sea posible ó añadir H ₂ SO ₄ a pH 2 y refrigerar	7 días
Nitrógeno de nitratos	V, P	100 ml	Añadir H ₂ SO ₄ hasta pH 2 y refrigerar	48 hrs.
Nitrógeno de nitritos	V, P	100 ml	Analizar tan pronto como sea posible ó refrigerar	-
Nitrógeno orgánico	V, P	500 ml	Refrigerar; añadir H ₂ SO ₄ hasta pH 2	7 días
Acidez	V ^B , P	100 ml	Refrigerar	24 hrs.
Alcalinidad	V, P	200 ml	Refrigerar	24 hrs.
Análisis bacteriológicos	V, P ^R	100 ml	Refrigerar	6 hrs.
Sulfatos	V, P	100 ml	Refrigerar	-
Temperatura	V, P	-	Inmediato análisis	-
Turbiedad	V, P	-	Guardar en oscuridad	24 hrs.
Sólidos	V, P	-	Refrigerar	7 días
SAAM	V	-	No se indica	-

V.- Vidrio

P.- Plástico (polietileno ó equivalente)

P^R.- Plástico resistente al calor

V^A, P^A.- Enjuagado con una solución de HNO₃

V^B.- Vidrio borosilicato

Refrigerar.- Almacenamiento a 4°C

4.7 Etiquetado y registro de campo (18).

Se deben tomar las precauciones necesarias para que en cualquier momento sea posible identificar las muestras. Para tal efecto se emplean etiquetas, o bien, se numeran los frascos anotándose la información en una hoja de registro.

La hoja de registro debe contener la siguiente información;

- Cuerpo receptor en estudio
- Número y nombre de la estación
- Número de la muestra
- Fecha y hora del muestreo
- Nombre y firma de la persona que efectúa el muestreo
- Análisis a efectuar
- Resultados de las pruebas de campo practicadas en la zona de estudio
- Localización de las estaciones de muestreo
- Descripción detallada de las estaciones de muestreo, de manera que cualquier persona pueda tomar otra muestra en el mismo lugar

4.8 Determinaciones que se realizan en el campo.

Son aquellas que se efectúan en el lugar donde se toma la muestra.

4.8.1 Cloro.

El cloro se introduce al agua con el fin de producir su desinfección (17). Su valor como eficaz desinfectante fue descubierta por el investigador francés Moureau y el inglés Cruiks Hank en 1800.

En el año de 1904, durante una epidemia de tifoidea en Lincoln, Sir Alexander Houston y el Dr. McGowan en Inglaterra, emplearon una solución de hipoclorito de sodio para la desinfección del agua (17).

En respuesta a los temores de la población de que la adición de cloro al agua resulte dañina, Houston colgó una pecera con peces en el filtro de agua, sin causarles daño.

Hoy en día se sabe que no existe peligro alguno al consumir de algún modo agua clorada, especialmente tomando en cuenta que la dosis empleada es del orden de partes por millón (ppm). Estas pequeñísimas cantidades de cloro son las suficientes para destruir a las bacterias ,

sin causar daño alguno al hombre (17).

El cloro, al entrar en contacto con el agua, produce la siguiente reacción (17); $Cl_2 + H_2O \longrightarrow HOCl + HCl$

En donde el HOCl posee un alto poder microbiocida.

Sin embargo, la concentración de HOCl en el agua está influenciada por el pH, temperatura, contenido de materia orgánica y materia reducida (SO_3^- , NO_2^- , etc).

Cuando se clora el agua, se forman compuestos clorados con la materia orgánica, algunos de ellos carecen de poder desinfectante; otros, sin embargo, influyen de una manera eficaz en el tratamiento del agua y en este grupo se encuentran las cloraminas, que si bien disminuyen el poder bactericida del cloro, aumentan la duración del mismo (3, 17)

Demanda de cloro.

Se le denomina así a la cantidad de cloro que, después de satisfacer la demanda inmediata de las impurezas, deja un residuo de cloro disponible suficiente para destruir a las bacterias, y teniendo en cuenta que su acción no es instantánea, debe además mantenerse en contacto durante un tiempo suficiente.

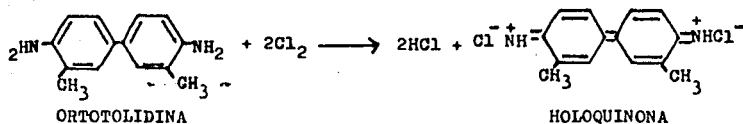
Al residuo de cloro disponible se le denomina cloro residual, y está catalogado en tres tipos(17);

- a) Cloro residual libre. Es la cantidad de cloro en forma de HOCl, ó del anión OCl^- que queda después de haber reaccionado con el agua a tratar.
- b) Cloro residual combinado. Se le llama así a la cantidad de cloraminas que queda después de haber reaccionado el cloro con agua que contiene amoníaco ó materia orgánica, ó por adición de cloro y amoníaco al agua.
- c) Cloro residual total. Es la suma del cloro residual libre más el cloro residual combinado (17).

Determinación de cloro residual total.

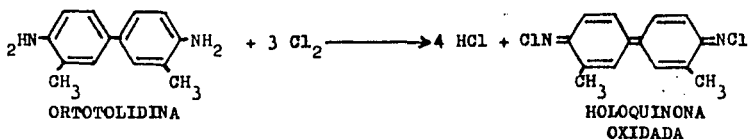
Existen diferentes métodos para determinar cloro residual en el agua. El método de la ortotolidina es universalmente aceptado debido a la sencillez de su procedimiento, es económico y rápido.

La reacción que se efectúa entre el cloro y la ortotolidina es (17);



Quando la concentración de cloro residual es de 1 ppm o menor, las holoquinonas son de color amarillo. Conforme aumenta la concentración de cloro residual, entre 1 y 10 ppm, la intensidad del color amarillo aumenta hasta llegar a café. Esta reacción da los colores posibles.

Sin embargo, puede ocurrir la siguiente reacción indeseable;



El color rojo producido es indicativo de que la ortotolidina está en cantidad insuficiente. Se estima que la relación para que haya una buena reacción es ortotolidina/cloro (3/1), (17).

Procedimiento del análisis de cloro.

Se emplea el comparador Taylor para cloro que consta de una base y 3 celdas aforadas. Un frasco gotero con solución de ortotolidina y una rejilla con los estándares de comparación.

En la celda central se añaden 0.5 ml de ortotolidina y se afora con la muestra, se coloca en el centro del comparador. Se llenan las otras 2 celdas con la muestra de agua, pero sin añadir ortotolidina. Colocar una a cada lado de la rejilla.

Con la ayuda de la rejilla con los estándares, buscar la concentración de cloro en la muestra.

Los nitritos, manganoso y fierro, suelen interferir la medición de cloro en el agua. Se agrega arsenito de sodio a la muestra para decolorar y entonces se añade la ortotolidina para que reaccione con las sustancias interferentes, si es que las hay. El color producido representa el error causado por estas sustancias. La lectura de este error

se sustrae de la lectura original. (2, 17).

Interpretación de los resultados del análisis de cloro (19).

La desinfección del agua por cloración provoca muy a menudo un verdadero problema en el consumidor; el umbral de detección para el sabor a cloro es de 0.5 ppm, por lo que ciertas poblaciones no habituales pueden atribuir ciertos trastornos a la presencia del cloro. Aunque el cloro sea susceptible de paralizar sistemas enzimáticos importantes, en particular la triosfosfatosdeshidrogenasa, necesaria para la oxidación de la glucosa, no tiene ningún peligro el consumo de agua clorada. Además, el cloro residual desaparece rápidamente en el tubo digestivo bajo la acción de la saliva y del líquido gástrico.

En los últimos años, los derivados orgánicos clorados presentes en el agua han sido objeto de estudios (principalmente en Estados Unidos). Estudios experimentales señalan que ciertos compuestos haloformos inducen la aparición de cáncer en la vía digestiva de animales de experimentación. Sin embargo, la correlación entre los cánceres humanos y la presencia de los haloformos en el agua potable no ha sido satisfactoriamente demostrada.

Desde el punto de vista de la higiene pública, parece prematuro de sacreditar a este halógeno que ha rendido enormes servicios en la lucha contra las enfermedades infecciosas de origen hídrico. No obstante, es necesario precisar que el ClO_2 (un desinfectante también) no da lugar a la formación de derivados haloformos.

La Norma Oficial Mexicana (NOM) establece que en condiciones normales de explotación, dejar subsistir a la salida de la distribución del agua potable entre 0.2 y 0.4 ppm de cloro.

4.8.2 Temperatura del agua potable (3, 17).

La temperatura ejerce un efecto muy notorio en el proceso de cloración del agua. A una temperatura entre 2 y 4°C se necesita un tiempo promedio de contacto de cloro 3 veces superior que el requerido entre 20 y 35°C.

Además, la temperatura juega un papel importante en la solubilidad de sales y gases, por ello influye en la determinación de pH y conduc-

tividad.

La medida de la temperatura se efectúa en el momento de tomar la muestra.

4.8.3 pH (potencial de hidrógeno).

Un factor importante sobre la acción germicida del cloro es el pH.

El cloro, al entrar en contacto con el agua, reacciona de la siguiente manera (17);
$$\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$$
 en cuanto a eficiencia; $\text{HClO} > \text{OCl}^-$

La acción germicida del cloro se efectúa más energicamente a pH menor de 7. A un pH de 11, por ejemplo, se requiere de 300 veces más cloro que a pH de 7 para conseguir el mismo efecto.

Cuando durante la cloración del agua no se cuenta con un pH adecuado, es necesario un mayor tiempo de contacto, o bien, una mayor concentración de cloro.

Determinación de pH.

Existen 2 formas de evaluar el pH;

- a) Por el método colorimétrico (indicadores coloridos)
- b) Por el método electrométrico

El electrométrico, es el método normalizado para la determinación de pH como Norma Oficial Mexicana (NOM) (12).

El método electrométrico se basa en que al poner en contacto 2 soluciones de diferente concentración de iones hidrógeno (H^+), se establece una fuerza electromotriz (PEM). Si una de las soluciones tiene una concentración conocida de iones, por medio de la PEM se puede conocer la concentración de iones de la otra solución (el pH en este caso) ya que esta PEM generada es proporcional al pH de la solución problema (1, 4).

Calibración del equipo de medición.

El medidor de pH debe calibrarse con una solución amortiguadora cuyo pH se encuentra cerca del que se desea medir, y comprobarse cuando menos con otras 2 soluciones de pH diferentes, uno ácido y otro alcalino. La diferencia entre cualquiera de las 3 lecturas y el pH propio de la solución patrón no debe exceder de 0.1 unidades de pH (18).

El ajuste y la calibración del aparato es según el procedimiento indicado en el manual del mismo, pero en forma general se puede practicar de la siguiente manera;

- a) Se enjuaga el electrodo combinado con aproximadamente 15 ml de la solución estandar, desechándose el líquido al terminar la operación
- b) Se lleva el corrector manual térmico al valor de temperatura que tiene la solución amortiguadora
- c) Se introduce el electrodo combinado en la solución amortiguadora y se mueve el botón de comando operacional hasta la posición de pH
- d) Se lleva la aguja del medidor al valor de pH que corresponde a la solución amortiguadora, moviendo el botón de calibración conforme o contra las manecillas del reloj
- e) Regresar el botón de comando operacional a la posición de apagado
- f) Enjuagar el electrodo con agua destilada y limpiarlos con un papel suave

Las siguientes soluciones son comúnmente empleadas como patrones para la calibración del aparato medidor de pH.

TABLA 2. Patrones primarios para la calibración del pHmetro (18)

SOLUCION PATRON (MOLALIDAD)	pH a 25°C	GRAMOS/LITRO
Tratrato ác. de potasio ($\text{KH}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$) sat.	3.557	6.4
Citrato monopotásico ($\text{KH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) 0.050	3.776	11.41
Biftalato de potasio ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) 0.050	4.008	10.12
KH_2PO_4 0.025 + Na_2HPO_4 0.025	6.865	3.388 + 3.533
KH_2PO_4 0.008695 + Na_2HPO_4 0.03043	7.413	1.179 + 4.302
Borato de sodio decahidratado ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 0.010	9.180	3.80
NaHCO_3 0.025 + Na_2CO_3 0.025	10.012	2.092 + 2.640

TABLA 2-B. Patrones secundarios para la calibración del pHmetro

SOLUCION PATRON (MOLALIDAD)	pH a 25°C	GRAMOS/LITRO
Tetraoxalato dihidratado ($\text{KH}_3\text{C}_4\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0.05	1.679	12.61
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ saturado	12.454	1.50

Procedimiento del análisis.

- a) Se introduce el electrodo combinado en la muestra y se pone el botón de comando operacional en la posición de pH
- b) Leer el pH de la muestra, esperando a que el electrodo alcance el equilibrio
- c) Regresar el comando operacional a la posición de apagado
- d) Enjuagar los electrodos con agua destilada y mantenerlos en ella (2).

4.8.4 Conductividad eléctrica.

La conductividad eléctrica en el agua es la conductancia de una columna de agua comprendida entre 2 electrodos metálicos de 1 cm^2 de área y separados el uno del otro por una distancia de 1 cm.

La medición de la conductividad eléctrica en el agua se basa en el hecho de que bajo la influencia de una diferencia de potencial aplicada a través de 2 electrodos, las especies iónicas presentes "acarrean" la corriente eléctrica a través de la solución, con mayor o menor dificultad dependiendo de la cantidad y naturaleza de los iones presentes (19).

Los materiales y reactivos empleados en la medición de la conductividad eléctrica son;

- Conductímetro. Cualquiera que sea el aparato empleado, se usa de preferencia corriente alterna adaptando la frecuencia a la gama de conductividad elegida. La corriente continua, aunque produce electrólisis, se puede emplear cuando la potencia se limita a un watt.
- Una celda. La celda está constituida por 2 láminas cuadradas de

1 cm de lado, platinadas y mantenidas en paralelo en un tubo de vidrio y con una distancia entre las láminas de 1 cm. Cuando la celda se sumerge en el agua, la columna del líquido queda delimitada a 1 cm² de sección transversal y a 1 cm de longitud. Después de su uso, conviene conservar la celda en agua destilada.

- Termómetro.

- Agua destilada. El agua recién destilada tiene una conductividad de 0,5 a 2 micromhos/cm en razón de la solubilidad del CO₂ y del NH₃.

- Solución patrón de KCl 0.01 M. Esta solución se prepara mezclando 745.6 mg de KCl anhidro en 1000 ml de agua destilada, desionizada para finalmente tener una conductividad específica de 1 408 micromhos/cm a una temperatura de 25°C. (2).

Procedimiento del análisis (2).

- Encender el aparato y dejarlo calentarse por 5 minutos
- Enjuagar la celda con agua destilada primero, y después con la muestra a analizar
- Llevar la muestra a una temperatura de 25°C
- Introducir la celda en la muestra sin dejar burbujas de aire en el interior. Cuidar que los electrodos estén completamente sumergidos
- Agitar el líquido (con agitador magnético) a fin de que la concentración iónica en los electrodos sea idéntica a la del líquido ambiente
- Introducir el termómetro lo más cerca posible de la celda. La temperatura del líquido no debe variar durante la medición, y el uso de un baño termostático facilita el equilibrio térmico
- Registrar la lectura de conductividad y la temperatura de la muestra

Interpretación de los resultados (19).

La medida de la conductividad permite evaluar rápida, aunque muy aproximadamente, la mineralización global del agua. Para las necesidades urgentes, facilita la eliminación del agua con mineralización elevada

vada.

En el caso de un control de distribución de agua potable, el interés de este método reside no en una medida, sino en una serie de determinaciones que permiten descubrir las variaciones de composición que pueden sobrevenir a las infiltraciones de aguas superficiales de mineralización diferente y bastante a menudo contaminada.

La Norma Oficial Mexicana (NOM) no sanciona aún este parámetro, pero la reglamentación francesa proporciona la siguiente relación entre mineralización del agua y su conductividad;

Conductividad menor a 100 micromhos/cm; Mineralización muy débil
Conductividad de (100-200)micromhos/cm; Mineralización débil
Conductividad de (200-335)micromhos/cm; Mineralización media acentuada
Conductividad de (335-666)micromhos/cm; Mineralización media
Conductividad de (666-1000)micromhos/cm; Mineralización importante
Conductividad mayor de 1000 micromhos/cm; Mineralización excesiva

Además, una conductividad superior a 1500 micromhos/cm, hace considerarla como inutilizable en las zonas de irrigación. Para los usos industriales, la interpretación de los resultados debe hacerse en función de un análisis más completo del agua.

4.9 Sitios de muestreo.

Los sitios de muestreo son;

- Entradas de agua en bloque
- Red de distribución
- Pozos dependientes de la D.G.C.O.H (Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica)
- Pozos dependientes de la C.A.V.M. (Comisión de Aguas del Valle de México)
- Pozos particulares
- Manantiales
- Rebombeo
- Tanques
- Escuelas
- Instalaciones deportivas

4.10 Frecuencia de muestreo.

A continuación se presenta una relación que muestra el número mínimo de muestras bacteriológicas que deben tomarse mensualmente en proporción a la población abastecida (3);

NUMERO DE HABITANTES SERVIDOS	MINIMO MENSUAL DE MUESTRAS
2 500 o menos	1
10 000	7
25 000	25
100 000	100
1 000 000	300
2 000 000	390
3 000 000	450
cantidades mayores	interpolalar linealmente

CAPITULO 5
MICROBIOLOGIA DEL AGUA POTABLE

5.1 Generalidades.

El agua es una fuente inapreciable de vida, pero sin embargo, puede actuar como fuente portadora de enfermedades debido a su capacidad de transportar microorganismos patógenos. La presencia de estos microorganismos se debe a una eventual contaminación producida por aguas residuales o por excretas del hombre y animales de sangre caliente (3, 14).

Los expertos de la OMS aseguran que la polución del medio por las materias residuales que resultan de las actividades humanas es uno de los problemas más importantes, difíciles y complejos a los que debe enfrentarse el servicio de sanidad pública. Por esta razón, la introducción de medidas esenciales en la lucha contra la contaminación, ofrece una dificultad considerable. Estos expertos llegan a la conclusión de que la polución del agua es mayor en los países pobres y en aquellos en vías de desarrollo, que en los países ya desarrollados (3).

5.2 El agua como portadora de microorganismos patógenos.

El conocimiento de que el agua es capaz de transmitir enfermedades es muy antiguo. Hipócrates ya recomendaba la ingestión de agua hervida con objeto de evitar enfermedades (3).

Según Kabler (3) entre los microorganismos de importancia para la salud pública que pueden transmitirse a través del agua se encuentran; Salmonella sp., Shigella sp., Entamoeba histolytica, Vibrio cholera, enterovirus (poliomielítico, coxsackie y echo), virus A de la hepatitis infecciosa, adenovirus asociados con enfermedades entéricas y afecciones más complejas (3).

El agua conduce a enfermedades no solo al ser bebida, sino también al ser empleada para otros fines, entre estos, la preparación de alimentos con agua contaminada. Las enfermedades generalmente transmitidas en piscinas son; la conjuntivitis, fiebre faringoconjuntival, gastroenteritis vírica y amebiasis cerebral causada principalmente por Hartmannella sp. (3).

5.3 Microorganismos indicadores de polución fecal.

Indudablemente es factible aislar e identificar microorganismos patógenos de los cursos de agua contaminada, pero el examen de rutina no se realiza fácilmente. Sin embargo, el hecho de que los microorganismos patógenos se acompañen de una flora normal más abundante, permite poner en evidencia la existencia de una contaminación a través de la determinación de esta abundante flora de origen fecal. Surge así el concepto de "indicador de contaminación fecal", el cual se emplea para la valoración de la potabilidad microbiológica del agua (3).

Las características que debe reunir un microorganismo para ser considerado como indicador de polución fecal son;

- I) Deben estar presentes siempre que lo estén gérmenes patógenos en cuestión
- II) Deben encontrarse en número muy superior al de los microorganismos patógenos
- III) Deben reaccionar del mismo modo y en el mismo grado frente a las condiciones ecológicas del medio hídrico natural
- IV) Deben ser más resistentes que las bacterias patógenas a los procesos de depuración, por lo cual son igualmente útiles en aguas naturales y en aguas tratadas
- V) Deben ser determinados mediante análisis relativamente sencillos, rápidos y económicos
- VI) Deben prestarse tanto a la determinación cuantitativa como a la diferenciación cualitativa
- VII) Su desarrollo en medios de cultivo artificiales debe producirse sin ser interferido por la presencia de otras especies (3)

5.3.1 Escherichia coli como indicador de polución fecal.

E. coli pertenece a la familia Enterobacteraceae y junto con Citrobacter, Klebsiella y Enterobacter reciben el nombre de coliformes (3).

Es conveniente la identificación de E. coli por ser el único microorganismo del grupo coliforme cuyo origen es indiscutiblemente fecal. Tanta es la confianza que se tiene a este indicador que Oliver afirma; "una vez establecido con exactitud su diagnóstico, debe eliminarse toda noción numérica, la aparición de una sola E. coli en 100 ml de agua

es evidencia de contaminación fecal" (3).

Las características generales de E. coli son; bacilos gram (-) no esporulados, fermentan la glucosa rápidamente con producción de gas, igualmente fermentan la lactosa; las pruebas de IMViC (indol, rojo de metilo, Voges Proskauer, citrato de Simmons) se emplean para diferenciar a E. coli de otros coliformes ya que E. coli es indol (+), rojo de metilo (+), Voges Proskauer (-) y citrato de Simmons (-).

Escherich logra aislar a E. coli por primera vez en 1886 de las heces de un paciente de cólera y le da el nombre de Bacterium coli. El bacteriólogo Migula le da el nombre de E. coli (14).

Todos los gérmenes coliformes pueden tener un origen fecal y es digno de consideración la significación precisa que su presencia pueda tener en el agua. Se considera que E. coli es de origen indiscutiblemente fecal, sin embargo, otras especies estrechamente relacionadas tales como Enterobacter aerogenes, Citrobacter freundii y Klebsiella sp., pueden estar presentes en el agua aún en ausencia de contaminación fecal (14).

5.3.2 Streptococcus faecalis.

Houston y otros autores americanos insisten en el interés de la determinación de S. faecalis para averiguar contaminaciones recientes.

Leiguarda y cols., después de un trabajo comparativo entre S. faecalis y E. coli concluyen reafirmando la mayor seguridad que E. coli representa por las siguientes razones; S. faecalis se encuentra en otros productos que no evidencian contaminación fecal y además E. coli se encuentra en número muy superior (3).

5.3.3 Clostridium perfringens.

Bonde introduce el empleo de C. perfringens como indicador de contaminación. C. perfringens es un organismo esporulado anaerobio. Se recomienda su determinación en los siguientes casos (3);

- a) En muestras que contengan sustancias tóxicas (como en el caso de aguas muy cloradas)
- b) En el examen de muestras cuyo transporte al laboratorio se demore más de 12 horas
- c) En el examen de muestras especiales, por ejemplo lodos provenientes de vertidos de origen posiblemente fecal

Los expertos de la OMS opinan que la investigación de este microorganismo es útil cuando se proyecta la explotación de una nueva fuente de abastecimiento, porque suministra una amplia información sanitaria sobre la calidad del agua.

Willis, por otro lado, opina que este organismo se encuentra en gran número en las heces y en el suelo, por lo que su presencia en el agua de suministro no proporciona un importante índice de polución (3).

5.3.4 Pseudomonas aeuroginosa.

Reitler y Sligman (3) indican que P. aeuroginosa se encuentra más frecuentemente en aguas tropicales y subtropicales que en aguas de zonas templadas. Estos autores opinan que P. aeuroginosa es antagónica a E. coli solamente en aguas grandemente polucionadas, pero que ambas pueden coexistir en aguas purificadas (3).

Estos mismos autores apuntan que el hecho de aislar P. aeuroginosa del agua, debe al menos levantar sospecha de contaminación fecal (3).

5.4 Cuenta estandar de microorganismos.

Se emplea la expresión cuenta estandar y no cuenta total de microorganismos en el agua debido a que no todos ellos (como en el caso de los virus, por ejemplo) son capaces de desarrollar en cualquier medio de cultivo. En virtud de lo anterior, se estandariza el uso de un medio de cultivo (agar, extracto de carne de res, glucosa) para el conteo de un número dado de microorganismos aerobios o facultativos, mesófilos y que desarrollan en 48 horas a (35-37)°C.

La determinación de la cuenta estandar es de escaso valor si se realiza una determinación única, pero una serie de recuentos puede constituir un argumento de valor en determinadas circunstancias. Un aumento súbito en el número de microorganismos puede ser considerado indicio de contaminación, en particular cuando el análisis se refiere a muestras de agua procedentes de pozos o de manantiales. Además, la cuenta estandar proporciona información complementaria sobre la calidad del agua de una nueva fuente y supone un dato no desdeñable en el control sanitario de las plantas de tratamiento (3).

5.5 Coliformes totales.

El término "coliformes totales" se emplea a menudo para señalar a

varios miembros del grupo coli aerogenes y que abarca a un conjunto de géneros de la familia Enterobacteraceae (Escherichia, Citrobacter, Klebsiella y Enterobacter) (3).

Para la determinación de coliformes en el agua se emplea el método de filtración por membrana. Se emplean membranas de ésteres de celulosa (acetato o nitrato) de 0.15 mm de grosor y 47 mm de diámetro, posee poros de 0.45 micrómetros de medida; son capaces de retener a las bacterias contenidas en el agua ya que estas tienen una dimensión de 0.7 micrómetros de ancho por 1 a 4 micrómetros de largo.

El medio de cultivo gelosa-ENDO es el empleado para la identificación de coliformes totales al incubar durante 24 horas a 35°C (2, 3).

Los coliformes totales producen durante su desarrollo colonias con color y brillo verde metálico. Ocasionalmente pueden producir colonias atípicas, si solo se presentan formas atípicas, su identificación como bacterias coliformes totales se efectúa por transferencia de estas colonias a tubos con medio de cultivo caldo lactosado, lauril triptosa (prueba presuntiva), estos tubos poseen campanas invertidas de Durham donde se detecta la producción de gas, característico de la fermentación de la lactosa por parte de los coliformes totales. De c/tubo (+) de caldo lactosado, lauril triptosa se inocular uno con caldo lactosado bilis verde brillante e incubando a 35°C durante 24 a 48 horas, se com prueba la presencia de coliformes totales mediante la producción de gas (2).

5.6 Coliformes fecales.

Existe la expresión típico "Bacterium coli" que es sinónimo de E. coli, y con frecuencia se emplea el término de "coliforme fecal" para resaltar la importancia de este organismo, aunque no resulta conveniente emplear el término "coliformes no fecales" para describir al resto del grupo (3).

Los expertos de la OMS definen a los "coliformes fecales" como bacilos gram (-) no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas y ácido a una temperatura de incubación de 44.5°C en menos de 24 horas (2). Estos mismos expertos recomiendan usar en lugar del término E. coli la expresión "coliformes fecales", ya que este término abarca

un número ligeramente mayor de variedades, todas ellas de claro origen fecal e indicadores de contaminación reciente (2, 3).

Para la selección de organismos del grupo coliforme fecal se emplea una temperatura de incubación específica y precisa (44.5°C). Para lograr el mínimo de variación ($\pm 0.2^{\circ}\text{C}$) en la temperatura de incubación, las cajas petri se guardan en bolsas de plástico, y una vez selladas, se sumergen en un baño de agua a la temperatura deseada (una incubadora de aire, como una estufa por ejemplo, es indeseable para la incubación a esta temperatura, ya que en ella se forman capas con gradientes de temperatura) (2). El medio de cultivo que se emplea para la determinación de coliformes fecales es el mFC que contiene ác. rosólico (un colorante) como agente selector, y azul de anilina como indicador de la fermentación de la lactosa.

Las colonias de interés se observan de acuerdo al siguiente criterio;

- a) Azul intenso (+)
- b) Azul intenso con núcleo café (+)
- c) Centro azul con halo café (+)
- d) Grises, prueba dudosa y se recomienda sembrar en medio EC e incubar a $44.5^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$. La presencia de gas en la campana de Durham indica (+) la prueba
- e) Cremosas, cafés o cualquier otro color (-)

Las ventajas de determinar coliformes fecales en el agua son;

- Aproximadamente el 95 % de las bacterias coliformes de origen fecal son capaces de desarrollar a temperaturas de 44.5°C
- Estos organismos no son frecuentes en el agua, a excepción de cuando ha ocurrido una contaminación fecal
- La supervivencia de los coliformes fecales en el agua es menor que los coliformes totales, por lo cual, un número elevado de coliformes fecales es un indicio de contaminación reciente en el agua

Las limitaciones de determinar coliformes fecales son;

- Existe un número relativamente pequeño en las heces de origen animal, de algunas variedades de E. coli que no dan (+) la prueba
- No existe una correlación numérica establecida entre la relación

coliformes totales/coliformes fecales en la interpretación de la calidad sanitaria del agua

- Este método no se recomienda como un sustituto para la prueba de bacterias coliformes en el examen de agua potable, ya que ninguna bacteria coliforme de cualquier género debe ser tolerada en el agua, y menos si ésta ha sido sometida a un tratamiento de purificación
- La prueba para coliformes fecales es aplicable principalmente a estudios de investigación en la contaminación de ríos, aguas con residuos industriales, aguas para baños públicos, agua de mar (6).

5.7 Material necesario para el análisis bacteriológico del agua.

Equipo

- a) Unidades de filtración (comprende embudos y bases de vidrio con pinzas)
- b) Cajas petri de 60 X 15 mm
- c) Cajas petri 100 X 10 mm
- d) Matraces Erlenmeyer de 500 ó 1000 ml de capacidad
- e) Microscopio estereoscópico provisto de una lámpara de luz fluorescente
- f) Pinzas de acero inoxidable con puntas redondeadas
- g) Matraces kitasato con tapón monohoradado
- h) Bomba de vacío
- i) Cuenta colonias
- j) Baño de agua con regulador de temperatura
- k) Membranas filtrantes con poro de 0.45 micrómetros; 0.15 mm de espesor y 47 mm de diámetro
- l) Incubadora de $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$
- m) Asas de platino ó nicromel

Reactivos

- l) Medio de cultivo gelosa-ENDO

fórmula por litro

polipeptona	10.00 gr	peptona de carne	5.00 gr
tripticoaseína	5.00 gr	extracto de levadura ..	1.50 gr
lactosa	12.50 gr	NaCl	5.00 gr

fosfato dipotásico	4.375 gr	fosfato monopotásico ..	1.375 gr
lauril sulfato de sodio .	0.050 gr	desoxicolato de sodio .	0.100 gr
sulfito de sodio	2.100 gr	fuchsina básica	1.050 gr
agar bacteriológico	15.000 gr	etanol al 95 %	20 ml

Preparación.- Suspender 63 gr del medio en un litro de agua destilada, y calentar a ebullición. No esterilizar en autoclave.

2) Medio gelosa-mFC

fórmula por litro

triptosa	10.0 gr	polipeptona	5.0 gr
extracto de levadura ...	3.0 gr	NaCl	5.0 gr
lactosa	12.5 gr	sales biliares	1.5 gr
azul de anilina	0.1 gr	agar bacteriológico	15.0 gr

Preparación.- Suspender 37.1 gr del medio en un litro de agua destilada. Adicionar 1 ml de una solución al 1 % de ác. rosólíco en NaOH 0.2 N. Calentar a ebullición. No esterilizar por autoclave.

3) Medio de caldo lauril triptosa

fórmula por litro

triptosa	20.00 gr	lactosa	5.00 gr
fosfato dipotásico	2.75 gr	fosfato monopotásico	2.75 gr
NaCl	5.00 gr	lauril sulfato de sodio .	0.10 gr

Preparación.- Disolver los ingredientes y repartir el medio en tubos de ensaye provistos de un tubo de Durham invertido. Taper convenientemente los tubos y esterilizar por autoclave a 121°C durante 15 minutos.

4) Medio de caldo verde brillante bilis al 2 %

fórmula por litro

peptona	10.0000 gr	lactosa	10.0000 gr
bilis de buey	20.0000 gr	verde brillante	0.0133 gr

Preparación.- Disolver los ingredientes y repartir el medio en tubos de ensaye provistos de campanas de Durham invertidas. Taper convenientemente los tubos y esterilizar por autoclave a 121°C durante 15 minutos.

5) Medio EC

fórmula por litro

triptosa	20.00 gr	lactosa	5.00 gr
sales biliares	1.59 gr	fosfato dipotásico	4.00 gr
fosfato monopotásico ..	1.50 gr	NaCl	5.00 gr

Preparación.- Disolver los ingredientes y repartir el medio en tubos de ensaye provistos de campanas de Durham invertidas. Tapar convenientemente los tubos y esterilizar por autoclave a 121°C durante 15 minutos.

6) Medio de agar, glucosa, extracto y tripticaseína

peptona de caseína	5 gr	extracto de carne de res ...	3 gr
dextrosa	1 gr	agar bacteriológico	15 gr

Preparación.- Suspender 24 gr del medio deshidratado en un lt de agua destilada. Remojar durante 10 a 15 min. con agitación. Calentar agitando frecuentemente y hervir durante un minuto. Vertir en tubos de ensaye de 16 X 150 mm (de 10 a 13 ml en c/tubo), se tapan convenientemente y se esterilizan en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

7) Solución amortiguadora (agua de dilución)

Solución madre de fosfatos; disolver 34 gr de fosfato monopotásico (KH_2PO_4) en 500 ml de agua destilada, ajustar el pH a 7.2 y diluir a un litro con agua destilada.

Solución de cloruro de magnesio; disolver 38 gr de MgCl_2 en un lt de agua destilada.

Mezclar 1.25 ml de la solución de fosfato monopotásico con 5 ml de la soln. de MgCl_2 y aforar a un lt. Esterilizar por autoclave.

5.8 Procedimiento de análisis.

Cuenta estándar.

Preparar un área estéril, limpiando perfectamente la mesa de trabajo y con un mechero encendido. Marcar las cajas petri (100X10) con el número de identificación y fecha del día de análisis.

Agitar perfectamente el frasco (\pm 25 veces) y con una pipeta estéril tomar 1 ml de muestra, colocarlo en la caja petri y añadir el me-

dio de cultivo (agar, glucosa, extracto y tripticaseína) licuado y enfriado aproximadamente a 40°C.

Agitar la caja para homogeneizar y permitir la solidificación del medio. Incubar de manera invertida (la caja petri tapa abajo) a 35°C durante 48 horas.

Contar el número de colonias y reportar como unidades formadoras de colonias por ml (2).

Coliformes totales.

Se colocan las bases de cristal en la unidad filtrante en un ambiente estéril (mecheros encendidos), se coloca la membrana estéril con ayuda de las pinzas de punta redondeada, la cuadrícula de la membrana debe quedar visible, se coloca el embudo con cuidado y se sujeta con las pinzas de la unidad filtrante.

La muestra se agita vigorosamente y de ella se vierten 100 ml en el embudo, se filtra con ayuda del vacío. Se enjuaga el embudo empleando 3 porciones de 20 a 30 ml de la solución amortiguadora estéril.

Con la ayuda de las pinzas de punta redondeada flameadas, se retira la membrana y se coloca en la caja petri (60 X 15 mm) con el medio gelosa-ENDO, con un movimiento envolvente para evitar que quede aire atrapado entre la membrana y el medio de cultivo. Después de unos minutos, la caja se invierte y se incuba a 35°C durante 24 horas.

Al terminar la operación anterior, se coloca nuevamente el embudo en la base (sin membrana) y con las pinzas en su lugar, se enjuaga con agua hirviente y en esa forma el equipo queda en condiciones de volver a ser utilizado.

Las colonias coliformes típicas tienen un color oscuro con brillo metálico amarillo verdoso (al ser examinadas bajo el microscopio este-reoscópico con la ayuda de una lámpara de luz fluorescente). El área de brillo puede variar en tamaño, desde una cabeza de alfiler a toda la superficie de la colonia.

Algunas veces se presentan colonias aparentemente típicas que son organismos no coliformes, por lo que se hace necesario efectuar una verificación. Con ayuda de un asa estéril se transfieren 5 colonias a 5 tubos de caldo lauril triptosa y se incuban durante 24 a 48 horas. La presencia de gas en la campana de Durham indica una prueba (+), en este

caso se resiembra c/u de los tubos con caldo bilis verde brillante y se incuban durante 24 a 48 horas a 35°C. La presencia de gas en la campana de Durham indica una prueba (+) y por lo tanto, la presencia de coliformes totales en la muestra (2).

Si se desea averiguar la presencia de coliformes fecales a partir de esta prueba, es necesario resembrar de c/tubo con medio de caldo bilis verde brillante a un tubo con medio EC, incubar durante 24 horas a 44.5°C. La presencia de gas en la campana de Durham indica la presencia de coliformes fecales (este es un examen cualitativo) (2).

Coliformes fecales.

El análisis de coliformes fecales se efectúa de manera idéntica a la prueba de coliformes totales, pero en el caso de coliformes fecales se emplea el medio gelosa mFC y una temperatura de incubación de 44.5°C durante 24 horas (2).

Las colonias azules son las de interés. En ocasiones pueden presentarse colonias grises (aparentemente azules), entonces es necesario verificar que se trata de coliformes fecales, para ello se resiembran las colonias en cuestión en tubos con medio EC (2).

5.9 Normas de calidad bacteriológica del agua potable.

La Dirección de Ingeniería Sanitaria en su "Reglamento Federal sobre Prevención de Contaminación del Agua Potable" considera como agua potable aquella cuya ingestión no causa efectos nocivos a la salud. Por esta razón, la Secretaría de la Salud fija las siguientes características que debe tener el agua para considerarla potable desde el punto de vista bacteriológico.

Un agua potable estará libre de microorganismos patógenos procedentes de contaminación fecal y se considera así cuando la investigación bacteriológica da como resultado final;

- a) Menos de 3 organismos coliformes totales en 100 ml de muestra
- b) Menos de 200 colonias bacterianas por ml de muestra en placa de agar, glucosa, extracto y tripticaseína incubada a 35°C en 48 hrs.
- c) Ausencia de organismos coliformes fecales en 100 ml de muestra.

CAPITULO 6
FISICOQUIMICA DEL
AGUA POTABLE

Los requisitos bacteriológicos no constituyen por sí solos fundamentos suficientes para calificar un agua. Son, en asociación con los caracteres fisicoquímicos, los que determinan en definitiva, el carácter de potabilidad del agua (3).

6.1 Exámenes físicos.

6.1.1 Color.

Se dice que la coloración del agua es real o verdadera cuando se debe solo a las sustancias que tiene en solución. Se denomina aparente si el color se debe a las sustancias que tiene en suspensión. Los colores real y aparente son aproximadamente iguales en el agua clara y en el agua de turbidez muy débil (19).

Fundamento de la determinación.

La coloración de un agua se compara con la de una sln. de referencia de platino cobalto o con discos de vidrio coloreados y se expresa en unidades de color Hazen o bien, en unidades platino-cobalto (U Pt-Co).

Por definición, una unidad de color es la que se produce por 1 mgde Pt (en forma de ión cloroplatinato) en un lt de agua (19).

La preparación del reactivo de comparación es como se indica a continuación (2, 19)

Solución Pt-Co (0.5 gr de Pt por litro)

Cloroplatinato potásico (K_2PtCl_6) 1.245 gr

Cloruro de cobalto cristalizado ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$) 1.000 gr

HCl con densidad de 1.19 100 ml

Agua destilada c.b.p. 1 000 ml

Se disuelve el cloroplatinato potásico y el cloruro de cobalto en una pequeña cantidad de agua que contenga HCl y luego se afora a 1 000 ml con agua destilada.

Esta sln. tiene un color equivalente a 500 U Pt-Co. La solución puede conservarse en la oscuridad durante un año.

Se toman 100 ml de esta sln. y se aforan a un lt con agua destilada para obtener 50 unidades de color, y a partir de esta sln. se puede preparar una gama de colores patrones por diluciones de la siguiente manera;

ml de sln. de 50 U Pt-Co	ml de agua dest.	color (U Pt-Co)
0.5	49.5	0.5
1.0	49.0	1.0
1.5	48.5	1.5
2.0	48.0	2.0
2.5	47.5	2.5
3.0	47.0	3.0
3.5	46.5	3.5
4.0	46.0	4.0
5.0	45.0	5.0
6.0	44.0	6.0
7.0	43.0	7.0

La comparación de colores se realiza empleando tubos de colorime — tría o tubos de Nessler de 50 a 100 ml. Sin embargo, es más cómodo com parar el color del agua con discos de vidrio cuya intensidad de color corresponde a la escala hecha con la sln. de Pt-Co (19).

Interferencias.

La turbiedad de la muestra puede interferir en la determinación pues produce color aparente que puede ser considerablemente más alto que el color verdadero. La turbiedad se elimina por centrifugación o por filtración sobre lana de vidrio; pero no se debe filtrar a través de pa— pel filtro, ya que éste ejerce un efecto de decoloración (2).

Interpretación de los resultados.

El agua potable que se examina bajo un espesor de 20 cm es incolora pero bajo un espesor de algunos mts tiene una coloración azul. En función de la turbiedad, de la presencia de plancton y de materia en sln. (ác. húmicos, hierro, manganeso, vertidos industriales) podrá virar a color verde, amarillo o pardo.

Aunque el agua colorida puede no ser perjudicial, presenta ciertos inconvenientes y es sospechosa para el consumidor. Independientemente de los problemas estéticos, las sustancias que ocasionan la coloración del agua pueden formar quelatos con los iones metálicos e interferir en los fenómenos de floculación cuando se realizan los tratamientos y li-

mitan la capacidad de las resinas intercambiadoras de iones (6, 19).

Desde el punto de vista práctico, una coloración de 5 unidades ya puede ser descubierta por algunos usuarios. La Secretaría de Salud sanciona un valor de 20 unidades de color para el agua potable.

6.1.2 Conductividad eléctrica.

Este parámetro se determina también a nivel de campo y se describe en el capítulo 4.

6.1.3 pH.

Este parámetro se determina también a nivel de campo y se describe en el capítulo 4.

6.1.4 Sólidos.

La definición usual de sólidos se refiere a la materia que permanece como residuo después de evaporar una muestra de agua y secarla a una temperatura definida.

Las pruebas son de carácter empírico y son relativamente simples de efectuarse. La naturaleza química y física del material en suspensión, el tamaño del poro del filtro, el área y espesor del borde del filtro, la cantidad y estado físico de los materiales depositados en él, son los principales factores comprendidos en el análisis. Por lo tanto, las determinaciones de los sólidos no están sujetas a los criterios usuales de exactitud (12).

La temperatura a la cual se seca el residuo tiene una relación importante con los resultados obtenidos, puesto que la pérdida de peso debida a la volatilización de la materia orgánica, el agua mecánicamente absorbida, el agua de cristalización y los gases de la descomposición química producida por el calor, así como el peso ganado debido a la oxidación, dependen de la temperatura y del tiempo de calentamiento (12).

Las principales determinaciones en agua potable están encaminadas a obtener información sobre la cantidad de sólidos totales, sólidos totales fijos y sólidos totales volátiles (12).

Determinación de sólidos totales.

El método consiste en colocar una muestra en un crisol previamente

tarado y evaporar dicha muestra a $(103-104)^{\circ}\text{C}$. El aumento en el peso del crisol representa los sólidos totales.

La presencia de partículas grandes, material flotante, partículas de grasa en la superficie, muestras no homogéneas; provocan resultados no reproducibles (2).

El material que se emplea en la determinación es el siguiente;

- Mufla eléctrica para calcinar $(550 \pm 50)^{\circ}\text{C}$ - Balanza analítica
- Desecador y agente desecante - Prob. grad. 100 ml
- Cápsulas de porcelana de 100 ml de 90 mm de diámetro
- Estufa de secado $(180 \pm 2)^{\circ}\text{C}$

Para la determinación de sólidos totales se procede como sigue;

Si las muestras tienen un pH menor de 4.3, agregar NaOH hasta ese pH y mantenerlo durante la evaporación. El peso de NaOH que se adicione, se reduce del peso del residuo.

Calcinar la cápsula durante una hora en la mufla a una temperatura de $(550 \pm 50)^{\circ}\text{C}$. Enfriar y pesar la cápsula (al enfriar, es conveniente hacerlo primero al aire por aprox. 20 min y finalmente en un desecador).

Medir 100 ml de muestra en una probeta graduada y transferirlos a la cápsula de porcelana. Evaporar la muestra a sequedad en la estufa a 103°C .

Secar la cápsula en un desecador (una hora es usualmente suficiente), pesarla y repetir el ciclo del secado a 103°C , enfriar y pesarla hasta obtener un peso constante, o hasta que la pérdida de peso sea menor del 4 % del peso anterior (12)

$$\text{mg/l de sólidos totales} = \frac{(B-A)(1000)}{\text{ml de muestra}}$$

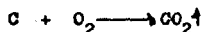
donde A es el peso de la cápsula en mg

y B es el peso de la muestra más el peso de la cápsula en mg

Sólidos totales volátiles y fijos.

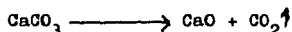
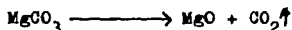
La prueba de determinación de sólidos totales volátiles y fijos consiste en un procedimiento de combustión en el cual la materia orgánica se convierte en CO_2 y H_2O .





la pérdida de peso se interpreta en términos de materia orgánica.

El control de la temperatura es importante para prevenir la descomposición y volatilización de sustancias inorgánicas



el $CaCO_3$ se descompone a temperaturas superiores a $825^\circ C$, y como es una de las principales sales inorgánicas de la muestra, su pérdida en la calcinación ocasiona graves errores (12).

Para la determinación de sólidos totales volátiles y fijos, se procede como sigue;

Una vez determinados los sólidos totales, se calcina el residuo obtenido en la mufla a $(550 \pm 50)^\circ C$ hasta obtener un peso constante.

Se deja enfriar parcialmente la cápsula en el aire hasta que casi todo el calor se ha disipado (20 min aprox.) y se coloca dentro de un desecador durante una hora para que se enfríe.

$$\text{mg/l de sólidos volátiles} = \frac{(B-C)(1000)}{\text{ml de muestra}}$$

$$\text{mg/l de sólidos fijos} = \frac{(C-A)(1000)}{\text{ml de muestra}}$$

donde A es el peso de la cápsula en mg

B es el peso de los residuos sólidos + el peso de la cápsula antes de la calcinación (en mg)

y C es el peso de los residuos sólidos + el peso de la cápsula después de la calcinación (en mg)

Interpretación de los resultados.

Aguas con alto contenido de sólidos pueden ser laxantes, pierden cualidades organolépticas y pueden ocasionar otras molestias en personas no acostumbradas a su ingestión (19).

La Secretaría de la Salud sanciona un contenido de sólidos totales en el agua potable de 500 mg/l y fija un límite de 1000 mg/l .

6.1.5 Turbiedad.

La turbiedad en el agua se debe a partículas en suspensión en la muestra.

Cuando los elementos en suspensión en un líquido se irradian con un haz luminoso, absorben ciertas radiaciones. Esta absorción depende principalmente del número de estas partículas en suspensión, de su constitución, del espesor del líquido atravesado y de la longitud de onda de la radiación incidente.

Cuando la absorción propia del líquido es despreciable, la relación entre la intensidad incidente y la intensidad transmitida permite, entre ciertos límites, conocer el número de estas partículas, admitiéndose entonces la validez de la ley de absorción de Lambert-Beer (1,4,19).

La turbiedad se mide en el nefelómetro con una fuente de iluminación y un detector fotoeléctrico con escala indicadora de luz desviada. El aparato tiene un rango de lectura de 0 a 1000 unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

Se utilizan celdas con capacidad de 25 ml cilíndricas, transparentes, limpias y libres de raspaduras y fracturas; así como un juego de ampollitas conteniendo suspensiones con valores de turbiedad de referencia de 0.01, 10, 100 y 1000 UNT.

Calibración del nefelómetro.

Primeramente se revisa que el nefelómetro marque cero, después se utilizan las ampollitas de referencia para estandarizar el nefelómetro. El botón de selección se fija en un valor y se coloca la ampollita de referencia apropiada, y con la luz encendida se ajusta la lectura igual al valor de turbiedad de la ampollita en uso.

Análisis de la muestra.

Se llenan las celdas con 25 ml de muestra agitada teniendo cuidado de eliminar todas las burbujas de aire (2, 12, 19).

Interpretación de los resultados.

La medida de la turbiedad es útil para el control de un tratamiento aunque no da indicaciones sobre la naturaleza, la concentración y el tamaño de las partículas en suspensión.

La turbiedad constituye una molestia para la eficacia de los trata-

mientos de esterilización, y las partículas en suspensión pueden ocasionar gustos y olores desagradables. El consumidor, por otra parte, solo emplea con reticencia un agua turbia, aunque las calidades químicas y bacteriológicas sean satisfactorias (19).

La Secretaría de la Salud, en sus normas de calidad del agua, sanciona que ésta no debe contener una turbiedad mayor de 10 UNT.

6.2 Análisis químicos.

6.2.1 Acidez.

La acidez del agua se debe a la presencia de CO_2 libre, ác. minerales y a la presencia de sales provenientes de ác. fuertes y bases débiles.

Pueden distinguirse 2 tipos de acidez en el agua, la acidez total y la acidez debida solo a ác. minerales. Ambas se determinan por medio de una valoración de la muestra con una sln. de NaOH de normalidad conocida en presencia de indicadores coloridos; fenoftaleína para acidez total y anaranjado de metilo para la acidez debida a ác. minerales.

Los siguiente factores pueden influenciar la determinación de acidez en el agua;

- Color y turbiedad presentes en la muestra y que interfieran en la aparición del vire de color en el indicador
- Pérdida durante el muestreo, almacenamiento o titulación de gases disueltos tales como CO_2 , H_2S y NH_3 , alterando las concentraciones originales de acidez

Para la determinación de acidez en el agua se emplea el siguiente material y reactivos;

- Buretas de 50 ml
- Matracas Erlenmeyer de 250 ml
- Pipetas volumétricas de 100ml
- Matracas aforados de 100 ml
- Balanza analítica
- Sln. valorada de NaOH 0.02 N
- Sln. indicadora de fenoftaleína
- Fenoftaleína 1 gr
- Etanol a 95° 50 ml

Agua destilada c.b.p. ... 100 ml
Añadir NaOH 0.02 N hasta ligera coloración rosa

- Sln. indicadora de anaranjado de metilo
Anaranjado de metilo 0.5 gr
Agua destilada 100 ml
- Sln. de tiosulfato de sodio 0.2 N
Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) .. 2.5 gr
Agua destilada c.b.p. 100 ml

Procedimiento del análisis de acidez.

Acidez total.

Se homogeneiza la muestra y con una pipeta volumétrica tomar 100 ml depositándola en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. Si la muestra contiene cloro residual, añadir una gota de la sln. de tiosulfato de Na.

Agregar 2 gotas de la sln. indicadora de fenoftaleína y titular con la sln. valorada de NaOH hasta vire a color rosa (pH=8.3).

Acidez debida a ác. minerales.

En un matraz Erlenmeyer se añaden 100 ml de muestra más 2 gotas de la sln. indicadora de anaranjado de metilo. Titular con la sln. de NaOH hasta un vire de color de amarillo a anaranjado (pH=4.6).

Se recomienda realizar ambas titulaciones sobre fondo blanco para apreciar correctamente los vires de coloración

$$\text{Acidez (mg CaCO}_3\text{/l)} = \frac{A N (1000)(50)}{(100)} = AN(500)$$

A; son los ml de NaOH

N; es la normalidad de la sln. de NaOH

50; es el peso equivalente del CaCO_3

1000; es un factor para convertir de ml a litros

100; es el volumen de la muestra (en ml)

6.2.2 Alcalinidad (2).

La alcalinidad de un agua corresponde a la presencia de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos.

Cuando se habla de alcalinidad a la fenoftaleína, se entiende como la medición de la cantidad de álcalis presentes en el agua y de bicar-

bonatos alcalinos.

El valor alcalimétrico completo (alcalinidad al anaranjado de metilo) corresponde a la cantidad de álcalis libres, carbonatos y bicarbonatos que contiene el agua.

La alcalinidad de una muestra de agua se determina titulandola con una soln. de H_2SO_4 ó HCl 0.02 N hasta un pH de 8.3 (alcalinidad a la fe noftaleína) continuando la titulación hasta un pH de 4.3 empleando anaranjado de metilo como indicador.

El procedimiento de análisis de alcalinidad es semejante al realizado para determinar acidez.

Valor alcalimétrico completo (mg $CaCO_3$ /l) = AN(500)

Interpretación de los resultados.

La Secretaría de la Salud sanciona una alcalinidad total en el agua de 400 expresados como mg/l de $CaCO_3$.

6.2.3 Cloro.

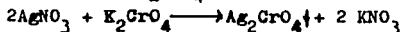
La técnica se describe en el capítulo 4.

6.2.4 Cloruros.

El ión cloruro (Cl^-) se puede cuantificar por titulación con nitrato de plata ($AgNO_3$), con el cual reacciona produciendo un precipitado de cloruro de plata ($AgCl$)



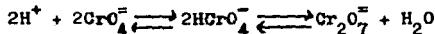
la sustancia indicadora del punto final de reacción es el cromato de potasio (K_2CrO_4), que al reaccionar con un pequeño exceso de $AgNO_3$ produce cromato de plata (Ag_2CrO_4) que es un ptdo. rojo (20)



Las siguientes sustancias pueden interferir la determinación;

- Bromuros, yoduros y cianuros se registran como concentraciones de cloruros o equivalentes
- Los ortofosfatos cuando se encuentran en conc. superiores a 25mg/l interfieren, precipitándose como ortofosfato de plata. Hierro en cantidades superiores a 10 mg/l interfiere enmascarando el punto final de la titulación

- El uso del indicador queda limitado a un pH comprendido entre 6 y 10. A pHs más alcalinos precipita el Ag_2O y a pHs más ácidos, la concentración del K_2CrO_4 disminuye en gran medida debido a la formación de iones bicromato y dicromato (19,20)



Los materiales y reactivos empleados en la determinación de cloruros son los siguientes;

- Matraces Erlenmeyer de 250 ml - Bureta de 50 ml
- Pipetas volumétricas de 50 ml
- Solución indicadora de cromato de potasio
Disolver 50 gr de K_2CrO_4 en agua destilada y diluir a un litro
- Solución valorada de nitrato de plata 0.01 N
Disolver 2.4 gr de $AgNO_3$ en agua destilada y aforar a un litro . Guardar en frasco ámbar y estandarizar como sigue; preparar una sln. 0.01 N de NaCl disolviendo 584 mg de NaCl en agua destilada y aforar a un litro. Un ml de esta sln. equivale a 500 mg de Cl^- . Titular esta sln. con la de $AgNO_3$ empleando la sln. de K_2CrO_4 como indicador

Procedimiento del análisis de cloruros.

Tomar 50 ml de muestra y titular directamente si el rango de pH de la muestra está entre 7 y 10. Si el pH no está en este rango, ajustarlo empleando H_2SO_4 ó NaOH según convenga.

Añadir un ml de la sln. indicadora de K_2CrO_4 . Titular con la sln. valorada de $AgNO_3$ hasta un punto final rojizo. Es recomendable correr un blanco con agua destilada.

$$Cl^- \text{ (mg/l)} = \frac{(A-B)(N)(35.45)(1000)}{\text{ml de muestra}}$$

donde A son los ml de $AgNO_3$ empleados para la muestra

B son los ml de $AgNO_3$ empleados para el blanco

N es la normalidad de la sln. de $AgNO_3$

Interpretación de los resultados.

El gran inconveniente de la presencia de cloruros en el agua potable es el desagradable sabor que le comunican. Los cloruros son también susceptibles de ocasionar corrosión en las canalizaciones y en los depósitos, particularmente para los elementos de acero inoxidable (19).

La Norma Oficial Mexicana (NOM) sanciona un contenido en Cl^- no mayor de 250 mg/l.

6.2.5 Dureza del agua.

La dureza del agua corresponde a la suma de las concentraciones de cationes metálicos a excepción de los metales alcalinos y del ión H^+ . En la mayoría de los casos, la dureza se debe principalmente a los iones Ca^{++} y Mg^{++} , a los que se añaden algunas veces los iones Fe^{+++} , Al^{+++} , Mn^{++} y Sr^{++} .

La dureza se llama todavía dureza cálcica y magnésica, o bien, consumo de jabón y se expresa en meq de CaCO_3 (19).

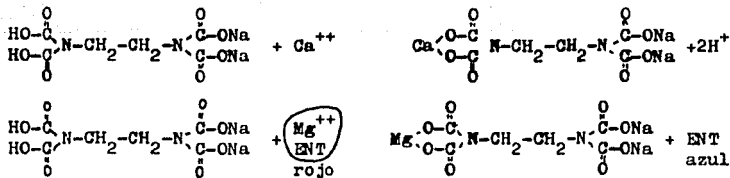
En el agua existen los siguientes tipos de dureza;

- Dureza total; que es la suma de las durezas cálcica y magnésica
- Dureza cálcica; que corresponde al contenido global de sales de calcio
- Dureza magnésica; que corresponde al contenido global de sales de magnesio
- Dureza carbonatada total; que es la suma de las alcalinidades carbonatada y bicarbonatada
- Dureza carbonatada; que corresponde solamente a carbonatos
- Contenido de CO_2 libre; $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
- Dureza permanente o no carbonatada; es la dureza que persiste después de la ebullición del agua y corresponde a las sales de calcio y magnesio (19).

Determinación de la dureza total en el agua.

La determinación de la dureza total del agua se realiza mediante un método complejométrico.

Los alcalinoterreos forman un complejo tipo quelato con la sal disódica del EDTA. La desaparición de las últimas trazas de elementos libres a determinar se pone de manifiesto por el vire de un indicador específico en un medio convenientemente amortiguado para impedir la precipitación del magnesio. El método permite determinar la suma de los iones calcio y magnesio;



El indicador empleado es el ericromo negro T (ENT) el cual se combina con el Mg^{++} produciendo una coloración roja, que vira a azul cuando el Mg^{++} es quelado por el EDTA. Sin embargo, este indicador reacciona mal con el Ca^{++} (19).

Para el análisis de dureza en el agua se emplean los siguientes materiales y reactivos;

- Bureta de 50 ml
- Pipetas volumétricas de 50 ml
- Matracas Erlenmeyer de 250 ml

- Sln. indicadora de ENT al 0.4% en etanol absoluto
- Sln. amortiguadora

Disolver 54 gr de NH_4Cl en 350 ml de NH_3 al 24 % y aforar a un lt.

- Sln. de EDTA 0.01 N (0.01 M)

Disolver 3.721 gr de la sal disódica del EDTA dihidratada en un litro de agua destilada y estandarizarla con una sln. valorada de carbonato de calcio. Para preparar la solución valorada de carbonato de calcio se pesa 1.00 gr de CaCO_3 anhidro en un matraz Erlenmeyer de 500 ml, colocar un embudo en el cuello del matraz y agregar poco a poco HCl hasta disolver el CaCO_3 ; agregar 200 ml de agua destilada y hervir por unos minutos para expulsar el CO_2 . Enfriar y añadir unas gotas del indicador rojo de metilo, ajustar a un color intermedio naranja por adición de amoníaco 3 N o HCl al 50 % según se requiera, transferir cuantitativamente a un matraz y aforar a un litro con agua destilada. Un ml de esta sln. equivale a un mg de CaCO_3 (2,19)

La estandarización de la sln. de EDTA se efectúa de la siguiente manera;

Tomar 10 ml de la sln. valorada de CaCO_3 en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y diluir a 50 ml con agua destilada. Agregar de 1 a 2 ml de la

sln. amortiguadora y verif car que el pH esté en 10 ± 0.1 ; añadir de la 2 gotas del indicador ENT y titular lentamente y agitando con la sln. de EDTA hasta el viro de rojo a azul. Determinar el factor F mediante la fórmula $F = \frac{g}{m}$; donde g son los mg de CaCO_3 contenidos en el volu- men tomado para la titulación y m son los ml de la sln. de EDTA gasta- dos en la titulación.

Para el análisis de la muestra se procede de la siguiente manera;

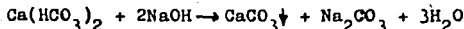
Se colocan 50 ml de muestra en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y se añaden de 1 a 2 μg de la sln. amortiguadora (el pH debe ser de 10 ± 0.1). Agregar 2 gotas del indicador y titular con EDTA hasta el punto de viro de rojo a azul.

$$\text{Dureza total como } \text{CaCO}_3 \text{ (mg/l)} = \frac{(\text{ml de EDTA})(F)(1000)}{\text{ml de muestra}}$$

Dureza cálcica.

El fundamento para determinar dureza cálcica es idéntico al emplea- do para determinar dureza total. No obstante, como la determinación se realiza a un pH elevado (de 12 a 13), el magnesio precipita como $\text{Mg}(\text{OH})_2$ y no interviene en la reacción. Además, el indicador (murexida) no se combina más que con el calcio.

Para aguas fuertemente cargadas con bicarbonatos, la adición de so- sa provoca la siguiente reacción (19);



El precipitado de CaCO_3 falsea los resultados. Se recomienda en es- tos casos lo siguiente;

Evaporar la muestra a sequedad y tratar el residuo con algunas go- tas de HCl para descomponer los bicarbonatos. Evaporar el exceso de ác. y diluir con 50 ml de agua destilada.

Los reactivos empleados en la determinación de dureza cálcica son;

- Slm. de EDTA 0.01 N
- Slm. de NaOH 2 N
- Indicador de murexida.

En un mortero moler 0.2 gr de murexida junto con 100 gr de NaCl

El procedimiento de análisis de la muestra para determinar dureza cálcica es como sigue;

Tomar 50 ml de muestra y añadir NaOH hasta un pH de 12 a 13. Agitar y agregar de 0.1 a 0.2 gr de la mezcla del indicador. Titular lentamen

te y sin dejar de agitar con la sln. de EDTA. El punto final se reconoce cuando la sln. cambia de color rojo a púrpura (2).

$$\text{Dureza cálcica como CaCO}_3 \text{ (mg/l)} = \frac{(\text{ml de EDTA})(F)(1000)}{\text{ml de muestra}}$$

Dureza magnésica.

$$\text{DUREZA MAGNESICA} = \text{DUREZA TOTAL} - \text{DUREZA CALCICA}$$

Interpretación de los resultados.

Salvo excepciones muy particulares, la dureza tiene un carácter natural y corresponde al lavado de los terrenos atravesados.

Podemos delimitar la calidad del agua atendiendo a su dureza de la siguiente manera (19);

Agua de buena calidad	hasta 150 mg/l de CaCO ₃ (3 meq)
Agua de calidad media	hasta 300 mg/l de CaCO ₃ (6 meq)
Agua de calidad aceptable	hasta 500 mg/l de CaCO ₃ (10 meq)
Agua de difícil uso	más de 600 mg/l de CaCO ₃ (12 meq)

El calcio y el magnesio, principales responsables de la dureza del agua, precipitan al jabón al formar sales poco solubles con éste, que pierde así su poder detergente produciendo difícilmente espuma. En lo que concierne a la limpieza corporal, en el caso de agua blanda, la piel queda lisa y flexible, pero en el caso de agua dura, la piel queda áspera porque se cubre de jabón calcáreo y magnésico insoluble.

Además, las sales de calcio y magnesio se oponen a la cocción conveniente de las legumbres (formando peptatos insolubles) (19).

La Norma Oficial Mexicana (NOM) sanciona un valor de dureza total permanente de 150 mg/l expresado como CaCO₃.

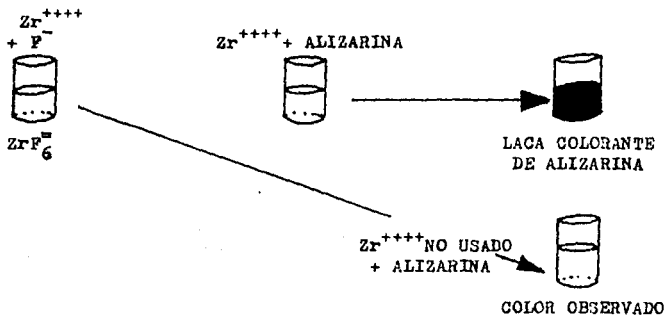
6.2.6 Fluoruros.

Para la determinación de fluoruros en el laboratorio, se emplea el método visual de la alizarina (Scott-Sanchis, 1931) (2).

La reacción entre los compuestos que contienen circonio y la alizarina, produce una taca color rojo. El fluoruro de la muestra elimina parte del circonio, evitando que se forme algo de taca roja y como resultado, disminuye la intensidad de color.

En las muestras notablemente ricas en fluoruros, el color es el mismo que el de la alizarina sin haber reaccionado; en las muestras de escaso contenido, el color es similar al de la laca roja de circonio y alizarina.

La reacción no es instantánea, sino que progresa con el tiempo y termina en una hora aproximadamente (8).



El material y los reactivos empleados en la determinación de fluoruros son (2);

- Tubos Nessler de 50 ml forma alta - Comparador visual
- Pipetas graduadas
- Reactivo zirconil-alizarina
 Disolver 300 mg de cloruro de zirconilo ($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$) en 50 ml de agua destilada en un matraz aforado de un litro. Disolver 70 mg de la sal de sodio del ác. sulfónico β -alizarina (también llamada alizarina S) en 50 ml de agua destilada y verter lentamente en la soln. de zirconil mientras se está agitando. La soln. resultante se clarifica dejándola reposar unos minutos
- Solución mezcla de ácidos
 Diluir 100 ml de HCl conc. a aprox. 400 ml con agua destilada. Por otro lado se agregan con cuidado 33.3 ml de H_2SO_4 conc. a 400 ml de agua destilada. Se mezclan ambas soluciones
- Reactivo ác.-zirconil-alizarina
 Al reactivo claro de zirconil-alizarina en el matraz aforado de un

litro, se agrega la solución de mezcla de ácidos. Se afora con agua destilada y se mezcla. El reactivo queda listo para su uso cuando cambia de rojo a amarillo. El reactivo se puede conservar en la oscuridad durante 6 meses

El procedimiento de análisis de fluoruros en la muestra es como sigue (2);

Si la muestra contiene cloro residual, éste debe eliminarse agregando una gota de soln. de tiosulfato de sodio al 10%.

A 47.5 ml de muestra se añaden 2.5 ml del reactivo ác.-zirconil-alizarina. Se mezcla perfectamente evitando contaminación. Se deja reposar durante una hora.

Se compara el color desarrollado con los estándares, cuya preparación se encuentra descrita en el apéndice (I).

Interpretación de los resultados (6,19).

Los fluoruros tienen una gran afinidad por los tejidos calcificados. Su papel de estimulante en la formación del hueso explica las lesiones susceptibles de observarse al nivel del esqueleto después de una exposición prolongada e intensa.

En las zonas de yacimientos de fosfatos, que pueden presentar contenidos elevados de fluoropatitas, el fluoruro puede ser el origen de fluorosis, y en particular, de alteraciones dentarias conocidas bajo el nombre de "Mottle Enamel" entre los anglosajones, y de "Darmous" en Africa del Norte. Esta forma crónica puede tener una sintomatología neuromuscular y estar acompañada de manifestaciones gastrointestinales. Se caracteriza sobre todo por las lesiones dentarias constituidas por alteraciones del esmalte, y más raramente, lesiones gingivales. El esmalte puede salpicarse de manchas pardas o blancas con estrias.

Se establece que un agua que contiene más de 5 mg/l de fluoruros, causa un tipo severo de "esmalte jaspeado", el esmalte se parte y se corroe. Se produce no solamente modificación de los dientes en apariencia, sino también alteraciones de la estructura y disminución en su solidez.

Sin embargo, últimamente se sabe que el fluoruro limita la aparición de caries dental, una enfermedad bacteriana inespecífica. Los

crisales de apatita del esmalte se disuelven por los ácidos que provienen del metabolismo de la sacarosa bajo la acción de los microorganismos que se desarrollan sobre la superficie dental. El fluoruro permite disminuir la solubilidad del esmalte en los ácidos formando fluorapatita, que es más estable que la hidroxilapatita. Al mismo tiempo, los fluoruros limitan por inhibición enzimática, la formación de ácidos que provienen de la glucólisis bacteriana. Para eliminar la frecuencia de caries dental, la concentración óptima en el agua potable se sitúa entre 1 y 2 ppm. La Norma Oficial Mexicana sanciona una concentración de 1.5 ppm de fluoruros en el agua potable.

6.2.7 Nitrógeno amoniacal.

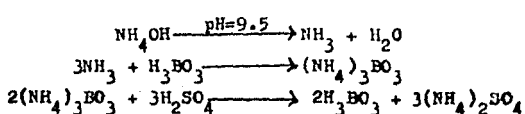
La presencia de amoníaco en el agua se debe generalmente a un proceso de degradación incompleta de materia orgánica. El nitrógeno amoniacal en el agua puede tener por origen la materia vegetal de los cursos de agua, la materia orgánica animal o humana (el hombre elimina de 15 a 30 gr de urea por día), vertidos industriales (abonos, textiles, etc.)

Su presencia ha de compararse a la de otros elementos nitrogenados en el agua, como son nitritos, nitratos, y a los resultados de los exámenes bacteriológicos.

Se ha observado una producción electroquímica de amoníaco en ciertos pozos entubados. Las aguas profundas pueden igualmente cargarse de amoníaco por reducción de los nitritos bajo la acción de las bacterias autótrofas o por los iones ferrosos (7,19).

Para determinar nitrógeno amoniacal es necesario acondicionar la muestra a un pH de 9.5 (para tener NH_3) con una sln. amortiguadora de boratos para inhibir la hidrólisis de compuestos orgánicos nitrogenados y de los cianatos.

El amoníaco se destila y se absorbe en una sln. de ácido bórico. El amoníaco en el destilado puede cuantificarse con una sln. valorada de



Las siguientes sustancias pueden causar interferencia en la determinación de nitrógeno amoniacal;

- La urea y cianatos que pueden hidrolizarse al pH de la prueba
- El cloro libre residual que debe eliminarse con algunas gotas de sln. de tiosulfato de sodio
- Compuestos alcalinos volátiles como hidrazinas y aminas afectan los resultados de la titulación

El material y los reactivos empleados en el análisis de nitrógeno amoniacal es el siguiente;

- Aparato de destilación Kjeldahl - Bureta de 50 ml
- Matraces Kjeldahl de 800 a 1000 ml de capacidad
- Matraces Erlenmeyer de 500 ml de capacidad
- Matraces aforados de un litro
- Agua libre de amoniaco
Se prepara añadiendo 0.1 ml de H_2SO_4 con. a un litro de agua destilada y re-estilándola
- Solución amortiguadora de boratos
Agregar 28 ml de NaOH 0.1 N a 500 ml de una sln. aprox. 0.025 N de tetraborato de sodio ($Na_2B_4O_7$), y aforar a un litro
- Solución de NaOH 6 N
- Solución 1 N de H_3BO_3
- Solución indicadora mixta
Disolver 200 mg de rojo de metilo en 100 ml de etanol al 95%
Disolver 100 mg de azul de metileno en 50 ml de etanol al 95%. Combinar ambas soluciones.
- Solución indicadora de ác. bórico
Disolver 20 gr de H_3BO_3 en agua destilada libre de amonio, añadir 10 ml de la sln. indicadora mixta y aforar a un litro
- Solución de H_2SO_4 0.02 N
Valorarla con una solución de Na_2CO_3 (1.06 gr de Na_2CO_3 anhidro y seco aforado a un litro). La sln. de Na_2CO_3 es 0.02 N

La preparación del equipo para el análisis de nitrógeno amoniacales como sigue;

Agregar 500 ml de agua libre de amonio y 20 ml de sln. amortiguadora a un matraz Kjeldahl y ajustar el pH a 9.5 con la sln. de NaOH 6 N. Se agregan perlas de vidrio y se conecta el matraz al aparato de destilación. Se destila hasta que el destilado esté libre de amoniaco.

La preparación de la muestra para el análisis de nitrógeno amoniacal se efectúa de la siguiente manera:

En un matraz Kjeldahl ya preparado según el párrafo anterior, se elimina el agua remanente y se agregan 500 ml de la muestra por analizar. Eliminar el cloro residual con una sln. de tiosulfato de sodio — 0.01 N. Neutralizar a un pH de 7 aprox. con ác. o con álcali diluido. Agregar 25 ml de la sln. amortiguadora de borato y ajustar el pH a 9.5 con la sln. 6 N de NaOH empleando papel indicador de pH. Se recomienda para evitar una posible contaminación no conectar el matraz de destilación sino hasta que se va a destilar la muestra.

Destilar a una velocidad de 10 ml/min, con el extremo del condensador sumergido 2 cm en un matraz Erlenmeyer de 500 ml que contenga 50 ml de la sln. indicadora de ác. bórico. Destilar aproximadamente 200 ml. Antes de terminar la destilación, retirar un poco el matraz Erlenmeyer en tal forma que el tubo de salida del condensador ya no quede sumergido en la sln. y se lave.

Titular con H_2SO_4 0.02 N hasta que el indicador vire a color violeta pálido. Hacer un blanco de todo el proceso y aplicar la corrección necesaria a los resultados (2).

$$\text{mg de } NH_3 \text{ como N/l} = \frac{(A-B)(N)(14)(1000)}{\text{ml de muestra}}$$

donde A es el volumen de H_2SO_4 gastados en la muestra

y B es el volumen de H_2SO_4 gastados en el blanco

Interpretación de los resultados.

De acuerdo con la NOM, se considera que un agua bruta destinada a la alimentación no deberá contener más de 0.5 mg/l de nitrógeno amoniacal. La presencia de amoniaco en el agua puede ocasionar el desarrollo de ciertos gérmenes que dan olores desagradables. Presenta así el inconveniente de necesitar un aumento del consumo de cloro para oxidar a las cloraminas a nitrógeno gaseoso (11,19).

La forma ionizada del amoniaco es menos tóxica que la no ionizada.

6.2.8 Nitrógeno proteico.

La determinación de nitrógeno proteico nos da una indicación aproximada de la materia proteínica presente en el agua. Esto deriva principalmente de la vida de plantas y animales en el medio acuático (19).

Después de la destilación de nitrógeno amoniacal libre, se agrega una sln. fuertemente alcalina de permanganato de potasio a la muestra de agua y esto causa una evolución adicional de amonio. Este desprendimiento de amonio representa el nitrógeno proteico como resultante de la acción del permanganato de potasio alcalino en grupos amino no sustituidos de muchos aminoácidos, polipéptidos y proteínas.

Después de la conversión de los gpos. amino no sustituidos por la acción del permanganato alcalino, el amonio se destila y se determina por titulación (2).

Además del material empleado para determinar nitrógeno amoniacal se requiere de;

- Solución alcalina de permanganato de potasio

En un vaso de precipitado de 3 litros se disuelven 16 gr de $KMnO_4$ en suficiente agua destilada libre de amonio. Se agregan 288 gr de $NaOH$ o 404 gr de KOH y suficiente agua destilada libre de amonio hasta obtener 2.5 litros. Se concentra por calentamiento a un vol. de 2 lts

La determinación de nitrógeno proteico se realiza inmediatamente después de la destilación para la determinación de nitrógeno amoniacal. Sobre la misma muestra se agregan 50 ml de la sln. alcalina de $KMnO_4$ y se continúa la destilación. Se colectan de 200 a 250 ml del destilado y se titula con H_2SO_4 hasta que el indicador vire a color violeta pálido (2).

El cálculo para determinar nitrógeno proteico es igual al que se realiza para determinar nitrógeno amoniacal (2).

Interpretación de los resultados.

Concentraciones elevadas de nitrógeno proteico implican mayor consumo de cloro durante un tratamiento de desinfección.

La Norma Oficial Mexicana establece una cantidad no mayor de 0.01mg/l de nitrógeno proteico.

6.2.9 Nitrógeno de nitratos.

Generalmente, el contenido de nitratos en el agua de las redes de distribución es poco elevada. En el campo se pueden encontrar en el agua de los pozos, contenidos de nitratos relativamente importantes. En este caso, los nitratos tienen habitualmente por origen una nitrificación del nitrógeno orgánico, pero también puede proceder de la dilución de los terrenos atravesados que los contiene. Se ha de señalar que muy a menudo estas aguas son de mediocre o mala calidad en lo que concierne a otros elementos de salinidad. Los abonos químicos son generalmente la principal causa de las contaminaciones del agua, pero los nitratos pueden provenir de las aguas residuales de ciertas industrias y ganaderías.

Se sabe que el agua que contiene nitratos y se emplea en la preparación de los biberones, causa en los niños de pecho una cianosis debido a la formación de metahemoglobinemia. Esta intoxicación, provocada por la absorción de pequeñas dosis de nitratos, es en realidad debida a los nitritos formados por la reducción de los nitratos bajo la influencia de una acción bacteriana. En efecto, en el estómago de niños de poca edad, el líquido gástrico, insuficientemente ácido, permite el desarrollo de gérmenes reductores, los nitritos así formados pasan a la circulación general y son responsables de la formación de metahemoglobina. El poder de absorción del oxígeno por la sangre disminuye progresivamente y se traduce por los fenómenos de asfixia interna.

La acidez elevada del jugo gástrico en el niño y en el adulto evita esta reducción. Sin embargo, se ha observado que en aguas que contienen nitratos en dosis variadas, al ser empleadas para consumo, no causan incidente alguno en especial.

Generalmente, la cantidad de nitratos aportada por los alimentos se aproxima a 100 mg/día. Alrededor de 40 mg/día son excretados por la saliva, de los cuales, una cuarta parte está reducida a nitritos (19).

La concentración de nitratos en el agua se determina midiendo la absorbancia de una muestra de agua a 220 nm y con ayuda de una curva de calibración de nitratos se conoce la concentración de ellos en la muestra. Debido a la materia orgánica disuelta puede dar lectura a 275 nm, se hace una segunda lectura a 275 nm, se multiplica por 2 y se resta a la lectura original para corregir.

Se recomienda filtrar la muestra para evitar partículas en suspensión, es conveniente usar membranas filtrantes de 0.45 micrómetros de poro.(2).

Interpretación de los resultados.

La Norma Oficial Mexicana sanciona un valor de 5 mg/l de nitratos (como nitrógeno de nitratos) para el agua potable.

6.2.10 Nitrógeno de nitritos.

Los nitritos pueden encontrarse en el agua aunque generalmente en dosis pequeñas. Proviene, o de una oxidación incompleta del amoníaco, cuya nitrificación no se completa totalmente, o de una reducción de los nitratos bajo la influencia de una acción desnitrificante.

Es importante señalar que las aguas que están en contacto con ciertos terrenos y ciertas conducciones pueden contener nitritos. Los nitritos se encuentran también en aguas pobres en oxígeno. Su presencia se señala en el agua de lluvia y en el agua que proviene de la fundición de la nieve.

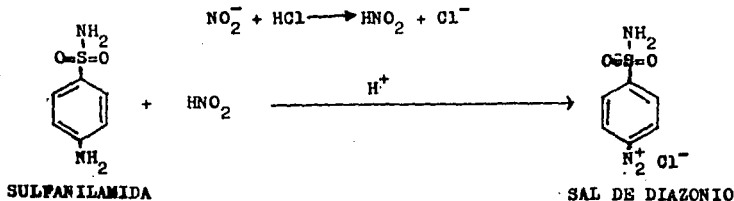
Los nitritos son también susceptibles de formarse bajo la acción bacteriana.

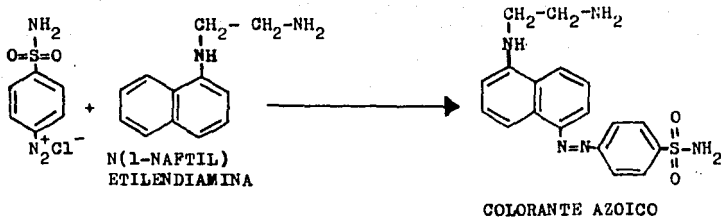
En Alemania se ha comprobado que durante la oxidación de la gasolina en el suelo se puede consumir además del oxígeno libre, el oxígeno tomado de los nitratos, que son posteriormente transformados en nitritos (19).

Fundamento de la determinación de nitritos.

El compuesto formado por la diazotación de la sulfaniamida, provocada por los nitritos presentes en el agua en un medio ácido, y la copulación posterior con el dihidrocloruro del N(1-naftil)etilendiamina, produce un compuesto cuyo color rojo es susceptible de una cuantificación colorimétrica en el espectrofotómetro a 540 nm de longitud de onda.

Las reacciones que ocurren son las siguientes;





La presencia de oxidantes y reductores fuertes afectan rápidamente la concentración de nitritos en la muestra. Altas alcalinidades (más de 600 ppm como CaCO_3) producen resultados bajos debido a su efecto sobre el pH.

El material y los reactivos empleados para la determinación de los nitritos son;

- Espectrofotómetro equipado con celdas de 1 cm de paso de luz
- Tubos Nessler o matraces aforados de 50 ml
- Agua desionizada
- Reactivo amortiguador-color

A 200 ml de agua desionizada agregar 105 ml de HCl conc., 5 gr de sulfanilamida y 0.5 gr de dicloruro N(1-naftil)endiamina, agitar hasta completa disolución. Agregar 136 gr de acetato de sodio trihidratado y agitar nuevamente hasta disolución. Aforar a 500 ml con agua desionizada (2).

En tubos Nessler, añadir los reactivos de acuerdo al siguiente cuadro;

REACTIVO	BLANCO	PROBLEMA
Muestra de agua	-	50 ml
Agua desionizada	50 ml	-
Solución amortiguador color	2 ml	2 ml

Mezclar y esperar a que se desarrolle el color por lo menos 15 min.

El pH del medio de reacción deberá ser de 1.5 a 2.

Leer la absorbancia en el espectrofotómetro a 540 nm de longitud empleando el blanco para ajustar a cero.

Para conocer la conc. de nitritos, es preciso comparar la absorbancia obtenida de la muestra problema con la curva de estándares descrita en el apéndice (I) (2).

Interpretación de los resultados.

Desde el punto de vista toxicidad, es necesario tener en cuenta que los nitritos pueden tener una acción metahemoglobizante. También parece ser que ciertos cánceres en vías digestivas superiores e hígado pueden tener por origen la presencia de nitrosaminas en la alimentación. El origen de estos productos puede ser exógeno (vegetales, cigarrillos) o endógenos (formación in vivo a partir de aminas). En este último caso, su formación en el organismo se hace a partir de aminas secundarias que se encuentran en la alimentación (pescado, conservas, etc.) o que pueden metabolizarse a partir de sustancias químicas de síntesis (medicamentos, prótidos, etc.). La biogénesis de las nitrosaminas en el organismo es difícil, pues el paso de nitratos a nitritos necesita un $\text{pH} > 7.5$, mientras que la reacción de los nitritos sobre las aminas secundarias requieren de un $\text{pH} < 3$. Ciertas afecciones pueden, sin embargo, establecer condiciones favorables a la biosíntesis de las nitrosaminas (12,19).

La Norma Oficial Mexicana establece que el contenido de nitritos en el agua (expresado como nitrógeno de nitritos) no debe ser superior a 0.5 ppm.

6.2.11 Oxígeno consumido en medio ácido (OCMA).

La determinación del oxígeno consumido en medio ácido es la medida del material fácilmente oxidable en el agua (19).

El agua, antes de ser sometida a un proceso de cloración, deberá ser limpia y transparente, de no reunir estas condiciones se procederá a aplicar el tratamiento pertinente en orden a obtener estas características, esenciales para garantizar una eficaz cloración, ya que ciertas impurezas del agua (materia orgánica, sulfuros, etc) absorben o destruyen al cloro (3).

Fundamento de la determinación.

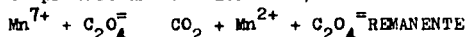
La determinación consiste en medir en medio ácido la cantidad de oxígeno usado para la reducción del permanganato de potasio por sustancias reductoras contenidas en el agua.

En una muestra de agua acidificada y sometida a digestión con permanganato de potasio en agua hirviendo, las sustancias reductoras son oxi-

dadas;

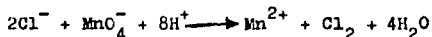


Al permanganato remanente se le hace reaccionar con una cantidad de oxalato de sodio equivalente a la cantidad de permanganato agregado originalmente, esto produce una decoloración;



El exceso de oxalato se determina por una titulación con permanganato de potasio, siendo esta titulación la que indica el dato de oxígeno consumido. El punto final de la titulación se nota por un ligero exceso de Mn^{7+} que da a la sln. una coloración rosa.

No toda la materia orgánica puede ser oxidada completamente y algunas sustancias inorgánicas, principalmente cloruros (1000 ppm o más) pueden reaccionar parcialmente con el permanganato interfiriendo la determinación (19);



El material y los reactivos empleados para la determinación del oxígeno no consumido en medio ácido son;

- Matraces Erlenmeyer de 300 ml
- Bureta
- Baño de agua
- Pipetas
- Reloj de intervalos
- Embudo Buchner

- Solución de H_2SO_4 al 25 %
- Solución de oxalato de sodio estandar 0.0125 N

Se seca el oxalato de sodio grado reactivo a 105°C durante toda la noche y se guarda en desecador. Se disuelven 0.8374 gr de oxalato de sodio seco en agua destilada y se afora a un litro

- Solución madre de permanganato de potasio

Se disuelven 4 gr de KMnO_4 en un litro de agua destilada y se filtra a través de lana de vidrio

- Solución estandar de permanganato de potasio

Se diluyen 100 ml de la sln. madre de KMnO_4 a un litro con agua destilada. Esta sln. se estandariza con 10 ml de la sln. de oxalato caliente. La normalidad teórica de la sln. de KMnO_4 es de 0.0125 (igual que la sln. de oxalato de sodio).

En un matraz Erlenmeyer de 300 ml se añaden 100 ml de muestra más 10 ml de la sln. de H_2SO_4 y 10 ml de la sln. estandar de $KMnO_4$ y se agita.

Se coloca el matraz en baño de agua hirviendo durante 30 minutos.

El matraz debe estar sumergido de tal forma que la superficie de la muestra quede abajo de la superficie del baño hirviendo.

Se quita el matraz del baño y se enfría a $\pm 70^\circ C$.

Se añaden 10 ml de la sln. estandar de oxalato y se mezclan.

Se titula la sln. caliente con $KMnO_4$ (sln. estandar) hasta que aparece una coloración rosa que indica el punto final, se lee el volumen de $KMnO_4$ usado.

Se realiza un blanco con agua destilada y se trata igual que la muestra (2,19).

$$\text{mg/l de oxígeno consumido en medio ácido} = \frac{(A-B)(N)(8)(1000)}{\text{ml de muestra}}$$

donde N es la normalidad de la sln. de $KMnO_4$

A son los ml de sln. de $KMnO_4$ gastados en la muestra

B son los ml de sln. de $KMnO_4$ gastados en el blanco

8 es el peso equivalente del oxígeno

Interpretación de los resultados.

Se considera que un agua muy pura contiene menos de 1 mg/l de oxígeno consumido en medio ácido, un agua potable contiene entre 1 y 3 mg/l; un agua sospechosa contiene entre 3 y 5 mg/l y un agua mala contiene más de 5 mg/l. Estas cifras parecen un poco arbitrarias, pues no parece que sea peligroso para la salud consumir un agua con cantidades más elevadas.

Para la interpretación de los resultados, no es necesario ser demasia do absoluto con este parámetro y es necesario compararlo con el resultado del examen bacteriológico. Un contenido elevado de materia orgánica de berá siempre hacer sospechar de una contaminación microbiana.

La Norma Oficial Mexicana sanciona un contenido de 3 mg/l de oxígeno consumido en medio ácido para el agua potable (12,19).

6.2.12 Sustancias activas al azul de metileno.

Las sustancias activas al azul de metileno (SAAM) son básicamente detergentes que se emplean en grandes cantidades, tanto para el uso indus-

trial como doméstico. En consecuencia, su concentración aumenta constantemente en las aguas superficiales.

El "detergente, cuyo término designa todas las sustancias que poseen las propiedades de limpieza importantes, es un producto complejo que contiene uno o varios agentes activos de superficie, y compuestos minerales (carbonatos, fosfatos, polifosfatos, perboratos) frecuentemente asociados a las materias mejorantes (carboximetil celulosa, alcanocamidas), a las enzimas hidrolizantes y a los agentes sequestrantes (derivados del EDTA y del ác. nitriloacético).

En general, la biodegradabilidad de los detergentes está unida al grado de su ramificación en la cadena alquil y a su longitud.

Los detergentes catiónicos más empleados son los de amonio cuaternario, principalmente en las centrales lecheras debido a su poder bactericida.

La presencia de estos productos, usados muy a menudo en cantidades excesivas, se caracteriza por la formación de abundante espuma que obstruye las canalizaciones por la no sedimentación de las partículas en suspensión y por una pobre aereación de los fangos activados en la depuración biológica, así como una inhibición en los fenómenos anaerobios en los digestores y las fosas sépticas (3,19).

La determinación de SAAM depende de la formación de una sal de color azul, cuando el azul de metileno, un colorante catiónico, reacciona con surfactantes aniónicos incluyendo lineal alquil sulfonatos (ABS), otros sulfonatos y ésteres sulfatados naturales o artificiales. Debido a su falta de especificidad, el material que se va a determinar se designa simplemente como "sustancias activas al azul de metileno" (12).

El complejo azul formado es extraído con cloroformo. La intensidad del color es proporcional a la conc. de SAAM. Después de un lavado acuoso, el color permanente en el cloroformo se mide por medio del espectrofotómetro a 652 nm (2).

Por medio de este método, si se desea una determinación directa de lauril alquil sulfonato o algún otro surfactante individual, todas las otras especies de SAAM interfieren.

Interfieren los sulfatos orgánicos, carboxilatos y fenoles que se a-

complejan con el azul de metileno, los cianatos inorgánicos, cloruros, nitratos y tiocianatos igualmente se combinan con el azul de metileno y están entre las interferencias positivas. Materiales orgánicos, especialmente aminas que compiten con el azul de metileno, pueden dar resultados bajos (2).

Los materiales y reactivos empleados en la determinación de SAAM son;

-Espectrofotómetro con paso de luz de 1 cm para usarse a 652 nm

-Embudo de separación de 500 ml

-Solución indicadora alcohólica de fenoftaleína

5 gr de fenoftaleína en 500 ml de etanol al 95% o isopropanol con 500 ml de agua. Si es necesario, se añade NaOH 0.02 N hasta obtener un color rosa pálido

-Solución de NaOH 1 N -Cloroformo -Solución de H_2SO_4 1 N

-Reactivo azul de metileno

Disolver 100 mg de azul de metileno en 100 ml de agua destilada y añadir 6.8 ml de H_2SO_4 conc. más 50 gr de fosfato monosódico monohidratado. Se agita hasta disolución completa y se diluye a un litro

-Solución de lavado

Se agregan 6.8 ml de H_2SO_4 conc. a 500 ml de agua dest. en un matraz de un litro. Se añaden 50 gr de $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$ y se agita hasta completa disolución, se diluye posteriormente a un litro con agua dest. (2).

Se colocan 100 ml de muestra en el embudo de separación y se alcaliniza añadiendo gota a gota soln. de NaOH 1 N empleando el indicador de fenoftaleína. Se hace desaparecer el color rosa goteando H_2SO_4 1 N. Se agregan 10 ml de cloroformo y 25 ml del reactivo azul de metileno. Se balancea el embudo vigorosamente por 30 seg y se permite que escapen los gases. Una agitación excesiva puede causar que el líquido se emulsione.

Se pasa la capa cloroformica a un segundo embudo de separación, se enjuaga el primer embudo con un poco de cloroformo y se repite la extracción 3 veces empleando 10 ml de cloroformo cada vez. Si el color azul desaparece de la fase acuosa, se descarta la muestra y se repite el proceso con una muestra más pequeña (la desaparición de la coloración azul de la fase acuosa se debe a un exceso de SAAM en la muestra, por lo que todo el azul de metileno queda en la fase cloroformica).

Se combinan todos los extractos clorofórmicos en el segundo embudo de separación y se agregan 50 ml de la sln. de lavado agitando vigorosamente durante 30 seg. Se deja reposar para permitir la separación de las fases y se separa la capa clorofórmica filtrándola después a través de lana de vidrio (previamente lavada con cloroformo) y se recibe el filtrado en un matraz de 100 ml aforado. Se extrae la sln. de lavado 2 veces con 10 ml de cloroformo c/u y se agregan al matraz aforado. Se diluye hasta el aforo con cloroformo y se mezcla.

Se determina la absorbancia de la sln. a 652 nm contra un blanco de cloroformo.

Para conocer la conc. de SAAM, se compara la absorbancia obtenida de la muestra contra una curva de calibración descrita en el apéndice I (2).

Interpretación de los resultados.

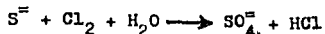
La OMS admite hasta 0.2 mg/l de detergente en el agua potable (como lauril sulfato de sodio).

La eliminación de detergentes puede realizarse por métodos fisicoquímicos (antiespumantes, flotación, floculación, fijación sobre carbon activado, intercambio iónico) o por vía biológica (19).

6.2.13 Sulfatos.

La concentración del ión sulfato en aguas naturales es muy variable. En los terrenos que no contienen una proporción importante de sulfatos minerales puede alcanzar de 30 a 50 mg/l, pero esta cifra puede ser ampliamente superada (hasta 300 mg/l) en las zonas que contienen yeso (CaSO_4 , principalmente) o cuando el tiempo de contacto con las rocas es elevado.

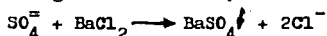
En ciertas regiones que contienen sulfuros metálicos (de hierro, níquel, cobre) por oxidación pueden originar sulfatos; esta oxidación puede originarse durante la cloración



Cantidades masivas de sulfato de aluminio se emplean diariamente en el tratamiento del agua (para abatir la turbiedad de la misma), se emplea bajo el nombre de alumbre (19).

Para la determinación del ión sulfato (SO_4^{2-}) se lleva a cabo una pre-

cipitación en sln. clorhídrica con cloruro de bario (BaCl_2). Forma cristales de sulfato de bario de tamaño uniforme que precipitan. Este precipitado se estabiliza con una sln. (glicerina:HCl conc.:etanol) para formar una suspensión homogénea medible espectrofotométricamente



el color o la materia suspendida en grandes cantidades interfieren la de terminación. La materia en suspensión puede eliminarse por filtración.

El material y los reactivos empleados en la determinación de $\text{SO}_4^{=}$ son;

- Agitador magnético - Espectrofotómetro
- Reloj de intervalos - Cuchara de medida de 0.2 a 0.3 ml
- Reactivo acondicionador

Se mezclan 50 ml de glicerina con una sln. que contenga 30 ml de HCl conc., 300 ml de agua destilada, 100 ml de etanol y 75 gr de NaCl

- Cloruro de bario (BaCl_2)

Se miden 10 ml de muestra y se diluyen a 100 ml en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. Se agregan 5 ml de la sln. acondicionadora y se mezclan con el agitador magnético. Mientras está en agitación se añade una cuchara de medida de cristales de BaCl_2 y se empieza a contar el tiempo inmediatamente. Se agita un minuto a velocidad constante.

Después del periodo de agitación, se coloca inmediatamente en la celda del espectrofotómetro y se mide la turbiedad con intervalos de 30 seg durante 4 min., debido a que el máximo de turbiedad usualmente ocurre dentro de los 2 primeros min y las lecturas permanecen ctes. después de 3 a 10 minutos.

Se estima la conc. de $\text{SO}_4^{=}$ en la muestra comparando la lectura con estándares con los cuales se prepara una curva de calibración (apéndice I).

Se pone a cero el espectrofotómetro con agua destilada (blanco) (2).

Interpretación de los resultados.

Según la intolerancia de los consumidores, los sulfatos son susceptibles de causar trastornos gastrointestinales, particularmente en niños.

La presencia de sulfatos en cantidades superiores a 300 mg/l puede ocasionar en ciertas condiciones un ataque al hormigón y acelerar la corrosión del hierro. Los contenidos límite de sulfatos son necesarios pa-

ra ciertas industrias (textiles, cerveceras, azucareras).

Un contenido superior a 480 mg/l hacen al agua impropia para la agricultura.

Debido principalmente a las dificultades ocasionadas para usos domésticos, la OMS y la reglamentación mexicana (NOM) sugieren que la concentración no sea superior a 250 mg/l de SO_4^{--} . La conc. máxima admisible es de 400 mg/l.

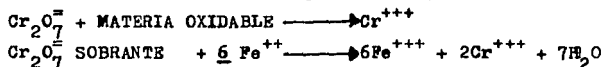
El organismo es susceptible, sin embargo, de soportar dosis más elevadas (12,19).

6.2.14 Demanda química de oxígeno.

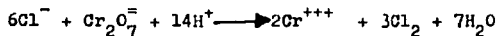
La demanda química de oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno consumido por las materias existentes en el agua y oxidables en condiciones operatorias definidas. De hecho, la medida corresponde a una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen, orgánico o mineral (Fe^{++} , NO_2^- , NH_3 , S^- , y Cl^-) (19).

Esta prueba es particularmente útil para la apreciación del funcionamiento de las estaciones de tratamiento. La DQO está en función de las características de las materias presentes, de sus proporciones relativas, de las posibilidades de oxidación, etc., por lo que es evidente que la reproducibilidad de los resultados y su interpretación no pueden ser satisfactorios más que en las condiciones de metodología bien definidas y estrictamente respetadas. En la técnica, el papel del catalizador consiste en facilitar la oxidación, la cual, sin embargo, no es total en presencia de compuestos orgánicos estables (urea, piridina, etc.).

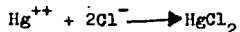
En condiciones definidas, ciertas materias contenidas en el agua se oxidan con un exceso de dicromato de potasio en medio ácido y en presencia de sulfato de plata (catalizador). El exceso de dicromato de potasio se determina con sulfato de fierro y amonio empleando ferroína (fenantrolina y sulfato ferroso) como indicador de punto final;



Los cloruros (en conc. mayores a 1500 ppm) interfieren el análisis, pues consumen dicromato de potasio



se emplea sulfato mercúrico para acomplejar a los cloruros y evitar que interfieran en el análisis



El material y los reactivos empleados en la determinación de DQO son;

- Aparato de reflujo, consistente en un matraz Erlenmeyer de 250 o 500 ml con junta esmerilada, un refrigerante con junta esmerilada y parrilla de calentamiento

- Bureta de 500 ml - Pipetas

- Solución estandar de dicromato de potasio 0.25 N

Disolver 12.26 gr de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (previamente secado a 103°C por 2 horas) en agua destilada y diluir a un litro

- H_2SO_4 conc. que contenga 22 gr de Ag_2SO_4 por c/4 kg de ác. (se requiere de 1 a 2 días para su disolución)

- Solución estandar de sulfato ferroso amónico 0.25 N

Disolver 98 gr de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada. Agregar 20 ml de H_2SO_4 conc., enfriar y diluir a un litro. Estandarizar esta sln. con la sln. estandar de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ de la siguiente manera;

Diluir 10 ml de la sln. estandar de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ a 100 ml. Agregar 30 ml de H_2SO_4 conc. y enfriar. Titular con la sln. de sulfato ferroso amónico usando de 2 a 3 gotas del indicador ferroín;

$$\text{NORMALIDAD DEL SULFATO FERRICO AMONICO} = \frac{\text{ml de } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ (0.25)}}{\text{ml de } \text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2}$$

- Solución indicadora de ferroín

Disolver 1.485 gr de fenantrolina junto con 0.695 gr de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada y diluir a 100 ml

- Sulfato mercúrico en cristales o polvo

- H_2SO_4 concentrado

- Biftalato de potasio $\text{C}_6\text{H}_4\text{COOKCOOH}$ estandar

Moler ligeramente y secar hasta peso cte. a 120°C . Disolver 425 mg en agua destilada y diluir a un litro. Esta sln. tiene una DQO teórica de 500 mg de Oxígeno/l.

A 50 ml de muestra en un matraz Erlenmeyer de 500 ml junta esmerilada se añade 1 gr de HgSO_4 , varias perlas de vidrio y muy lentamente 5 ml de

H₂SO₄ que contiene Ag₂SO₄. Mezclar hasta disolución total del HgSO₄, enfriar mientras se mezcla para evitar posibles pérdidas de material volátil.

Añadir 25 ml de la sln. de K₂Cr₂O₇ 0.25 N y mezclar. Conectar el matraz al refrigerante y abrir la llave de enfriamiento.

Agregar 70 ml del reactivo de H₂SO₄ que contiene Ag₂SO₄ por el extremo abierto del refrigerante. Agitar para mezclar el reactivo por completo y prevenir un calentamiento local que pudiera provocar una expulsión repentina del líquido contenido en el matraz.

La formación de un ligero precipitado no afecta el análisis.

Reflujar la muestra durante 2 horas. Puede disminuirse el tiempo cuando se tiene la experiencia de que periodos más cortos dan el mismo resultado. Es necesario cubrir el extremo abierto del refrigerante para prevenir la entrada de material extraño.

Enfriar y lavar el refrigerante con agua destilada.

Desconectar el matraz Erlenmeyer y titular el exceso de K₂Cr₂O₄ con la sln. estandar de sulfato ferroso amoniacal usando como indicador 2 a 3 gotas de sln. ferroín. Tomar como punto final el primer cambio de color azul verde a café rojizo. El azul verde puede reaparecer.

Reflujar y titular de la misma manera un blanco con agua destilada.

Evaluar la técnica y la calidad de los reactivos probando una sln. de biftalato de potasio (2).

$$\text{mg/l de DQO} = \frac{(A-B)(N)(8)(1000)}{\text{ml de muestra}}$$

donde A son los ml de sulfato de fierro amónico gastados en la muestra

B son los ml de sulfato de fierro amónico gastados en el blanco

N es la normalidad del sulfato de fierro amónico

Interpretación de los resultados.

Dadas las condiciones operatorias (temperatura), el poder oxidante del reactivo (K₂Cr₂O₇) y el empleo de un catalizador (Ag₂SO₄) los resultados son más elevados que los obtenidos con el KMnO₄ (OCMA) (19).

6.3 Análisis de metales.

La presencia de metales en el agua potable constituye un problema debido a que su toxicidad afecta adversamente a los seres vivos que la consumen.

Los metales pueden ser analizados por medio de espectroscopía de absorción atómica, polarografía o por colorimetría. Se prefieren los métodos instrumentales debido a que son muy rápidos y de que no requieren una técnica de separación extensa y complicada (12).

En fotometría de flama se mide la cantidad de luz emitida, mientras que en absorción atómica se mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la flama. El haz luminoso pasa a través de la flama hacia el monocromador y de ahí al detector.

Muchos metales que son difíciles de analizar por emisión, pueden ser analizados por absorción atómica ya que tiene mayor sensibilidad. Debido a la longitud de onda de absorción característica de cada metal, se emplea una lámpara que contenga al elemento metálico, esto hace que el método quede virtualmente libre de interferencias que causa la radiación espectral, por lo tanto, la cantidad de energía de una longitud de onda característica que se absorbe en la flama, es proporcional a la concentración del elemento en la muestra. La cantidad de luz absorbida se mide de acuerdo a la ley de Lambert-Beer (2).

Antes de procesar una muestra debe pensarse en el tipo de análisis que va a realizarse. Pueden determinarse metales disueltos, metales suspendidos, metales totales o solubilizables. Esta decisión determina si la muestra tiene que ser acidulada, filtrada o digerida.

Las muestras se acidulan para disolver los metales y para minimizar su adsorción sobre las paredes del recipiente.

Si se quieren analizar metales disueltos, se filtra la muestra a través de un filtro que tenga un poro de 0.45 micrómetros antes de acidularla.

Cuando se desea conocer la concentración de los metales solubilizables o totales, no se filtra la muestra, sino que se acidula, para lo cual se emplea HNO_3 concentrado hasta un pH de 2 o menor. Usualmente se requieren 1.5 ml del á. por litro de muestra.

6.3.1 Análisis de metales totales.

Se transfieren de 50 a 100 ml de una muestra heterogénea que sea representativa a un vaso de precipitado y se añaden 5 ml de HNO_3 concentrado. Se coloca el vaso sobre una parrilla y se evapora casi a sequedad, teniendo la precaución de no dejar hervir la muestra. Se deja enfriar el recipiente y se añaden otros 5 ml del ácido.

Cubrir el vaso de precipitado con un vidrio de reloj, colocarlo de nuevo sobre la parrilla e incrementar la temperatura hasta reflujo moderado.

Continuar el calentamiento y añadir más ácido hasta complementar la digestión, indicada por la presencia de un residuo ligeramente colorido. Añadir 1 a 2 ml de HNO_3 y calentar ligeramente para disolver el residuo. Lavar el recipiente y el vidrio de reloj con agua bidestilada, escurriendo el agua sobre las paredes de arriba hacia abajo y filtrar la muestra para remover silicatos o algún otro sólido insoluble que sea capaz de ocluir al atomizador.

Ajustar el volumen a 50 o 100 ml (12).

Se debe efectuar una digestión especial para el mercurio, arsénico, selenio y algunas aguas contaminadas, las que requieren ácido sulfúrico y un condensador de reflujo para tener una digestión total.

6.3.2 Análisis de metales suspendidos.

Se mide la concentración de metales sólidos suspendidos, se usa el mismo procedimiento de digestión, siempre y cuando se haya filtrado a través de una membrana filtrante con un poro de 0.45 micrómetros. Se digiere el filtro y el material depositado. Se digiere un filtro limpio con el fin de efectuar alguna corrección. (12).

6.3.3 Determinación de cadmio, cromo, cobre, hierro, plomo, cinc y manganeso por medio de una flama de aire y acetileno.

Los reactivos empleados en este análisis son;

- Aire limpio y seco
- Acetileno de grado comercial
- Agua desionizada. Se usa para la preparación de todos los reactivos y patrones

- HCl concentrado
- HNO_3 concentrado
- Solución de lantano. Disolver 58.65 gr de óxido de lantano en 250 ml de HCl concentrado, añadir lentamente el ácido hasta disolver el material y diluir a un litro con agua
- Soluciones patrón de los metales. Preparar una serie de soluciones patrón que contenga una concentración de 0.005 a 1 mg/l, diluyendo una porción de la solución concentrada con agua desionizada que contenga 1.5 ml de HNO_3 concentrado por litro

1) CADMIO

Disolver 1 gr de Cd metálico en la menor cantidad posible de HCl y diluir a un litro con agua. La concentración de esta solución es de 1 mg/litro de Cd.

2) CROMO

Disolver 2.828 gr de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ anhidro en 200 ml de agua, añadir 1.5 ml de HNO_3 conc. y diluir a un litro. La concentración de esta solución es de 1 mg de cromo/litro.

3) COBRE

Disolver 1 gr de Cu metálico en 15 ml de HNO_3 y diluir a un litro. La concentración de esta solución es de 1 mg de Cu/lit.

4) HIERRO

Disolver 1 gr de Fe metálico en 50 ml de HNO_3 y diluir a un litro. La conc. de esta sln. es de 1 mg de Fe/lit.

5) PLOMO

Disolver 1.598 gr de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ en 200 ml de agua, añadir 1.5 ml de HNO_3 conc. y diluir a un litro. La concentración de esta solución es de 1 mg de Pb/lit.

6) ZINC

Disolver 1 gr de Zn metálico en 20 ml de HCl y diluir a un litro. La concentración de esta sln. es de 1 mg de Zn/lit.

7) MANGANESO

Disolver 3.076 gr de $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ en 200 ml de agua, añadir 1.5 ml de HNO_3 conc. y diluir a un litro. La concentración de esta solución es de 1 mg de Mn/lit.

Instalar en el instrumento de absorción atómica la lámpara de cátodo hueco especial para cada elemento que se analice; ajustar la longitud de onda de acuerdo a la tabla 3 y alinear la lámpara de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Ajustar la abertura de la rejilla.

Encender el instrumento y aplicar una cierta intensidad de corriente a la lámpara.

Esperar a que se normalice el instrumento, usualmente se requieren de 10 a 20 minutos.

Instalar el cabezal del quemador.

Alimentar de aire y regular el flujo para obtener la máxima sensibilidad.

Abrir la válvula de acetileno y ajustar el flujo a un valor específico con el objeto de encender la flama.

Atomizar el agua destilada-desionizada, previamente acidulada con 1.5 ml de HNO_3 conc./lt. En algunos aparatos se determina la tasa de aspiración durante un minuto y se ajusta si es necesario para tener un flujo entre 3 y 5 ml por minuto. Calibrar a cero el aparato.

Atomizar una de las soluciones patrón (usualmente de 0.5 mg/l) y ajustar el quemador hasta obtener la máxima respuesta.

Una vez que se ha efectuado lo anterior, el instrumento queda listo para ser operado. Cuando se ha terminado de analizar, apagar la flama cortando el suministro de acetileno antes de hacer lo mismo con el aire.

TABLA 3.- Longitudes de onda y sensibilidades en el análisis de metales. (12)

METAL	LONGITUD DE ONDA	SENSIBILIDAD
Cadmio	228.8 nm	0.025 mg/lt
Cromo	357.9 nm	0.100 mg/lt
Cobre	324.7 nm	0.100 mg/lt
Hierro	248.3 nm	0.100 mg/lt
Plomo	283.3 nm	0.500 mg/lt
Cinc	213.9 nm	0.015 mg/lt
Manganeso	279.5 nm	0.050 mg/lt

Seleccionar por lo menos 3 diferentes concentraciones de cada una de las soluciones del metal, aspirarlas y registrar sus absorbancias.

Para calibrar el instrumento cuando se analiza hierro y manganeso mezclar 100 ml de la solución patrón con 25 ml de una soln. 0.0277 M de CaCO_3 .

Preparar una curva de calibración graficando en papel milimétrico la absorbancia contra la concentración.

Las curvas de calibración útiles para el análisis de hierro y manganeso deben estar basadas en las concentraciones originales de las soluciones patrón antes de haber añadido la solución de calcio.

Verificar la curva de calibración aspirando por lo menos un patrón después de haber completado el análisis de una serie de muestras (12)

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS.

Limpiar el atomizador aspirando agua bidestilada que contenga 1.5 ml de HNO_3 conc./lt y ajustar el instrumento a cero.

Atomizar la muestra y determinar su absorbancia.

Cuando se determina hierro y manganeso, diluir y mezclar 100 ml de muestra con 25 ml de solución de calcio antes de atomizar.

Las diluciones se preparan de acuerdo a la concentración del elemento en la muestra.

Cuando se presentan bajas concentraciones de Cd, Cr, y Pb en la muestra, se recomienda extraerlos con una solución de ditiocarbamato de pirrilodina y amonio al 5 % en agua desionizada y metil isobutilcetona de grado reactivo. Se debe tener en cuenta la necesidad de aspirar una porción de metil isobutil cetona hacia la flama y reducir gradualmente el flujo del combustible para obtener una flama similar a la que había antes de aspirar el solvente (12).

La extracción es selectiva para Cr VI. Si se desea determinar Cr III es necesario oxidarlo mediante una ebullición de la muestra en medio ácido, agregando una solución de KMnO_4 gota a gota, hasta obtener un color rosa persistente. Enfriar y analizar (12).

6.3.4 Determinación de mercurio por absorción atómica sin flama.

Además del material mencionado anteriormente, se requiere de;

- Celda de absorción. Tubo de vidrio de 2.5 cm de diámetro y 15 cm de largo
- Soporte de celda de absorción
- Bomba de aire capaz de dar un gasto de 2 litros de aire por minuto
- Un rotámetro
- Un tubo de aereación con una determinada porosidad
- Un frasco re reacción consistente en un matraz Erlenmeyer de 250 ml con tapón de hule dioradado
- Un tubo de vidrio de 150 mm de largo por 18 mm de diámetro que contenga 20 gr de $MgCl_4$
- Una lámpara pequeña de lectura con un bulbo de 60 W, colocada de tal forma sobre la celda de absorción que mantenga una temperatura mayor de $10^{\circ}C$ a la del medio ambiente y evite la condensación del vapor
- Tubo flexible de plástico

La figura 10 muestra el arreglo esquemático del material que aquí se señala;

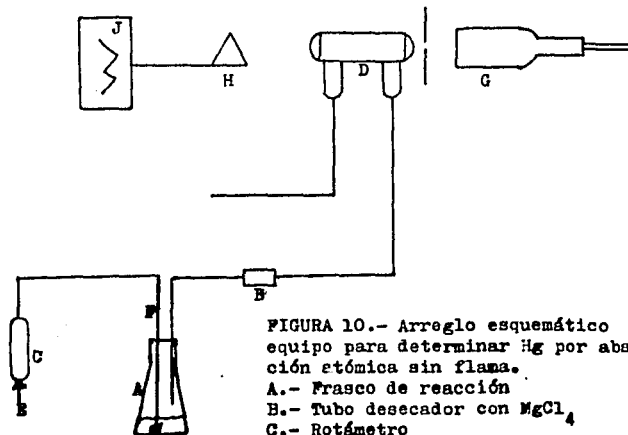


FIGURA 10.- Arreglo esquemático del equipo para determinar Hg por absorción atómica sin flama.
 A.- Frasco de reacción
 B.- Tubo desecador con $MgCl_4$
 C.- Rotámetro
 D.- Celda de absorción con ventana de cuarzo

- E.- Aire comprimido
F.- Tubo de vidrio con las terminales aglomeradas (tubo de aereación)
G.- Lámpara de cátodo hueco
H.- Detector
J.- Registrador

- Solución madre de mercurio. Disolver 1.354 gr de $HgCl_2$ en 700 ml de agua, añadir 1.5 ml de HNO_3 conc. y diluir a un litro. La concentración de esta solución es de 1 gr de Hg /lt
- Solución patrón de mercurio. Preparar una serie que cubra un ánbito de 0 a 0.005 mg/lt . Estas soluciones se deben preparar cada día
- Solución de permanganato de potasio. Disolver 50 gr de $KMnO_4$ en agua y diluir a un litro
- Solución de persulfato de potasio. Disolver 50 gr de $K_2S_2O_8$ en agua y diluir a un litro
- Solución de hidroxilamina sulfato-cloruro de amonio. Disolver 120 gr de $NaCl$ y 120 gr de $NH_2OH.H_2SO_4$ en agua y diluir a un litro
- Solución de cloruro estanoso. Disolver 100 gr de $SnCl_2$ en agua que contenga 12.5 ml de HCl conc. y diluir a un litro. Esta sln. se descompone con el tiempo. Si se forma una suspensión se debe agitar el reactivo continuamente durante su uso

Se instala la lámpara de cátodo hueco ajustando la longitud de onda a 254 nm para análisis de mercurio. Se ajusta la abertura de la rejilla.

Se enciende el aparato y se aplica la cantidad de corriente que necesita la lámpara. Esperar de 10 a 20 minutos para que se normalice el aparato.

Se instala la celda de absorción y se alinea con respecto al haz luminoso para lograr una máxima transmitancia.

Alimentar aire al sistema y ajustar el gasto a 1 litro/min. parmitiendo que el aire fluya continuamente.

Se transfieren 100 ml de c/u de las soluciones patrón que contengan 0.001, 0.002 y 0.005 mg/lt de mercurio al frasco de reacción.

Verter 100 ml de agua desionizada a un frasco de reacción para em
plearse como testigo.

Se transfieren 100 ml de muestra o una alícuota que no contenga -
más de 0.005 mg/l de mercurio a un frasco de reacción.

Se añaden 5 ml de H_2SO_4 conc. y 2.5 ml de HNO_3 conc. a c/u de los
frascos de reacción, además, 15 ml de la solución de permanganato de
potasio y dejar reposar durante 15 minutos.

Se adicionan 8 ml de una solución de persulfato de potasio a cada
frasco y se calientan durante 2 horas en un baño maría a $95^{\circ}C$.

Se enfrían los recipientes y cuando alcanzan la temperatura ambien
te se añaden 6 ml de la sln. de cloruro de sodio-sulfato de hidroxil
amina para reducir el exeso de permanganato.

Analizar cada muestra en forma individual añadiendo 5 ml de la so
lución de cloruro estanoso antes de colocar el aparato de aereación.

Conforme el mercurio se volatiliza y se transfiere hacia la celda
de absorción, se va incrementando la absorbcancia hasta alcanzar un
máximo; este ocurre en muy poco tiempo.

Tan pronto como el registrador regresa a la línea de referencia ,
remover el tapón que sostiene al tubo de aereación para ser introdu-
cido en el frasco que contiene agua desionizada con el objeto de lim
piar el sistema y estar en disposición de analizar la siguiente sln.

La curva de calibración se construye graficando el pico más alto
que se obtiene con las muestras patrón contra los mg de Hg (2, 12).

6.3.5 Determinación de arsénico y selenio aspirando sus hidruros en una flama de argón e hidrógeno.

La longitud de onda de máxima absorción para el As es de 193.7 nm
y la del Se es de 196 nm. Desafortunadamente, la flama de aire y ace
tileno absorbe intensamente a estas longitudes de onda. La sensibili
dad del método de análisis para estos metales se puede mejorar usan-
do una flama de argón hidrógeno (12).

Para el análisis de As y Se, además del material descrito anteri
ormente, se requiere de lo siguiente;

- Un gotero que vaya insertado en un tapón de hule del número 0

- Un matraz de pera de 50 ml con 2 bocas
- Un tubo especial para que entre y salga el gas, construido de un condensador micro-cold, cortando la porción que queda bajo la unión
- Un agitador magnético
- Tubo de secado de 100 mm de largo de polietileno, empacado con lana de vidrio para retener las partículas sólidas

Instalar el equipo tal como se indica en la figura 11. Conectar la salida del recipiente de reacción a la entrada del oxidante auxiliar del quemador por medio de tubo "Tygon". Conectar la entrada del recipiente de reacción a la salida de la válvula de control del oxidante auxiliar.

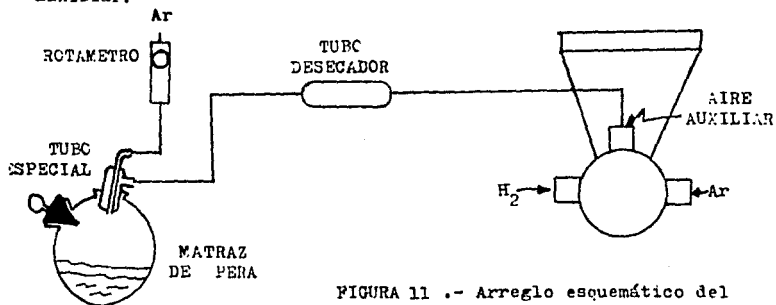


FIGURA 11 .- Arreglo esquemático del equipo para determinar As y Se.

- Solución de yoduro de potasio. Disolver 20 gr de KI en 100 ml de agua desionizada
- Solución de cloruro estannoso. Disolver 100 gr de SnCl₂ en 100 ml de HCl concentrado
- Lechada de cinc. Añadir 50 gr de Zn metálico en polvo (200 ma - llas) a 100 ml de agua desionizada
- Sln. diluyente. Añadir 100 ml de H₂SO₄ y 400 ml de HCl en agua desionizada y diluir a un litro
- Soluciones de arsénico;
 - 1.- Solución madre de As. Disolver 1.3209 gr de trióxido de arsénico, As₂O₃, en 100 ml de agua que contenga 4 gr de NaOH

y diluir a un litro. La concentración de esta solución es de 1 gr de As/lit

2.- Solución intermedia de As. Tomar un ml de la solución madre de As, transfiriéndolo a un matraz volumétrico de 100 ml y diluir con agua que contenga 1.5 ml de HNO_3 conc./lt. La concentración de esta solución es de 0.01 mg de As/lit

3.- Solución patrón de As. Transferir 10 ml de la sln. intermedia de As a un matraz volumétrico de 100 ml y diluir con agua que contenga 1.5 ml de HNO_3 /lt. La concentración de esta solución es de 0.001 mg de As/lit

- Soluciones de Selenio

1.- Solución madre de Se. Disolver 1 gr de Se en 5 ml de HNO_3 conc., dejar enfriar hasta que la solución se entibie y se haya completado la reacción, evaporar a sequedad y diluir a un litro. La concentración de esta sln. es de 1 gr de Se/lit

2.- Solución intermedia de Se. Tomar 1 ml de la sln. madre de Se transfiriéndolo a un matraz volumétrico de 100 ml y diluir con agua que contenga 1.5 ml de HNO_3 conc./lt. La concentración de esta sln. es de 0.01 mg de Se/lit

3.- Solución patrón de Se. Transferir 10 ml de la sln. anterior a un matraz volumétrico de 100 ml y diluir con agua que contenga 1.5 ml de HNO_3 conc./lt. La concentración de esta solución es de 0.001 mg de Se/lit

- Acido perclórico al 70 ó 72 %

Se instala la lámpara de cátodo hueco con el elemento metálico que se desea analizar, ajustando la longitud de onda conveniente.

Se ajusta la abertura de la rejilla, se enciende el aparato y se aplica la cantidad de corriente conveniente.

Se deja que el equipo se normalice y se establece la fuente de poder. Este proceso requiere de 10 a 20 minutos. Instalar el cabezal del quemador.

Empezar a alimentar con Ar, ajustar el gasto a 8 lts/min. Introducir el Ar auxiliar y ajustar el gasto a 1 lt/min.

Alimentar con H_2 y encender la flama.

Atomizar la solución patrón con concentración de 0.001 mg de metal/lit y ajustar el quemador hasta obtener la máxima respuesta, en esta forma, el instrumento queda listo para analizar las muestras y las soluciones patrón del metal.

PREPARACION DE LA MUESTRA

1.- Arsénico o selenio inorgánicos.

En un matraz volumétrico de 50 ml verter 25 ml de la muestra, 20 ml de HCl conc. y 5 ml de H_2SO_4 conc.

2.- Arsénico total (orgánico e inorgánico).

A 50 ml de la muestra contenidos en un vaso de precipitado, añadir 10 ml de HNO_3 conc. y 12 ml de H_2SO_4 . Evaporar la sln. hasta que aparezcan vapores de SO_3 (obteniendo un volumen aproximado de 20 ml). Para evitar la pérdida de As, mantener condiciones oxidantes, para ello añadir pequeñas cantidades de HNO_3 siempre y cuando desaparezcan los humos café rojizos de NO_2 . Enfriar la solución y añadir 25 ml de agua desionizada, 1 ml de ác. perclórico y evaporar de nuevo la solución hasta que aparezcan vapores de SO_3 . Enfriar de nuevo y añadir 40 ml de HCl conc. Llevar a un vol. de 100 ml con agua desionizada.

Para preparar las curvas de calibración, se transfieren 0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 ml de la solución patrón del metal a matraces volumétricos de 100 ml y se aforan con la solución diluyente para obtener concentraciones de 0.00, 0.005, 0.01, 0.015 y 0.02 mg/lit del metal (12).

Transferir una porción de 25 ml de muestra preparada o de las soluciones preparadas.

Al recipiente de reacción que contenga la sln. de As, añadir 1 ml de la sln. de KI. Este paso se omite para el Se. Añadir 0.5 ml de una sln. de $SnCl_2$. Esperar por lo menos 10 minutos para que el metal se reduzca a su más bajo estado de oxidación. Colocar el recipiente en el lugar correspondiente. Llenar el gotero con lechada de cinc.

Insertar firmemente el tapón de hule que sostiene al gotero en la boca del matraz. Presionar el bulbo para introducir la lechada de Zn

en la muestra y en la solución patrón.

El hidruro metálico produce un pico rápidamente, cuando la pluma del registrador recorre una parte del trayecto en relación con la base lineal (12).

Trazar una curva de calibración graficando las diferentes alturas de los picos contra las concentraciones de las soluciones patrón.

Multiplicar los valores obtenidos por 2 debido a que las muestras se diluyeron con ácido (12).

6.4 Interpretación de los resultados del análisis de metales.

CADMIO

Generalmente, la concentración de cadmio en las aguas superficiales no sobrepasa de algunos microgramos/litro debido a la poca solubilidad del carbonato y del hidróxido de cadmio al pH habitual del agua. La fuente principal del cadmio en el organismo es de origen alimentario, el cual puede provenir de vasijas barnizadas y de utensilios galvanizados.

La dosis tóxica por ingestión de cadmio es de algunos miligramos. Aproximadamente del 5 al 10 % del cadmio ingerido por el hombre es absorbido y acumulado principalmente en los riñones bajo la forma de metalotionina; el período biológico varía de 16 a 33 años.

La toxicidad relativamente elevada con efecto acumulativo se acompaña de trastornos renales, alteraciones óseas e hipertensión arterial. Las encuestas epidemiológicas parecen asociar al cadmio con un síndrome tóxico denominado "Itai itai" en Japón y caracterizado por una descalcificación ósea, proteinuria y glucosuria. El nivel crítico de cadmio en el córtex renal es de aproximadamente 200 mg/Kg, el nivel "normal" se sitúa entre 20 y 100 mg/Kg para un hombre de 50 años. El cinc y el calcio tienen un papel protector frente al cadmio, y la deficiencia en el organismo de estos elementos constituye una predisposición a la intoxicación.(19).

Las normas internacionales establecen que un agua potable no debe contener más de 0.01 mg de cadmio/litro.

CROMO

El cromo puro se emplea muy poco en la industria, aparte de la fabricación de los aceros especiales. En cambio, sus derivados son muy utilizados, en las industrias químicas se emplean principalmente los bicromatos. El cromato electrolítico está muy generalizado y el curtido al cromo se usa mucho para los cueros y las pieles. Las sales de cromo se emplean como mordentes para pinturas y como colorantes (verde de cromo, rojo de cromo, amarillo de cromo, etc.). Prácticamente, el cromo es un elemento anormal en el agua, su presencia se debe muy frecuentemente a los vertidos de los talleres de galvanoplastia. La oxidación de los compuestos cromosos es instantánea, por lo que el cromo puede encontrarse en estado trivalente (cromitas) o en estado hexavalente (cromatos y dicromatos). Cantidades de algunos microgramos de cromo son considerados como útiles para el equilibrio del metabolismo de la glucosa y ciertos autores indican que este metal tiene un efecto protector contra la arterioesclerosis.

Independientemente de la acción tóxica hepatorenal, poco sensible para dosis del orden de mg/l, las características cancerígenas del cromo hexavalente hacen que la Norma Oficial Mexicana (NOM) haya adoptado como concentración límite máximo del cromo en estado hexavalente la cifra de 0.01 mg/l. De hecho, el límite indicado para el cromo es muy inferior a la dosis tóxica, pero se estima que este elemento debería estar completamente ausente del agua potable (6, 19).

COBRE

El cobre desempeña un papel muy importante en los metabolismos biológicos (enzimas). Puede encontrarse en forma de trazas, es decir, inferior a 1 mg/l en ciertas aguas naturales.

Aparte de las contaminaciones industriales o de los tratamientos agrícolas, este metal proviene habitualmente de la corrosión de las tuberías y más raramente constituye el residuo de un tratamiento de las algas con sales de cobre (19).

La Norma Oficial Mexicana (NOM) indica como dosis límite la cantidad de 3 mg/l. La toxicidad relativamente pequeña de las sales de

cobre, podría permitir dosis más elevadas, principalmente si se tienen en cuenta los aportes cotidianos debidos a la alimentación. Sin embargo, el sabor metálico y astringente de las sales de cobre aparecen ya en dosis de 4 a 5 mg/l. Así pues, conviene evitar una permanencia demasiado larga del agua en presencia de cobre.

En algunas aguas dulces, las concentraciones próximas a 0.5 mg/l pueden colorear la porcelana de los fregaderos y provocar un ennegrecimiento en ciertos productos alimenticios después de cocerlos (espárragos, champiñones, etc.) (6, 19).

HIERRO

Las aguas superficiales pueden contener hasta 0.5 mg/l de hierro, que puede tener por origen la lixiviación de los terrenos atravesados, o las contaminaciones industriales. El hierro puede encontrarse hasta en cantidades de 10 mg/l en las aguas de los sondeos. Las aguas minerales y principalmente las aguas termominerales pueden contener más de 10 mg/l.

Este metal en estado ferroso es bastante soluble en el agua. Precipita debido al desprendimiento de CO₂ y por oxidación en el aire. Según los casos, podrá existir en solución en estado coloidal y en forma de complejos orgánicos o minerales, principalmente si se usan polifosfatos en el tratamiento del agua.

Las cantidades de hierro aportadas por la alimentación son importantes (carne, 20 a 40 mg/Kg; pescado, 10 mg/Kg; leche, 1 a 4 mg/Kg; pan, 20 a 40 mg/Kg; frutos y legumbres, 5 a 10 mg/Kg), pero el hierro del agua no presenta ningún inconveniente desde el punto de vista fisiológico. Las necesidades para el organismo humano se sitúan entre 2 y 3 mg/día, pero solamente del 60 al 70 % de la cantidad ingerida se metaboliza.

Independientemente de un sabor desagradable que puede percibirse a partir de 0.05 mg/l, el hierro desarrolla en el agua una turbiedad rojiza poco atractiva para el consumidor. Además, las aguas ferruginosas tienen el inconveniente de manchar la ropa. Existen además ciertas bacterias muy ávidas de hierro, estas ferrobacterias se fijan so-

bre las paredes de las canalizaciones y ocasionan fenómenos de corrosión con formación de consecraciones voluminosas y duras (19).

La Norma Oficial Mexicana (NOM) establece como límite una concentración de hierro de 0.3 mg/l (6).

PLOMO

El plomo es un componente inferior, pero ampliamente difundido de la corteza terrestre, donde está presente en forma de carbonatos, fosfatos, pero principalmente de sulfuros (galena).

Generalmente el contenido de plomo de las aguas superficiales no contaminadas no sobrepasa de 0.1 mg/l y su presencia en contenidos más elevados, aunque sea solubilizado o fijado por materias en suspensión, se debe a una causa externa.

Está tan difundido y es tan usado en la industria que las posibilidades de contaminación son extremadamente numerosas y variadas. De hecho, las actividades humanas (empleo de carburantes, fusión de minerales, utilización de combustibles fósiles) ocasionan la formación de aerosoles plumbíferos, siendo actualmente la principal fuente de plomo en la hidrosfera.

La acción tóxica del plomo era bien conocida por los romanos. Desde la antigüedad, el plomo ha sido ampliamente usado en las vasijas barnizadas y para la fabricación de cañerías de distribución de agua, por lo que ha producido numerosas intoxicaciones de origen hídrico.

No obstante, la intoxicación crónica que es la más frecuente, tiene un origen profesional. La intoxicación debida a la alimentación es muy rara.

La intoxicación plúmbica se manifiesta por trastornos clínicos, anomalías biológicas y alteraciones histopatológicas variadas. Está influenciada por múltiples factores y principalmente por una acción antienzimática, con un efecto anti-SH.

El plomo es susceptible de acumularse en el organismo, el peligro no es, pues, solamente debido a la absorción de una dosis tóxica, sino a una acumulación de dosis consideradas separadamente como no tóxicas. El plomo se fija en particular sobre el esqueleto, donde se en-

cuentra en estrecha dependencia con el metabolismo del calcio. Existe, sin embargo, una eliminación biológica de plomo (heces, orina).

La Norma Oficial Mexicana (NOM) sanciona un límite de plomo de 0.1 mg/l (6, 19).

CINC

El cinc, que puede contenerse en las aguas de distribución en contenidos que sobrepasan a menudo de 0.005 mg/l, provienen generalmente de las canalizaciones de latón o de hierro galvanizado atacadas por las aguas agresivas o ricas en cloruros y sulfatos.

Desde el punto de vista fisiológico, y sin que la toxicidad pueda entrar en juego, parece que la cantidad de cinc tolerable en el agua queda rápidamente limitada por el gusto desagradable de las sales de cinc. La Norma Oficial Mexicana (NOM) sanciona como límite de concentración de cinc la cantidad de 15 mg/l.

Para uso agrícola, el marchitamiento de las plantas puede ocurrir a partir de 5 mg/l (6, 19).

MANGANESO

El manganeso presente en el agua puede encontrarse con valencias de diferente valor (II, III, y IV), soluble o en suspensión en forma de complejo. Su solubilidad depende del pH, del oxígeno disuelto, de la presencia de agentes complejantes.

Dadas las cantidades introducidas diariamente por la alimentación el manganeso del agua no puede considerarse como representante de un carácter de toxicidad. Desde el punto de vista gustativo, puede dar un mal sabor al agua y, si precipita, la turbiedad producida es desagradable. Desde el punto de vista doméstico, presenta el inconveniente, incluso en cantidades menores de 0.1 mg/l, de manchar el esmalte y la ropa. En las estaciones de tratamiento de aguas favorece el crecimiento de bacterias del grupo de las siderobacteriales (gallione — lla) que perturban el funcionamiento de los filtros de arena, pudiendo llegar a la formación de depósitos en las canalizaciones. Sin embargo, puede usarse el estado heptavalente, en forma de permanganato para la eliminación de las materias orgánicas que dan gustos desagradables.

La Norma Oficial Mexicana (NOM) sanciona un contenido de manganeso en agua potable de 0.3 mg/l (6,19).

MERCURIO

El mercurio y sus derivados no son muy abundantes en la naturaleza, no representan más del 1×10^{-7} % de las rocas ígneas.

El mercurio se emplea principalmente en la industria del cloro, de la sosa y como catalizador en la producción de acetaldehído. El mercurio se usa también en la fabricación de aparatos eléctricos, instrumentos de control y pinturas marinas. Ciertos fungicidas que contienen derivados del mercurio se emplean en agricultura. La presencia de mercurio en el medio se debe también a los vertidos de ciertas actividades industriales, refinerías, fábricas de cemento, siderúrgicas, tratamiento de los fosfatos, refinado de mercurio.

Sin embargo, el mercurio se desprende naturalmente de la corteza terrestre (evaporación, erosión, volcanes, etc., del orden de 10^5 ton/año). La contaminación debida a las actividades humanas es de 10^4 ton/año.

En general, salvo el caso de contaminación caracterizada, el contenido de mercurio de las aguas dulces superficiales no excede de 0.0001 mg/l, aunque puede alcanzar 0.08 mg/l en las proximidades de yacimientos minerales.

La dosis mortal para el bicloruro mercuríco es de 0.15 a 0.5 gr. La intoxicación se caracteriza por trastornos digestivos, una estomatitis y un ataque renal.

Las intoxicaciones mercuriales de origen hídrico son muy raras. No obstante, la enfermedad de Minamata (Japón en 1962; trastornos nerviosos y muerte) atrajo la atención sobre los importantes riesgos que ocasionan las contaminaciones por mercurio.

La acumulación de mercurio en los peces es considerable, ya que éstos carecen de un sistema eficaz de desintoxicación y de eliminación de mercurio, por lo que tiene lugar una acumulación que aumenta con el tamaño y la edad y varía según las especies. Es por medio de éstos que las personas se intoxican cuando hay un consumo excesivo.

El mercurio puede igualmente dar complejos orgánicos de toxicidad más elevada (compuestos de alquilo, arilo, alcoxiálquilo) bajo la acción de numerosos microorganismos, particularmente en los sedimentos. En un medio anaerobio bien establecido, el mercurio se halla bajo la forma de sulfuro estable, la ventilación natural o artificial (limpieza, dragado) de las capas superficiales facilitan la acción de las cepas metilantes. La toxicidad de estas diferentes formas químicas varía muy ampliamente y debe, pues, considerarse la presencia de las sales minerales y de los compuestos organomercuriales. La absorción diaria de 0.004 mg de metil mercurio por Kg de peso corporal puede ocasionar trastornos neurológicos irreversibles entre los sujetos que tengan susceptibilidad individual particular. Más del 90 % del mercurio en compuestos orgánicos se absorbe por el tracto gastrointestinal, mientras que la forma metálica, menos tóxica, sólo lo es débilmente (15 %).

Para el agua potable, las normas internacionales dan como límite 0.001 mg/l.

El mercurio está frecuentemente unido a partículas en suspensión, por lo que los tratamientos habituales de floculación pueden conducir a una eliminación del 80 % del mercurio presente (19).

ARSENICO

El arsénico está muy repartido en la biósfera, las rocas ígneas contienen de 1 a 9 mg/Kg, los fosfatos naturales contienen 20mg/Kg, los carbones 45 mg/Kg y las piritas contienen de 5 a 6 gr/Kg.

El arsénico puede existir en estado trivalente y pentavalente y en forma de compuestos orgánicos. Aunque la forma exacta bajo la que se encuentra en el agua sea mal conocida, es probable que el arsénico es té principalmente en estado pentavalente.

No está comprobado que el tratamiento de cultivos con derivados de arsénico minerales u orgánicos (insecticidas, anticriptogámicos, raticidas, etc.) sea el origen de la presencia de éste en el agua de distribución; sin embargo, en ciertas regiones donde estos productos se emplean en cantidades importantes, se llega a encontrar en los po

zos debido a infiltraciones. No obstante, los riesgos de intoxicación son función del carácter de solubilidad, muy diferente según se trate de anhídrido arsenioso y de arseniato sódico, o de arseniato de plomo y de cal, de la cantidad absorbida y de la duración de la exposición. Los compuestos orgánicos con arsénico son menos tóxicos que las sales minerales, por lo demás, el estado trivalente es más tóxico que el estado pentavalente.

La intoxicación crónica por arsénico se caracteriza por trastornos digestivos, síndromes melanodérmicos y neurológicos.

Desde el punto de vista toxicológico, el arsénico actúa en el organismo bloqueando los grupos tiol, ocasionando perturbaciones en los procesos de oxidoreducción celular (As^{3+}) y trastornos en el metabolismo glucídico-lipídico (As^{5+}). Puede haber igualmente, aunque está puesto en duda, una acción cancerígena cuyo mecanismo está mal definido. Ciertos autores piensan que los compuestos minerales del arsénico pueden inhibir los procesos de multiplicación celular a nivel del DNA y bloquear los mecanismos de reparación por un fenómeno de "linkage" del arsénico a nivel de los grupos azufrados. A pesar de ello, en Taiwan un millar de casos de síndrome melanodérmico y de cánceres cutáneos se han podido deber a los contenidos relativamente elevados (0.6 a 2 mg/l) de arsénico en las aguas de pozos profundos.

Es preciso señalar que los experimentos practicados con animales con una dosis máxima tolerable y durante largo tiempo, no han permitido poner en evidencia un poder carcinógeno. Sin embargo, el arsénico tiene efectos teratogénicos. Por otra parte, se piensa que el arsénico desempeña un papel antitóxico frente al selenio.

Debido a la acumulación del arsénico en el organismo, a su toxicidad en pequeñas dosis y a su eventual acción cancerígena, la Norma Oficial Mexicana (NOM) sanciona 0.05 mg de arsénico/l como límite en el agua potable.

Los tratamientos habituales de floculación en el agua, y en particular los tratamientos con percloruro de hierro procedente de una oxidación realizada con cloro, pueden permitir eliminar la mayor parte del arsénico en el agua bruta (6, 19).

SELENIO

El selenio es un metaloide ampliamente difundido en la naturaleza. El suelo (piritas seleníticas, esquistos arcillosos) pueden contener de 1 a 6 mg/Kg. Este elemento se utiliza en la preparación de colorantes, en vidriería y en metalurgia, así como en la fabricación de células fotoeléctricas.

La intoxicación producida por selenio se caracteriza por ocasionar trastornos pulmonares, digestivos, nerviosos y cutáneos. En ausencia de conocimientos indiscutibles sobre el interés biológico del selenio y su toxicidad a dosis débiles, la determinación de la concentración límite en el agua es muy controvertida. La bibliografía in forma únicamente de un caso de intoxicación hídrica (caída de pelo, fragilidad de las uñas, apatía) en un sujeto que consumió durante 3 meses agua de un pozo que contenía 9 mg/l de selenio.

La Norma Oficial Mexicana (NOM) sanciona 0.05 mg/l de selenio en agua potable.

Concentraciones significativas de selenio en vegetales provoca in toxicaciones en el ganado, "alkali disease" que se caracteriza por un ataque a la queratina (pelo, uñas).

Ta toxicidad del selenio parece ser debida al hecho de que puede formar un complejo susceptible de desplazar a la metionina (6, 19).

CAPITULO 7
RESULTADOS

7.1 Lluvias y estiaje.

Se ha observado que existen 2 etapas preferenciales en que los cambios climatológicos del medio ambiente afectan las características físico-químicas y microbiológicas del agua potable de una comunidad, dichas etapas son la etapa de lluvias y la denominada etapa de estiaje (cuando no llueve).

En el presente trabajo se manejan datos correspondientes a las fechas de octubre de 1985 a septiembre de 1986, considerándose que la etapa de estiaje se presentó de octubre de 1985 a marzo de 1986 y la etapa de lluvias de abril de 1986 a septiembre del mismo año.

La importancia de considerar 2 épocas como fundamentales en la interpretación de los resultados reportados acerca del agua potable radica principalmente en lo siguiente:

- Ha de considerarse que durante la época de lluvias, los peligros de infiltración de agua extraña a la conducida en la red de distribución es grande, aumentando también los riesgos de contaminación del agua potable conducida
- En la Delegación Miguel Hidalgo existen 2 zonas definidas por su diferencia de altitudes entre sí.

Durante la época de lluvias, es claro que la zona de baja altitud sea mayormente afectada debido a un deslizamiento natural del agua hacia esos lugares, produciendo encharcamientos, inundaciones, taponamientos en los alcantarillados al arrastrar basura, y por todo ésto, mayor peligro de infiltración en la red de distribución y contaminación del agua potable.

7.2 Fechas de muestreo.

Cruceros (tomas domiciliarias), pozos y tanques pertenecientes a la Delegación Miguel Hidalgo han sido muestreadas en las fechas que se indican en la tabla número 4.

TABLA # 4. Muestreo en cruceros (tomadas domiciliarias)
 en la Delegación Miguel Hidalgo, de octubre de 1985 a
 septiembre de 1986.

NOMBRE DE LA COLONIA	OCT	NOV	DIC	ENE	PEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1 Agricultura		22 27	5 12								8	
2 Ahuehuetes	9 25		12	13				14			20	17
3 Altamirano	6											
4 Anahuac	2 8 9 10 21	18 27	5 12 13 16	2	24	26			17 18		22	
5 Argentina antigua	7 18		12	3		6						30
6 Arg. pte.	7		12						25	21		
7 5 de mayo	25											
8 10 de abril												
9 Francisco I. Madero	14 25		12	28	10			19				5 23
10 Granada	9 10 25		4 13		3				16			
11 Granada Ampliación			4 13		3							
12 Veronica Anzures		19 28	6 13 16		21		21	27				4
13 Huichapan	6					7 11		6				24
14 Legaria			12	24			30		4			
15 México Nuevo	16 26		12	28					2 30			
16 Nextitla	20	19 28	6 12 13	31			29	29				
17 Pensil	9 25		12			20		21			6	

NOMBRE DE LA COLONIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
18 Popo	9 14 25		12		10		29		3			
19 Popo Amp.	9	19 25 28	6 12 13		10				6			4
20 Popotla	7 20 30		12	15	25			28	27			8 12
21 Pueblo de Tacuba	7 22							22		7		
22 Santo Tomás	10 20 21 24	19 28	5 13	31					5			
23 San Diego Ocoyoacac												
24 Sn Joaquín												
25 San Lorenzo Tlaltenango												
26 P. Elías Calles	10 20		13									
27 Tlaxpana	13 21	18 27	5 12 16	13				26				
28 Torre Bca.	18		12	9		3			10			
29 Torre Bca. Ampliación	7		12			3		16				8
30 Un Hogar para Nosotros	21											
31 Ventura Pérez Alba	7		12	24								19
R-1 Refinería 18 de mayo												
32 América	15		13 16	24		25	23			23	13	
33 Daniel Garza	3 15	1	13 16	16		25	15	28		25		
34 Daniel Garza Amp.			13		24				23	21		18

NOMBRE DE LA COLONIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
35 16 de Sept.	15		13	24		25	23			22	27	
36 Escandón	6 14 23 25	4 5	13 16	13				29	12			
37 Observatorio	15		13	24				27	13			11
38 San Miguel Chapultepec	4 14 15		13 16	9 15			1		11		29	12
39 Tacubaya	4 5 14 17	5	12 13 16	2		18		26	24			19
40 Anzures	12 13		13 16					8	26		4	
41 Anzures (hueva)			13 16	20							4	
42 Bosque de Chapultepec	11		13 16			13		23		9		
43 Bosque de las Lomas	8 12 13		13 16	30		31	2 4 17 18 21					
44 Campo Militar # 1												
45 Casa Blanca												
46 Def. Nal.												
47 Del Bosque												
48 Chapultepec Morales	10		13 16	17				20		3		3 30
49 Chapultepec Polanco	11 14		13 16	24				12		2		
50 Hip. de las Américas												
1 Irrigación	9 10 14 28		12	3		6		13				9

NOMBRE DE LA COLONIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
52 Loma Hermosa	14											
53 Lomas Altas	12						4			11 14		
54 Lomas de Barrientos							16					
55 Lomas de Bezares							4			31		
56 Lomas de Chapultepec	7 8 11 12 13 16		13 16	17			8 9 10 11 16					
57 Lomas de Reforma	11 12						7			28		
58 Lomas de Sotelo	7										27	12
59 Lomas de Sn Isidro												
60 L. Morales												
61 M. Avila Camacho												
62 Molino del Rey												
63 Morales Alameda	9		13			10		30	9		5	
64 Morales Palmas			13			10			9 20			
65 Palmitas	10		13						19			
66 Periodista	9 14 26		12			12					27	
67 Real de las Palmas										31		
68 Reforma Polanco	10 17		13 16	17				15				
69 Reforma Social	2 9 13 31		13	16		24	22					
70 Rincón del Bosque												

NOBRE DE LA COLONIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
71 Rincón del Bosque												
72 1a Sec. del B. de Chap.												
73 2a Sec. del B. de Chap.												
74 3a Sec. del B. de Chap.												
75 Lomas de Virreyes	7 6 12 17		13 16	9			3 24					2
76 Lomas de Barrilazo	13											

TABLA # 5.- Muestreo en pozos de la Delegación Miguel Hidalgo, de octubre de 1985 a septiembre de 1986.

SISTEMA PONIENTE
DELEGACION MIGUEL HIDALGO

POZO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Chapultepec 7		14				31						
Río Hondo	22	14				31						

SISTEMA CENTR
DELEGACION MIGUEL HIDALGO

POZO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Alameda Tacubaya			12		3							
B. Franklin	19				3							
Campos Eliseos	22							13				11
Casa Amarilla	19				3							19
Cedros y Moliere	22					14						11
Chap. Nerales	22							13				11
La Hormiga												
Irrigación	22					14			23	1		
Jardín Morelos	19				3			21				
La Pirulera	22								11			19
Legaria	22		11		17							19
Marina Nal.1	22				16							

POZO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEF
Marina Nal. 3	22				18							
Marina Nal. 4					18							
Mártires de Tacubaya						12						
Molino del Rey						12						19
Periodista	22					14						
Popotla			11		17							19
Salciano								13				19
Sn Felipe Popotla			11						11			
Sn Joaquín Tacuba					17				11			19
Sn Joaquín Río					18							
Tacuba			11									
Verónica	22				18							
Lago Ginebra									13			
Mar Mediterráneo											17	
Cicerón											9	
Viaducto									13			

TABLA # 6.- Muestreo en tanques de la Delegación Miguel Hidalgo de octubre de 1965 a septiembre de 1966.

TANQUE	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEF
Dolores												3
Aconcagua				17							15	
Madereros 2				14							21	
Madereros 3				14							21	
Madereros 4												
Zaragoza				14							15	
Palo Alto									23			
Maple				17								3
Aeroclub 1				22							15	
Aeroclub 2				22							15	
Aeroclub 3											21	
Zapote		27		17								3
Windsor											15	
San Joaquín				20								4
Virreyes					18							

7.3 Reporte de actividades diarias realizadas por el Laboratorio Central de Control de Calidad del Agua (LCCCA) en la Delegación Miguel Hidalgo de octubre de 1985 a septiembre de 1986.

A continuación se desglosan las actividades diarias realizadas por el LCCCA en las diferentes colonias (C; que representan los cruceros o tomas domiciliarias), pozos (P) y tanques (T) pertenecientes a la Delegación Miguel Hidalgo.

En lo que concierne a las muestras tomadas para estudios bacteriológicos, primeramente se indica el número de muestras que fueron tomadas para dicho examen (N°), seguidamente aparecen los símbolos <1 y $\% <1$, que son indicativos del índice de calidad bacteriológica del agua que a su vez, es el resultado de dividir la cantidad de microorganismos encontrados en el agua, entre el número de microorganismos "permiáticos" encontrar en el agua por la Norma Oficial Mexicana (NOM), sancionada por la Secretaría de Salud (SSA). Este índice de calidad del agua debe ser, por lo anterior mencionado, menor o igual a 1, para considerar al agua como de buena calidad bacteriológica.

<u>OCTUBRE DE 1985</u>			
Sitio de muestreo	(Bacteriología)		ppm promedio de cloro residual libre
	Muestras N°	<1 % <1	
//////////////////// Miércoles 2 de octubre //////////////////////			
C Reforma Social	24 24	100	2.56
C Anahuac	35 31	89	1.22
//////////////////// Jueves 3 de octubre //////////////////////			
C Daniel Garza	20 17	85	2.50
//////////////////// Viernes 4 de octubre //////////////////////			
C Daniel Garza	1 1	100	
C Tacubaya	20 18	90	1.73
C Sn Miguel Chap.	1 1	100	2.00
//////////////////// Sábado 5 de octubre //////////////////////			
C Tacubaya	14 12	86	1.80

Sitio de muestreo	(Bacteriología)			ppm promedio de cloro residual libre
	Muestras			
	Nº	< 1	≠ < 1	
//////////////////// Domingo 6 de octubre //////////////////////				
C Escandón	3	3	100	1.50
C Altamirano	22	22	100	1.50
C Huichapan	10	5	50	0.60
//////////////////// Lunes 7 de octubre //////////////////////				
C Lomas de Chap.	39	34	87	2.22
C Lomas de Virreyes	2	2	100	1.55
C Argentina Poniente	6	6	100	0.86
C Argentina Antigua	5	4	80	0.86
C Lomas de Sotelo	1	1	100	1.00
C Venture Pérez Alba	5	3	60	0.62
C Torre Elanca (Amp.)	6	5	83	0.85
C Tacuba	5	5	100	1.40
C Poptla	6	6	100	3.00
//////////////////// Martes 8 de octubre //////////////////////				
C Poptla	17	12	70	1.02
C Anahuac	10	9	90	1.30
C Lomas de Chap.	27	23	85	1.50
C. B. de las Lomas	6	6	100	2.50
C Lomas de Virreyes	7	6	86	2.50
//////////////////// Miércoles 9 de octubre //////////////////////				
C Ahuehuetes	4	4	100	2.50
C Granada	3	3	100	2.33
C Popo Amp.	2	2	100	3.00
C Pensil	2	2	100	3.00
C Popo	4	4	100	2.50
C Irrigación	3	3	100	3.00
C periodista	2	2	100	3.00
C Los Morales	4	4	100	3.00
C Residencia Militar	1	1	100	3.00
C Reforma Social	1	1	100	3.00
C Anahuac	2	2	100	2.00

Sitio de muestreo	(Bacteriología)			ppm promedio de cloro residual libre
	Muestras			
	Nº < 1	% < 1		
//////////////////////////////////// Jueves 10 de octubre //////////////////////////////////////				
C Flutarco Elias Calles	1	1	100	3.00
C Santo Tomás	3	3	100	3.00
C Anahuac	2	2	100	3.00
C Chapultepec Morales	8	8	100	3.00
C Reforma Polanco	4	4	100	2.45
C Granada	3	3	100	3.00
C Irrigación	3	3	100	3.00
C Palmitas	4	4	100	3.00
//////////////////////////////////// Viernes 11 de octubre //////////////////////////////////////				
C Lomas de Chap.	34	27	79	2.54
C Chap. Polanco	11	11	100	3.00
C B. de Chapultepec	9	9	100	3.00
C Lomas de Reforma	50	50	100	3.00
//////////////////////////////////// Sábado 12 de octubre //////////////////////////////////////				
C Anzures	11	11	100	3.00
C Lomas de Chap.	22	6	27	0.50
C Lomas Altas	4	2	50	0.90
C B. de las Lomas	4	4	100	1.75
C Lomas de Reforma	30	29	97	1.20
C Lomas de Virreyes	20	20	100	2.18
//////////////////////////////////// Domingo 13 de octubre //////////////////////////////////////				
C Bosques de las Lomas	22	18	82	2.35
C Reforma Social	5	5	100	3.00
C Lomas de Barrilaco	5	5	100	3.00
C Lomas de Chap.	2	2	100	3.00
C Anzures	7	7	100	3.00
C Tlaxpana	4	4	100	1.50
//////////////////////////////////// Lunes 14 de octubre //////////////////////////////////////				
C Irrigación	5	4	80	3.00
C Loma Hermosa (Unidad)	2	2	100	3.00
C L. de Sotelo (U.H.)	2	2	100	3.00

Sitio de muestreo	(Bacteriología)		ppm promedio de cloro residual libre
	Muestras		
	Nº < 1	% < 1	
C Periodista	2 2	100	3.00
C Chap. Polanco	5 5	100	3.00
C Escandón	22 8	36	0.80
C Tacubaya	1 1	100	2.50
C Sn Miguel Chap.	4 3	75	1.17
C Popo	18 15	83	
C Fco. I. Madero	7 7	100	
//////////////////// Martes 15 de octubre //////////////////////			
C Sn Miguel Chap.	39 31	79	1.31
C Observatorio	4 3	75	0.72
C Daniel Garza	5 5	100	1.04
C América	12 8	66	0.75
C 16 de Septiembre	4 1	25	0.72
//////////////////// Miércoles 16 de octubre //////////////////////			
C Lomas de Chap.	52 52	100	3.00
C México Nuevo	24 21	87	
//////////////////// Jueves 17 de octubre //////////////////////			
C Tacubaya	1 1	100	1.00
C L. de Virreyes	25 23	92	0.89
C Reforma Polanco	25 12	46	1.63
//////////////////// Viernes 18 de octubre //////////////////////			
C Torre Blanca	40 36	90	2.65
C Argentina Antigua	- -	-	2.65
//////////////////// Sábado 19 de octubre //////////////////////			
P Jardín morelos	1 0	0	
P Benjamín Franklin	1 1	100	
P Casa Amarilla	1 1	100	
//////////////////// Domingo 20 de octubre //////////////////////			
C P. Elías Calles	2 2	100	3.00
C Nextitla	1 1	100	3.00
C Sto. Tomás	1 1	100	3.00
C Popotla	40 24	60	0.73

Sitio de muestreo	(Bacteriología)		ppm promedio de cloro residual libre	
	Muestras			
	Nº < 1	≥ 1		
//////////////////// Lunes 21 de octubre //////////////////////				
C Sto. Tomás	3	3	100	2.83
C Un Hogar para Nos.	1	1	100	3.00
C Anahuac	10	10	100	2.85
C Tlaxpana	25	23	92	2.68
//////////////////// Martes 22 de octubre //////////////////////				
C Tacuba	25	25	100	1.53
P Río Hondo	1	1	100	
P Periodista	1	0	0	
P Irrigación	1	0	0	
P La Pirulera	1	0	0	
P Legaria	1	1	100	
P Marina Nal. 1	1	1	100	
P Marina Nal. 3	1	1	100	
P Verónica	1	0	0	
P Cedros y Moliere	1	0	0	
P Chap. Morales	1	1	100	
P Campos Eliseos	1	1	100	
//////////////////// Miércoles 23 de octubre //////////////////////				
C Escandón	25	13	52	0.39
//////////////////// Jueves 24 de octubre //////////////////////				
C Sto. Tomás	25	15	60	1.50
//////////////////// Viernes 25 de octubre //////////////////////				
C Escandón	7	7	100	3.00
C Ahuehuetes	6	6	100	1.59
C Pensil	5	5	100	0.93
C Popo	11	10	90	1.10
C Granada	5	5	100	1.50
C 5 de Mayo	8	8	100	0.76
C Fco. I. Madero	5	4	80	1.40
//////////////////// Sábado 26 de octubre //////////////////////				
C Periodista	25	16	64	1.50
C México Nuevo	5	3	60	1.50

Sitio de muestreo	(Bacteriología) Muestras			ppm promedio de cloro residual libre
	Nº	< 1	% < 1	
//////////////////////////////////// Lunes 28 de octubre //////////////////////////////////////				
C Irrigación	25	23	92	2.80
//////////////////////////////////// Miércoles 30 de octubre //////////////////////////////////////				
C Popotla	25	17	68	0.60
//////////////////////////////////// Jueves 31 de octubre //////////////////////////////////////				
C Reforma Social	25	25	100	0.68
////////////////////////////////////				

NOVIEMBRE DE 1985

//////////////////////////////////// Viernes 1 de noviembre //////////////////////////////////////				
C Daniel Garza	45	43	96	2.48
//////////////////////////////////// Lunes 4 de noviembre //////////////////////////////////////				
C Escandón	15	12	80	0.41
//////////////////////////////////// Martes 5 de noviembre //////////////////////////////////////				
C Tacubaya	35	33	94	2.02
C Escandón	10	9	90	1.90
//////////////////////////////////// Lunes 18 de noviembre //////////////////////////////////////				
C Tlaxpana	11	8	73	
C Anahuac	20	11	55	
//////////////////////////////////// Martes 19 de noviembre //////////////////////////////////////				
C Sto. Tomás	9	6	66	
C Nextitla	19	7	37	
C Popo Amp.	18	7	39	
C Verónica Anzures	16	11	69	
//////////////////////////////////// Viernes 22 de noviembre //////////////////////////////////////				
C Agricultura	13	4	31	
//////////////////////////////////// Lunes 25 de noviembre //////////////////////////////////////				
C Popo Amp.	9	7	78	
//////////////////////////////////// Miércoles 27 de noviembre //////////////////////////////////////				
C Agricultura	17	6	35	
C Tlaxpana	20	9	45	
C Anahuac	24	9	37	
T Zapote	1	1	100	

Sitio de muestreo	(Bacteriología)			ppm promedio de cloro residual libre
	Nº	Muestras		
	< 1	< 1		
////////////////////	Jueves 28 de noviembre			////////////////////
C Popo Amp.	27	16	59	
C Sto. Tomás	19	16	84	
C Nextitla	19	7	37	
C Verónica Anzures	22	16	73	

EN 211 CRUGEROS DE 13 COLONIAS NO SE ENCONTRO AGUA

////////////////////

D I C I E M B R E D E 1985

Sitio de muestreo	(Bacteriol.) Muestras			Lecturas de cloro				ppm promedio de cloro residual <u>li</u> bre	
	N°	<1	≠<1	N°	<0.4	<0.8	>0.8		≠>0.8
//////////////////// Miércoles 4 de diciembre //////////////////////									
C Granada	36	35	97	36	0	0	36	100	3.50
C Granada Amp.	4	4	100	4	0	0	4	100	3.12
//////////////////// Jueves 5 de diciembre //////////////////////									
C Tlaxpana	20	10	50	-					
C Anahuac	23	12	52	-					
C Agricultura	13	7	54	-					
C Sto Tomás	13	10	77	-					
//////////////////// Viernes 6 de diciembre //////////////////////									
C Nextitla	29	21	72	-					
C Popo Amp.	32	19	59	-					
C Verónica Anzures	28	20	71	-					
//////////////////// Miércoles 11 de diciembre //////////////////////									
P Sn Fpe Popotla	1	0	0	-					
P Popotla	1	0	0	-					
P Tacuba	1	0	0	-					
P Sn Joaquín Tacuba	1	0	0	-					
P Legaria	1	1	100	-					
//////////////////// Jueves 12 de diciembre //////////////////////									
C Huichapan	25	21	84	45	45	0	0	0	0.33
C Periodista	13	12	92	25	13	0	12	48	1.56
C Irrigación	12	10	83	20	5	4	11	55	0.64
C Argentina Ant.	15	14	93	30	16	0	14	46	0.61
C Argentina Pon.	10	6	60	15	13	0	2	13	0.56
C Ahuehuetes	25	24	96	50	2	5	43	86	1.29

Sitio de muestreo	(Bacteriol.) Muestras			Lecturas de cloro					ppm promedio de cloro residual
	N°	<1	% <1	N°	<0.4	<0.8	>0.8	% >0.8	bre
C México Nuevo	31	24	77	32	12	4	16	50	0.77
C Foo I. Madero	8	8	100	17	0	8	9	53	0.93
C Pensil	25	15	60	45	3	0	42	93	1.31
C V. Pérez Alva	-	-	-	22	0	0	22	100	1.40
C Tacuba	15	12	80	30	2	6	22	83	0.84
C Legaria	10	10	100	15	0	3	12	80	0.86
C Torre Blanca	33	25	76	63	35	16	12	19	0.51
C Torre Blanca Amp.	7	6	86	7	4	0	3	42	0.57
C Popotla	20	16	80	35	2	2	31	89	0.97
C Nextitla	20	19	95	25	24	1	0	0	0.56
C Popo	-	-	-	16	16	0	0	0	0.25
C Popo Amp.	-	-	-	8	8	0	0	0	0.21
C Tlaxpana	22	16	73	49	11	10	28	57	0.96
C Anahuac	22	9	41	-	-	-	-	-	-
C Agricultura	22	9	41	-	-	-	-	-	-
P Alameda Tacubaya	1	1	100	-	-	-	-	-	-
//////////////////// Viernes 13 de diciembre //////////////////////									
C Anzures Nueva	-	-	-	30	0	0	30	100	1.50
C Anzures	-	-	-	30	0	0	30	100	1.50
C Reforma Social	-	-	-	50	0	1	49	98	1.10
C Granada Amp.	-	-	-	30	0	0	30	100	1.50
C Granada	-	-	-	21	0	0	21	100	1.50
C Verónica Anzures	27	22	81	45	0	0	45	100	1.50
C Anahuac	-	-	-	36	3	5	28	78	1.18
C América	-	-	-	23	0	0	23	100	1.00
C 16 de Septiembre	-	-	-	30	0	0	30	100	1.00
C Sto Tomás	18	12	67	20	2	3	15	75	1.26

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)			Lecturas de cloro					ppm promedio de cloro residual
	Muestras			Nº	<0.4	<0.8	>0.8	%>0.8	
	Nº	<1	≠<1						
C P. Elías Calles	-			21	0	0	21	100	2.52
C Daniel Garza	-			45	0	0	45	100	1.23
C Sn Miguel Chap.	-			45	7	0	38	84	1.38
C Bosques de Chap.	-			44	0	0	44	100	3.84
C Chap. Polanco	-			30	0	0	30	100	4.00
C Polanco Reforma	-			55	5	0	50	91	1.14
C Chap. Morales	-			15	0	0	15	100	1.50
C Tacubaya	-			60	0	0	60	100	1.44
C Daniel Garza Amp	-			21	1	7	13	62	0.70
C Observatorio	-			24	4	16	4	17	0.57
C Escandón	-			47	0	0	47	100	1.47
C Lomas Virreyes	-			30	0	0	30	100	1.00
C Los Morales	-			20	0	0	20	100	1.50
C Morales (Alam.)	-			22	0	0	22	100	1.50
C Palmitas	-			24	0	0	24	100	1.50
C Lomas de Chap.	-			30	0	0	30	100	1.17
C B. de las Lomas	-			23	7	6	10	43	0.81
C Popo Amp.	24	10	42	-					
C Nextitla	20	12	60	-					

////////////////////// Lunes 16 de diciembre ////////////////////////

C Tlaxpana	25	22	88	45	0	1	44	98	1.53
C Verónica Anz.	-			30	0	0	30	100	1.50
C Chap. Morales	25	24	96	35	0	0	35	100	1.00
C Polanco Ref.	-			30	0	0	30	100	1.50
C Daniel Garza	25	23	92	60	0	0	60	100	1.31
C América	-			15	0	0	15	100	1.50
C Chap. Polanco	15	14	93	45	0	0	45	100	2.00
C Bosques de Chap.	10	9	90	30	0	0	30	100	1.36

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)								ppm pro- medio de cloro li- bre resi- dual
	Muestras			Lecturas de cloro					
	Nº	<1	% <1	Nº	<0.4	<0.8	0.8	% >0.8	
C Anzures Nueva	18	16	89	36	0	0	36	100	1.38
C Anzures	7	7	100	40	1	6	39	97	1.50
C B. de las Lomas	25	22	88	50	3	0	47	94	1.41
C Anahuac	40	34	85	55	14	15	26	47	0.68
C Sn Miguel Chap.	23	20	87	45	0	0	45	100	1.50
C Tacubaya	17	15	88	33	4	4	25	76	1.21
C Lomas de Chap.	40	40	100	70	6	12	52	74	1.17
C Lomas de Virreyes	-	-	-	29	14	0	15	52	0.87
C Escandón	-	-	-	60	44	0	16	27	0.39

////////////////////////////////////
 //////////////////////////////////////

E N E R O D E 1986

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)								ppm prom. de cloro res. lib.
	Muestras			Lecturas de cloro					
	Nº	<1	% <1	Nº	<0.3	<0.9	>0.9	% >0.3	
//////////////////////////////////// Jueves 2 de enero //////////////////////////////////////									
C Anahuac	40	38	95	40	0	0	40	100	2.26
C Tacubaya	48	47	98	48	4	0	44	92	1.40
//////////////////////////////////// Viernes 3 de enero //////////////////////////////////////									
C Irrigación	60	58	97	60	0	0	60	100	1.55
C Argentina Ant.	60	60	100	60	12	18	30	80	0.83
//////////////////////////////////// Jueves 9 de enero //////////////////////////////////////									
C Lomas Virreyes	25	25	100	50	0	0	50	100	1.18
C Sn Miguel Chap.	25	22	88	50	0	0	50	100	3.40
C Torre Blanca	35	32	91	65	1	0	64	98	2.27

Sitio de muestreo	(Bacteriol.) Muestras			Lecturas de cloro				ppm prom. de cloro res. lib.	
	N°	<1	1-1	N°	<0.3	0.3-0.9	>0.9		%0.3
////////////////////// Lunes 13 de enero //////////////////////////////////////									
C Escandón	30	30	100	50	1	11	38	98	0.78
C Ahuehuetes	30	29	97	50	0	1	49	100	1.47
C Tlaxpana	-			38	0	0	38	100	2.00
////////////////////// Martes 14 de enero //////////////////////////////////////									
T Zaragoza	1	1	100	-					
T Madereros 2	1	1	100						
T Madereros 3	1	1	100						
////////////////////// Miércoles 15 de enero //////////////////////////////////////									
C Popotla	30	27	90	50	0	0	50	100	1.50
C Sn Miguel Chap.	2	0	0	2	1	0	1	50	
////////////////////// Jueves 16 de enero //////////////////////////////////////									
C Daniel Garza	30	30	100	50	0	0	50	100	3.38
C Reforma Social	30	28	93	48	0	0	48	100	1.50
////////////////////// Viernes 17 de enero //////////////////////////////////////									
C Chap. Morales	30	29	97	50	0	0	50	100	1.50
C Lomas de Chap.	30	30	100	80	0	0	80	100	1.90
C Reforma Polanco	-			30	0	0	30	100	1.50
T Aconcagua	1	1	100	1	0	0	1	100	
T Windsor	1	1	100	1	0	0	1	100	
T Maple	1	1	100	1	0	0	1		
T Zapote	1	1	100	1	0	0	1	100	
////////////////////// Lunes 20 de enero //////////////////////////////////////									
C Anzures Nueva	30	30	100	51	0	0	51	100	2.00
////////////////////// Miércoles 22 de enero //////////////////////////////////////									
T Aeroclub 1	1	1	100						
T Aeroclub 2	1	0	0						

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)			Lecturas de cloro					ppm prom. de cloro res. lib.
	Nº	<1	% <1	Nº	<0.3	<0.9	>0.9	% >0.3	
//////////////////// Jueves 23 de enero //////////////////////////////////////									
T Sn Joaquín	1	1	100	1	0	0	1	100	
//////////////////// Viernes 24 de enero //////////////////////////////////////									
C 16 de Sept.	10	10	100	20	0	0	20	100	2.50
C América	10	10	100	19	0	0	19	100	3.50
C Observatorio	15	14	93	28	0	0	28	100	3.00
C Chap. Polanco	27	25	93	56	4	3	49	87	0.99
C Palmitas	7	6	86	14	1	2	11	86	0.99
C Legaria	20	20	100	40	0	0	40	100	1.43
C V Pérez Alva	20	20	100	35	0	0	35	100	1.44
//////////////////// Martes 28 de enero //////////////////////////////////////									
C México Nuevo	15	13	87	25	0	0	25	100	1.50
C Fco. I. Madero	15	13	87	25	0	0	25	100	1.50
//////////////////// Jueves 30 de enero //////////////////////////////////////									
C B. de las Lomas	40	39	97	70	0	0	70	100	3.52
//////////////////// Viernes 31 de enero //////////////////////////////////////									
C Sto Tomás	15	7	47	30	0	0	30	100	1.47
C Nextitla	20	16	80	50	0	0	50	100	1.49
////////////////////////////////////									
////////////////////////////////////									

F E B R E R O D E 1986

//////////////////// Lunes 3 de febrero //////////////////////////////////////									
C Granada Amp.	16	16	100	32	0	0	32	100	1.50
C Granada	24	23	96	38	0	0	38	100	1.50
P Jardín Morelos	2	2	100	-					
P Benjamín F.	1	1	100	-					
P Casa Amarilla	1	0	0	-					

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)			Lecturas de cloro					ppm prom. de cloro res. lib.
	Nº	<1	≠<1	Nº	<0.3	<0.9	>0.9	≠>0.3	
P Alameda Tacubaya	1	0	0	-					
//////////////////// Lunes 10 de febrero //////////////////////									
C Popo Amp.	31	30	97	35	0	0	35	100	1.50
C Popo	-			25	0	0	25	100	1.50
C Fco. I. Madero	-			20	0	0	20	100	1.50
//////////////////// Lunes 17 de febrero //////////////////////									
C Ref. Polanco	35	34	97	65	0	0	65	100	3.92
P Popotla	1	1	100	-					
P Sn Joaquín Tacuba	1	1	100	-					
P Legaria	1	0	0	-					
//////////////////// Martes 18 de febrero //////////////////////									
P Marina Nal. 1	1	1	100	-					
P Marina Nal. 3	1	1	100	-					
P Marina Nal. 4	1	1	100	-					
P Verónica	1	0	0	-					
P Sn Joaquín Río	1	1	100	-					
//////////////////// Viernes 21 de febrero //////////////////////									
C Verónica Anzures	-			47	0	0	47	100	2.50
//////////////////// Lunes 24 de febrero //////////////////////									
C Tlaxpana	35	31	91	35	0	0	35	100	2.74
C Anahuac	-			25	0	0	25	100	2.00
C Daniel Garza Amp	-			25	0	0	25	100	1.50
//////////////////// Martes 25 de febrero //////////////////////									
C Popotla	-			53	0	0	53	100	2.50

M A R Z O D E 1986

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)			Lecturas de cloro					ppm prom. de cloro res. lib.
	Nº	<1	%<1	Nº	<0.3	<0.9	>0.9	%>0.3	
//////////////////// Lunes 3 de marzo //////////////////////									
C Torre Blanca Amp	21	19	90	21	1	0	20	95	1.50
C Torre Blanca	19	19	100	39	0	0	39	100	1.50
//////////////////// Jueves 6 de marzo //////////////////////									
C Irrigación	-			51	0	0	51	100	2.00
//////////////////// Viernes 7 de marzo //////////////////////									
C Huichapan	25	24	96	48	0	9	39	81	1.32
//////////////////// Lunes 10 de marzo //////////////////////									
C Morales (Alam.)	14	14	100	28	0	0	28	100	2.46
C Morales (Palm.)	11	11	100	22	0	0	22	100	2.77
//////////////////// Martes 11 de marzo //////////////////////									
C Huichapan	-			30	0	0	30	100	1.50
//////////////////// Miércoles 12 de marzo //////////////////////									
C Periodista	25	23	92	30	0	0	30	100	1.50
P Mart. Tacuba	1	0	0	-					
P Molino del Rey	1	1	100	-					
//////////////////// Jueves 13 de marzo //////////////////////									
C Bosques de Chap	25	24	96	50	0	0	50	100	3.08
//////////////////// Viernes 14 de marzo //////////////////////									
P Cedros y Moliere	1	0	0	-					
P Periodista	1	1	100	-					
P Irrigación	1	0	0	-					
//////////////////// Martes 18 de marzo //////////////////////									
C Tacubaya	25	23	92	50	0	0	50	100	2.84
//////////////////// Jueves 20 de marzo //////////////////////									
C Pensil	30	15	50	60	0	3	57	100	1.03

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)			Lecturas de cloro				ppm prom. de cloro res. lib.	
	Nº	<1	%<1	Nº	<0.3	<0.9	>0.9		%>0.3
//////////////////////////////////// Lunes 24 de marzo //////////////////////////////////////									
C Reforma Social	50	43	86	60	0	45	15	100	0.83
//////////////////////////////////// Martes 25 de marzo //////////////////////////////////////									
C 16 de Septiembre	38	37	97	39	0	0	39	100	1.50
C América	11	11	100	21	0	0	21	100	1.50
C Daniel Garza	-			15	0	0	15	100	1.50
//////////////////////////////////// Miércoles 26 de marzo //////////////////////////////////////									
C Anahuac	-			90	0	29	61	100	1.27
//////////////////////////////////// Lunes 31 de marzo //////////////////////////////////////									
C B. de las Lomas	50	47	94	50	0	0	50	100	1.50
P Chapultepec 7	1	1	100	-					
////////////////////////////////////									
////////////////////////////////////									

A B R I L D E 1986

//////////////////////////////////// Martes 1 de abril //////////////////////////////////////									
C Sn Miguel Chap.	50	50	100	60	0	0	60	100	3.00
//////////////////////////////////// Miércoles 2 de abril //////////////////////////////////////									
C B. de las Lomas	50	48	96	60	0	0	60	100	1.50
//////////////////////////////////// Jueves 3 de abril //////////////////////////////////////									
C Lomas Virreyes	50	41	82	50	0	0	50	100	1.50
//////////////////////////////////// Viernes 4 de abril //////////////////////////////////////									
C Lomas Altas	25	24	96	25	0	0	25	100	1.50
C Lomas de Bezares	18	17	94	18	0	0	18	100	2.50
C B. de las Lomas	7	6	86	7	0	0	7	100	1.50

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)			Lecturas de cloro				ppm prom. de cloro res. lib.	
	Nº	<1	≥1	Nº	<0.3	<0.9	>0.9		≥0.3
//////////	//////////	Lunes	7	de abril	//////////	//////////	//////////	//////////	
C Lomas de Reforma	50	50	100	50	0	0	50	100	1.50
//////////	//////////	Martes	8	de abril	//////////	//////////	//////////	//////////	
C Lomas de Chap.	50	50	100	50	0	0	50	100	1.50
//////////	//////////	Miércoles	9	de abril	//////////	//////////	//////////	//////////	
C Lomas de Chap.	50	48	96	50	0	0	50	100	1.50
//////////	//////////	Jueves	10	de abril	//////////	//////////	//////////	//////////	
C Lomas de Chap.	50	49	98	50	0	0	50	100	1.50
//////////	//////////	Viernes	11	de abril	//////////	//////////	//////////	//////////	
C Lomas de Chap.	50	50	100	50	0	0	50	100	1.50
//////////	//////////	Martes	15	de abril	//////////	//////////	//////////	//////////	
C Daniel Garza	40	40	100	40	0	0	40	100	1.50
//////////	//////////	Miércoles	16	de abril	//////////	//////////	//////////	//////////	
C L. de Barrientos	38	38	100	38	0	0	38	100	1.50
C L. de Chap.	12	12	100	12	0	0	12	100	1.50
//////////	//////////	Jueves	17	de abril	//////////	//////////	//////////	//////////	
C B. de las Lomas	50	50	100	50	0	0	50	100	1.50
//////////	//////////	Viernes	18	de abril	//////////	//////////	//////////	//////////	
C B. de las Lomas	50	50	100	50	0	0	50	100	1.50
//////////	//////////	Lunes	21	de abril	//////////	//////////	//////////	//////////	
C Verónica Anzures	20	15	75	40	0	0	40	100	1.50
C B. de las Lomas	50	49	98	50	0	0	50	100	1.50
//////////	//////////	Martes	22	de abril	//////////	//////////	//////////	//////////	
C Reforma Social	50	48	96	50	0	0	50	100	3.00

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)				Lecturas de cloro				ppm prom. de cloro
	Nº	< 1	% < 1	Nº	< 0.3	< 0.9	> 0.9	% > 0.3	res. lib.
////////////////////	Miércoles 23 de abril				////////////////////				////////////////////
C América	25	20	80	25	0	0	25	100	1.50
C 16 de Septiembre	25	25	100	25	0	0	25	100	1.50
////////////////////	Jueves 24 de abril				////////////////////				////////////////////
C Lomas Virreyes	50	46	92	50	0	0	50	100	1.50
////////////////////	Martes 29 de abril				////////////////////				////////////////////
C Popo	25	22	88	45	0	0	45	100	1.44
C Nextitla	25	23	92	51	0	0	51	100	1.50
////////////////////	Miércoles 30 de abril				////////////////////				////////////////////
C Legaria	30	29	97	34	0	0	34	100	1.50
////////////////////	////////////////////								
////////////////////	////////////////////								

M A Y O D E 1986

////////////////////	Martes 6 de mayo				////////////////////				////////////////////
C Huichapan	40	39	97	40	0	0	40	100	1.50
////////////////////	Miércoles 7 de mayo				////////////////////				////////////////////
C Argentina Ant.	40	34	85	40	0	0	40	100	1.50
////////////////////	Jueves 8 de mayo				////////////////////				////////////////////
C Anzures	35	27	77	35	0	0	35	100	1.50
////////////////////	Lunes 12 de mayo				////////////////////				////////////////////
C Chap. Polanco	30	30	100	30	0	0	30	100	1.50
////////////////////	Martes 13 de mayo				////////////////////				////////////////////
C Irrigación	35	29	83	50	0	0	50	100	1.50
P Campos Eliseos	1	1	100	-					
P Chap. Morales	1	1	100	-					

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)			Lecturas de cloro				ppm prom.	
	N°	1	%	N°	<0.3	<0.9	>0.9	>0.3	res. lib.
P Saleciano	1	1	100	-					
//////////////////// Miércoles 14 de mayo //////////////////////									
C Ahuehuetes	30	27	90	50	0	0	50	100	1.50
//////////////////// Jueves 15 de mayo //////////////////////									
C Reforma Polanco	25	23	92	50	0	0	50	100	1.50
//////////////////// Viernes 16 de mayo //////////////////////									
C Torre Bca. Amp.	20	20	100	40	0	0	40	100	2.00
//////////////////// Lunes 19 de mayo //////////////////////									
C Fco. I. Madero	25	20	80	25	0	0	25	100	1.50
//////////////////// Martes 20 de mayo //////////////////////									
C Chap. Morales	25	24	96	45	0	0	45	100	3.00
//////////////////// Miércoles 21 de mayo //////////////////////									
C Pensil	25	23	92	50	0	0	50	100	2.90
P Jardín Morelos	1	1	100	-					
//////////////////// Jueves 22 de mayo //////////////////////									
C Tacuba	30	30	100	45	0	0	45	100	3.00
//////////////////// Viernes 23 de mayo //////////////////////									
C B. de Chap.	30	30	100	50	0	0	50	100	1.50
//////////////////// Lunes 26 de mayo //////////////////////									
C Tlaxpana	25	8	32	40	0	0	40	100	1.16
C Tacubaya	-			40	0	0	40	100	1.50
//////////////////// Martes 27 de mayo //////////////////////									
C Verónica Anzures	25	23	92	50	0	6	44	100	1.12
C Observatorio	-			30	0	0	30	100	1.50

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)						ppm prom. de cloro res. lib.		
	Muestras			Lecturas de cloro					
	N°	<1	% <1	N°	<0.3	<0.9	>0.9	% >0.3	
//////////////////// Miércoles 28 de mayo //////////////////////									
C Popotla	20	15	75	50	0	0	50	100	2.28
C Daniel Garza	-			30	0	0	30	100	1.86
//////////////////// Jueves 29 de mayo //////////////////////									
C Nextitla	20	19	95	45	0	0	45	100	1.50
C Escandón	-			30	0	0	30	100	1.50
//////////////////// Viernes 30 de mayo //////////////////////									
C Los Morales	20	20	100	40	0	0	40	100	1.50
////////////////////									
////////////////////									

J U N I O D E 1 9 8 6

//////////////////// Lunes 2 de junio //////////////////////									
C México Nuevo	20	15	75	45	0	45	0	100	0.40
//////////////////// Martes 3 de junio //////////////////////									
C Popo	20	16	80	40	0	0	40	100	1.50
//////////////////// Miércoles 4 de junio //////////////////////									
C Legaria	25	18	72	45	0	0	45	100	1.50
//////////////////// Jueves 5 de junio //////////////////////									
C Sto Tomás	20	12	60	40	0	0	40	100	1.50
//////////////////// Viernes 6 de junio //////////////////////									
C Popo Ampliación	20	19	95	40	0	0	40	100	1.50
//////////////////// Lunes 9 de junio //////////////////////									
C Los Morales (Alam)	25	23	92	25	0	0	25	100	1.50
C Morales (Palm.)	-			25	0	0	25	100	1.50

Sitio de Muestreo	(Bacteriol.)			Lecturas de cloro				ppm prom. de cloro res. lib.	
	Nº	<1	≥1	Nº	<0.3	>0.3	>0.9		>0.3
//////////////////// Martes 10 de junio //////////////////////									
C Torre Blanca	20	15	75	50	0	0	50	100	1.50
//////////////////// Miércoles 11 de junio //////////////////////									
C Sn Miguel Chap.	20	20	100	50	0	0	50	100	1.50
P Sn Fpe. Popotla	1	0	0	-					
P Sn Joaquín Tac.	1	0	0	-					
P La Pirulera	1	0	0	-					
//////////////////// Jueves 12 de junio //////////////////////									
C Escandón	40	36	90	60	0	0	60	100	1.50
//////////////////// Viernes 13 de junio //////////////////////									
C Observatorio	20	17	85	45	0	0	45	100	1.29
P Viaducto	1	1	100	-					
P Lago Ginebra	-								
//////////////////// Lunes 16 de junio //////////////////////									
C Granada	20	20	100	40	0	0	40	100	1.50
//////////////////// Martes 17 de junio //////////////////////									
C Anahuac	40	30	75	60	0	0	60	100	1.50
//////////////////// Miércoles 18 de junio //////////////////////									
C Anahuac	40	28	70	60	0	0	60	100	1.50
//////////////////// Jueves 19 de junio //////////////////////									
C Palmitas	20	20	100	40	0	0	40	100	1.50
//////////////////// Viernes 20 de junio //////////////////////									
C Morales (Palm.)	20	18	90	40	0	0	40	100	1.50
//////////////////// Lunes 23 de junio //////////////////////									
C Daniel Garza Amp.	20	20	100	40	0	0	40	100	1.50
P Irrigación	1	0	0	-					

Sitio de muestreo	(Bacteriol.) Muestras			Lecturas de cloro				ppm prom. de cloro res. lib.	
	N°	<1	%<1	N°	<0.3	<0.9	>0.9		%>0.3
//////////////////// Martes 24 de junio //////////////////////////////////////									
C Tacubaya	20	17	85	40	0	0	40	100	1.50
//////////////////// Miércoles 25 de junio //////////////////////////////////////									
C Argentina Pte.	20	20	100	40	0	0	40	100	1.50
//////////////////// Jueves 26 de junio //////////////////////////////////////									
C Anzures	20	17	85	40	0	0	40	100	2.98
//////////////////// Viernes 27 de junio //////////////////////////////////////									
C Popotla	20	16	80	40	0	0	40	100	1.50
//////////////////// Lunes 30 de junio //////////////////////////////////////									
C México Nuevo	20	14	70	40	0	0	40	100	2.00
////////////////////									
////////////////////									

J U L I O D E 1986

//////////////////// Martes 1 de julio //////////////////////////////////////									
P Irrigación	1	0	0	-					
//////////////////// Miércoles 2 de julio //////////////////////////////////////									
C Chap. Polanco	-			30	0	0	30	100	1.50
//////////////////// Jueves 3 de julio //////////////////////////////////////									
C Chap. Morales	-			30	0	0	30	100	1.50
//////////////////// Lunes 7 de julio //////////////////////////////////////									
C Tacuba pueblo	20	18	90	40	0	0	40	100	1.50
//////////////////// Martes 8 de julio //////////////////////////////////////									
Edo. Mayor Presid.	3	3	100	3	2	0	1	33	0.73
//////////////////// Miércoles 9 de julio //////////////////////////////////////									
C B. de Chap.	20	20	100	45	0	0	45	100	1.50

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)			Lecturas de cloro				Prom ppm de cloro res. lib.	
	Muestras			de cloro					
	N°	<1	41	N°	<0.3	<0.9	>0.9	>0.3	
P Cicerón	1	1	100	-					
//////////////////// Viernes 11 de julio //////////////////////									
C Lomas Altas	1	0	0	1	0	1	0	100	0.80
//////////////////// Lunes 14 de julio //////////////////////									
C Lomas Altas	19	17	89	30	0	0	30	100	1.00
//////////////////// Miércoles 16 de julio //////////////////////									
P en desarrollo	1	1	100	-					
//////////////////// Jueves 17 de julio //////////////////////									
P Mediterraneo	1	1	100	-					
//////////////////// Lunes 21 de julio //////////////////////									
C Argentina Pte.	20	20	100	40	0	0	40	100	1.00
C Daniel Garza Amp	-			30	0	0	30	100	1.50
//////////////////// Martes 22 de julio //////////////////////									
C 16 de Septiembre	-			30	0	0	30	100	1.50
//////////////////// Miércoles 23 de julio //////////////////////									
C América	-			30	0	0	30	100	2.00
T Palo Alto	1	1	100	-					
//////////////////// Viernes 25 de julio //////////////////////									
C Daniel Garza	35	27	77	55	0	0	55	100	1.50
//////////////////// Lunes 28 de julio //////////////////////									
C Lomas de Reforma	25	22	88	40	0	2	39	100	1.95
//////////////////// Jueves 31 de julio //////////////////////									
C Lomas de Bezares	20	10	50	20	0	2	18	100	1.41
C Real de las L.	10	4	40	27	0	5	22	100	1.26

AGOSTO DE 1986

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)		Lecturas de cloro				ppm prom. de cloro res. lib.		
	Nº	% <1	Nº	<0.3	<0.9	>0.9		% >0.3	
//////////////////////////////////// Lunes 4 de agosto //////////////////////////////////////									
C Anzures Nueva	30	29	97	36	0	0	36	100	1.62
C Anzures	-			36	0	0	36	100	1.62
//////////////////////////////////// Martes 5 de agosto //////////////////////////////////////									
C Los Morales	-			26	0	23	3	100	0.60
//////////////////////////////////// Miércoles 6 de agosto //////////////////////////////////////									
C Pensil	30	24	98	45	1	0	44	98	1.17
//////////////////////////////////// Viernes 8 de agosto //////////////////////////////////////									
C Agricultura	-			26	0	26	0	100	0.70
//////////////////////////////////// Lunes 11 de agosto //////////////////////////////////////									
/ - /									
//////////////////////////////////// Miércoles 13 de agosto //////////////////////////////////////									
C América	25	24	96	50	0	0	50	100	1.25
//////////////////////////////////// Viernes 15 de agosto //////////////////////////////////////									
T Aconcagua	1	1	100	-					
T Windsor	1	0	0	-					
T Zaragoza	1	1	100	-					
T Aeroclub 1	1	1	100	-					
T Aeroclub 2	1	1	100	-					
//////////////////////////////////// Miércoles 20 de agosto //////////////////////////////////////									
C Ahuehuetes	20	19	95	50	0	0	50	100	1.41
//////////////////////////////////// Jueves 21 de agosto //////////////////////////////////////									
T Madereros 2	1	1	100	-					
T Aeroclub 3	1	1	100	-					

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)		Lecturas de cloro					ppm prom. de cloro res. lib.	
	Muestras	Nº	<1	1-2	2-0.9	>0.9	>0.3		
////////////////////									
	Viernes 22		de agosto						
C Anahuac	40	38	95	80	0	0	80	100	4.6
////////////////////									
	Miércoles 27		de agosto						
C Periodista	30	30	100	30	0	0	30	100	1.62
C Lomas de Sotelo	-			18	0	0	18	100	1.41
C 16 de Septiembre	25	25	100	30	0	0	30	100	0.89
////////////////////									
	Viernes 29		de agosto						
C Sn Miguel Chap.	45	32	71	80	0	39	41	100	0.82
////////////////////									
////////////////////									

S E P T I E M B R E D E 1986

////////////////////									
	Martes 2		de septiembre						
C Lomas de Virreyes	25	13	52	50	7	37	6	86	0.52
////////////////////									
	Miércoles 3		de septiembre						
C Chap. Morales	15	3	20	30	0	3	27	100	3.11
T Dolores	1	1	100	-					
T Maple	1	1	100	-					
T Zapote	1	1	100	-					
////////////////////									
	Jueves 4		de septiembre						
C Verónica Anzures	25	12	48	40	0	0	40	100	1.87
C Popo Amp.	-			43	2	3	38	95	0.91
T Sn Joaquín	1	1	100	1	0	0	1	100	1.40
////////////////////									
	Viernes 5		de septiembre						
C Pco. I Madero	15	13	87	30	0	0	30	100	1.66
////////////////////									
	Lunes 8		de septiembre						
C Popotla	22	22	100	50	0	0	50	100	1.54

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)			Lecturas de cloro					ppm prom. de cloro res. lib.
	Muestras			Nº	<0.3	<0.9	>0.9	>0.3	
	Nº	<1	≥1						
C Poptla	22	22	100	50	0	0	50	100	1.54
C Torre Boa. Amp.	-			35	0	35	0	100	1.00
//////////////////// Martes 9 de septiembre //////////////////////									
C Irrigación	20	15	75	50	0	0	50	100	2.00
//////////////////// Jueves 11 de septiembre //////////////////////									
C Observatorio	20	20	100	30	0	0	30	100	2.00
P Campos Eliseos	1	1	100	-					
P Cedros y Molieres	1	1	100	-					
P Chap. Morales	1	1	100	-					
//////////////////// Viernes 12 de septiembre //////////////////////									
C Poptla	27	27	100	45	0	0	45	100	1.81
C Sn Miguel Chap.	30	27	90	60	0	27	33	100	0.97
C L. de Sotelo U.H.	30	29	97	30	0	3	27	100	2.32
//////////////////// Miércoles 17 de septiembre //////////////////////									
C Ahuehuetes	-			41	0	0	41	100	1.16
//////////////////// Jueves 18 de septiembre //////////////////////									
C Daniel Garza Amp.	25	23	92	40	0	9	31	100	1.15
//////////////////// Viernes 19 de septiembre //////////////////////									
C Tacubaya	20	19	95	30	4	26	0	87	0.42
C V. Pérez Alva	-			25	0	23	2	100	0.67
P Casa Amarilla	1	1	100	-					
P Molino del Rey	1	1	100	-					
P Legaria	1	1	100	-					
P Sn Joaquín Tacuba	1	1	100	-					
P Pirulera	1	0	0	-					
P Poptla	1	0	0	-					
P Saleciano	1	1	100	-					
P Marina Nal. 4	1	0	0	-					

Sitio de muestreo	(Bacteriol.)							ppm prom. de cloro res. lib.	
	Muestras			Lecturas de cloro					
	N°	<1	1-10	N°	<0.3	0.3-0.9	>0.9	>0.3	
//////////////////// Martes 23 de septiembre //////////////////////////////////////									
C Foo. I. Madero	29	27	93	50	0	6	44	100	1.85
//////////////////// Miércoles 24 de septiembre //////////////////////////////////////									
C Huichapan	30	27	90	50	0	0	50	100	1.81
//////////////////// Lunes 29 de septiembre //////////////////////////////////////									

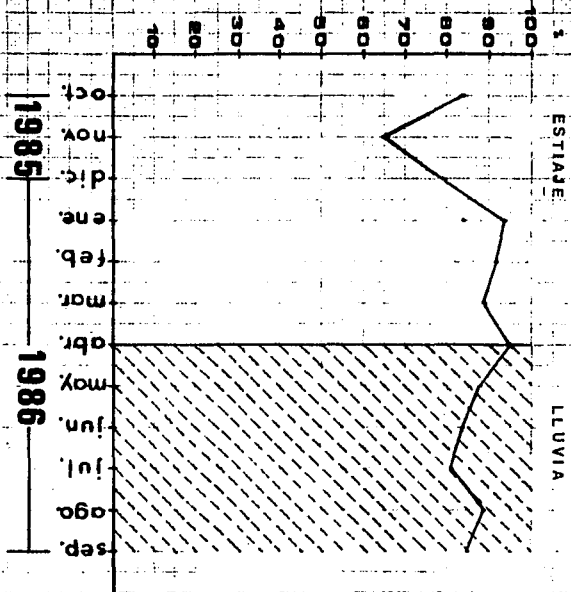
//////////////////// Martes 30 de septiembre //////////////////////////////////////									
C Argentina Ant.	30	30	100	50	0	1	49	100	1.87
P Chap. Morales	1	1	100	-					

TABLA # 7

Reporte mensual de actividades realizadas por el Laboratorio Central de Control de Calidad del Agua (LCCCA) en la Delegación Miguel Hidalgo de octubre de 1985 a septiembre de 1986

MES	(BACTERIOLOGIA)			ppm PROMEDIO DE CLORO RESIDUAL LIBRE
	N ^o	1	≠ 1	
Octubre	1211	1019	84	1.92
Noviembre	369	238	65	1.70
Diciembre	854	676	79	1.26
Enero	759	717	94	1.84
Febrero	154	143	92	2.06
Marzo	350	313	89	1.65
Abril	940	900	95	1.66
Mayo	504	445	88	1.70
Junio	491	412	84	1.57
Julio	178	145	81	1.37
Agosto	253	227	89	1.53
Septiembre	401	342	85	1.60

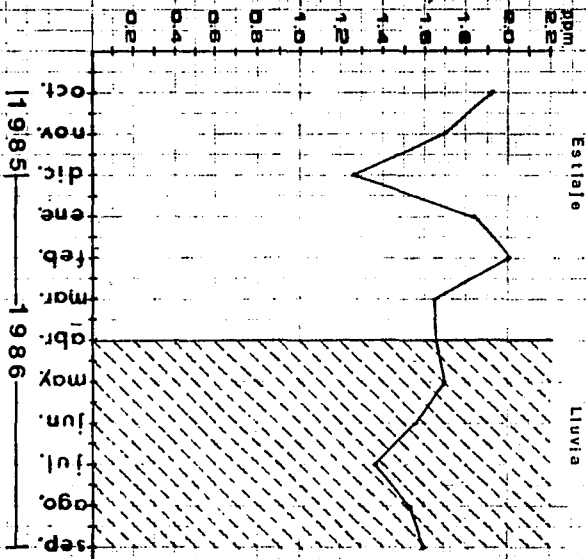
PORCIENTO DE CALIDAD BACTERIOLOGICA
DEL AGUA POTABLE DE LA DELEGACION
MIGUEL HIDALGO



GRAFICA
NUM. 1

LLUVIA

CONCENTRACION EN PARTES POR MILLON (PPM)
 PROMEDIO DE CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL
 AGUA POTABLE DE LA DELEGACION MIGUEL
 HIDALGO.



Estiote

Lluvia

GRAFICA
 NUM. 2

TABLA # 8

Resultados de los estudios físicoquímicos y microbiológicos del agua potable en pozos y tanques de la Delegación Miguel Hidalgo.

POZOS DEL
SISTEMA PONIENTE
DELEGACION MIGUEL HIDALGO

	POZO RIO HONDO	POZO RIO HONDO
	22/oct/85	14/nov/85
Fecha de muestreo.....	22/oct/85	14/nov/85
Color	-	-
Conductividad	245	249
pH	8	7.9
Sólidos totales	-	216
Alcalinidad Total	128	147
Cloruros	7	2.5
Dureza total	70	78
Fluoruros	-	0.15
N amoniacal	-	0.1
N proteico	-	0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.1	0.1
Sulfatos	-	4.9
Arsénico	-	0.0004
Cadmio	-	0.008
Calcio	-	15
Cinc	-	0.011
Cobre	-	0.008
Cromo	-	0.008
Hierro	-	0.059
Manganeso	-	0.018
Mercurio	-	0.0002
Plomo	-	0.0001
Potasio	-	6.8
Selenio	-	0.0006
Sodio	-	30
Magnesio	-	10
Cuenta estandar	200	-
Coliforme total	0	-
Coliforme fecal	0	-

	POZO RIO HONDO	POZO CHAPULTEPEC 7
Fecha de muestreo.....	31/marzo/86	14/nov/85
Color	-	-
Conductividad	255	300
pH	8	7.8
Sólidos totales	208	236
Alcalinidad total	128	179
Cloruros	4	2.9
Dureza total	72	104
Fluoruros	0.1	0.1
N amoniacal	0.1	<0.1
N proteico	0.1	<0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.1	0.1
Sulfatos	2.8	10.7
Arsénico	0.0004	0.0005
Cadmio	0.008	0.008
Calcio	13	18
Cinc	0.015	0.009
Cobre	0.008	0.008
Cromo	0.008	0.008
Fierro	0.05	0.121
Manganeso	0.018	0.018
Mercurio	0.0002	0.0002
Plomo	0.05	0.0001
Potasio	5.6	6
Selenio	NE	NE
Sodio	29	28
Magnesio	9	15.9
Cuenta estandar	10	-
Coliforme total	0	-
Coliforme fecal	0	-

POZO CHAPULTEPEC 7

Fecha de muestreo	31/marzo/86
Color	-
Conductividad	298
pH	8
Sólidos totales	222
Alcalinidad total	151
Cloruros	4.5
Dureza total	100
Fluoruros	0.15
N amoniacal	<0.1
N proteico	<0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.3
Sulfatos	7
Arsénico	0.0004
Cadmio	0.008
Calcio	16
Cinc	0.011
Cobre	0.008
Cromo	0.008
Fierro	0.05
Manganeso	0.018
Mercurio	0.0002
Plomo	0.0005
Potasio	5
Selenio	NE
Sodio	23.7
Magnesio	14
Cuenta estandar	10
Coliforme total	0
Coliforme fecal	0

POZOS DEL
SISTEMA CENTRO
DELEGACION MIGUEL HIDALGO

	POZO	ALAMEDA	TACUBAYA
Fecha de muestreo	12/dic/85	....	3/feb/86
Color .....	-	....	-
Conductividad	355	....	380
pH	8	....	8.15
Sólidos totales	276	....	280
Alcalinidad total	134	....	135
Cloruros	15.5	....	16
Dureza total	122	....	135
Fluoruros	0.1	....	0.05
N amoniacal	0.1	....	0.1
N proteico	0.1	....	0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.3	....	0.1
Sulfatos	15.06	....	17.92
Arsénico	0.0005	....	-
Cadmio	0.008	....	0.008
Calcio	24.8	....	23.2
Cinc	0.01	....	0.043
Cobre	0.008	....	0.008
Cromo	0.008	....	0.008
Hierro	0.05	....	0.05
Manganeso	0.051	....	0.018
Mercurio	0.0002	....	0.0002
Plomo	0.0001	....	0.0001
Potasio	6.5	....	6.5
Selenio	0.0006	....	-
Sodio	27.3	....	28.1
Magnesio	17.7	....	18.1
Cuenta estandar	125	....	5
Coliforme total	1	....	0
Coliforme fecal	0	....	0

POZO BENJAMIN FRANKLIN

Fecha de muestreo	19/oct/85	3/feb/86
Color	-	-
Conductividad	375	380
pH	7.2	8.3
Sólidos totales	-	270
Alcalinidad total	143	138
Cloruros	12	16
Dureza total	136	134
Fluoruros	-	0.05
N amoniacal	-	<0.1
N proteico	-	<0.1
Oxígeno consumido		
en medio ácido	0.1	<0.1
Sulfatos	-	27.17
Arsénico	-	-
Cadmio	-	0.008
Calcio	-	23.4
Cinc	-	0.002
Cobre	-	0.008
Cromo	-	0.008
Hierro	-	0.122
Manganeso	-	0.018
Mercurio	-	0.0002
Plomo	-	0.0001
Potasio	-	7.4
Selenio	-	-
Sodio	-	26.1
Magnesio	-	18.2
Cuenta estandar	70	50
Coliforme total	0	0
Coliforme fecal	0	0

POZO CAMPOS ELISEOS

Fecha de muestreo ..	22/oct/85	...	13/may/86	...	11/sep/86
Color	-	...	-	...	2.5
Conductividad	300	...	315	...	168
pH	7.6	...	8.2	...	7.7
Sólidos totales	-	...	324	...	152
Alcalinidad total ..	151	...	150	...	75
Cloruros	6	...	5	...	7
Dureza total	124	...	108	...	56
Fluoruros	-	...	0.05	...	0.1
N amoniacal	-	...	<0.1	...	<0.1
N proteico	-	...	<0.1	...	<0.1
Oxígeno consumido					
en medio ácido	0.1	...	0.8	...	0.2
Sulfatos	-	...	9	...	8.76
Arsénico	-	...	0.0004	...	0.0004
Cadmio	-	...	0.008	...	0.008
Calcio	-	...	17	...	11
Cinc	-	...	0.002	...	0.002
Cobre	-	...	0.008	...	0.007
Cromo	-	...	0.008	...	0.008
Fierro	-	...	0.05	...	0.05
Manganeso	-	...	0.018	...	0.018
Mercurio	-	...	0.0002	...	0.0002
Plomo	-	...	0.05	...	0.05
Potasio	-	...	6	...	3.9
Selenio	-	...	0.0006	...	0.0006
Sodio	-	...	27.7	...	15.3
Magnesio	-	...	15	...	6.7
Cuenta estandar	45	...	10	...	5
Coliforme total	0	...	0	...	0
Coliforme fecal	0	...	0	...	0

	POZO	GASA	AMARILLA
Fecha de muestreo ..	19/oct/85	3/feb/86	19/sep/86
Color	-	-	7.5
Conductividad	390	380	400
pH	7.59	8.4	7.9
Sólidos totales	-	296	302
Alcalinidad total ..	140.5	136	155
Cloruros	11.7	12	11.5
Dureza total	145	142	164
Fluoruros	-	0.05	0.2
N amoniacal	-	0.1	<0.1
N proteico	-	0.1	<0.1
Oxígeno consumido			
en medio ácido	0.2	0.3	0.5
Sulfatos	-	45.16	44.8
Arsénico	-	-	0.0004
Cadmio	-	0.008	0.008
Calcio	-	25.2	24.6
Cinc	-	0.002	0.002
Cobre	-	0.008	0.008
Cromo	-	0.008	0.008
Hierro	-	0.05	0.05
Manganeso	-	0.018	0.018
Mercurio	-	0.0002	0.0002
Plomo	-	0.0001	0.05
Potasio	-	5.6	9.9
Selenio	-	-	0.0006
Sodio	-	25.4	28.25
Magnesio	-	19	22.5
Cuenta estandar	65	1950	20
Coliforme total	0	4	1
Coliforme fecal	0	-	-

POZO CEDROS Y MOLIÈRE

Fecha de muestreo ..	22/oct/85	...	14/marzo/86	...	11/sep/86
Color	-	...	-	...	7.5
Conductividad	480	...	485	...	490
pH	8	...	7.62	...	7.7
Sólidos totales	-	...	380	...	346
Alcalinidad total ..	140.5	...	136	...	155
Cloruros	9.7	...	11	...	9.7
Dureza total	176.1	...	180	...	178
Fluoruros	-	...	0.1	...	0.1
N amoniacal	-	...	0.1	...	<0.1
N proteico	-	...	0.1	...	<0.1
Oxígeno consumido en medio ácido ...	0.1	...	0.2	...	<0.1
Sulfatos	-	...	29.18	...	27.68
Arsénico	-	...	0.0004	...	0.0004
Cadmio	-	...	0.008	...	0.008
Calcio	-	...	31.25	...	32
Cinc	-	...	0.002	...	0.002
Cobre	-	...	0.008	...	0.008
Cromo	-	...	0.008	...	0.008
Fierro	-	...	0.083	...	0.05
Manganeso	-	...	0.078	...	0.018
Mercurio	-	...	0.0002	...	0.0002
Plomo	-	...	0.0001	...	<0.05
Potasio	-	...	6.75	...	8
Selenio	-	...	0.0006	...	0.0006
Sodio	-	...	42	...	39.25
Magnesio	-	...	25.5	...	27.7
Cuenta estandar	200	...	400	...	100
Coliforme total	0	...	0	...	0
Coliforme fecal	0	...	0	...	0

POZO CHAPULTEPEC MORALES

Fecha de muestreo ..	22/oct/85	...	13/may/86	...	11/sep/86
Color	-	...	-	...	7.5
Conductividad	350	...	500	...	356
pH	7.35	...	8.4	...	8.05
Sólidos totales	-	...	346	...	266
Alcalinidad total ..	168.5	...	182	...	173
Cloruros	8.8	...	37	...	10
Dureza total	122.4	...	122	...	124
Fluoruros	-	...	0.15	...	0.1
N amoniacal	-	...	0.1	...	0.1
N proteico	-	...	0.1	...	<0.1
Óxígeno consumido en medio ácido	0.1	...	-	...	<0.1
Sulfatos	-	...	11.02	...	11.94
Arsénico	-	...	0.0004	...	0.0004
Cadmio	-	...	0.008	...	0.008
Calcio	-	...	17.2	...	22.6
Cinc	-	...	0.002	...	0.06
Cobre	-	...	0.008	...	0.008
Cromo	-	...	0.008	...	0.008
Hierro	-	...	0.05	...	0.05
Manganeso	-	...	0.018	...	0.018
Mercurio	-	...	0.0002	...	0.0002
Plomo	-	...	0.05	...	<0.05
Potasio	-	...	7.1	...	6.6
Selenio	-	...	0.0006	...	0.0006
Sodio	-	...	60.75	...	29.75
Magnesio	-	...	18.7	...	18
Cuenta estandar	20	...	5	...	5
Coliforme total	0	...	0	...	0
Coliforme fecal	0	...	0	...	0

	POZO	JARDIN	MORELOS
Fecha de muestreo ..	19/oct/85	3/feb/86	21/mayo/86
Color	-	...	-
Conductividad	325	... 320	... 305
pH	7.35	... 8.3	... 7.7
Sólidos totales	-	... 230	... 290
Alcalinidad total ..	138	... 133	... 137
Cloruros	10.7	... 12.5	... 12.5
Dureza total	114	... 116	... 112
Fluoruros	-	... 0.05	... 0.1
N amoniacal	-	... 0.1	... 0.1
N proteico	-	... 0.1	... 0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.7	... 0.1	... 0.5
Sulfatos	-	... 23.62	... 12.92
Arsénico	-	... -	... 0.0004
Cadmio	-	... 0.008	... 0.008
Calcio	-	... 19.5	... 22.6
Cinc	-	... 0.002	... 0.049
Cobre	-	... 0.008	... 0.008
Cromo	-	... 0.008	... 0.008
Fierro	-	... 0.05	... 0.05
Manganeso	-	... 0.018	... 0.018
Mercurio	-	... 0.0002	... 0.0002
Plomo	-	... 0.0001	... 0.0001
Potasio	-	... 5.8	... 6.6
Selenio	-	... -	... 0.0006
Sodio	-	... 59.8	... 23.75
Magnesio	-	... 16	... 15.3
Cuenta estandar	295	... 110	... 10
Coliforme total	0	... 0	... 0
Coliforme fecal	0	... 0	... 0

POZO PIRULERA

POZO PIRULERA

Fecha de muestreo ..	22/oct/85	...	11/jun/86	...	19/sep/86
Color	-	...	-	...	12.5
Conductividad	465	...	305	...	480
pH	7.8	...	8.2	...	7.6
Sólidos totales	-	...	274	...	304
Alcalinidad total ..	185	...	137	...	186
Cloruros	-	...	7	...	14
Dureza total	180	...	100	...	184
Fluoruros	-	...	0.05	...	0.2
N amoniacal	0.1	...	<0.1	...	<0.1
N proteico	-	...	<0.1	...	<0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	-	...	0.1	...	0.7
Sulfatos	-	...	17.73	...	49
Arsénico	-	...	0.0004	...	0.0004
Cadmio	-	...	0.008	...	0.008
Calcio	-	...	16.7	...	34.75
Cinc	-	...	0.008	...	0.01
Cobre	-	...	0.011	...	0.008
Cromo	-	...	0.008	...	0.008
Fierro	0.02	...	0.21	...	0.05
Manganeso	-	...	0.018	...	0.018
Mercurio	-	...	0.0002	...	0.0002
Plomo	-	...	0.05	...	0.05
Potasio	-	...	6.9	...	9.8
Selenio	-	...	0.0006	...	0.0006
Sodio	-	...	33.25	...	38.75
Magnesio	-	...	16	...	15.3
Cuenta estandar	240	...	165	...	45
Coliforme total	0	...	5	...	0
Coliforme fecal	0	...	0	...	0

POZO LEGARIA

POZO LEGARIA

Fecha de muestreo ..	22/ oot/85	...	11/dic/85	...	17/feb/86	...	19/sep/86
Color	-	...	-	...	-	...	10
Conductiv..	200	...	205	...	200	...	205
pH	8.2	...	8.25	...	8.2	...	8
Sólidos totales ...	-	...	174	...	182	...	168
Alcalinidad total	164	...	107	...	111	...	111
Cloruros ..	4.5	...	2.5	...	3.5	...	2
Dureza total	50	...	56	...	54	...	56
Fluoruros ..	-	...	0.15	...	0.15	...	0.2
N amoniaco..	-	...	0.1	...	0.1	...	<0.1
N proteico..	-	...	0.1	...	0.1	...	<0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.1	...	0.1	...	0.1	...	0.4
Sulfatos ..	-	...	3	...	2.02	...	4.13
Arsénico ..	-	...	0.00091	...	0.0004	...	0.0004
Cadmio	-	...	0.008	...	0.008	...	0.008
Calcio	-	...	13.9	...	9.8	...	10.4
Cinc	-	...	0.019	...	0.002	...	0.025
Cobre	-	...	0.008	...	0.008	...	0.008
Cromo	-	...	0.008	...	0.008	...	0.008
Fierro	-	...	0.023	...	0.05	...	0.05
Manganeso..	-	...	0.018	...	0.018	...	0.018
Mercurio ..	-	...	0.0002	...	0.0002	...	0.0002
Plomo	-	...	0.0001	...	0.0001	...	0.05
Potasio	-	...	4.1	...	3.9	...	4.9
Selenio	-	...	0.0006	...	0.0006	...	0.0006
Sodio	-	...	26.8	...	28.4	...	28.7
Magnesio ..	-	...	5.7	...	7.5	...	7.3
Cuenta estandar ..	50	...	50	...	-	...	90
Coliforme total	0	...	0	...	-	...	0
Coliforme fecal	0	...	0	...	-	...	0

POZO MARINA NACIONAL 1

POZO MARINA NACIONAL 3

Fecha de muestreo	22/oct/85	18/feb/86	22/oct/85	18/feb/86
Color	-	-	-	-
Conductiv	380	380	360	350
pH	7.13	7.8	7.65	8
Sólidos totales	-	286	278	266
Alcalinidad total	172.8	173	155.5	158
Gloruros	23.4	23	12.7	13.5
Dureza total	121.4	120	114.4	120
Fluoruros	-	0.15	-	0.15
N amoniaca	-	0.1	-	0.1
N proteico	-	0.1	-	0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.1	0.1	0.1	0.1
Sulfatos	-	2.66	-	26.05
Arsénico	-	0.0004	-	0.0004
Cadmio	-	0.008	-	0.008
Calcio	-	16.5	-	17
Cinc	-	0.98	-	0.022
Cobre	-	0.008	-	0.008
Cromo	-	0.008	-	0.008
Fierro	-	0.07	-	0.05
Manganeso	-	0.046	-	0.018
Mercurio	-	0.0002	-	0.0002
Flomo	-	0.0001	-	0.0001
Potasio	-	6.2	-	6.2
Selenio	-	0.0006	-	0.0006
Sodio	-	36.25	-	36.5
Magnesio	-	20.2	-	16.7
Cuenta estandar	105	70	35	15
Coliforme total	0	0	0	0
Coliforme fecal	0	0	0	0

POZO
MARTIRES DE
TACUBAYA

POZO MARINA NACIONAL 4

	18/feb/86	19/sep/86	12/mar/86
Fecha de muestreo	18/feb/86	19/sep/86	12/mar/86
Color	-	7.5	-
Conductividad	350	370	510
pH	7.8	7.8	8
Sólidos totales	278	266	386
Alcalinidad total	165	175	201
Cloruros	15	22	20
Dureza total	120	120	210
Fluoruros	0.15	0.20	0.15
N amoniacal	0.1	<0.1	<0.1
N proteico	0.1	<0.1	<0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.1	0.7	0.1
Sulfatos	18.06	4.23	35
Arsénico	0.0004	0.0004	0.0004
Cadmio	0.008	0.008	0.008
Calcio	18.6	18.4	42
Cinc	0.12	0.002	0.028
Cobre	0.008	0.008	0.008
Cromo	0.008	0.008	0.008
Fierro	0.059	0.05	0.245
Manganeso	0.018	0.018	0.018
Mercurio	0.0002	0.0002	0.0002
Plomo	0.0001	0.05	0.0001
Potasio	4.5	7.5	6
Selenio	0.0006	0.0006	0.0006
Sodio	-	38	30
Magnesio	17.1	19.5	26
Cuenta estandar	100	650	155
Coliforme total	0	1	0
Coliforme fecal	0	0	0

	POZO	MOLINO	DEL	REY
Fecha de muestreo	12/marzo/86	.....	19/sep/86	
Color .....	-	.....	10	
Conductividad	205	.....	210	
pH	8.15	.....	8.1	
Sólidos totales	188	.....	144	
Alcalinidad total	112	.....	112	
Gloruros	4	.....	3	
Dureza total	73	.....	74	
Fluoruros	0.1	.....	0.1	
N amoniacal	0.1	.....	40.1	
N proteico	0.1	.....	<0.1	
Oxígeno consumido en medio ácido	0.4	.....	0.5	
Sulfatos	4.45	.....	3.53	
Arsénico	0.0004	.....	0.0004	
Cadmio	0.008	.....	0.008	
Calcio	12.5	.....	13.5	
Cinc	0.002	.....	0.01	
Cobre	0.008	.....	0.008	
Cromo	0.008	.....	0.008	
Fierro	0.05	.....	0.05	
Manganeso	0.018	.....	0.018	
Mercurio	0.0002	.....	0.0002	
Plomo	0.0001	.....	0.05	
Potasio	3.5	.....	5.8	
Selenio	0.0006	.....	0.0006	
Sodio	19	.....	21.3	
Magnesio	9	.....	10	
Cuenta estandar	15	.....	10	
Coliforme total	1	.....	0	
Coliforme fecal .....	-	.....	0	

POZO POPOTLA POZO POPOTLA

	11/dic/85	17/feb/86	19/sep/86
Fecha de muestreo	11/dic/85	17/feb/86	19/sep/86
Color	-	-	7.5
Conductividad	485	475	440
pH	7.7	7.7	7.6
Sólidos totales	364	366	316
Alcalinidad total	216	215	200
Cloruros	21	20.5	16.5
Dureza total	190	176	156
Fluoruros	0.05	0.05	0.1
N amoniacal	<0.1	<0.1	<0.1
N proteico	<0.1	<0.1	<0.1
Oxígeno consumido			
en medio ácido	0.1	0.1	0.4
Sulfatos	37	36	28.2
Arsénico	0.0007	0.0004	0.0004
Cadmio	0.008	0.008	0.008
Calcio	34	28	28.25
Cinc	0.037	0.023	0.01
Cobre	0.011	0.008	0.008
Cromo	0.008	0.008	0.008
Hierro	0.248	0.05	0.05
Manganeso	0.018	0.018	0.018
Mercurio	0.0002	0.0002	0.0002
Plomo	0.0001	0.0001	0.05
Potasio	9	11.8	10.2
Selenio	0.0006	0.0006	0.0006
Sodio	41	50	40.75
Magnesio	25	24	22.8
Cuenta estandar	420	200	240
Coliforme total	0	0	0
Coliforme fecal	0	0	0

	POZO SALESIANO		POZO SN FELIPE POPOTLA	
Fecha de muestreo ...	13/mayo/86 ...	19/sep/86 ...	11/dic/85 ...	11/jun/86 ...
Color	-	5	-	-
Conductiv... ..	445	415	460	470
pH	8.2	7.7	7.95	8.2
Sólidos				
totales	334	280	362	364
Alcalinidad				
total	200	195	203	205
Cloruros ...	17	16	20	22
Dureza				
total	152	144	170	180
Fluoruros ..	0.15	0.2	0.05	0.05
N amoniacal.	0.1	<0.1	0.1	<0.1
N proteico..	0.1	<0.1	0.1	<0.1
Oxígeno				
consumido en				
medio ácido.	0.4	0.2	0.1	0.4
Sulfatos ...	23.42	20.85	34.57	34.07
Arsénico ...	0.0004	0.0004	0.00072	0.0004
Cadmio	0.008	0.008	0.008	0.008
Calcio	23.2	22.4	26.6	29
Cinc	0.002	0.002	0.015	0.002
Cobre	0.008	0.008	0.008	0.014
Cromo	0.008	0.008	0.008	0.008
Fierro	0.05	0.05	0.062	0.05
Manganeso ..	0.018	0.018	0.018	0.018
Mercurio ...	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
Plomo	0.05	0.05	0.0001	0.05
Potasio	9.4	10.2	8.2	12.2
Selenio	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
Sodio	43.25	40.75	47.5	45
Magnesio ...	22.7	22.6	19.4	22.8
Cuenta				
estandar ...	10	20	400	1285
Coliforme				
total	1	1	0	80
Coliforme				
fecal	0	-	0	0

	POZO	SAN	JOAQUIN	TACUBA
Fecha de muestreo..	17/feb/86	...	11/jun/86	... 19/sep/86
Color	-	...	-	... 5
Conductividad	315	...	320	... 320
pH	8	...	8.3	... 7.8
Sólidos totales ...	286	...	272	... 306
Alcalinidad total..	154	...	149	... 155
Cloruros	7	...	7	... 7
Dureza total	102	...	106	... 108
Fluoruros	0.2	...	0.05	... 0.2
N amoniacal	0.1	...	<0.1	... <0.1
N proteico	0.1	...	<0.1	... <0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.1	...	0.2	... 0.5
Sulfatos	19.59	...	9.73	... 9.87
Arsénico	0.0004	...	0.0004	... 0.0004
Cadmio	0.008	...	0.008	... 0.008
Calcio	18.3	...	16.5	... 19.9
Cinc	0.002	...	0.002	... 0.05
Cobre	0.008	...	0.009	... 0.008
Cromo	0.008	...	0.008	... 0.008
Fierro	0.05	...	0.05	... 0.05
Manganeso	0.018	...	0.018	... 0.018
Mercurio	0.0002	...	0.0002	... 0.0002
Plomo	0.0001	...	0.05	... 0.05
Potasio	14.6	...	10	... 9.7
Selenio	0.0006	...	0.0006	... 0.0006
Sodio	37.75	...	33.25	... 31.25
Magnesio	13.5	...	14.1	... 14.9
Cuenta estandar ...	60	...	125	... 10
Coliforme total ...	0	...	4	... 0
Coliforme fecal ...	0	...	0	... 0

Fecha de muestreo	POZO SAN JOAQUIN		POZO TAGUBA		POZO VERONICA	
	RIO	18/feb/86	11/dic/85	22/Oct/85	18/feb/86	
Color	-	...	...	...	...	-
Conductiv...	480	...	420	...	690	610
pH	7.1	...	7.9	...	7.51	7.9
Sólidos totales	428	...	310	...	-	444
Alcalinidad total	182	...	189	...	308.9	274
Gloruros	53.5	...	18	...	64.4	53
Dureza total	94	...	142	...	204	174
Fluoruros	0.25	...	0.05	...	-	0.1
N amoniacal	0.1	...	0.1	...	-	0.1
N proteico	0.1	...	0.1	...	-	0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.1	...	0.2	...	0.1	0.1
Sulfatos	5.46	...	21.94	...	-	4.67
Arsénico	0.0004	...	0.00078	...	-	0.0004
Cadmio	0.008	...	0.008	...	-	0.008
Calcio	13.1	...	28.6	...	-	17.9
Cinc	0.038	...	0.025	...	-	0.04
Cobre	0.025	...	0.0098	...	-	0.01
Cromo	0.008	...	0.008	...	-	0.008
Fierro	0.185	...	0.05	...	-	0.113
Manganeso	0.44	...	0.018	...	-	0.209
Mercurio	0.0002	...	0.0002	...	-	0.0002
Plomo	0.0001	...	0.0001	...	-	0.0001
Potasio	9.6	...	8.3	...	-	11
Selenio	0.0006	...	0.0006	...	-	0.0006
Sodio	71.25	...	40	...	-	73.5
Magnesio	13.7	...	18.2	...	-	32
Cuenta estandar	40	...	320	...	220	>6500
Coliforme total	0	...	4	...	0	0
Coliforme fecal	0	...	-	...	0	0

	POZO	PERIODISTA	POZO LAGO GINEBRA
Fecha de muestreo ...	22/Oct/85	14/marzo/86	13/jun/86
Color	-	-	-
Conductividad	175	185	400
pH	8	8.05	8.1
Sólidos totales	-	184	300
Alcalinidad total ...	95	97	169
Cloruros	4	3	9
Dureza total	48	48	126
Fluoruros	-	0.05	0.05
N amoniacal	-	<0.1	<0.1
N proteico	-	<0.1	<0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.1	0.7	0.3
Sulfatos	-	4.8	17.07
Arsénico	-	0.0004	-
Cadmio	-	0.008	0.008
Calcio	-	8	19.1
Cinc	-	0.002	0.002
Cobre	-	0.008	0.008
Cromo	-	0.008	0.008
Hierro	-	0.125	0.08
Manganeso	-	0.018	0.018
Mercurio	-	0.0002	0.0002
Plomo	-	0.0001	0.05
Potasio	-	4	8.2
Selenio	-	0.0006	0.0006
Sodio	-	22	35.75
Magnesio	-	6	16.1
Cuenta estandar	3900	45	-
Coliforme total	0	0	-
Coliforme fecal	0	0	-

	POZO IRRIGACION			POZO IRRIGACION		
Fecha de muestreo	22/Oct/85	14/mar/86	23/jun/86	1/jul/86		
Color	-	-	-	-	-	-
Conductividad	280	320	-	-	-	-
pH	7.9	7.9	8	8	8	8
Sólidos tot.	-	278	-	-	-	-
Alcalinidad total	148	158	65	70.5		
Cloruros	8	6.5	8	7		
Dureza total	96	104	154	66		
Fluoruros	-	0.15	-	-		
N amoniacal	0.1	<0.1	-	-		
N proteico	-	<0.1	-	-		
Oxígeno consumido en medio ácido	-	0.1	1.1	0.3		
Sulfatos	-	11	-	-		
Arsénico	-	0.0004	-	-		
Cadmio	-	0.008	-	-		
Calcio	-	18	-	-		
Cinc	-	0.002	-	-		
Cobre	-	0.008	-	-		
Cromo	-	0.008	-	-		
Fierro	-	0.417	1.53	NE		
Manganeso	-	0.018	1.22	NE		
Mercurio	-	0.0002	-	-		
Plomo	-	0.0001	-	-		
Potasio	-	6	-	-		
Selenio	-	0.0006	-	-		
Sodio	-	31	-	-		
Magnesio	-	14	-	-		
Cuenta estandar	1950	400	40	2600		
Coliforme total	60	0	0	0		
Coliforme fecal	-	0	0	0		

	POZO		POZO	
	MAR		CIGERON	VIADUCTO
	MEDITERRANEO			
Fecha de muestreo ...	17/jul/86	....	9/jul/86	... 13/jun/86
Color .....	-	....	-	... -
Conductividad	440	....	-	... 320
pH	7.65	....	-	... 7.7
Sólidos totales	350	....	-	... 258
Alcalinidad total ...	175	....	163	... 136
Cloruros	19.5	....	6	... 9
Dureza total	136	....	136	... 110
Fluoruros	0.05	....	-	... 0.05
N amoniacal	<0.1	....	-	... <0.1
N proteico	<0.1	....	-	... <0.1
Oxígeno consumido				
en medio ácido	1.7	....	0.5	... <0.1
Sulfatos	26.82	....	-	... 7.3
Arsénico	0.0004	....	-	... 0.0004
Cadmio	0.008	....	-	... 0.008
Calcio	24.8	....	-	... 14.6
Cinc	NE	....	-	... 0.002
Cobre	0.02	....	-	... 0.008
Cromo	0.008	....	-	... 0.008
Hierro	0.08	....	NE	... 0.05
Manganeso	0.018	....	NE	... 0.018
Mercurio	0.0002	....	-	... 0.0002
Plomo	0.05	....	-	... <0.05
Potasio	9.1	....	-	... 6.5
Selenio	0.0006	....	-	... 0.0006
Sodio	40.5	....	-	... 22.5
Magnesio	18.3	....	-	... 153
Cuenta estandar .....	-	....	-	... -
Coliforme total .....	-	....	-	... -
Coliforme fecal .....	-	....	-	... -

Fecha de muestreo	TANQUE AEROCULUB 1		TANQUE AEROCULUB 2	
	22/ene/86	15/ago/86	22/ene/86	15/ago/86
Color	-	-	-	-
Conductividad	-	-	-	-
pH	8.2	7.8	8.2	7.6
Sólidos tot.	-	-	-	-
Alcalinidad total	102	68	81	67
Cloruros	9	8	9	10
Dureza total	62	56	60	60
Fluoruros	-	-	-	-
N amoniacal	-	-	-	-
N proteico	-	-	-	-
Oxígeno consumido en medio ácido	0.1	0.1	0.3	0.4
Sulfatos	-	-	-	-
Arsénico	-	-	-	-
Cadmio	-	-	-	-
Calcio	-	-	-	-
Cinc	-	-	-	-
Cobre	-	-	-	-
Cromo	-	-	-	-
Fierro	-	0.08	-	0.08
Manganeso	-	0.03	-	0.05
Mercurio	-	-	-	-
Plomo	-	-	-	-
Potasio	-	-	-	-
Selenio	-	-	-	-
Sodio	-	-	-	-
Magnesio	-	-	-	-
Cuenta estandar	35	50	520	5
Coliforme total	0	0	0	0
Coliforme fecal	0	0	0	0

TANQUES
DELEGACION
MIGUEL HIDALGO

	TANQUE AGONCAGUA		TANQUE
	17/ene/86	15/jul/86	DOLORES 1
Fecha de muestreo ...	17/ene/86	15/jul/86	3/Oct/85
Color	-	-	-
Conductividad	-	-	-
pH	7.8	7.4	7.4
Sólidos totales	-	-	-
Alcalinidad total ...	76	67	70
Cloruros	6	7	7
Dureza total	62	58	62
Fluoruros	-	-	-
N amoniacal	-	-	-
N proteico	-	-	-
Oxígeno consumido en medio ácido	0.4	0.2	<0.1
Sulfatos	-	-	-
Arsénico	-	-	-
Cadmio	-	-	-
Calcio	-	-	-
Cinc	-	-	-
Cobre	-	-	-
Cromo	-	-	-
Fierro	-	0.08	0.067
Manganeso	-	0.03	0.032
Mercurio	-	-	-
Plomo	-	-	-
Potasio	-	-	-
Selenio	-	-	-
Sodio	-	-	-
Magnesio	-	-	-
Cuenta estandar	-	5	160
Coliforme total	-	0	0
Coliforme fecal	-	0	0

	TANQUE ZARAGOZA			TANQUE WINDSOR			
Fecha de muestreo	14/ene/86	...	15/ago/86	.....	17/ene/86	...	15/ago/86
Color	-	...	-	.....	-	...	-
Conductividad	-	...	-	.....	-	...	-
pH	7.55	...	7.4	.....	7.7	...	7.4
Sólidos tot.	-	...	-	.....	-	...	-
Alcalinidad total	77	...	67	.....	91	...	69
Cloruros	7	...	8	.....	6	...	8
Dureza total	70	...	60	.....	62	...	60
Fluoruros	-	...	-	.....	-	...	-
N amoniacal	-	...	-	.....	0.2	...	-
N proteico	-	...	-	.....	-	...	-
Oxígeno consumido en medio ácido	0.4	...	<0.1	.....	-	...	0.2
Sulfatos	-	...	-	.....	-	...	-
Arsénico	-	...	-	.....	-	...	-
Cadmio	-	...	-	.....	-	...	-
Calcio	-	...	-	.....	-	...	-
Cinc	-	...	-	.....	-	...	-
Cobre	-	...	-	.....	-	...	-
Cromo	-	...	-	.....	-	...	-
Hierro	-	...	0.1	.....	-	...	0.08
Manganeso	-	...	0.09	.....	-	...	0.05
Mercurio	-	...	-	.....	-	...	-
Plomo	-	...	-	.....	-	...	-
Potasio	-	...	-	.....	-	...	-
Selenio	-	...	-	.....	-	...	-
Sodio	-	...	-	.....	-	...	-
Magnesio	-	...	-	.....	-	...	-
Cuenta estandar	40	...	80	.....	30	...	975
Coliforme total	0	...	0	.....	0	...	0
Coliforme fecal	0	...	0	.....	0	...	0

	TANQUE	ZAPOTE	TANQUE	MAPLE
Fecha de muestreo	27/nov/85	.. 17/ene/86	.. 17/ene/86	.. 3/sep/86
Color	-	.. -	.. -	.. -
Conductividad	-	.. -	.. -	.. -
pH	-	.. 7.7	.. 7.7	.. 7.4
Sólidos tot..	-	.. -	.. -	.. -
Alcalinidad total	-	.. 75	.. 77	.. 70
Cloruros	-	.. 6	.. 7	.. 6.5
Dureza total..	-	.. 60	.. 60	.. 58
Fluoruros	-	.. -	.. -	.. -
N amoniacal..	-	.. -	.. -	.. -
N proteico...	-	.. -	.. -	.. -
Oxígeno consumido en medio ácido..	-	.. -	.. 0.2	.. <0.1
Sulfatos	-	.. -	.. -	.. -
Arsénico	-	.. -	.. -	.. -
Cadmio	-	.. -	.. -	.. -
Calcio	-	.. -	.. -	.. -
Cinc	-	.. -	.. -	.. -
Cobre	-	.. -	.. -	.. -
Cromo	-	.. -	.. -	.. -
Fierro	-	.. -	.. -	.. 0.002
Manganeso	-	.. -	.. -	.. 0.029
Mercurio	-	.. -	.. -	.. -
Plomo	-	.. -	.. -	.. -
Potasio	-	.. -	.. -	.. -
Selenio	-	.. -	.. -	.. -
Sodio	-	.. -	.. -	.. -
Magnesio	-	.. -	.. -	.. -
Cuenta estandar	20	.. 5	.. 170	.. 5
Coliforme total	0	.. 0	.. 0	.. 0
Coliforme fecal	0	.. 0	.. 0	.. 0

Fecha de muestreo	TANQUE MADEREROS 2		TANQUE MADEREROS 3	
	14/ene/86	21/ago/86	14/ene/86	21/ago/86
Color	-	-	-	-
Conductividad	-	-	-	-
pH	7.7	7.8	7.6	7.8
Sólidos tot...	-	-	-	-
Alcalinidad total	97	70	117	74
Cloruros	7	9	7	7
Dureza total	64	54	66	54
Fluoruros	-	-	-	-
N amoniacal	-	-	-	-
N proteico	-	-	-	-
Oxígeno consumido en medio ácido	0.4	0.1	0.3	0.3
Sulfatos	-	-	-	-
Arsénico	-	-	-	-
Cadmio	-	-	-	-
Calcio	-	-	-	-
Cinc	-	-	-	-
Cobre	-	-	-	-
Cromo	-	-	-	-
Fierro	-	NE	-	NE
Manganeso	-	NE	-	NE
Mercurio	-	-	-	-
Plomo	-	-	-	-
Potasio	-	-	-	-
Selenio	-	-	-	-
Sodio	-	-	-	-
Magnesio	-	-	-	-
Cuenta estandar	5	5	5	5
Coliforme total	0	0	0	0
Coliforme fecal	0	0	0	0

TABLA # 9

Colonias pertenecientes a la Delegación Miguel Hidalgo que no fueron muestreadas en el periodo de octubre de 1985 a septiembre de 1986 y porcentaje de habitantes que por éste hecho han sido afectadas.

Colonia	% de habitantes
10 de abril	0.035
San Diego Ocoyoacac	0.602
San Joaquín	2.232
San Lorenzo Tlaltenango	0.203
Campo Militar # 1	1.255
Casa Blanca	0.452
Defensa Nacional	0.452
Del Bosque	0.175
Hipódromo de las Américas	-
Lomas de San Isidro	0.078
Lomas Morales	0.462
Manuel Avila Camacho	0.031
Molino del Rey	0.173
Rincón del Bosque	0.044
Residencia Militar	<u>1.155</u>
TOTAL	7.349

TABLA # 10

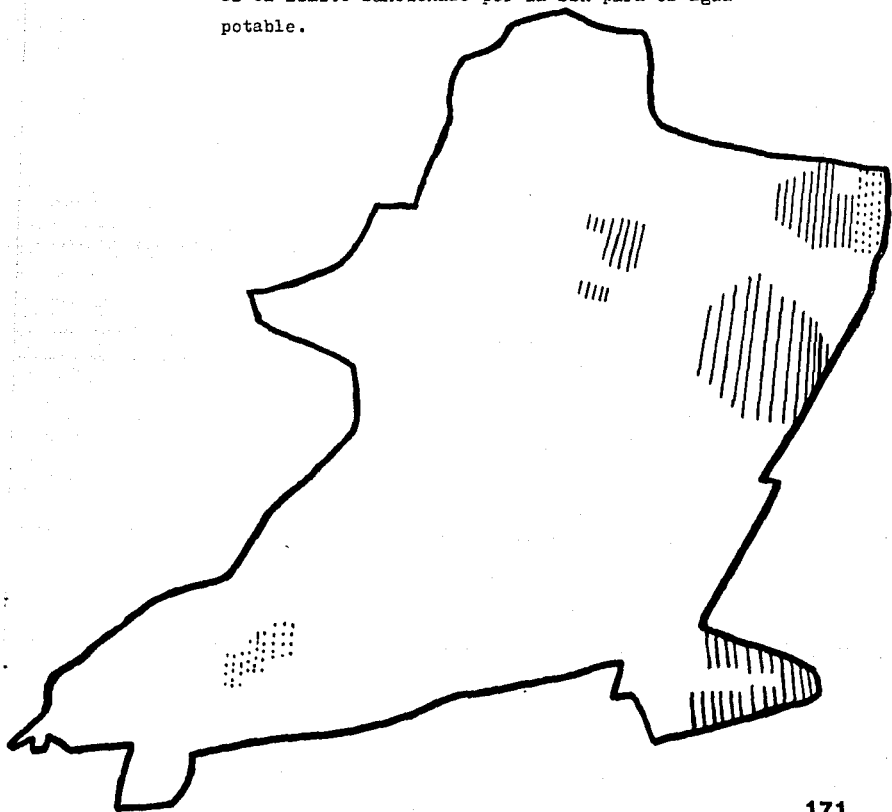
Porcentaje de calidad microbiológica registrada en las diferentes colonias que conforman a la Delegación Miguel Hidalgo, en el periodo comprendido de octubre de 1985, a septiembre de 1986

COLONIA	% DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA	% DE HABITANTES
Agricultura	40	1.406
Real de las Palmas	40	0.075
Popo Ampliación	63	0.49
Tlaxpana	65	2.58
Santo Tomás	67	0.49
Lomas de Bezares	71	0.45
Reforma Polanco	72	1.20
Pencil	72	8.90
Nextitla	72	0.43
Verónica Anzures	73	0.81
Anahuac	76	13.41
Escandón	78	7.99
México Nuevo	78	0.88
Popotla	81	2.68
Popo	86	1.10
Torre Blanca	86	2.59
San Miguel Chapultepec	86	1.08
Anzures	86	0.15
Chapultepec Morales	86	2.04

COLONIA	% DE CALIDAD MICROBIOLOGICA	% DE HABITANTES
Francisco I. Madero	88	0.63
América	88	1.17
Lomas Altas	88	0.18
Periodista	88	1.20
Irrigación	89	0.70
Huichapan	90	0.82
Legaria	91	1.27
Observatorio	91	1.66
Ventura Pérez Alva	92	1.45
Lomas de Chapultepec	92	1.25
Daniel Garza	92	1.48
Argentina Poniente	93	0.29
Ampliación Torre Blanca	93	0.75
Tacubaya	93	2.79
Morales Palmas	94	0.29
Reforma Social	94	0.81
Argentina Antigua	95	1.58
Ahuehuetes	95	2.95
Ampliación Daniel Garza	96	0.36
16 de Septiembre	96	1.15
Nueva Anzures	96	0.68
Bosques de las Lomas	96	0.25
Lomas de Virreyes	97	0.31
Morales Alameda	97	0.36
Lomas de Sotelo	97	1.05
Lomas de Reforma	97	0.43
Chapultepec Polanco	97	0.98

COLONIA	% DE CALIDAD	
	MICROBIOLOGICA	% DE HABITANTES
Pueblo de Tacuba	98	6.38
Granada	98	2.09
Bosque de Chapultepec	98	0.40
Cinco de Mayo	100	0.60
Altamirano	100	1.05
Lomas de Barrientos	100	0.45
Palmitas	100	0.12
Ampliación Granada	100	2.86
Plutarco Elías Calles	100	0.96
Un Hogar Para Nosotros	100	0.57
Loma Hermosa	100	1.51
Lomas de Barrilaco	100	0.07

Figura 12 .- Zonas de isocalidad microbiológica del agua potable de la Delegación Miguel Hidalgo. La zona con puntos indica que ahí la calidad microbiológica del agua fué de 40%, la zona con líneas indica que ahí la calidad osciló entre 60% y 79% y la zona en blanco indica que ahí la calidad microbiológica superó al 80% que es el límite sancionado por la SSA para el agua potable.



CAPITULO 8
DISCUSION
DE LOS
RESULTADOS

8.1 Clasificación del agua.

Atendiendo a las condiciones fisicoquímicas y caracteres microbiológicos, se distinguen las siguientes clases de agua;

- a) Potable; Es aquella cuyas condiciones fisicoquímicas y caracteres microbiológicos no sobrepasan ninguno de los límites establecidos como máximos o "tolerables".
- b) Sanitariamente tolerable; Es aquella en la que algunos caracteres fisicoquímicos considerados no tóxicos sobrepasan los límites "tolerables", pero no los que se consideran tóxicos ni los caracteres microbiológicos.
- c) No potable; Es aquella cuyas condiciones fisicoquímicas y/o sus caracteres microbiológicos impiden su inclusión en alguna de las clases anteriores. Estas aguas, una vez sometidas a las oportunas maniobras de corrección fisicoquímica y/o depuración microbiológica, puede ser clasificada como potable o sanitariamente tolerable, según los resultados obtenidos (3).

Se recomienda para el agua potable que el 80 % de las muestras examinadas estén exentas de bacterias coliformes.

8.2 Calidad microbiológica global del agua potable de la Delegación Miguel Hidalgo.

En la tabla 10 se puede notar que durante los meses de noviembre y diciembre la calidad microbiológica del agua potable está disminuida, debido principalmente a que el sistema hidráulico del Distrito Federal se dañó severamente a causa de los sismos registrados el 19 de septiembre de 1985. La necesidad de racionalizar de manera notable el suministro de agua a la población en general provoca que la gente vaya a las válvulas y otras instalaciones hidráulicas causando una eventual polución en el agua

8.3 Calidad microbiológica del agua potable en la Delegación Miguel Hidalgo de acuerdo a las colonias que la conforman.

Examinando de manera minuciosa la calidad microbiológica del agua

potable de la Delegación Miguel Hidalgo se encuentra lo siguiente;

- 2 colonias de esta Delegación recibieron agua de muy mala calidad (tabla 13) ya que solo el 40 % de las muestras cumplieron con los requisitos bacteriológicos
- 11 colonias de esta Delegación recibieron agua de mala calidad (tabla 13) ya que de las muestras tomadas en esos lugares, solo entre el 63 y el 78 % cumplieron con los requisitos bacteriológicos
- 49 colonias de esta Delegación recibieron agua de buena calidad (tabla 13) ya que más del 81 % de las muestras tomadas de esos cumplieron satisfactoriamente con los requerimientos bacteriológicos.

8.4 Calidad microbiológica del agua potable de los pozos de la Delegación Miguel Hidalgo.

De los 30 pozos que surten agua a la Delegación Miguel Hidalgo, y que constituyen una fuente aleatoria importante de abastecimiento, 10 no cumplen satisfactoriamente con los requerimientos bacteriológicos. Estos pozos (Casa Amarilla, Cedros y Moliere, Jardín Morelos, Pirulera, Popotla, San Felipe Popotla, Verónica, Tacuba, Periodista e Irrigación) presentan cuentas estándares de microorganismos elevadas. Además, 4 de estos pozos presentan problemas de contaminación por coliformes totales (Casa Amarilla, Pirulera, San Felipe Popotla y Tacuba)

8.5 Calidad del agua potable de tanques de la Delegación Miguel Hidalgo.

Los resultados observados en la tabla 11 muestran que el agua de los tanques de la Delegación Miguel Hidalgo es de buena calidad, aunque estos resultados no son muy confiables debido a la poca frecuencia de muestreo.

8.6 Calidad fisicoquímica del agua potable de la Delegación Miguel Hidalgo.

Dentro del periodo comprendido de octubre de 1985 a septiembre de 1986, en la Delegación Miguel Hidalgo se observan concentraciones ele

vadas de cloro residual libre (de 1.26 a 2.06 mg/l; gráfica # 2). Tomando en consideración que la mayoría de los usuarios son capaces de detectar concentraciones de 0.5 mg/l en adelante, las cantidades presentes de cloro en esta agua difícilmente pasan desapercibidas al gusto del público.

Los caracteres fisicoquímicos considerados como peligrosos para la salud del usuario (fluoruros, nitrógeno amoniacal, nitrógeno de nitratos, nitrógeno de nitritos, arsénico, cadmio, cromo, mercurio, plomo, selenio) se encuentran en concentraciones por debajo de las sancionadas por la Secretaría de Salud. Incluso los demás parámetros, considerados no peligrosos a la salud del usuario, se encuentran en concentraciones por debajo de las sancionadas por la misma Secretaría de Salud.

CAPITULO 9
CONCLUSIONES

La Delegación Miguel Hidalgo con una población de casi 2 millones de habitantes, ha de recibir un muestreo mensual con 390 muestras como mínimo. Sin embargo, en la tabla 10 puede notarse que durante un año de monitoreo, en algunos meses (noviembre, febrero, marzo, julio, agosto, septiembre) este muestreo mínimo no se cumple.

Además, en el monitoreo domiciliario (tabla # 7) puede notarse que mientras 14 colonias no fueron muestreadas (10 de abril, San Diego Ocoyoacac, San Joaquín, San Lorenzo Tlaltenango, Campo Militar No. 1, Casa Blanca, Defensa Nacional, Del Bosque, Lomas de San Isidro, Lomas Morales, Manuel Avila Camacho, Molino del Rey, Rincón del Bosque, Residencia Militar) algunas otras colonias lo fueron espléndidamente (Anáhuac, Bosque de las Lomas, Lomas de Chapultepec principalmente). De esta manera, debido a las colonias que no fueron muestreadas, se encuentra afectada el 7.35 % de la población de la Delegación.

En cuanto al monitoreo realizado en aguas de pozos y tanques, (tablas 8, 9 y 11) es insuficiente; el pozo 'La Hormiga' no fué muestreado ni una vez; los pozos 'Marina Nacional 4', 'Mártires de Tacubaya', 'San Joaquín Río', 'Tacuba', 'Lago Ginebra', 'Mar Mediterráneo', 'Cicerón', y 'Viaducto' fueron muestreados solo una vez; los pozos 'Chapultepec 7', 'Alameda Tacubaya', 'Benjamín Franklin', 'Marina Nacional 1', 'Marina Nacional 3', 'Molino del Rey', 'Periodista', 'Saleciano', 'San Felipe Popotla' y 'Verónica' fueron muestreados 2 veces; los pozos 'Río Hondo', 'Campos Eliseos', 'Cedros y Moliere', 'Chapultepec Morales', 'Jardín Morales', 'La Pirulera' y 'Popotla' fueron muestreados 3 veces; los pozos 'Irrigación', 'Legaria', y 'San Joaquín Tacuba' fueron muestreados 4 veces.

Los tanques 'Dolores' y 'Palo Alto' fueron muestreados una sola vez; los tanques 'Aconcagua', 'Madereros 2', 'Madereros 3', 'Zaragoza', 'Maple', 'Aeroclub 1', 'Aeroclub 2', 'Windsor' y 'San Joaquín' fueron muestreados 2 veces; el tanque 'Zapote' fué muest-

treado 3 veces; en tanto que el tanque 'Madereros 4' no fué muestreado ni una sola vez.

En el futuro ha de considerarse un monitoreo más homogéneo y que los pozos y tanques sean muestreados cuando menos 4 veces al año, 2 veces en la temporada considerada de estiaje y 2 veces en la temporada considerada de lluvia.

La gráfica # 1 muestra que la Delegación Miguel Hidalgo en conjunto tiene agua de buena calidad (potable) los meses de octubre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre; y recibe agua de mala calidad (no potable) los meses de noviembre y diciembre.

Sin embargo, en el punto 7.7 de este trabajo puede notarse que algunas colonias no reciben agua de buena calidad, con lo cual se afecta al 37.63 % de la población, en la figura 14 se observa las zonas que abarcan las colonias que no reciben agua potable.

Cabe mencionar que siendo el carácter microbiológico considerado como índice de peligrosidad para el consumo de agua, cuando ésta no cumpla con los requisitos bacteriológicos, se considerara no potable aunque presente condiciones fisicoquímicas de buena calidad.

APENDICE UNO
CURVAS DE CALIBRACION

A-1-1 Fluoruros

Solución madre de fluoruros.

Disolver 221 mg de NaF anhidro en agua destilada y aforar a 1000 ml con agua destilada. Un ml de esta solución contiene 0.1 mg de fluoruros.

Solución estandar de fluoruros.

Diluir 100 ml de la solución madre de fluoruros a 1000 ml con agua destilada. Un ml de esta solución contiene 0.01 mg de fluoruros.

La preparación de los demás reactivos se encuentra descrita en el capítulo 6 en el punto 6.2.6

Marcar convenientemente 11 tubos Nessler forma alta y añadir lo siguiente;

TUBO	SOLUCION ESTANDAR	AGUA	REACTIVO ACIDO	
#	DE FLUORUROS	DESTILADA	ZIRCONIL-ALIZARINA	ppm
1	-	50 ml	2.5 ml	0
2	0.5 ml	49.5 ml	2.5 ml	0.1
3	1.0 ml	49.0 ml	2.5 ml	0.2
4	1.5 ml	48.5 ml	2.5 ml	0.3
5	2.0 ml	48.0 ml	2.5 ml	0.4
6	2.5 ml	47.5 ml	2.5 ml	0.5
7	3.0 ml	47.0 ml	2.5 ml	0.6
8	3.5 ml	46.5 ml	2.5 ml	0.7
9	4.0 ml	46.0 ml	2.5 ml	0.8
10	4.5 ml	45.5 ml	2.5 ml	0.9
11	5.0 ml	45.0 ml	2.5 ml	1.0

Reposar durante una hora para desarrollar el color máximo en intensidad.

Estos tubos sirven para determinar la concentración de fluoruros en la muestra por comparación visual.

A-1-2 Nitratos.

Solución madre de nitratos.

Disolver 721.8 mg de KNO_3 (secado a 105°C durante 24 horas) y diluir a 1000 ml con agua destilada. La concentración de esta solución es de 100 mg de nitrógeno de nitratos/litro (100 ppm de nitrógeno de nitratos). Preservar esta solución con 2 ml de cloroformo.

Esta solución es estable por 6 meses.

Solución estandar de nitratos.

Diluir 50 ml de la solución madre de nitratos a 500 ml con agua destilada. La concentración de esta solución es de 10 mg de nitrógeno de nitratos/litro.

Marcar convenientemente 12 tubos Nessler de 50 ml forma baja y añadir lo siguiente;

TUBO	SOLUCION ESTANDAR	AGUA	
#	DE NITRATOS	DESTILADA	ppm
1	0 ml	50 ml	BLANCO
2	5 ml	45 ml	1.0
3	6 ml	44 ml	1.2
4	7 ml	43 ml	1.4
5	8 ml	42 ml	1.6
6	9 ml	41 ml	1.8
7	10 ml	40 ml	2.0
8	15 ml	35 ml	3.0
9	20 ml	30 ml	4.0
10	25 ml	25 ml	5.0
11	30 ml	20 ml	6.0
12	35 ml	15 ml	7.0

Leer absorbancia a 220 nm y hacer una segunda lectura a 275 nm para hacer una corrección por materia orgánica. Se emplea celda de 1 cm de paso de luz en el Spectronic.

Para corregir por materia orgánica disuelta, multiplicar por .2 la lectura de absorbancia a 275 nm y restarla a la absorbancia de 220 nm para obtener la absorbancia debida a nitratos.

A-1-3 Nitritos.

Solución madre de nitritos.

Disolver 492,5 mg de NaNO_2 anhidro (secado por 24 horas en el desecador) en agua libre de nitritos y diluir a un litro. Preservar con 2 ml de cloroformo por litro de solución. La concentración de esta solución es de 100 mg de nitrógeno de nitritos/litro.

Solución estandar de nitritos.

Diluir 10 ml de la solución madre de nitritos a un litro con agua libre de nitritos. La concentración de esta solución es de 1 mg de nitrógeno de nitritos/litro.

La preparación de los demás reactivos se encuentra descrita en el capítulo 6 en el punto 6.2.10

Marcar convenientemente 9 tubos Nessler o matraces aforados de 50 ml y añadir lo siguiente;

TUBO	SOLUCION	AGUA	LIBRE	REACTIVO	
#	ESTANDAR	DE NITRITOS		AMORTIGUADOR-COLOR	ppm
1	0.0 ml	50.0 ml		2 ml	BLANCO
2	0.5 ml	49.5 ml		2 ml	0.01
3	1.0 ml	49.0 ml		2 ml	0.02
4	1.5 ml	48.5 ml		2 ml	0.03
5	2.0 ml	48.0 ml		2 ml	0.04
6	2.5 ml	47.5 ml		2 ml	0.05
7	3.0 ml	47.0 ml		2 ml	0.06
8	4.0 ml	46.0 ml		2 ml	0.08
9	5.0 ml	45.0 ml		2 ml	0.10

- Mezclar y esperar a que se desarrolle el color por lo menos 15 minutos
- El pH del medio de reacción deberá ser de 1.5 a 2
- Leer absorbancia a 540 nm de longitud de onda usando celdas de un cm de paso de luz

A-1-4 SAAM (Sustancias activas al azul de metileno).

Solución madre de LAS.

Disolver 1 gr de LAS que tenga 100 % de base activa en 1000 ml de agua destilada. Almacenar en refrigeración para reducir al mínimo la biodegradación. De ser necesario, preparar semanalmente. La concentración de esta solución es de 1000 mg de LAS/litro.

Solución estandar de LAS.

Diluir 10 ml de la sln. madre de LAS a 1000 ml con agua destilada. La concentración de esta solución es de 10 mg de LAS/litro.

La preparación de los demás reactivos se encuentra descrita en el capítulo 6 en el punto 6.2.12

Preparar una serie de 10 embudos de separación como sigue;

EMBUDO NUMERO	SOLUCION ESTANDAR	AGUA DESTILADA	CONCENTRACION DE LAS ppm
1	0 ml	100 ml	BLANCO
2	1 ml	99 ml	0.1
3	3 ml	97 ml	0.3
4	5 ml	95 ml	0.5
5	7 ml	93 ml	0.7
6	9 ml	91 ml	0.9
7	11 ml	89 ml	1.1
8	15 ml	85 ml	1.5
9	20 ml	80 ml	2.0
10	30 ml	70 ml	3.0

A todos y c/u de los embudos de separación dar el siguiente tratamiento;

- Hacer alcalina la solución por adición gota a gota de NaOH 1 N empleando el indicador de fenolftaleína. Haga desaparecer el color rosa goteando H_2SO_4 1 N. Agregue 10 ml de cloroformo y 25 ml del reactivo azul de metileno. Balancee los embudos vigorosamente por 30 segundos y permita que se separen las fases. Una agitación excesiva puede provocar que el líquido se emulsione.

- Pasar la capa clorofórmica a un segundo embudo de separación en to dos los casos. Enjuague el primer embudo con un poco de cloroformo. Repetir la extracción 3 veces usando 10 ml de cloroformo cada vez
- Combinar todos los extractos clorofórmicos en el segundo embudo de separación. Agregar 50 ml de la solución de lavado y agitar vi gorozamente por 30 segundos. En este paso no se forman emulsiones. Dejar reposar para permitir la separación de las fases y separar la capa clorofórmica filtrándola a través de lana de vidrio (que ha sido lavada con cloroformo) y recibir en un matraz aforado de 100 ml. Extraer la solución de lavado 2 veces con 10 ml de cloroformo cada vez y agregarlos al matraz aforado. Diluir hasta el aforo y mezclar.
- Determinar la absorbancia de las soluciones a 652 nm contra un blanco de cloroformo.

A-1-5 Sulfatos.

Solución madre de sulfatos.

Disolver 147.9 mg de sulfato de sodio anhidro en un litro de agua destilada. La concentración de esta solución es de $100 \text{ mg de } \text{SO}_4^= / \text{litro}$

La preparación de los demás reactivos se encuentra descrita en el capítulo 6 en el punto 6.2.13

Marcar convenientemente 9 matraces Erlenmeyer de 250 ml y añadir lo siguiente;

MATRAZ NUMERO	SOLUCION MADRE	AGUA DESTILADA	SOLUCION ACONDICIONADORA	ppm
1	-	100 ml	5 ml	BLANCO
2	5 ml	95 ml	5 ml	5
3	10 ml	90 ml	5 ml	10
4	15 ml	85 ml	5 ml	15
5	20 ml	80 ml	5 ml	20
6	25 ml	75 ml	5 ml	25
7	30 ml	70 ml	5 ml	30
8	35 ml	65 ml	5 ml	35
9	40 ml	60 ml	5 ml	40

- Mezclar con agitador magnético y añadir una cuchara de medida de BaCl_2 en cristales
- Medir turbiedad a 420 nm de longitud de onda con celda de 5 cm de paso de luz con intervalos de 30 segundos durante 4 minutos.

APENDICE 2
CRITERIOS DE CALIDAD
PARA EL AGUA POTABLE

A-2-1 Fijación de normas de calidad de agua potable.

En la fijación de normas de calidad de agua potable, se toman en cuenta el efecto sobre la salud del hombre, pero en función de las posibilidades tecnológicas (procesos de tratamiento y tecnología analítica) y económicas. Generalmente se trata de ser estrictos en los parámetros que afectan potencialmente la salud del consumidor y flexibles en donde las costumbres de los usuarios y el estado económico de la región influyan en su caso.

A-2-2 Normas Oficiales Mexicanas.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) para muestreo y análisis de aguas están elaboradas por el Subcomité No. 1 "Contaminación de Aguas", perteneciente al Comité Consultivo Nacional de Normalización para el Mejoramiento Ambiental, Dirección General de Normas, Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.

Estas normas constituyen el método oficial para México y su validez se inicia al momento de ser publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

En la tabla 14 se muestran los valores permitidos por la Secretaría de Salud para cada parámetro que es medido en el agua con el fin de sancionar su potabilidad.

A-2-3 Fechas en que han sido publicadas las Normas Oficiales
en el Diario Oficial de la Federación.

NUMERO	NORMA	FECHA DE PUBLICACION
NOM-AA-7-1980	Determinación de temperatura	23/VII/80
NOM-AA-8-1980	Determinación de pH	25/II /80
NOM-AA-14-1980	Muestreo	5/IX /80
NOM-AA-17-1980	Determinación de cloro	11/VII/80
NOM-AA-20-1980	Determinación de sólidos totales	17/IX /80
NOM-AA-26-1980	Determinación de nitrógeno total	27/X /80
NOM-AA-30-1981	Análisis de aguas, DQO	27/IV /81
NOM-AA-34-1981	Determinación de sólidos en agua	3/VII/81
NOM-AA-36-1980	Dtn. de acidez y alcalinidad total	21/X /80
NOM-AA-38-1981	Determinación de turbiedad	7/IV /81
NOM-AA-39-1980	Dtn. de SAAM	18/IX /80
NOM-AA-42-1981	NMP, coliforme total y fecal	20/IV /81
NOM-AA-45-1981	Color por el método Pt-Co	30/XI /81
NOM-AA-51-1981	Dtn. de metales (absorción atómica)	22/II /81
NOM-AA-72-1981	Dtn. de dureza por método de EDTA	8/IV /81
NOM-AA-73-1981	Dtn. de cloruros (argentometría)	11/X /81
NOM-AA-74-1981	Determinación del ión sulfato	9/XII/81
NOM-AA-77-1982	Determinación de fluoruros	1/VI /82
NOM-AA-78-1982	Determinación de zinc	1/VI /82

Por otra parte, el Diario Oficial de la Federación, con publicación del día 2 de julio de 1953, ha establecido la definición del agua potable como aquella cuya ingestión no causa efectos nocivos a la salud.

TABLA 11.- Valores permitidos por la
Secretaría de Salud para cada paráme
tro que se mide en el agua con el fin
de sancionar su potabilidad.

PARAMETRO	NORMA SSA	UNIDADES
pH de laboratorio	8.5	
Turbiedad	10	..... U.SiO ₂
Color	20	..... U.Pt-Co
Conductividad .....	-	..... microsiemens/cm
Alcalinidad total	400	..... mg/l como CaCO ₃
Dureza total	300	..... mg/l como CaCO ₃
Nitrógeno amoniacal	0.5	..... mg/l
Sólidos totales	500-100	.. mg/l
Cloruros	250	..... mg/l
Demanda química de oxígeno .	-	..... mg/l
Dureza de calcio .....	-	..... mg/l como CaCO ₃
Dureza de magnesio .....	-	..... mg/l como CaCO ₃
Dureza permanente	150	..... mg/l como CaCO ₃
Fluoruros	1.5	..... mg/l
Nitrógeno de nitratos	5	..... mg/l
Nitrógeno de nitritos	0.05	..... mg/l
Nitrógeno proteico	0.1	..... mg/l
Cloro residual libre	0.2-0.4	.. mg/l
Cuenta estandar	200	..... Unidades formadoras de colonias/ml
Oxígeno consumido en medio ácido	3	..... mg/l
Hierro	0.3	..... mg/l
Manganeso	0.3	..... mg/l
Coliformes totales	3	..... colonias/ml
Coliformes fecales	0	..... colonias/ml
Sustancias activas al azul de metileno .....	-	..... mg/l
Sulfatos	250	..... mg/l

PARAMETRO	NORMA SSA	UNIDADES
Arsénico	0,050	..... mg/l
Cadmio .....	-	..... mg/l
Calcio .....	-	..... mg/l
Cinc	15	..... mg/l
Cobre	3	.....mg/l
Cromo	0.01	.....mg/l
Magnesio	125	.....mg/l
Mercurio	0.001	..... mg/l
Plomo	0.1	..... mg/l
Potasio .....	-	..... mg/l
Selenio	0.05	..... mg/l
Sodio .....	-	.....mg/l

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Ander Paul
Principios de Química
Editorial Limusa (1979)
- 2.- American Journal of Public Health and the National's
Health Journal American Water Works Association
Standard Methods for the Examination of water and
wastewater
Washington D.C. (1971)
- 3.- Cabo de la Puente Catalán
Bacteriología y Potabilidad del Agua
Editorial Blume (1976)
- 4.- Castellan W. Gilbert
Fisicoquímica
Editorial Fondo Educativo Interamericano (1976)
- 5.- Catálogo de pozos
Comisión de Aguas del Valle de México
- 6.- Evaluación de daños a la salud por el uso de aguas
renovadas
Laboratorio Químico de Investigación y Análisis
SRH (1981)
- 7.- Fair, Gever y Okun
Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales
Editorial Limusa (1979)

- 8.- Franz J. Maier
Fluoración del Agua Potable
Editorial Limusa Wiley S.A. (1971)
- 9.- Guía Informativa Delegacional
Delegación Miguel Hidalgo (1982)
- 10.- Lanz Cárdenas José Trinidad
Legislación de Aguas de México
- 11.- Legislación Relativa al Agua y su Contaminación
SRH (1985)
- 12.- Manual del Curso "Análisis de Aguas y Aguas de
Desecho"
Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica
(1979)
- 13.- Plan Hidráulico
Delegación Miguel Hidalgo
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica
(1982)
- 14.- Prescott, Samuel Cate
Water Bacteriology
John Wiley and Sons, 6th Ed. (1950)
- 15.- Quality Criteria for Water
US Environmental Protection Agency
Washington D.C.

- 16.- Ralph Mitchell
Water Pollution Microbiology
Wiley-Interscience Ed. (1972)

- 17.- Robert L. Jolley
Water Chlorination
Ann Arbor Science Publishers INC. (1978)

- 18.- Romero Ramos Ricardo
Manual de Técnicas de Muestreo de Aguas y Determinaciones
en el Campo
SARH (1980)

- 19.- Rodier Jean
Análisis de las Aguas
Barcelona Omega

- 20.- W.F. Pink Ering
Química Analítica Moderna
Editorial Reverté S.A. (1981)