

CALIDAD DE AGUA EN EL VALLE DE MEXICO

Vázquez Ocampo Juana y Domínguez Mora Ernesto

Comisión Nacional del Agua, Paseos de Sicilia #185, Col. Lomas Estrella

Delg. Iztapalapa. C.P. 09890, Teléfono y Fax 56 56 07 98

email: eliclopez@yahoo.com.mx

RESUMEN

El abastecimiento de agua potable en el Valle de México se realiza principalmente por medio de pozos profundos que extraen el agua del subsuelo. Dada la extensión territorial que abarca dicho Valle (16,500 Km²), así como el crecimiento acelerado de sus áreas urbanas y económicas; el agua en bloque que se suministra a la población requiere ser evaluada mediante la realización de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, para con ello determinar la calidad de la misma.

INTRODUCCION

Según datos de la Comisión Nacional del Agua (CNA) en el año 2000 se extrajeron de los rios, lagos y acuíferos del país 72 mil millones de m³ de agua destinada principalmente a las áreas: agrícola (78 %), industrial (8%), pública (12%) y pecuaria (2%). Este volumen representa el 15% de la disponibilidad natural media nacional (escurrimiento superficial virgen y recargas de acuíferos).

México tiene un promedio nacional de 4841 m³/hab/año. El cuál resulta elevado comparado con países como Egipto (30 m³/hab/año), Arabia Saúdita (140 m³/hab/año) e Israel (330 m³/hab/año). Sin embargo, esta disponibilidad de agua representa la mitad de Estados Unidos y solo el 5% de Canadá.

Hay que considerar que en México sólo el 84% de la población tiene acceso al agua potable. Esto indica, que 15 millones de mexicanos no tienen acceso a este recurso. En zonas rurales, el problema es más grave ya que sólo 52% de la población tiene acceso al agua potable.

Para cubrir la demanda de agua, la explotación de acuíferos a aumentado en los últimos años. En 1975 eran 32 los acuíferos, 36 en 1981, 80 en 1985 y 96 en 2000. Esta sobreexplotación es debida al desarrollo económico y al aumento en la población de nuestro país y ha afectado drásticamente la cantidad y calidad de los recursos hídricos. En efecto, los niveles de agua que al inicio del siglo se encontraban sómeros, han descendido hasta alcanzar profundidades medias de 40 metros en el centro del Valle y de más de 100 en los bordes de las sierras montañosas que lo delimitan. Se disponen de datos de descensos promedios anuales durante los años 1988 a 1991: de 1.2 metros en Tláhuac-Xochimilco y de 0.9 metros en la Ciudad de Mexico, Chalco y Texcoco.

Por otro lado, se ha observado una degradación de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Uno de los principales problemas es la descarga directa de aguas contaminadas de origen doméstico, industrial y agrícola en cuerpos de agua (sólo se trata el 23% de las aguas residuales que se colectan), que a su vez son utilizados por la población para cubrir sus necesidades de abastecimiento. Once de las 34 cuencas hidrológicas del país están fuertemente contaminadas por descargas de aguas residuales, fundamentalmente, urbanas e industriales. Se estima que el 91% de la carga contaminante se genera en 31 cuencas. Sin embargo en 4 de ellas (Lerma, Pánuco, San Juan y Balsas), se reciben aproximadamente la mitad de las aguas residuales de todo el país. Las descargas de aguas residuales sin tratamiento, ocasionan grados variables de contaminación que limitan el uso directo del agua (Tabla 1).

Clasificación de las aguas superficiales en México

Calidad de las aguas superficiales nacionales	Porcentaje (%)
Poco contaminada	49
Contaminada	15
Excelente	5
Aceptable	22
Altamente contaminada	7
Presencia de tóxicos	2

Tabla 1

En el caso del Valle de Mexico, con una superficie de cuenca de 9 600 kilómetros cuadrados, la sobreexplotación del manto acuífero para cubrir las necesidades de agua potable de la población ha provocado además el hundimiento del terreno en una parte importante de la zona y el aumento de la vulnerabilidad del acuífero por la contaminación.

La calidad del agua también se ha visto afectada por la incontrolada deforestación y erosión de zonas y laderas boscosas. Otro factor que es importante a considerar es que aunque el agua reúna las condiciones de potabilidad al ingresar al sistema de distribución, puede deteriorarse antes de llegar al consumidor, ya sea por contaminación del mismo sistema de distribución o por manejo intradomiciliario deficiente el cual se agrava por el almacenamiento en cisternas, tinacos u otros depósitos.

Con la finalidad de asegurar la calidad del agua potable y que no cause efectos nocivos en la salud de la población luego de su ingestión, la CNA ha creado los siguientes programas:

- monitoreo y caracterización del agua superficial y de pozo
- agua limpia
- control de plantas acuáticas
- regulación de descargas
- estudios de calidad del agua

En este trabajo, sólo hablaremos del programa de monitoreo fisicoquímico y bacteriológico que se realiza en los diferentes sistemas de abastecimiento de agua (pozos profundos) del Valle de México. Este programa tiene como objetivo detectar posibles contaminaciones en el agua potable, evitando así un riesgo en la población.

METODOLOGIA

SITIOS MUESTREADOS

Los sitios monitoreados en del Valle de México están comprendidos en dos categorías: pozos profundos y aguas superficiales. En lo que se refiere a pozos profundos, los ramales que se monitorean están presentados en la Tabla 2.

Pozos profundos muestreados en los ramales del Valle de México

RAMAL	# POZOS (sitios de muestreo)
Zona Metropolitana	
Tláhuac- Netzahualcóyotl	19
Mixquic- Sta. Catarina	17
Zona Conurbada al Distrito Federal	
Ecatepec	29
Los Reyes Ferrocarril	45
Teoloyucan	39
Peñón-Texcoco	15
Tizayuca-Pachuca	36

Tabla 2

En lo que respecta a las aguas superficiales monitoreadas, estas comprenden 35 sitios entre los que cuales se encuentran ríos, lagunas, presas y tanques, incluyendo 6 sitios del Sistema Cutzamala.

MUESTREO

El método de toma de muestra depende del origen del agua. En el caso de pozo profundo, las muestras para análisis fisicoquímico y bacteriológico se toman de forma directa del sistema de distribución (tubería). El muestreo de cada pozo se realiza de forma mensual.

Para el muestreo de aguas superficiales se emplea un muestreador tipo Kremmerer. En estas muestras se realiza sólo el análisis fisicoquímico y en algunos casos análisis bacteriológico, como en el caso del Sistema Cutzamala. En este último el muestreo se realiza en forma mensual y para el resto de las superficiales es variable siendo mensual, bimestral o trimestralmente.

DETERMINACIONES ANALITICAS

Los parámetros fisicoquímicos que se determinan tanto en las muestras de agua potable (pozos profundos) como en las muestras de aguas superficiales son: pH, conductividad, temperatura (estos tres se determinan in situ), acidez, alcalinidad, dureza, amonio, cloruros, ortofosfatos, sulfatos, nitritos, nitratos, sílice, fierro, manganeso, cromo, cobre, SAAM y residuo seco total. En las aguas superficiales se determina adicionalmente, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK), Grasas y Aceites, y Sólidos en sus 3 formas (sólidos totales, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales).

En el análisis bacteriológico se determinan coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF), mediante la técnica de número más probable o tubo múltiple (NMP).

En el presente trabajo sólo se muestran los resultados de los siguientes parámetros para agua potable de los ramales Tláhuac y Sta. Catarina Mixquic: conductividad, pH, dureza total, fierro, manganeso y residuo seco total. Para aguas superficiales se muestran los resultados de: DQO, DBO y NTK de Río Magdalena, Laguna los Reyes Tláhuac, Río San Juan Teotihuacán y Puente de Vigas. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

RESULTADOS

A) AGUA POTABLE (POZOS PROFUNDOS)

CONDUCTIVIDAD

La Fig. 1 presenta los resultados obtenidos de conductividad correspondientes al primer semestre del año 2001 para los ramales Tláhuac y Sta. Catarina. En estos resultados se observan variaciones importantes en pozos de un mismo ramal. En efecto, en el Ramal Sta. Catarina, se observaron valores de conductividad en un rango de 400 - 1,800 μ Siemens.

En los resultados también se observaron variaciones en la conductividad de un ramal a otro. En el ramal Tláhuac, los valores oscilan alrededor de 370 μ Siemens mientras que para el Ramal Sta. Catarina se observaron valores de 1,800 μ Siemens. Se considera que el agua

potable presenta un valor promedio de 600 μ Siemens, con esto se puede observar que hay pozos que presentan valores superiores al promedio esto posiblemente se puede deber a la composición del suelo donde se encuentra localizado el pozo, así como a la fuente misma de origen del agua.

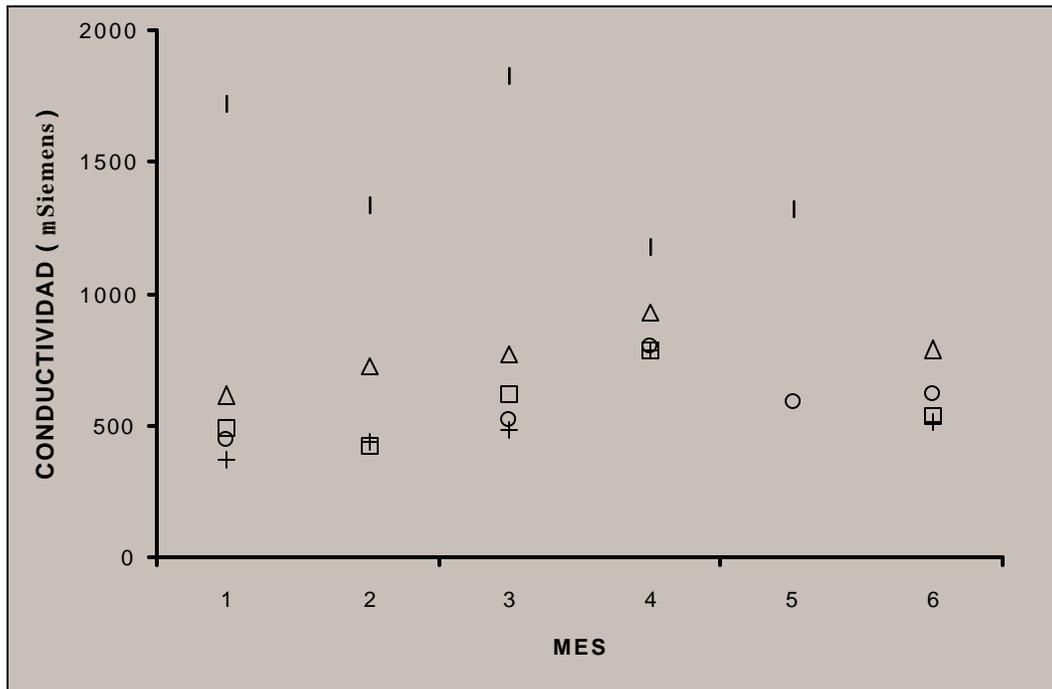


Fig. 1 Conductividad en diferentes pozos de los Ramales Sta. Catarina- Mixquic (à pozo 4 y • pozo 7) y Tláhuac (D pozo 1, + pozo 11, O pozo 17).

pH

La Fig. 2 muestra los valores de pH obtenidos en diferentes pozos de los Ramales Sta. Catarina- Mixquic y Tláhuac. En ambos ramales el pH se encuentra dentro de lo indicado por la Norma Oficial Mexicana-127 (6.5-8.5); los valores encontrados oscilan en un rango de 6.9 a 8.5. Sin embargo, cabe remarcar que los valores más elevados de pH se encontraron en pozos del Ramal Sta. Catarina- Mixquic.

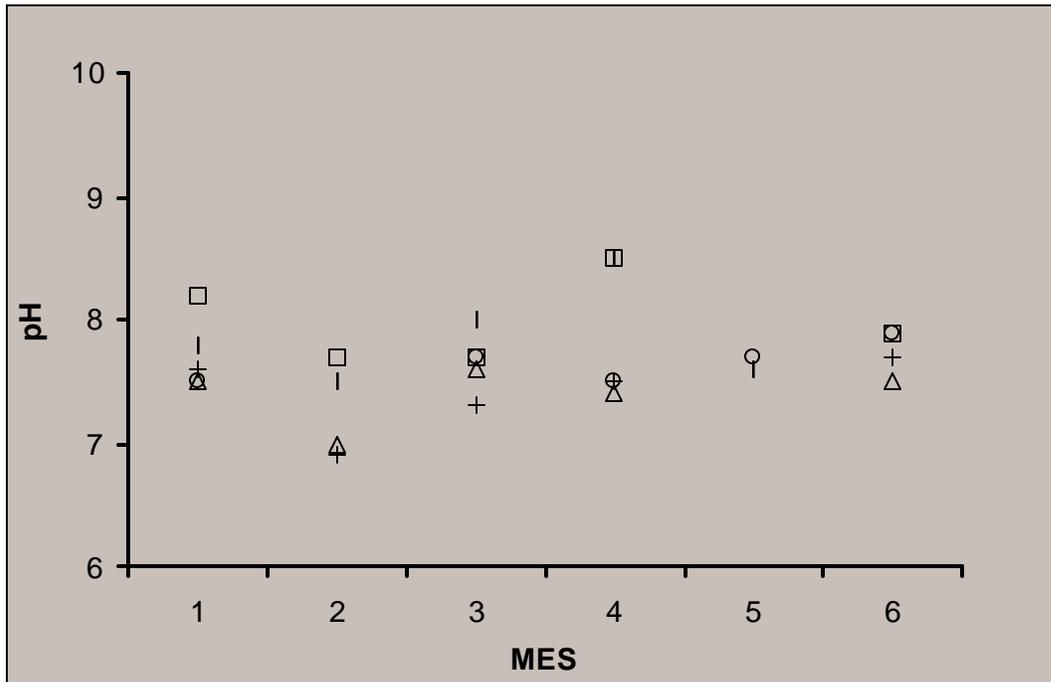


Fig. 2 pH de diferentes pozos de los Ramales Sta. Catarina-Mixquic (â pozo 4 y • pozo 7) y Tláhuac (D pozo 1, + pozo 11, 0 pozo 17).

DUREZA TOTAL

La Fig. 3 presenta los resultados de dureza total (Ca y Mg) de diferentes pozos de los Ramales Tláhuac y Sta. Catarina Mixquic. En estos resultados se observa que el valor más alto obtenido es de 300 ppm en ambos ramales; la NOM- 127 señala que para agua potable el valor máximo es de 500 ppm. Por lo que se puede decir que se trata de aguas moderadamente duras.

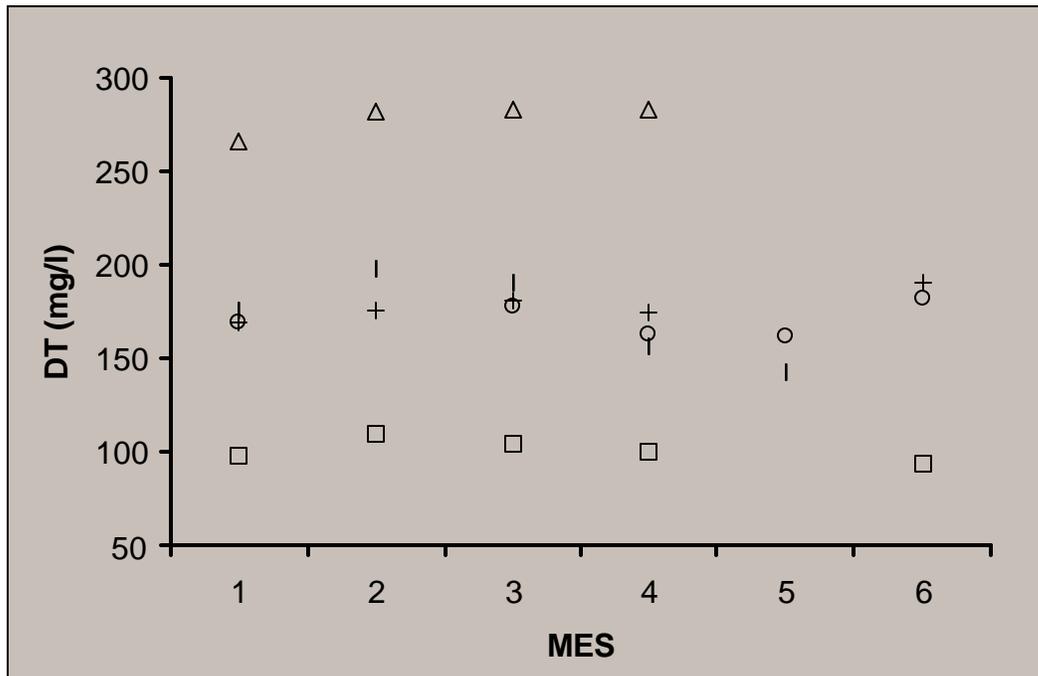
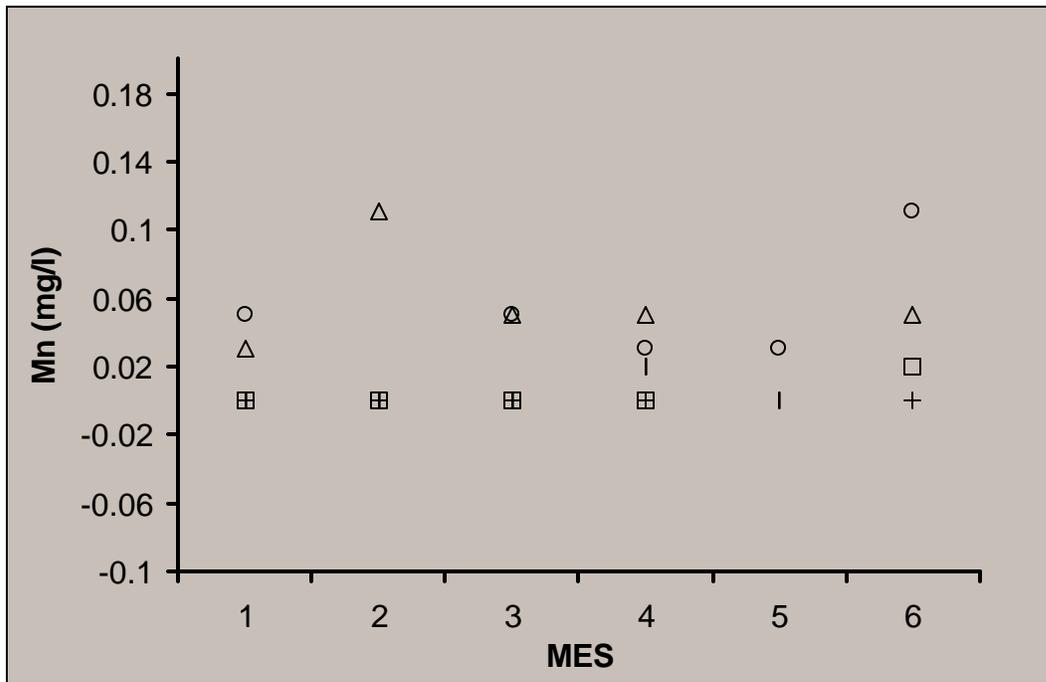
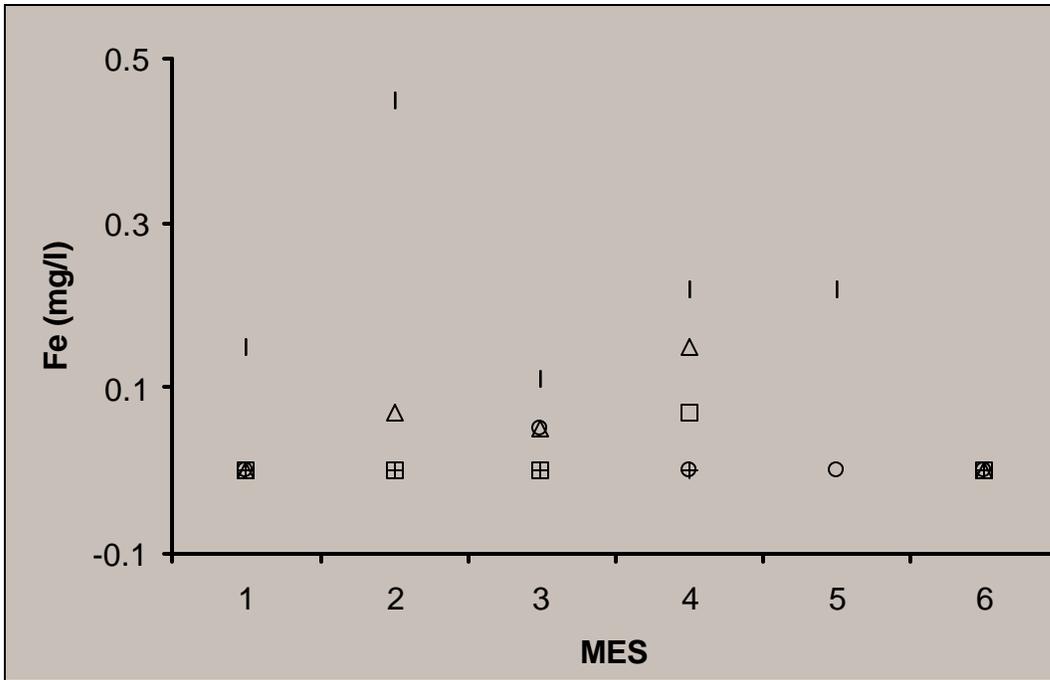


Fig. 3 Dureza total de diferentes pozos de los Ramales Sta. Catarina- Mixquic (△ pozo 4 y • pozo 7) y Tláhuac (D pozo 1, + pozo 11, 0 pozo 17).

FIERRO Y MANGANESO

Las Figs. 4 y 5 presentan los resultados de fierro y manganeso de diferentes pozos de los ramales Sta. Catarina- Mixquic y Tláhuac. En el caso del fierro se encontró un valor de 0.45 ppm en el Ramal Sta. Catarina, valor que es superior al recomendado en la NOM-127 (0.30 ppm), mientras que en Tláhuac el valor es inferior (0.15 ppm) al indicado en la NOM-127. En cuanto al manganeso los valores encontrados están en un rango de 0.02 ppm en Sta. Catarina y de 0.11 ppm en Tláhuac, ambos son inferiores al señalado en la NOM-127 que es de 0.15 ppm. El exceso de fierro que presenta el ramal Sta. Catarina puede ser de origen natural del agua o bien provenir del deterioro de las tuberías de suministro.



Figs. 4 y 5 Valores de hierro y manganeso de diferentes pozos de los Ramales Sta. Catarina- Mixquic (à pozo 4 y • pozo 7) y Tláhuac (D pozo 1, + pozo 11, 0 pozo 17).

SOLIDOS TOTALES (RESIDUO SECO TOTAL)

La Fig. 6 presenta los resultados de sólidos totales medidos en diferentes pozos de los Ramales Tláhuac y Sta. Catarina- Mixquic en el primer semestre del año 2001. El límite permisible para sólidos es de 1000 mg/l, en el Ramal Sta. Catarina se observó un valor superior (1,128 mg/l). Esto podría explicarse por la presencia de residuos que se arrastran durante el recorrido del agua por la tubería, no se puede relacionar directamente los sólidos totales con la conductividad, ya que en los sólidos totales van implícitos los sólidos disueltos. En cuanto al Ramal Tláhuac los valores obtenidos están muy por debajo del límite, siendo el valor máximo obtenido de 582 mg/l.

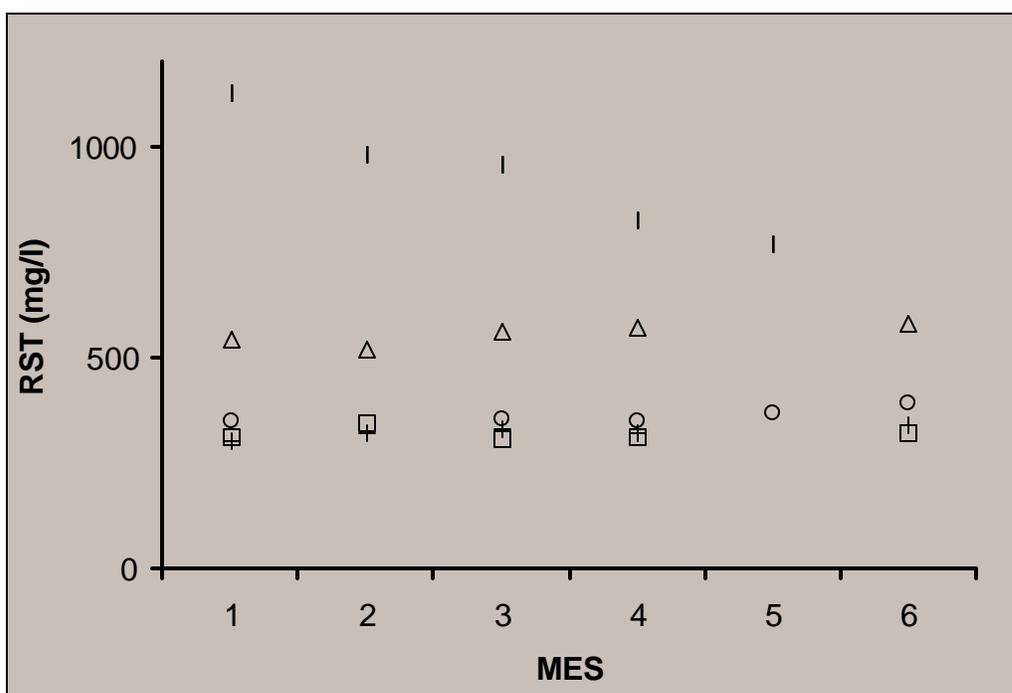


Fig. 6 Valores de residuo seco total (RST) en los diferentes pozos de Ramales Sta. Catarina- Mixquic (Δ pozo 4 y • pozo 7) y Tláhuac (D pozo 1, + pozo 11, 0 pozo 17).

B) AGUAS SUPERFICIALES

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Se consideraron 4 sitios diferentes de aguas superficiales: Río Magdalena, Laguna Los Reyes Tláhuac, Río San Juan Teotihuacán y Puente de Vigas. De estos, Río Magdalena es una fuente de origen natural y el agua es relativamente limpia, esto se confirma por el bajo valor de DQO que presenta (de 3.0 a 18.0 mg/l). Laguna Los Reyes Tláhuac es una fuente de origen natural donde convergen los canales de Xochimilco ricos en lirio, esta Laguna presenta valores de DQO en un rango de 13.0 - 236 mg/l. El valor superior se presenta principalmente en la época de lluvias donde hay un mayor arrastre de materia orgánica. Por último San Juan Teotihuacán y Puente de Vigas son los sitios con una gran cantidad de contaminantes, esto se debe a que en ellos se descargan tanto aguas residuales domésticas como industriales, lo que se refleja en los valores de DQO de hasta 750 mg/l en el primer punto, mientras que Puente de Vigas presenta valores de DQO de 504 mg/l.

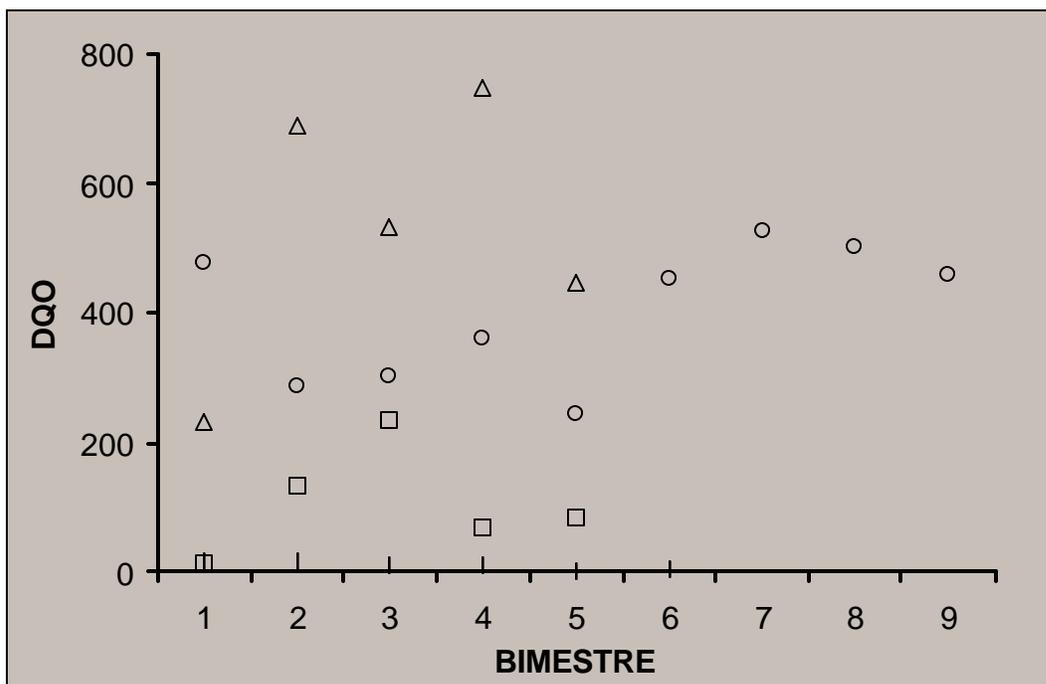


Fig. 7 Valores de demanda química de oxígeno en Río Magdalena à, Laguna Los Reyes Tláhuac •, Río San Juan Teotihuacán D y Puente de Vigas 0.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO₅)

Este valor refleja el grado de contaminación de materia orgánica que presenta el agua. De ahí que el agua con menor valor de DBO₅ fue el Río Magdalena con un valor aproximado de 1.8 mg/l y el agua con mayor DBO₅ fue el Río San Juan Teotihuacán con un valor de 313 mg/l, el cual indica que la gran parte de la contaminación de esta agua es materia orgánica.

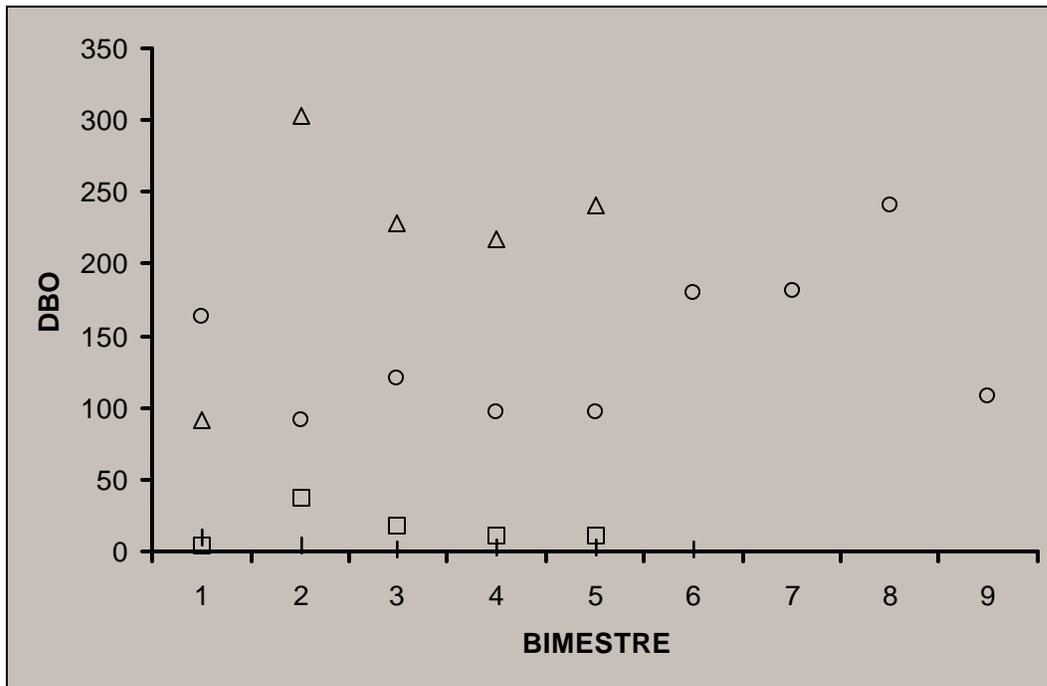


Fig. 8 Valores de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en Río Magdalena à, Laguna Los Reyes Tláhuac •, Río San Juan Teotihuacán D y Puente de Vigas 0.

NITROGENO TOTAL KJELDAHL (NTK)

Este valor indica el grado de contaminación por amonio y nitritos que son oxidados a nitratos y representa el grado de contaminación orgánico existente en el agua. Como es de esperarse el agua superficial con menor valor de NTK fue el Río Magdalena (de 0.15 a 1.10 mg/l), y el agua con mayor valor de NTK fue San Juan Teotihuacán con un rango de 24.0 - 104.0 mg/l.

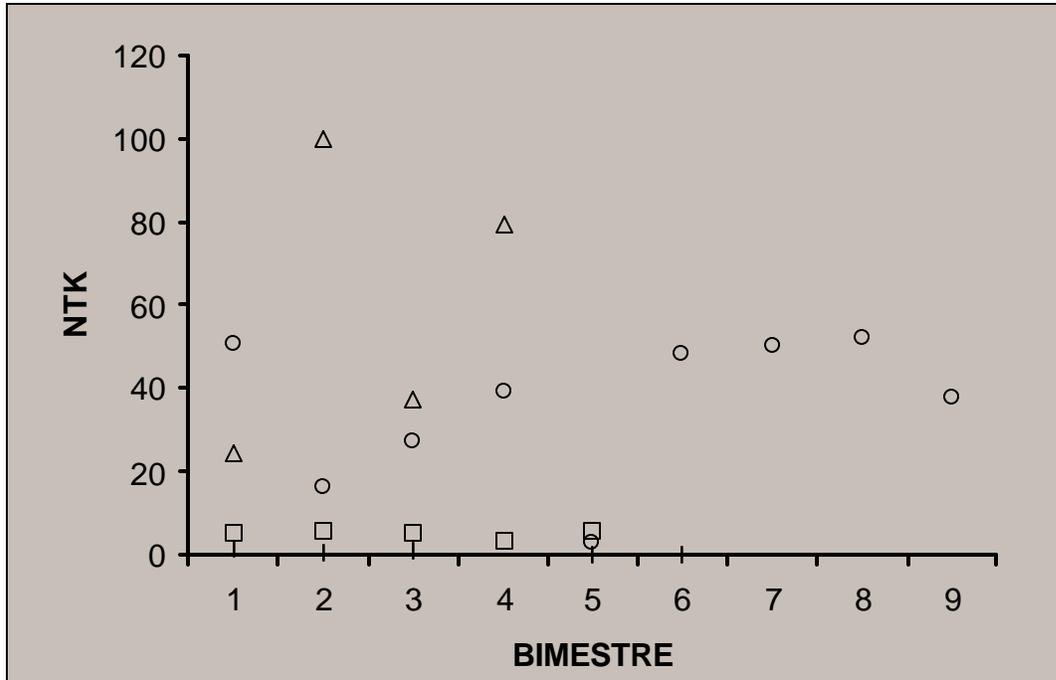


Fig. 9 Valores de nitrógeno total kjeldahl (NTK) en Río Magdalena à, Laguna Los Reyes Tláhuac •, Río San Juan Teotihuacán D y Puente de Vigas 0.

CONCLUSIONES

El abasto de agua potable en la actualidad es insuficiente, principal preocupación que aqueja no sólo al Valle de México sino al país en sí, de ahí la necesidad de caracterizar las fuentes de abastecimiento de agua potable así como, de conocer los contaminantes y su concentración en las diferentes aguas superficiales (residuales en su gran mayoría). Para ello se hace necesario practicar análisis de tipo fisicoquímico y bacteriológico con el fin de obtener datos analíticos confiables que nos permitan tomar las mejores decisiones de tratamiento, para eso dichos datos deben ser plenamente confiables y estar basados en los cuidados anticipados que deben procurarse para la obtención de los mismos, algunos de los cuidados más importantes son::

- la realización de un buen muestreo o toma de muestra,
- la transportación y preservación adecuada de las muestras
- y desde luego una buena determinación analítica (técnica y analista)

Todo esto en conjunto integra el sistema de aseguramiento de calidad del agua en el Valle de México.

De acuerdo con los resultados obtenidos de todos los ramales podemos concluir que la composición del agua de origen, el sitio y la composición del suelo donde se localicen los pozos, influye de manera directa en la calidad del agua obtenida, de ahí que el agua proveniente de los diferentes pozos de cada ramal será rica en sílice, en algunos será alta la conductividad (sólidos disueltos totales), como es el caso del ramal Sta. Catarina- Mixquic o bien alto el contenido en manganeso como el caso del ramal Peñón- Texcoco donde actualmente está operando la planta de remoción de manganeso; en cuanto a los valores de nitratos, nitritos pH y dureza podemos decir que la mayoría de los ramales están dentro de norma (NOM-127).

En la obtención de los resultados bacteriológicos para agua potable es de fundamental importancia la realización del muestreo en forma adecuada y podemos decir que existe una buena calidad bacteriológica en la mayor parte de los sitios de muestro (pozos).

Para terminar, los resultados analíticos en las aguas superficiales dependerán del número y tipo de descargas, de la composición de las mismas y del grado de crecimiento urbano, industrial o agrícola, así como de la época del año.

BIBLIOGRAFIA

1. Norma Oficial Mexicana-NOM-127-SSAI-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano - limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".
2. Ongley, E. D. y Barrios, O. E. *"Redesign and Modernization of the Mexican Water Quality Monitoring Network"*. Comision Nacional del Agua (CNA).
3. Paredes, A. J. *"Water Management in Mexico: A Framework"*. Comisión Nacional del Agua (CNA).
4. Programa Nacional Hidráulico 2001-2006. Resumen ejecutivo, 2ª. Edición.
5. Saade, H. L. "Toward More Efficient Urban Water Management in Mexico". Secretaria de Marina Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).