

Agua potable en tres municipios del acuífero Chalco-Amecameca

E. Flores V.^{*}, M.R. Valladares R., S. Holguín Q.

Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Ciencias Básicas, Área de Química.
Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Azcapotzalco, D.F.

Drinking water in three municipalities of Chalco-Amecameca Aquifer Título en Inglés

Abstract

This research was conducted in the Chalco-Amecameca aquifer were sampled 60 drinking water wells located in the municipalities of Tlalmanalco, Ixtapaluca and Chalco, belonging to the State of Mexico, the purpose of this study is to determine water quality aquifer that consumes and uses the population of the region. The sampling plan and laboratory tests were performed to adhere to the current Mexican regulations. The sampling plan and laboratory tests were conducted adhering to current Mexican regulations. The physicochemical parameters of the field and were analyzed are: pH, temperature, free residual chlorine, color, turbidity, total hardness, TDS, BOD5 and COD. The results based on the study show that only in some cases the parameters recorded values above the maximum allowable limit, which is largely attributable to poor management of wells.

Key words: aquifer, drinking water, water quality, Mexico Valley aquifer.

Resumen

La presente investigación se llevó a cabo en el acuífero Chalco-Amecameca, se tomaron muestras a 60 pozos de agua potable, ubicados en los municipios de Tlalmanalco, Chalco e Ixtapaluca, pertenecientes al Estado de México; la finalidad de realizar este estudio es el de conocer la calidad del agua del acuífero que consume y usa la población de la región. El plan de muestreo y los análisis de laboratorio se realizaron apeándose a la normatividad mexicana vigente. Los parámetros de campo y fisicoquímicos que se analizaron son: pH, temperatura, cloro residual libre, color, turbiedad, dureza total, SDT, DBO₅ y DQO. Los resultados obtenidos en base al estudio realizado muestran que únicamente en algunos casos los parámetros registraron valores superiores al límite máximo permisible, lo cual en gran parte es atribuible a un deficiente manejo de los pozos.

Palabras clave: acuífero, agua potable, calidad del agua, acuíferos del Valle de México.

Introducción

La calidad del agua se determina por su origen y su historia. Las aguas naturales como corresponde al caso de estudio en los tres municipios de Tlalmanalco, Ixtapaluca y Chalco, muestran en general las calidades más propias de sus fuentes. Sin embargo existen factores que producen variaciones en la calidad de las aguas obtenidas del mismo tipo de fuente. Estas variaciones provienen de la posibilidad que tiene el agua de absorber sustancias

en forma de solución o tenerlas en forma de suspensión (APHA, 1992). Las condiciones climatológicas, geográficas y geológicas son factores determinantes en la calidad del agua (Valladares *et al.*, 2006).

El acuífero Chalco-Amecameca se localiza en la Subcuenca de Chalco, ubicada al sur de la Cuenca del Valle de México y de la zona urbana de la Ciudad de México. Este acuífero forma parte de los acuíferos de la Cuenca del Valle de México y se encuentra rodeado por la Subcuenca de Chalco

* Autor de correspondencia

E-mail: efv@correo.azc.uam.mx

queda limitada al norte por las estribaciones de la Sierra de Santa Catarina, al Sur por la Sierra Río Frío con orientación N-S, hacia el sur la Sierra Nevada con estructuras importantes como el volcán Popocatepetl y el Iztaccíhuatl, hacia el oeste se ubica el área chinampera de Tláhuac y en la porción central se ubica al área del ex Lago de Chalco (CONAGUA, 2002). La figura 1, indica la ubicación geográfica del acuífero Chalco-Amecameca, incluyendo los acuíferos aledaños localizados en la Cuenca del Valle de México (Breña *et al.*, 2006).

El sistema acuífero Chalco-Amecameca está constituido por una formación arcillosa de baja permeabilidad (acuitardo), que actúa como un acuífero semiconfinado, el cual sobreyace a un acuífero confinado en la parte central y libre hacia las márgenes (Rodríguez y González, 1998).

Este sistema presenta estratificación en la mineralización del agua subterránea. El primer paquete contiene agua con mineralización mayor o igual a 1,100 (mg^l⁻¹), en tanto que en el segundo paquete es del orden de 200-300 (mg^l⁻¹). La presencia de estos cuerpos de agua ha sido explicada en términos de la composición geológica del acuitardo, ya que está constituido por depósitos lacustres y formaciones arcillosas de baja permeabilidad (Rodríguez y González, 1998).

En la parte central de esta subcuenca se encontraba el antiguo Lago de Chalco, que corresponde a una planicie lacustre adonde llagaba el Río de

Amecameca, que nace en la parte sur del Iztaccíhuatl y el Río de la Compañía.

El acuífero actualmente en explotación puede presentar entre 300 y 400 (m) de espesor en sus partes más profundas. Los pozos de explotación ubicados en él son diseñados con ademe ciego en la parte superior y ranurados en la parte inferior, para evitar afectar el cuerpo de agua mineralizada (Breña *et al.*, 2006).

Material y métodos

La presente investigación se llevo a cabo mediante el muestreo puntual de agua de pozo para consumo humano conforme a la normatividad vigente (NMX-003-1980), en una serie de pozos ubicada en los municipios de Tlalmanalco, Chalco e Ixtapaluca. Las muestras extraídas provienen del agua del acuífero Chalco-Amecameca, las cuales son utilizadas en su mayoría para el consumo humano y en menor porcentaje para riego agrícola (generalmente en época de estiaje); presentando cierta diferencia de calidad del agua, ya que la destinada para consumo de la población en su mayoría es clorada antes de ser distribuida a la población. Al momento de tomarse las muestras se registraron los parámetros de campo pH (NMX-AA-008-SCFI-2000), temperatura y cloro residual (NMX-AA-108-SCFI-2001), y se depositaron en una hielera para ser transportados al laboratorio, en donde finalmente se realizan los análisis de los

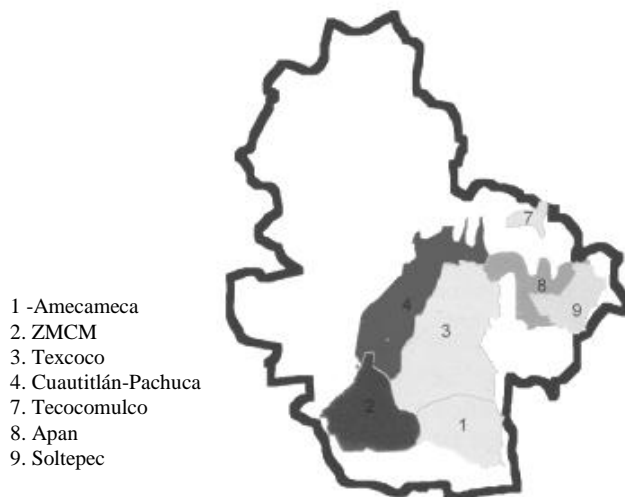


Figura 1. Acuífero Chalco-Amecameca.

siguientes parámetros: color (NMX-AA-045-SCFI-2000), turbiedad (NMX-AA-038-SCFI-2000), dureza total (NMX-AA-072-SCFI-2001), sólidos disueltos totales (NMX-AA-034-SCFI-2001), demanda bioquímica de oxígeno (NMX-AA-028-SCFI-2001) y demanda química de oxígeno (NMX-AA-030-SCFI-2001), siguiendo en cada caso las normas técnicas mexicanas correspondientes.

Para presentar los resultados se elaboró una propuesta de índice de calidad del agua (ICA), ya que no se contaba al momento con un instrumento cuyos resultados fuesen más robustos, pues el esfuerzo realizado por la Comisión Nacional del Agua para determinar el índice de calidad del agua potable basado en la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno DBO₅, aunque es sumamente valioso no es suficiente para este estudio (CONAGUA, 2005).

Resultados

Los análisis de laboratorio indican que el agua proveniente de: pozo antiguo TX-321 y del manantial “Tlalmanalco Dos Aguas”, presenta niveles de calidad que se encuentran dentro de los límites permisibles que marca la normatividad

mexicana para el agua potable, a excepción de la turbiedad reportada para la caja de agua (Tabla 1). Aunque cabe señalar que es necesario clorar el agua del pozo, pues no se detectó la presencia de esta sustancia desinfectante en el agua que se distribuye (NOM-127-SSA1-1994).

Los estudios de calidad del agua realizados a los pozos del Municipio de Chalco muestran que en su mayoría éstos no presentan valores de color ni turbiedad (Tabla 2), por lo que se puede decir que el agua de estos pozos no se encuentra contaminada con sólidos en suspensión. En los parámetros restantes se observan valores inferiores a los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994, por lo que el agua se puede considerar potable, bajo la consideración de que es necesario clorar los pozos en los que no se detectó cloro disponible.

En la región de estudio del municipio de Ixtapaluca, los resultados obtenidos muestran que los parámetros de color y turbiedad no son detectables, por lo cual es posible considerar que el agua estudiada no se encuentra contaminada con materia en suspensión (Tabla 3). Con respecto al resto de los parámetros estudiados, es posible observar que los valores que éstos presentan se encuentran dentro de los niveles permisibles que establece la

Tabla 1. Resultados de análisis de laboratorio del agua potable del Municipio de Tlalmanalco.

Sitio de estudio	Observaciones	Parámetros							
		Limite máximo permisible (LMP)							
		pH 6.5 – 8.5	Color (Unid. Pt-Co) 20	T (UTM) 5	D.T. (mg l ⁻¹ CaCO ₃) 500	S.D.T.(mg l ⁻¹) 1000	DBO ₅ (mg l ⁻¹) N.S.I.	DQO (mg l ⁻¹) N.S.I.	C.L. (mg l ⁻¹) 0.2-1.5
Manantial Tlalmanalco “dos aguas”	Principal suministro de agua potable para la población	7.99	N.D	N.D	91	164	24	37	N.D.
Caja de agua potable (colonia San Rafael)	La caja no contaba con tapa.	8	8	15	123	72	17	33	N.D.
Pozo antiguo de agua potable tx-321	Abastece a la colonia Sta. María. La capacidad del pozo disminuyó por desviación del acuífero debido a sismos propios de la zona.	7.50	N.D	N.D	73	104	17	29	N.D

T: Turbiedad D.T.: Dureza Total SDT: Sólidos disueltos totales C.L: Cloro libre

N.D. = No Detectable, N.S.I. = No Se Indica

Nota: La calidad del agua se emite en base a los análisis realizados en el Laboratorio de Análisis y Tratamiento de Aguas de la UAM-Azcapotzalco (LATAUAM), en octubre de 2007, y de acuerdo a las consideraciones que se señalan en la sección de metodología correspondiente.

Responsable de Laboratorio: M. en C. Erasmo Flores Valverde. Corresponsable de Laboratorio: Ing. María Rita Valladares Rodríguez.

Tabla 2. Resultados de análisis de laboratorio del agua potable del Municipio de Chalco.

Sitio de estudio	Observaciones	Parámetros Límite máximo permisible (LMP)							
		pH (unidades pH) 6.5 – 8.5	Color (unidades Pt-Co) 20	T. (UTM) 5	D.T. (mg ^l ⁻¹ CaCO ₃) 500	S.D.T. (mg ^l ⁻¹) 1000	DBO ₅ (mg ^l ⁻¹) N.S.I.	DQO (mg ^l ⁻¹) N.S.I.	C.L. (mg ^l ⁻¹) 0.2-1.5
Pozo portal	-	7.44	N.D	N.D	128	170	N.D.	21	0.3
Pozo No.7 san Isidro	-	7.0	N.D	N.D	141	146	18	42	0.3
Pozo No.5	-	7.57	N.D	N.D	147	187	12	35	N.D
Pozo No.3 culturas de México	Antigüedad 10 años abastece las colonias Culturas y Jardines de Chalco	7.0	N.D	N.D	137	171	5	35	N.D
Pozo paseos de Chalco	Desazolvado hace 2 años	7.5	N.D	N.D	303	375	18	42	0.3
Pozo No. 2	Abastece 6 colonias.	7.2	N.D	N.D	158	138	11	28	1.2

T: Turbiedad D.T.: Dureza Total SDT: Sólidos disueltos totales C.L: Cloro libre

N.D. = No Detectable, N.S.I. = No Se Indica

Nota: La calidad del agua se emite en base a los análisis realizados en el Laboratorio de Análisis y Tratamiento de Aguas de la UAM-Azcapotzalco (LATAUAM), en octubre de 2007, y de acuerdo a las consideraciones que se señalan en la sección de metodología correspondiente.

Responsable de Laboratorio: M. en C. Erasmo Flores Valverde. Corresponsable de Laboratorio: Ing. María Rita Valladares Rodríguez.

Tabla 3. Resultados de análisis de laboratorio del Municipio de Ixtapaluca.

Sitio de estudio	Observaciones	Parámetros Límite máximo permisible (LMP).							
		pH (unidades de pH) 6.5 – 8.5	Color (unidades Pt-Co) 20	T. (UTM) 5	D.T. (mg ^l ⁻¹ CaCO ₃) 500	S.D.T. (mg ^l ⁻¹) 1000	DBO ₅ (mg ^l ⁻¹) N.S.I.	DQO (mg ^l ⁻¹) N.S.I.	C.L. (mg ^l ⁻¹) 0.2- 1.5
Pozo coatepec	-	7.80	N.D	N.D	109.2	80.3	28	38	N.D
Pozo No. 15	-	7.92	N.D	N.D	153	155	7	26	N.D
Pozo No.4	-	7.94	N.D	N.D	582	161	26	44	N.D
Pozo J.J. Cantú	-	7.19	N.D	N.D	113	150	10	21	N.D
Pozo No:19 los héroes	Abastece a 1000 viviendas Perforado 1997	8.4	N.D	N.D	95	122	10	28	N.D
Pozo No.31 San Buenaventura	-	7.16	N.D	N.D	124	172	42	20	N.D
Pozo No. 32 paseo de los volcanes	-	8.4	N.D	N.D	95	122	19	35	N.D

T: Turbiedad D.T.: Dureza Total SDT: Sólidos disueltos totales C.L: Cloro libre

N.D. = No Detectable, N.S.I. = No Se Indica

Nota: La calidad del agua se emite en base a los análisis realizados en el Laboratorio de Análisis y Tratamiento de Aguas de la UAM-Azcapotzalco (LATAUAM), en octubre de 2007, y de acuerdo a las consideraciones que se señalan en la sección de metodología correspondiente.

Responsable de Laboratorio: M. en C. Erasmo Flores Valverde. Corresponsable de Laboratorio: Ing. María Rita Valladares Rodríguez.

normatividad para agua potable (a excepción del elevado valor de dureza encontrado en el Pozo No.4), y que en la mayoría de los casos se dispone aún de un amplio margen para alcanzar el límite máximo permisible.

Es preciso señalar que las tablas de resultados se presentan en este trabajo, sólo comprenden una fracción de la muestra, que se constituye de un total de 62 pozos estudiados.

En lo que se refiere a la demanda bioquímica de oxígeno y a la demanda química de oxígeno, aunque no los contempla la NOM-127-SSA1-1994, se tomaron como valores de referencia los publicados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2006).

Conclusiones

El valor promedio obtenido del análisis de las muestras, tiene relación directa con las características hidrológicas del acuífero Chalco-Amecameca, y las diferencias observadas pueden indicar el comportamiento del acuífero en la zona estudiada (parte superior del acuífero) con respecto a las zonas más profundas de este acuífero (cercasas al acuitardo).

Los resultados que se observan en las figuras 2 y 3, se observan que la concentración de sólidos

disueltos totales y la concentración de dureza, presentes en el agua proveniente del pozo y del manantial del Municipio de Tlalmanalco presenta los niveles más bajos, lo cual puede obedecer a las características geológicas de la región, en donde se infiltra el agua de escurrimiento de los volcanes y una vez que ésta llega al acuífero, ha disminuido la concentración de algunas sales que se encontraban presentes (a causa del intercambio iónico, absorción y/o adsorción en arcillas, entre otros fenómenos fisicoquímicos).

En ciertos casos en donde el agua de los pozos rebasa los niveles permisibles de contaminantes (tabla 1), se ha encontrado que esto puede deberse a factores externos como lo son la falta de mantenimiento de los pozos, fallas de planeación en la adquisición de faltantes y/o refacciones para operar eficientemente el pozo, como se puede observar en los resultados del análisis de la caja de agua potable, en donde es posible apreciar que en la mayoría de los parámetros las concentraciones encontradas son las de mayor magnitud en ese municipio, como ocurre en el caso de la turbiedad y el color, lo cual se explica porque la Caja de Agua Potable estudiada se encontró sin tapa.

Al analizar la tabla 2, se observa que el agua proveniente del acuífero Chalco-Amecameca que se encuentra en el municipio de Chalco contiene la

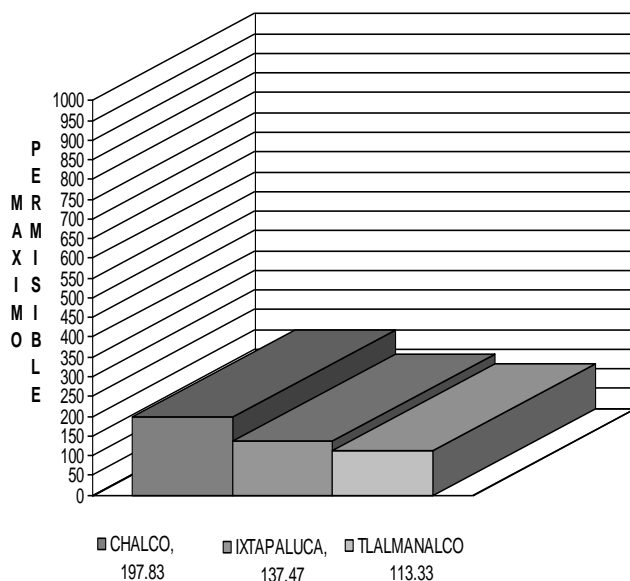


Figura 2. Comparación del nivel de Sólidos Disueltos Totales en los tres municipios.

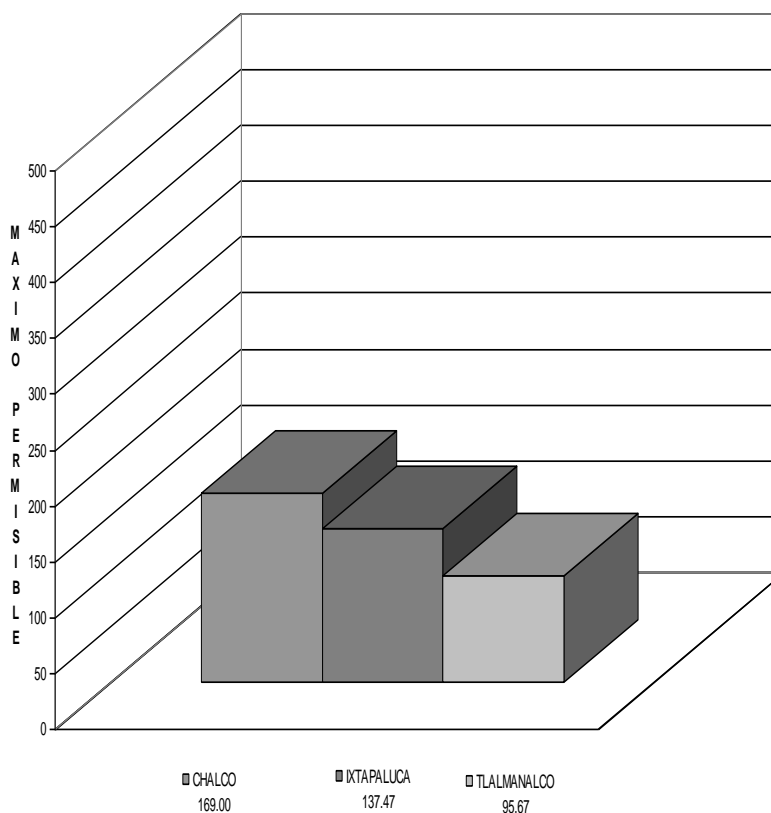


Figura 3. Niveles de Dureza presentes en las tres regiones estudiadas.

menor concentración de materia orgánica biodegradable.

Las figuras 4 y 5 muestran los valores de Demanda bioquímica de oxígeno y Demanda química de oxígeno respectivamente, es posible observar que el comportamiento de estos parámetros en los municipios estudiados presentan las relaciones DQO/DBO₅ siguientes: el Municipio de Chalco registra 2.64, el Municipio de Tlalmanalco 1.70 y el Municipio de Ixtapaluca reporta la relación de 1.47. Los valores relativamente altos de DQO pueden deberse a la presencia de especies inorgánicas susceptibles de oxidación mediante el método analítico empleado (NMX-AA-030-SCFI-2001). Los valores de DBO₅ obtenidos en los tres casos, corresponden a la materia orgánica biodegradable presente en el agua analizada.

Conforme a los resultado de laboratorio obtenidos y a las pruebas de campo realizadas, es posible decir que el agua destinada para consumo humano, procedente de los pozos de los tres municipios, se

encuentra dentro de los límites permisibles que establece la norma NOM-127-SSA1-1994. Cabe señalar que estas conclusiones se presentan bajo la consideración de los parámetros estudiados y aunque no se detectó la presencia de cloro en varios pozos, es preciso recordar que este estudio fundamentalmente pretende estudiar la calidad del agua que se extrae del acuífero, siendo la cloración del agua parte del tratamiento que se le da al agua de los pozos con la finalidad de potabilizarla.

Es recomendable que investigaciones como la presente, y de preferencia más amplias, se realicen periódicamente (cada seis meses o cada año) con la finalidad de conocer las variaciones que puede sufrir el agua destinada para consumo humano, dado que hay varios estudios que reportan una mineralización alta en la zona más profunda del acuífero, lo que podría indicar que el agua del acuitardo se está mezclando con el agua del nivel inferior del acuífero.

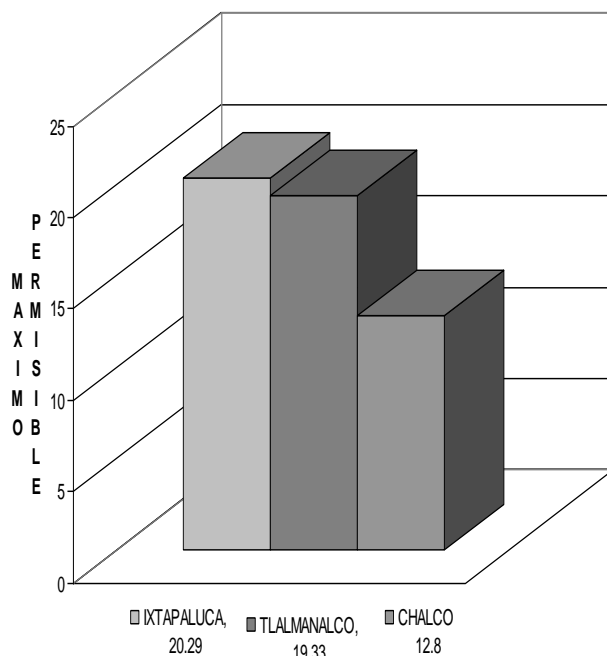


Figura 4. Valores de la DBO5 en tres municipios estudiados del Acuífero Chalco-Amecameca.

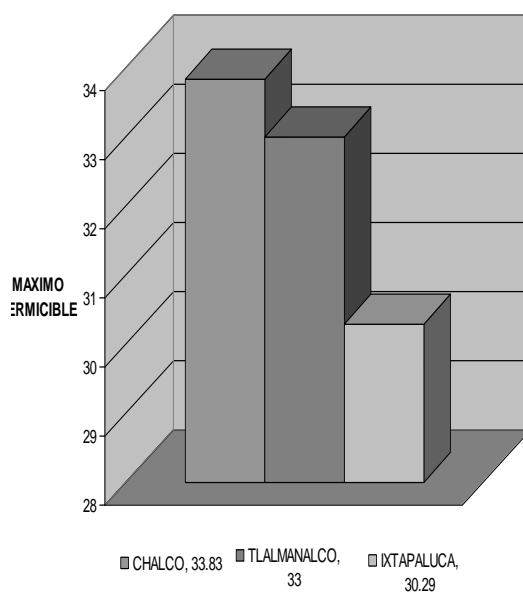


Figura 5. Comparación de niveles de DQO presentes en el agua de los municipios.

Bibliografía

APHA, AWWA, WPCF. 1992. *Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*, 17ª ed., España. ISBN: 84-7978-031-2.

Breña P. A. , Flores V. E. y Valladares R. M.R.. 2006. *Manejo*

de las Aguas Residuales en el acuífero Chalco-Amecameca”, en: *Tratar el Agua Residual: una necesidad*. UAM, Serie Incalli Ixcahuicopa, Cap. 5, México. ISBN: 978-970-31-0783-4, pp. 34-43.

CONAGUA. 2005. *Estadísticas del Agua en México*, ed. 2005., IV Foro Mundial del Agua, México.

- CONAGUA. 2002. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Chalco-Amecameca, Estado de México. Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, México.
- Norma mexicana *NMX-AA-028-SCFI-2001*. Análisis de agua – determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales (DBO₅) y residuales tratadas – método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 17 de abril de 2001. México.
- Norma mexicana *NMX-AA-030-SCFI-2001*. Análisis de agua – determinación de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 17 de abril de 2001. México.
- Norma mexicana *NMX-AA-034-SCFI-2001*. Análisis de agua – determinación de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 01 de agosto de 2001. México.
- Norma mexicana *NMX-AA-038-SCFI-2001*. Análisis de agua – determinación de turbiedad en aguas naturales; residuales y residuales tratadas – método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 01 de agosto de 2001. México.
- Norma mexicana *NMX-AA-045-SCFI-2001*. Análisis de agua – determinación de color platino cobalto – en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación, 01 de agosto de 2001. México.
- Norma mexicana *NMX-AA-072-SCFI-2001*. Análisis de agua – determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 13 de agosto de 2001. México.
- Norma mexicana *NMX-AA-108-SCFI-2001*. Calidad del agua - determinación de cloro libre y cloro total- método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 13 de octubre de 2001. México.
- Norma mexicana *NMX-AA-007-SCFI-2000*. Análisis de agua – determinación de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 18 de diciembre de 2000. México.
- Norma mexicana *NMX-AA-008-AA-2000*. Análisis de agua – determinación del pH – método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 18 de diciembre de 2000. México.
- Norma mexicana *NMX-AA-003-1980*. Aguas residuales – muestreo. Diario Oficial de la Federación, 25 marzo de 1980. México.
- Norma Oficial Mexicana *NOM-127-SSA1-1994*, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano (Modificación). Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización. Diario Oficial de la Federación, 16 de diciembre de 1999. México.
- Rodríguez, R. y González M. T. 1998. *Comportamiento Hidrodinámico del Sistema Acuífero de la Subcuenca de Chalco*, México, Geof. Int. (28-2, pp. 207-217).
- Valladares M.R.R., Flores V.E. y Breña P A. 2006. *Tratar el Agua Residual: una necesidad.*, UAM, Serie Incalli Ixcahuicopa, México. ISBN: 978-970-31-0783-4.