



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN SEIS DELEGACIONES DEL DISTRITO  
FEDERAL EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO Y PROPUESTA DE ADAPTACIÓN

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PRESENTA:

PATRICIA OSNAYA RUÍZ

TUTORA PRINCIPAL

DRA. BLANCA ELENA JIMÉNEZ CISNEROS, INSTITUTO DE INGENIERÍA

MÉXICO, D. F. OCTUBRE DE 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: DR. PEDRO MARTÍNEZ PEREDA  
Secretario: M. EN I. MARÍA INÉS NAVARRO GONZÁLEZ  
Vocal: DR. ÓSCAR ARNOLDO ESCOLERO FUENTES  
1<sup>er.</sup> Suplente: DR. JESÚS EFRÉN OSPINA NOREÑA  
2<sup>d o.</sup> Suplente: DRA. GABRIELA MANTILLA MORALES

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM

**TUTOR DE TESIS:**

DRA. BLANCA ELENA JIMÉNEZ CISNEROS

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'B. E. J. C.', written over a horizontal dashed line.

**FIRMA**

## **AGRADECIMIENTOS**

El esfuerzo que realicé para culminar esta investigación y obtener el grado de Maestra en Ingeniería Ambiental, fue motivado por las personas e instituciones que a continuación menciono y a quienes agradezco su apoyo.

Mis padres, Francisco y Felicitas por su cariño incondicional y haberme inculcado los valores que me permiten ser una persona responsable y tenaz.

Mi esposo Raúl, quien me brinda su amor todos los días, me animó y ayudó para cumplir con mis compromisos.

Mis hijos Daniel y Fabián, que son mi más grande alegría y motivación para ser mejor cada día.

Mi directora de tesis, la Dra. Blanca Elena Jiménez Cisneros y mi co-directora, la M. en I. Ma. Inés Navarro González, por su paciencia y valiosos consejos.

Los integrantes de mi jurado, el Dr. Pedro Martínez Pereda (FI), Dr. Óscar Arnoldo Escolero Fuentes (IGeol), Dr. Jesús Efrén Ospina Noreña (CCA) y Dra. Gabriela Mantilla Morales (IMTA), por brindarme sus valiosos comentarios y tiempo para la revisión de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por la oportunidad que me dio de ser parte de su comunidad y la amnistía otorgada.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	4
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	6
<b>RESUMEN</b>	7
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b>	10
1.1 Planteamiento del problema y justificación	11
1.2 Hipótesis	12
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo general	12
1.3.2 Objetivos particulares	12
1.4 Alcances	13
1.5 Estructura del trabajo	15
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b>	16
2.1 Disponibilidad del agua subterránea	16
2.1.1 Situación en el mundo	16
2.1.2 México	17
2.1.3 Distrito Federal	19
2.1.3.1 Pozos	19
2.1.3.2 Cobertura de agua potable	21
2.2 Calidad del agua potable subterránea	22
2.2.1 Factores de contaminación	22
2.2.2 Parámetros regulados para el consumo de agua	24
2.2.3 Monitoreo de la calidad del agua	25
2.2.4 Situación en el Distrito Federal	26
2.3 Enfermedades diarreicas agudas	28
2.3.1 Agentes	29
2.3.2 Síntomas	29
2.3.3 Atribución al consumo de agua o alimentos	29
2.3.4 Temporalidad	30
2.3.5 Impactos sociales y económicos	31
2.3.6 Situación en el mundo	32
2.3.7 México	32
2.3.8 Distrito Federal	33
2.4 El contexto del cambio climático	35
2.4.1 Impactos globales	36
2.4.2 Impactos en el Distrito Federal	38
2.4.3 Vulnerabilidad	41
2.4.4 Adaptación	45

<b>CAPÍTULO 3. LA ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>47</b>
3.1 Ubicación geográfica	47
3.2 Características climáticas	48
3.3 Dinámica demográfica	50
3.4 Desarrollo social y económico	51
<b>CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA</b>	<b>54</b>
4.1 Análisis de las bases de datos de los parámetros de calidad del agua de los pozos de seis delegaciones del Distrito Federal	54
4.2 Análisis de la base de datos de la incidencia de enfermedades diarreicas agudas en la zona de estudio	55
4.3 Correlación entre los parámetros de calidad del agua potable subterránea y los casos de enfermedades diarreicas agudas para el periodo 1995-2008	55
4.4 Estimación del índice de vulnerabilidad de la población de las seis delegaciones, con base a la variación de la temperatura y precipitación, los parámetros de calidad del agua, los casos de enfermedades diarreicas agudas y de otros indicadores relevantes	55
4.5 Identificación de los enfoques que deben considerarse en el diseño de medidas de adaptación en un contexto de cambio climático	59
<b>CAPÍTULO 5. RESULTADOS</b>	<b>60</b>
5.1 Los parámetros de la calidad del agua potable subterránea	60
5.1.1 Número de datos en el periodo 1955-2008	60
5.1.2 Parámetros de la calidad del agua potable subterránea fuera de la norma NOM-127SSA1-1994 en temporada de estiaje y lluvia en el periodo 1995-2008	64
5.1.3 Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua con la temperatura máxima y la precipitación acumulada mensuales	71
5.2 Las enfermedades diarreicas agudas	72
5.2.1 Número de casos registrados en el periodo 1995-2008	72
5.2.2 Relación lineal entre los casos de EDA con la temperatura máxima y la precipitación acumulada mensuales	81
5.2.3 Relación lineal entre los casos de EDA con los parámetros de calidad del agua	83
5.4. Índice de vulnerabilidad de la población estimado en seis delegaciones durante 1995, 2000, 2005 y 2010	88
5.5 Lineamientos para el diseño de medidas de adaptación	97
<b>CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN GENERAL</b>	<b>100</b>
<b>CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>105</b>
<b>CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO A. FUGAS DE AGUA POTABLE</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO B. NOM-127-SSA1-1994 MODIFICADA</b>	<b>117</b>

<b>ANEXO C. TEMPERATURA MÁXIMA Y PRECIPITACIÓN</b>	118
<b>ANEXO D. VALORES DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA</b>	126
<b>ANEXO E. CASOS DE EDA</b>	133
<b>ANEXO F. ESTIMACIÓN DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD</b>	147
<b>ANEXO G. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	151

## ÍNDICE DE TABLAS

1.1. Contenido de la base de datos de los parámetros de calidad del agua en los pozos de seis delegaciones del Distrito Federal	14
1.2. Las seis enfermedades diarreicas agudas analizadas en este trabajo	14
2.1. Indicadores internacionales de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable	17
2.2. Consumos domésticos <i>per cápita</i> de agua potable en México	19
2.3. Problemas presentados en los pozos operados por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, durante el periodo 2001-2008	21
2.4. Cifras relevantes sobre el abasto de agua potable y su irregularidad en las delegaciones del Distrito Federal	22
2.5. Fuentes contaminantes del agua subterránea en seis delegaciones del Distrito Federal	23
2.6. Límites establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 modificada de siete parámetros de la calidad del agua considerados en este trabajo	24
2.7. NOM-179-SSA1-1998. Vigilancia y evaluación del control de la calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público	26
2.8. Variación porcentual de los reportes de la mala calidad del agua por delegación durante el periodo 1997-2008	27
2.9. Enfermedades atribuibles al consumo de agua y de alimentos en un brote epidemiológico en Morelos	30
2.10. Situación en 2008 de la mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales en las seis delegaciones del Distrito Federal que se analizan en este trabajo	34
2.11. Impactos adversos del cambio climático	36
2.12. Impactos positivos del cambio climático	37
2.13. Ejemplos de indicadores para exposición	42
2.14. Ejemplos de indicadores para sensibilidad	42
2.15. Ejemplos de indicadores para capacidad de adaptación	43

2.16. Ejemplos de medidas de adaptación en los temas de recursos hídricos y de salud humana ante los impactos del cambio climático	46
3.1. Valores de temperatura y precipitación en seis delegaciones del Distrito Federal	49
3.2. Valores de los indicadores sociales y económicos utilizados para las seis delegaciones analizadas en este trabajo	53
4.1. Arreglo matricial de los indicadores seleccionados para estimar el Índice de Vulnerabilidad	57
4.2. Relación de funcionalidad entre los indicadores seleccionados y la vulnerabilidad	57
5.1. Relación lineal entre los valores de los parámetros de calidad del agua con los de la temperatura máxima mensual, 1995-2008	71
5.2. Relación lineal entre los valores de los parámetros de calidad del agua con los de la precipitación acumulada mensual, 1995-2008	71
5.3. Relación lineal entre los casos de EDA y la temperatura máxima mensual, 1995-2008	81
5.4. Relación lineal entre los casos de EDA y la precipitación acumulada mensual, 1995-2008	82
5.5. Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Álvaro Obregón	83
5.6. Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Cuajimalpa	83
5.7. Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Magdalena Contreras	84
5.8. Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Miguel Hidalgo	84
5.9. Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Milpa Alta	84
5.10. Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Xochimilco	85
5.11. Índices de vulnerabilidad estimados por delegación para 1995, 2000, 2005 y 2010	88
5.12. Índices de vulnerabilidad al considerar la turbiedad, 2005 y 2010	93
5.13. Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo, comparación de los índices de vulnerabilidad para 2005 y 2010, sin y con turbiedad	95
5.14. Milpa Alta y Xochimilco, comparación de los índices de vulnerabilidad para 2005 y 2010, sin y con turbiedad	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

2.1. Fuentes de suministro de agua al Distrito Federal	20
2.2. Marco metodológico del Índice Prototipo de Vulnerabilidad-Resiliencia	44
3.1. Mapa del Distrito Federal con división delegacional	47
3.2. Climas presentes en el Distrito Federal	48
3.3. Población en el Distrito Federal, 1990-2010	50
4.1. Categorías para clasificar el nivel de vulnerabilidad	59
5.1. Número de datos de siete parámetros de calidad del agua potable subterránea en seis delegaciones del Distrito Federal, 1955-2008	60
5.2a. Álvaro Obregón, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008	64
5.2b. Cuajimalpa, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008	65
5.2c. Magdalena Contreras, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008	66
5.2d. Miguel Hidalgo, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008	67
5.2e. Milpa Alta, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008	68
5.2f. Xochimilco, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008	69
5.3a. Casos de fiebre tifoidea por delegación y mes, 1995-2008	73
5.3b. Casos de giardiasis por delegación y mes, 1995-2008	74
5.3c. Casos de hepatitis aguda A por delegación y mes, 1995-2008	75
5.3d. Casos de infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas por delegación y mes, 1995-2008	76
5.3e. Casos de paratifoidea y otras salmonelosis por delegación y mes, 1995-2008	77
5.3f. Casos de shigelosis por delegación y mes, 1995-2008	78
5.4. Distribución de los pesos por indicador y año en la estimación del índice de vulnerabilidad, 1995, 2000, 2005 y 2010	89
5.5. Contribución de cada componente de la vulnerabilidad al índice de 1995, 2000, 2005 y 2010	90
5.6. Peso de cada indicador en el índice de vulnerabilidad al considerar la turbiedad, 2005 y 2010	94
5.7. Contribución de cada componente de la vulnerabilidad al considerar la turbiedad, 2005 y 2010	94

# RESUMEN

De acuerdo con el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México (GDF, 2008) y Escolero *et al.*, (2009), se espera que en un contexto de cambio climático, en el Distrito Federal, la temperatura suba entre 1.3 a 1.9° al final de este siglo. Las lluvias aumentarán entre 0 a 11% en el verano y se reducirán en un rango de 12 a 23% en la época de estiaje. La isla de calor ya existente se hará más intensa. Lo anterior incidirá en la cantidad y calidad del agua potable y en el incremento de las enfermedades diarreicas agudas (EDA).

El cambio climático tiene impactos positivos y negativos. Para definir y/o diseñar medidas de adaptación a estos, primero debe realizarse un diagnóstico de la vulnerabilidad de los sistemas humanos o naturales. Esta característica es dinámica y su análisis se realiza como una condición multifactorial y multitemporal. Es una función del carácter, magnitud y la razón del cambio al cual el sistema está expuesto. Además de la sensibilidad y capacidad adaptativa de este último.

En alcance a lo anterior, en este trabajo se estimaron las correlaciones lineales entre las siguientes variables: siete parámetros de la calidad del agua potable extraída de 202 pozos en Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta y Xochimilco; los casos de seis EDA; la temperatura máxima y la precipitación acumulada. Además, se utilizó la metodología descrita en ICRISAT (2009) para obtener de manera cuantitativa, un índice de vulnerabilidad de la población en esas delegaciones para los años 1995, 2000, 2005 y 2010.

Se observó que en el periodo 1955-2008, la frecuencia promedio máxima del monitoreo de un parámetro de la calidad del agua fue 3 por año (para el pH). En el caso de otros parámetros como la turbiedad y el cloro, los registros estuvieron disponibles a partir del año 2000. La insuficiencia de datos pudo contribuir a que algunas correlaciones resultaran débiles y estadísticamente no significativa. En las investigaciones de los impactos del cambio climático se requieren series de datos completas de hasta de 30 años.

El valor máximo de turbiedad fue de 70 UTN, 14 veces más que el límite establecido en la norma NOM-127-SSA1-1994 y se registró en Miguel Hidalgo. En Xochimilco, los coliformes

totales y fecales estuvieron fuera de norma con mayor frecuencia, a pesar de que los niveles de cloro libre residual llegaron a ser hasta de 24 mg/L (la norma indica 0.2-1.5 mg/L).

Entre las EDA y las concentraciones de coliformes totales y de los fecales, hubo una correlación lineal positiva débil. Los valores de cloro libre residual disminuían cuando estos aumentaban. La turbiedad incidió en el aumento de los casos de las EDA.

Los casos de infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas (es decir las que no se especifica el tipo pero que se reportan dentro de un rubro genérico) fueron más frecuentes. Esta situación también se observa en el país. El motivo puede ser la falta de estudios médicos específicos, que corroboren con mayor precisión el tipo de EDA. El número en Álvaro Obregón fue 15,044, para Miguel Hidalgo 3,720 y Xochimilco 2,174.

La incidencia de las seis EDA fue mayor en la temporada de lluvias. En las delegaciones analizadas, los casos de giardiasis e infecciones intestinales aumentaban cuando lo hacía la temperatura máxima. La correlación fue lineal débil y estadísticamente significativa en un intervalo de confianza de 95%. Estas EDA son causadas hasta en 90% por el consumo de agua contaminada (Chacón y Leal, sin año). Con la precipitación, el mismo tipo de correlación se presentó con las segundas y la paratifoidea-salmonelosis.

Milpa Alta y Xochimilco fueron las delegaciones con los mayores índices de vulnerabilidad, 64.4 y 64.8 respectivamente. Esto se debió a los elevados indicadores de sensibilidad y menores de capacidad de adaptación. Álvaro Obregón fue la tercera más vulnerable. Cuajimalpa, Miguel Hidalgo y Magdalena Contreras presentaron una vulnerabilidad moderada a baja. El índice de vulnerabilidad aumentaba su valor con el tiempo.

La temperatura máxima fue un indicador de exposición que influyó en el índice de vulnerabilidad de las delegaciones. Esto ocurrió también con la precipitación, con excepción de Xochimilco. La turbiedad aumentaba la vulnerabilidad en delegaciones urbanas como Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo.

Algunos lineamientos propuestos para diseñar medidas de adaptación a los impactos del cambio climático, se encuentran los siguientes:

- El mejoramiento de indicadores como la cobertura de los servicios de salud, de educación, viviendas con agua potable entubada y con drenaje conectado a la red pública. En zonas

con superficies montañosas, aumentar la instalación de fosas sépticas técnicamente bien diseñadas.

- En las delegaciones con mayor índice de urbanización, deben incrementarse las áreas con vegetación, para mitigar en parte los efectos por la pérdida de confort ante el aumento de la temperatura y de las ondas de calor.
- Que las autoridades, tanto federales como locales, implementen formas más transparentes y rápidas de difusión de su información y acceso a sus bases de datos. Los mismos deben recopilarse con la mayor calidad posible. Esto para que los resultados de diferentes investigaciones sean más robustos.
- Realizar estudios sobre el inadecuado manejo intradomiciliario del agua para poder documentar la contribución que éste tiene en la contaminación del agua potable que consume el usuario. De esta forma, se contaría con más elementos científicos para realizar análisis de correlaciones e informar a la población sobre la importancia de mantener medidas frecuentes de higiene en los recipientes donde almacenan el agua para prevenir las EDA.
- Obligar a que el monitoreo de la calidad del agua potable a lo largo de las líneas de distribución para detectar alguna variación de la misma durante su recorrido y determinar la causa, tenga una mayor frecuencia, incluso diaria.
- Asegurar la eliminación de las fugas y fisuras en las redes de distribución del agua potable, a través de las cuales se pierde 35% del volumen abastecido al Distrito Federal, pero además resulta una fuente para que agua de mala calidad se introduzca en el agua potable.
- Establecer sistemas de alerta de la mala calidad del agua y capacitar al personal que los manejará.
- Impulsar con mayor rapidez, la instalación de equipo para almacenar agua de lluvia en las azoteas de los edificios y su uso en las actividades domésticas que no requieran agua de calidad alta. Esto ayudará a reducir el volumen del líquido que llega al drenaje.

# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un desafío global que agravará los problemas de disponibilidad y calidad del agua potable, debido a cambios esperados en los valores extremos de la temperatura y la precipitación. Los impactos del cambio climático aumentan en magnitud en la medida que la vulnerabilidad de los sistemas naturales o humanos se incrementa. Para estos últimos influyen las circunstancias de rezago y desigualdad, tanto económica como social.

Existen enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, alimentos y agua que son sensibles a cambios de las condiciones climáticas. Por ejemplo, las enfermedades diarreicas agudas (EDA) que ya son un problema de salud pública. Estas se encuentran entre las primeras causas de consulta médica y de muerte en el mundo. Durante 2008, en México la tasa de mortalidad general fue 3.4 por cada 100,000 habitantes y 2.8 en el Distrito Federal.

De acuerdo con Riojas *et al.*, (2006) las EDA aumentaban de 3 a 22% entre los niños menores de 5 años en comunidades con altos niveles de marginación, cuando la temperatura máxima lo hacía en 1°C. Charron *et al.*, (2004), NRC (2000) y Hammond y Pryce (2007) documentaron que después de periodos de lluvia extrema aumentaban los casos de las enfermedades de origen hídrico. La correlación entre la cantidad de lluvia y las concentraciones de ooquistes y quistes de *Cryptosporidium* y *Giardia spp.*, fue positiva. Las inundaciones también fueron asociadas al incremento de la turbiedad del agua que derivó en más consultas médicas y hospitalizaciones por gastroenteritis en áreas urbanas.

Los países desarrollados cuentan con programas rutinarios del monitoreo de la calidad del agua y de la incidencia de las EDA. Esto les permite tener información disponible de por lo menos 30 años de datos retrospectivos para realizar estudios de los efectos del cambio climático.

El Distrito Federal es una de las entidades federativas del país que tiene las bases de datos más completas de la calidad del agua y de la incidencia de EDA. Esto facilita los diagnósticos para determinar si la información disponible es la apropiada para realizar el mismo tipo de

estudios. En este contexto se desarrolló el presente trabajo. A continuación se expone la justificación del mismo y sus objetivos.

## **1.1 Planteamiento del problema y justificación**

El abastecimiento y la calidad del agua potable son factores relevantes para la sustentabilidad de la población y de las actividades que se desarrollan en el Distrito Federal. En esta entidad, las EDA fueron la causa de mortalidad general número diecinueve y la sexta entre los niños menores a cinco años durante el periodo 1998-2009 (SSA, 2011).

En el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012 (GDF, 2008), se reconoció que la población en el Distrito Federal es vulnerable ante el cambio climático, por factores como los siguientes:

- Problemas graves de sustentabilidad en el manejo del agua y de otros recursos.
- Alta dependencia de fuentes externas de abastecimiento de agua.
- Tiene la superficie más pequeña entre las 32 entidades federativas del país y registra la densidad poblacional más elevada.
- Concentra un elevado número de industrias y comercios.
- Hay fugas constantes del agua debido al deterioro de las redes de distribución, esto provoca la pérdida de 35% del volumen abastecido y/o que se contamine.
- Las plantas de tratamiento depuran sólo 7% del volumen total de aguas residuales.
- La entidad está expuesta a fenómenos hidrometeorológicos como las sequías prolongadas, ondas de calor y precipitaciones extremas que causan inundaciones.

De acuerdo con Escolero et al., (2010) y Soto et al., (2009), los efectos del cambio climático incidirán más sobre la disponibilidad y calidad del agua provenientes de las fuentes de abastecimiento externas y del acuífero local. Además, se espera un aumento en las EDA en particular en los asentamientos con elevados índices de marginación.

Las delegaciones en el Distrito Federal presentan diferentes grados de desarrollo social y económico. Por lo anterior es pertinente realizar diagnósticos para determinar cuáles son los

factores que inciden en aumentar su vulnerabilidad y su capacidad de adaptación.

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM antes de diciembre de 2012 y SACMEX actualmente) envió al Instituto de Ingeniería de la UNAM mediante el oficio GDF-SACM-OF/O/0631/08 con fecha del 11 de julio de 2008, los archivos electrónicos de las bases de datos de quince parámetros de la calidad del agua para 202 pozos ubicados en seis delegaciones: Álvaro Obregón; Cuajimalpa; Magdalena Contreras; Miguel Hidalgo; Milpa Alta y Xochimilco. La Secretaría de Salud del Distrito Federal (SSDF antes de diciembre de 2012 y SEDESA actualmente) envió las bases de datos de los casos de EDA registrados en las delegaciones del Distrito Federal. Esta información fue la base para el desarrollo de este trabajo.

## **1.2 Hipótesis**

Las variables climáticas como la temperatura y la precipitación, influyen en la variación de los parámetros de calidad del agua potable subterránea y en la incidencia de enfermedades diarreicas agudas, en las delegaciones del Distrito Federal. A pesar de la incertidumbre en las correlaciones, es posible identificar los factores que influyen en la vulnerabilidad histórica de la población y en un contexto de cambio climático.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar cuantitativamente la vulnerabilidad histórica de la población en seis delegaciones del Distrito Federal, ante la variación de la calidad del agua potable subterránea y la incidencia de enfermedades diarreicas agudas. A partir de ello, identificar los lineamientos de medidas de adaptación ante los impactos del cambio climático.

### **1.3.2 Objetivos particulares**

- Efectuar un diagnóstico de la variación de la calidad del agua potable en seis de las delegaciones del Distrito Federa, su correlación con la temperatura máxima y la precipitación acumulada, con base a datos históricos disponibles. A partir de esto,

identificar las necesidades y/o adecuaciones en su frecuencia de monitoreo ante el cambio climático.

- Realizar un diagnóstico de los registros de los casos de enfermedades diarreicas agudas en seis de las delegaciones del Distrito Federal, la correlación de estos con las dos variables climáticas mencionadas. Lo anterior para determinar si la base de datos histórica disponible responde a los análisis necesarios en un contexto de cambio climático.
- Identificar la presencia de los riesgos a la salud por el agua subterránea potable que consume la población. Lo anterior se hará a partir de correlaciones entre los datos de los parámetros de la calidad del agua y de las enfermedades diarreicas agudas.
- Estimar cuantitativamente los Índices de vulnerabilidad de la población en seis de las delegaciones ante la oscilación de dos variables climáticas, de la calidad del agua potable subterránea que consume y de la incidencia de enfermedades diarreicas agudas.
- Proponer lineamientos que deben considerarse en el diseño de las medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de la población respecto a la variación en la relación clima-calidad del agua-salud en un contexto de cambio climático.

#### **1.4 Alcances**

➤ La investigación se basó en los datos de 15 parámetros de calidad del agua que el Sistema de Aguas de la Ciudad de México proporcionó para las delegaciones Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta y Xochimilco. El periodo de esta información fue para 1955-2008 (Tabla 1.1).

Siete de esos parámetros (pH, SDT,  $D_T$ ,  $COL_T$ ,  $COL_F$ , T y  $Cl_L$ ) están considerados en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 “Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”. En estos se enfocará el análisis en este trabajo.

**Tabla 1.1.** Contenido de la base de datos de los parámetros de calidad del agua en los pozos de seis delegaciones del Distrito Federal.

Delegación	Número de pozos	Periodo de muestreo	Años de registro	Indicador
Álvaro Obregón	34	12-Abr-55 a 13-Jun-08	54	Conductividad (COND) Potencial de Hidrógeno (pH) Sólidos Disueltos Totales (SDT) Dureza Total (D <sub>T</sub> ) Cuenta Estándar (C <sub>EST</sub> ) Coliformes Totales (COL <sub>T</sub> ) Coliformes Fecales (COL <sub>F</sub> ) Turbiedad (T) Demanda Química de Oxígeno (DQO <sub>T</sub> ) Sólidos Totales (ST) Sólidos Totales Volátiles (STV) Sólidos Totales Fijos (STF) Sólidos Suspendidos Totales (SST) Cloro libre (Cl <sub>L</sub> ) Cloro total (Cl <sub>T</sub> )
Cuajimalpa	2	06-oct-66 a 16-abr-08	43	
Magdalena Contreras	20	16-abr-86 a 28-dic-07	23	
Miguel Hidalgo	32	01-jun-55 a 17-abr-08	54	
Milpa Alta	25	22-jun-77 a 17-jun-08	32	
Xochimilco	89	30-abr-55 a 20-jun-08	54	
TOTAL	202			

Fuente: elaboración propia con base a datos del SACM, 2008.

➤ La base de datos de la incidencia de EDA para el periodo 1995-2008, fue enviada por la Secretaría de Salud del Distrito Federal al Instituto de Ingeniería de la UNAM. La clave de diagnóstico (CVE\_DIAGNO) fue establecido por la SSA y la Clasificación Internacional de Enfermedades en su 10<sup>a</sup> versión (CVE\_CIE10) por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

**Tabla 1.2.** Las seis enfermedades diarreicas agudas analizadas en este trabajo.

Enfermedad	CVE_DIAGNO	CVE_CIE10
Fiebre tifoidea	06	A01.0
Giardiasis	07	A07.1
Hepatitis aguda tipo A	37	B15
Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas	8	A04, A08-A09
Paratifoidea y otras salmonelosis	11	A01.1-A02
Shigelosis	05	A03

Fuente: elaboración propia con base a datos de SSDF, 2008.

Las infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas, son aquellas de las que no se especifica el tipo pero que se reportan dentro de un rubro genérico. Para simplificar la redacción se referirán en este trabajo como infecciones intestinales. La paratifoidea y otras salmonelosis, como paratifoidea-salmonelosis.

➤ Los diagnósticos y la identificación de riesgos se efectuarán para la temporada de estiaje (noviembre-abril) y de lluvia (mayo-octubre).

➤ Se usó una metodología para estimar cuantitativamente el índice de vulnerabilidad para los años 1995, 2000, 2005 y 2010. La información sobre los parámetros de calidad del agua extraída de los pozos, del número de casos de EDA y de los indicadores utilizados, se recopiló de los informes de instituciones oficiales.

## **1.5 Estructura del trabajo**

Los capítulos en los que este trabajo está estructurado contienen la siguiente información:

1. Introducción, hipótesis y los objetivos que se esperan alcanzar.
2. Los vínculos teóricos de la disponibilidad y la calidad del agua potable subterránea, su incidencia en las enfermedades diarreicas agudas de interés en este trabajo y cómo se verá afectada esta relación bajo escenarios de cambio climático.
3. Algunos aspectos de la dinámica social y económica de la zona de estudio y que contribuyen a su vulnerabilidad y/o capacidad de adaptación al cambio climático.
4. La metodología utilizada para determinar las correlaciones entre la temperatura, la precipitación, los parámetros de calidad del agua potable y la incidencia de las enfermedades, así como la estimación de los índices de vulnerabilidad históricos con vistas a identificar los enfoques necesarios en el diseño de medidas de adaptación.
5. Los resultados en forma de tablas y gráficas.
6. Discusión general de los resultados obtenidos.
7. Conclusiones y algunas recomendaciones encaminadas a fortalecer las capacidades en las delegaciones del Distrito Federal para hacer frente al cambio climático.
8. Lista de la bibliografía consultada.

# CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

El agua es uno de los recursos más importantes para los seres vivos. En condiciones de cambio climático, la disponibilidad y la calidad del mismo variarán. También se esperan impactos en la incidencia de las enfermedades diarreicas agudas. Los diagnósticos de la vulnerabilidad de la población ante estas variaciones, son relevantes para identificar los factores que deben atenderse con prioridad para aumentar su capacidad de adaptación.

## 2.1 Disponibilidad del agua subterránea

El agua que precipita se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados, debido a la gravedad de la Tierra. Eventualmente llega a los manantiales, los arroyos, lagos y océanos. Cuando el agua almacenada en el suelo puede fluir hacia los pozos y los arroyos, recibe el nombre de “acuífero”. Este es una unidad geológica saturada que contiene agua extraíble en cantidades aprovechables. En función de las condiciones de presión a la que se encuentra sometida el agua subterránea, los acuíferos se pueden clasificar como libre, confinado y semiconfinado, entre otros (IMTA, 2011).

### 2.1.1 Situación en el mundo

En el mundo existen casi 1,400,000,000 kilómetros cúbicos de agua (km<sup>3</sup>) y 2.5% es agua dulce. Este porcentaje incluye principalmente a los ríos, lagos, glaciares, mantos de hielo y acuíferos. Casi tres cuartas partes del agua dulce en el mundo están contenidas en los glaciares y mantos de hielo, de los cuales alrededor de 97% son inaccesibles para su uso, ya que se encuentran en la Antártica, el Ártico y Groenlandia. El agua subterránea representa 96% del agua dulce no congelada en el planeta. Esta fuente es fundamental para satisfacer las demandas del recurso de la población mundial (SEMARNAT, 2009).

#### Acceso al agua potable

De acuerdo con la OMS, un derecho de las personas es disponer de una cantidad de agua suficiente, salubre, accesible y asequible para su uso personal y doméstico. Esta organización

informó que 1,000,000,000 de personas no tenían acceso a fuentes mejoradas de agua, principalmente en países en desarrollo (SSA, 2012).

En un estudio elaborado por la OMS, se publicaron diferentes dotaciones per cápita y sus efectos en la salud (Tabla 2.1). El peor escenario fue con 5 L/hab/d y el óptimo de 100 L/hab/d o más.

**Tabla 2.1.** Indicadores internacionales de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable.

Nivel del servicio	Medición del acceso	Necesidades atendidas	Nivel del efecto en la salud
Sin acceso (cantidad recolectada generalmente menor de 5 L/hab/d)	Más de 1,000 m ó 30 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – no se puede garantizar la higiene – no es posible (a no ser que se practique en la fuente)	Muy alto
Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar 20 L/hab/d)	Entre 100 y 1,000 m ó de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – se debe asegurar higiene – el lavado de manos y la higiene básica de la alimentación es posible; es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente	Alto
Acceso intermedio (cantidad promedio de aproximadamente 50 L/hab/d)	Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 100 m ó 5 minutos del tiempo total de recolección)	Consumo – asegurada la higiene – la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada; se debe asegurar también la lavandería y el baño	Bajo
Acceso óptimo (cantidad promedio de 100 L/hab/d y más)	Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos	Consumo – se atienden todas las necesidades higiene – se deben atender todas las necesidades	Muy bajo

Fuente: WHO, 2013.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estableció que un país con escasez crónica de agua, es aquel con menos de 1,000 m<sup>3</sup> disponibles por habitante al año (FUSDA, 2011).

### 2.1.2 México

En México se reciben 1,488 km<sup>3</sup> de agua en forma de precipitación. De esta cantidad, 72.5% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, 25.6% escurre por los ríos o arroyos y 1.9% restante se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos. Además del agua obtenida por precipitación, México recibe 49.74 km<sup>3</sup> por importaciones de los ríos de las fronteras norte y sur y exporta 0.43 km<sup>3</sup> desde el río Bravo a Estados Unidos.

Los acuíferos registrados en el país suman 653 y reciben 78,500,000,000 m<sup>3</sup> de agua dulce renovable, 35% se extrae de pozos, norias, galerías filtrantes y manantiales. De estos, 105 están sobreexplotados y se les extrae 58% del agua subterránea para todos los usos. Esta reserva disminuye a razón 6 km<sup>3</sup>/año (CONAGUA, 2011).

Del balance general, se tiene que la disponibilidad media natural de agua por habitante en México es de 458 km<sup>3</sup>/año. Este valor es superior al de países como Egipto (30 km<sup>3</sup>), Arabia Saudita (140 km<sup>3</sup>), o Israel (33 km<sup>3</sup>), pero muy inferior si se compara con el de Estados Unidos (3,051 km<sup>3</sup>), Canadá (2,902 km<sup>3</sup>) o Brasil (8,233 km<sup>3</sup>) (SEMARNAT, 2009).

La disponibilidad promedio de agua renovable per cápita en México fue 4,288 m<sup>3</sup>/hab/año en 2010 y se estima que disminuirá a 3,800 m<sup>3</sup>/hab/año en 2030. En el Valle de México la disponibilidad promedio es de 165 m<sup>3</sup>/hab/año que es la más baja en el país (CONAGUA, 2011).

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CNA hasta 2007 y CONAGUA actualmente), 76.8% del agua se usa para actividades agrícolas, 13.9% se dispone para el abastecimiento público, 5.4% a termoeléctricas y 3.8% a la industria autoabastecida<sup>1</sup>. Las extracciones para uso agrícola se concentran en las entidades del norte y noroeste del país y en el Bajío. Las destinadas a la industria se localizan, en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), en la cuenca del río Lerma y en el norte

La CONAGUA divide al país en 13 regiones hidrológicas para la gestión del agua subterránea. En la treceava a la que pertenece el Distrito Federal se ejerce un grado de presión de 132.6% que es el más alto del país (CONAGUA, 2011).

La cobertura promedio de viviendas con acceso a agua potable fue 91.6% en 2011. En las zonas urbanas 95.6% y en las rurales, 51.1%. En estas últimas no es frecuente la verificación de la calidad del agua para consumo humano y pueden presentarse más brotes de enfermedades diarreicas agudas atribuidas a la mala calidad del líquido que se extrae de los pozos.

---

<sup>1</sup>Industria autoabastecida, son aquellas empresas que toman el agua directamente de los ríos, arroyos, lagos y acuíferos del país.

El mayor consumo *per cápita* de agua potable (400 L/hab/d) se presenta entre la clase socioeconómica que vive en viviendas residenciales y en zonas con climas cálidos (Tabla 2.2). En las viviendas populares bajo clima semifrío, el valor disminuye a 100 L/hab/d.

**Tabla 2.2.** Consumos domésticos *per cápita* de agua potable en México.

Clima	Temperatura °C	Consumo por clase socioeconómica (L/hab/d)		
		Residencial	Medio	Popular
Cálido	>22	400	230	185
Semicálido	18-22	300	205	130
Templado	12-17.9	250	195	100
Semifrío	5-11.9	250	195	100

Fuente: CNA, 2007.

### 2.1.3 Distrito Federal

El caudal promedio de agua que se suministró al Distrito Federal fue 31.9 m<sup>3</sup>/s en 2011. Las fuentes externas integradas por los sistemas Lerma y Cutzamala aportaron 13 y 28% respectivamente, el acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México 41%. El porcentaje restante provino de manantiales, del río Magdalena y de otras fuentes externas ubicadas en las zonas norte y oriente de la entidad (GDF, 2012).

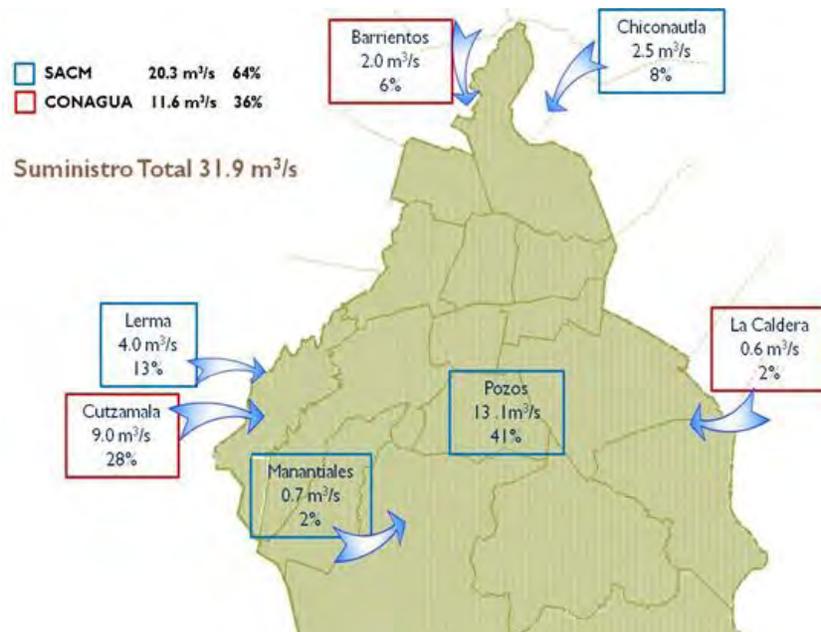
En la Figura 2.1 se observa que la mayoría de las fuentes de abastecimiento están ubicadas al poniente, al norte y al sur del Distrito Federal. La población en el oriente del Distrito Federal sufre con mayor frecuencia de la escasez de este recurso.

En el mismo año, 44% del consumo total se destinó al uso doméstico, 21% al industrial, comercial y de servicios. Las pérdidas por fugas, agua no contabilizada y clandestinaje, debidas a la edad de las redes de distribución y al hundimiento en algunas regiones, sumaron 35%.

#### 2.1.3.1 Pozos

El acuífero que subyace en el Distrito Federal es la principal fuente de abastecimiento de agua potable; se recarga a través de infiltraciones que se generan sobre la sierra de las Cruces (en el poniente) y del Chichinautzin (al sur). La región del Cerro de la Estrella también es una zona de recarga natural de suma importancia. El agua circula de las sierras hacia el centro de

la ciudad, en donde se realiza la extracción de agua subterránea por medio de pozos profundos (GDF, 2012).



**Figura 2.1.** Fuentes de suministro de agua al Distrito Federal.  
Fuente: GDF, 2012

Los 588 pozos operados por el Sistema de Agua de la Ciudad de México (SACMEX) están distribuidos en las regiones Norte, Centro, Oriente, Sur y Poniente. Aportan  $13.1 \text{ m}^3/\text{s}$  de agua en conjunto. La penúltima de estas incluye a los subsistemas Tlalpan, Xochimilco y Auxiliar Xotepingo, que aportan casi 60% de ese volumen (Tabla 2.3).

La profundidad promedio es de 200 m, con valores extremos superiores a 1,000 m. En 2012 se perforó un pozo de 2,000 m en Iztapalapa, pero es técnicamente más costoso extraer el agua que además es confinada y no se recarga.

Los pozos se empezaron a perforar en 1935 y los últimos fueron los de la batería Milpa Alta en el sur, 1960 (Escolero *et al.*, 2009). La totalidad de los pozos ya superaron su ) y con frecuencia se encuentran fuera de operación (Tabla 2.3).

La infraestructura hidráulica desarrollada durante el siglo XX se hizo obsoleta porque ya existen tecnologías más eficientes y económicas. Su capacidad de conducción se rebasó y

con frecuencia se presentan fisuras y fugas de agua que causan el desperdicio de hasta 35% del volumen de agua potable suministrado (DF, 2010).

De las 28,928 fugas que se presentaron en 2010, 28,198 fueron en en tomas y 3,548 en la red (GDF, 2012). El mayor porcentaje de las fugas se concentraba en Gustavo A. Madero (16.36%), Iztapalapa (14.16%) y Álvaro Obregón (11.96%). En el Anexo A de este trabajo se presenta más información al respecto.

**Tabla 2.3.** Problemas presentados en los pozos operados por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, durante el periodo 2001-2008.

Región	No. de pozos	Edad (años)	Volumen extraído (m <sup>3</sup> /s)	Profundad		Situación extraordinaria
				máxima (m)	mínima (m)	
Centro	79	40	1.93	512	102	El problema más grave es el descenso de los niveles, y frecuentemente se tienen que dejar de operar algunos pozos para permitir su recuperación. Problemas de calidad del agua.
Norte	39	38	1.06	300	100	Se reportaron 2 pozos parados por problemas de mala calidad del agua.
Chiconautla*	39	53	1.33	321	50	Reducción del caudal y reposiciones por la edad de los pozos, el desgaste del equipo, el abatimiento del nivel del agua. Problemas de calidad del agua dada la acelerada urbanización e industrialización de la zona y la cercanía de puntos críticos como el tiradero municipal.
Oriente	91	33	3.01	965	48	En 2001, la mala calidad afectó 21 pozos. En 2008, el reposicionamiento requerido alcanzó 43% del total de los pozos.
Poniente	25	45	0.21	1,302	200	Durante 2008, se pararon 16 pozos por abatimiento de los niveles y uno por la mala calidad del agua.
Sur-Auxiliar Xotepingo	32	48	7.72	216	95	De 2006 a 2008, se reposicionaron 38 pozos. En 2008, 15 % de los pozos se encontraron fuera de operación; se pararon 8 pozos por causa del abatimiento local en los subsistemas Tlalpan, Xochimilco y Auxiliar Xotepingo; por mala calidad en el agua se dejaron fuera de operación 6 pozos en Coyoacán, Xochimilco y Milpa Alta.
Sur-Coyoacán	99	30		1,200	80	
Sur Milpa Alta	48	32		350	53	
Sur Tlalpan	66	30		401	100	
Sur Xochimilco	70	33		350	31	

\*El sistema Chiconautla se refiere a una batería de pozos en el Estado de México (Municipio de Ecatepec de Morelos) que capta agua del acuífero Cuautitlán-Pachuca cuya principal zona de recarga se considera el Cerro Chiconautla.

Fuente: Modificado de Escolero *et al.*, 2009.

### 2.1.3.2 Cobertura de agua potable

Con respecto a la dotación, la Ley de Aguas define el acceso al agua como un derecho y establece que la cantidad mínima suministrada debe ser 50 L/hab/d. La dotación promedio teórica en el Distrito Federal es 327 L/hab/d, pero al restar las pérdidas por las fugas, el valor de dotación efectiva baja a 160 L/hab/d. Los consumos mínimos varían desde 28 L/hab/d en algunos asentamientos irregulares; 275-410 L/hab/d en las zonas de sectores medios y 800-1,000 L/hab/d en los sectores de máximos ingresos (DF, 2010; DF, 2013).

La cobertura de abastecimiento de agua potable fue de 94.3% de las viviendas durante 2010.

De la población que está conectada a la red de agua potable, 81.50% (aproximadamente 6,966,815 habitantes) la recibe diario pero no constante durante las 24 horas, sino por tandeo algunas horas. Las personas que la reciben irregularmente durante la semana son 1,443,000. De estos 2.54% es por cuatro días, 6.45% tres días, 2.47% dos días, 2.58% un día y 1.62% la espera más de una semana en promedio (GDF, 2010).

**Tabla 2.4.** Cifras relevantes sobre el abasto de agua potable y su irregularidad en las delegaciones del Distrito Federal.

Delegación	Dotación L/hab/d		Var. %	Abasto*		Tasa de aumento de casos por falta de agua % (1997-2008)	Delegación	Dotación L/hab/d		Var. %	Abasto*		Tasa de aumento de casos por falta de agua % (1997-2008)
	1997	2007		diario	3 días por semana			1997	2007		diario	3 días por semana	
Álvaro Obregón	431	391	-9.28	90.34	2.59	9.2	Iztapalapa	269	238	-11.52	69.51	12.45	0.1
Azcapotzalco	323	326	0.93	93.99	1.66	63.8	Magdalena Contreras	460	414	-10.00	78.71	5.29	7.4
Benito Juárez	463	455	-1.73	93.99	1.66	24.2	Miguel Hidalgo	491	478	-2.65	93.99	1.66	7.9
Coyoacán	317	312	-1.58	93.99	1.66	5.9	Milpa Alta	343	231	-32.65	69.51	12.45	4.3
Cuajimalpa	686	525	23.47	90.34	2.59	7.9	Tláhuac	247	177	-28.34	69.51	12.45	9.2
Cuauhtémoc	491	480	-2.24	93.99	1.66	16.6	Tlalpan	286	249	-12.94	78.71	5.29	1.8
Gustavo A. Madero	347	343	-1.15	78.71	5.29	8.2	Venustiano Carranza	329	337	2.43	90.34	2.59	-0.3
Iztacalco	318	317	-0.31	90.34	2.59	10.3	Xochimilco	270	214	-20.74	69.51	12.45	-2.7
							Distrito Federal	362	327	-9.67	N.D.	N.D.	

\* El porcentaje de la población no suma 100% porque no se incluyó aquella que recibe 5, 4, 2 o 1 días por semana.

Fuente: elaborado con base a GDF, 2010.

## 2.2 Calidad del agua potable subterránea

La calidad del agua está determinada por diferentes características físicas, químicas y organolépticas entre otras, las cuales varían en función de la fuente de la cual provenga.

### 2.2.1 Factores de contaminación

La contaminación de un cuerpo de agua superficial o subterráneo depende de múltiples factores, como los siguientes:

- Las descargas directas de agua residual provenientes de las actividades domésticas, agropecuarias o industriales, aportan contaminantes como el fósforo y el nitrógeno que son nutrientes para diversas formas de vida, organismos patógenos incluidos las bacterias y

virus, materia orgánica, detergentes, metales pesados, sustancias químicas orgánicas sintéticas, hormonas y productos farmacéuticos (SEMARNAT, 2012).

- De forma indirecta hay alteración por la disposición inadecuada en el suelo de los residuos sólidos urbanos o peligrosos, que pueden ocasionar escurrimientos de los lixiviados hacia los acuíferos.
- Las fuentes potenciales de contaminación difusa son el sector agropecuario por la irrigación de cultivos con aguas residuales, aplicación de pesticidas, fertilizantes y residuos de granjas y la intrusión de agua salina.
- Filtraciones a través de las fisuras en los sistemas de distribución o por cambios en la presión.
- Manejo intradomiciliario deficiente, el cual se agrava por el almacenamiento en cisternas, tinacos u otros depósitos en mal estado o que no se limpian con frecuencia.
- Hundimientos del terreno por la sobreexplotación del acuífero y la construcción de inmuebles cada vez más elevados.

Los ecosistemas tienen la capacidad natural para descomponer o inmovilizar los contaminantes.

En la Tabla 2.5 se presenta algunas fuentes de contaminación en las seis delegaciones analizadas.

**Tabla 2.5.** Fuentes contaminantes del agua subterránea en seis delegaciones del Distrito Federal.

Región	Álvaro Obregón	Cuajimalpa	Magdalena Contreras	Miguel Hidalgo	Milpa Alta	Xochimilco
Industrias en 2008 (número)	1,469	337	387	1,306	432	1,274
Drenaje primario (km)	62.1	0.0	5.1	93.7	0.0	15.2
Drenaje profundo (km)	8.0	0.0	0.0	11.9	0.0	0.6
Depósitos de residuos (número)	2	0	0	0	1	0
Depósitos de combustibles (número)	1	0	0	0	0	0
Zona urbanizada en 2010 (%)	63.8	22.1	23.7	85.1	1.8	21.8
Gasolineras (número)	16	3	1	26	2	3
Pozos (número)	34	2	20	32	25	89
Arcillas (%)	0	0	0	24	0	28

## 2.2.2 Parámetros regulados para el consumo de agua

En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 de la SSA, establece que “el abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades diarreicas agudas y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor” (SSA, 1995).

La norma fue modificada en 2000 y establece valores límite para 48 parámetros (Anexo B en este trabajo). De los 15 parámetros incluidos en la base de datos proporcionada por el SACMEX, siete están regulados (Tabla 2.6).

**Tabla 2.6.** Límites establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 modificada de siete parámetros de la calidad del agua considerados en este trabajo.

Indicador	Límite permisible
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
<i>E. coli</i> o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método
Cloro residual libre	0.2-1.5 mg/L
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500 mg/L
pH	6.5-8.5 unidades de pH
Sólidos disueltos totales	1,000 mg/L

Fuente: modificado de SSA, 2000.

La contaminación microbiológica se establece con base a los coliformes totales y los fecales. Está documentado que esto es limitativo porque aún cuando el agua cumpla con los límites establecidos para esos parámetros, puede contener otros organismos.

Félix *et al.*, (2007) evaluaron la calidad microbiológica del agua de pozo que abastecía a tres comunidades rurales del sur de Sonora y encontraron concentraciones elevadas de mesofílicos aerobios, un parámetro que no está considerado en la NOM-127-SSA1-1994 modificada. Cifuentes *et al.*, (1999) informaron que en la cuenca sur (Xochimilco-Tláhuac) del Distrito Federal, se habían registrado brotes de enfermedades entéricas transmitidas por agua que cumplía satisfactoriamente con los criterios microbiológicos establecidos en la NOM-127-SSA1-1994, pero contaminada con protozoarios.

En el Distrito Federal, Torres (1999) monitoreó durante diez meses, los parámetros tradicionales del agua subterránea en cinco pozos y además los colifagos. Entre sus resultados, los colifagos tenían una mejor correlación con la calidad del agua, eran más resistentes a condiciones ambientales adversas y a tratamientos de desinfección de la misma. Por su tiempo de supervivencia más larga en el acuífero eran de mayor utilidad para la evaluar la contaminación antigua y la reciente.

En México no se determinan todos los parámetros relacionados con la calidad del agua por la dificultad técnica y económica que esto representa.

La demanda química de oxígeno (DQO) que indica la presencia de descargas no municipales (>40 mg/L) y los sólidos suspendidos totales (SST), son dos parámetros que la CONAGUA usa para evaluar la calidad del agua en cuerpos superficiales.

### **2.2.3 Monitoreo de la calidad del agua**

La contaminación del agua subterránea no es perceptible y en la mayoría de los casos se descubre cuando los usuarios detectan un cambio físico u organoléptico al consumirla.

El control permanente y sistemático de la calidad del agua para uso y consumo humano es útil para confirmar que el tratamiento para su potabilización y la distribución, respondan a los objetivos y reglamentaciones establecidas.

Un factor para prevenir la transmisión de enfermedades infecciosas y parasitarias, así como las derivadas de la continua ingestión de sustancias tóxicas que puede contener el agua abastecida a la población, es realizar actividades periódicas de vigilancia microbiológica y de salud pública de todo el sistema de abastecimiento de agua, de la fuente al consumidor.

La probabilidad para detectar un problema accidental o periódico dependerá de la frecuencia del monitoreo. En la norma NOM-179-SSA1-1998 se establece la base para realizarlo, pero también dependerá de los recursos económicos y humanos disponibles.

**Tabla 2.7.** NOM-179-SSA1-1998. Vigilancia y evaluación del control de la calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.

<b>Determinación de cloro residual libre en la red de distribución</b>		
Población abastecida Número de habitantes	Muestras por número de habitantes	Frecuencia
<2,500	1/<2,500	semanal
2,501-50,000	1/5,000	semanal
50,001-500,000	5/50,000	semanal
>500,000	1/50,000	diaria
<b>Examen microbiológico en red de distribución</b>		
Población abastecida Número de habitantes	Muestras por número de habitantes	Frecuencia
<50,000	1/<50,000	semanal
50,001-500,000	1/50,000	semanal
>500,000	1/250,000	diaria
<b>Análisis fisicoquímico y examen microbiológico</b>		
Sitio de muestreo		
En la entrada a red de distribución desde:	Número de muestras	Frecuencia
Fuente de abastecimiento superficial	1	Trimestral
Fuente de abastecimiento subterránea	1	Semestral
Mezcla de dos o más tipos de fuentes y/o tanque de almacenamiento y regulación	1	Semestral (Trimestral si incluye fuentes superficiales)

Fuente: SSA, 1999.

#### 2.2.4 Situación en el Distrito Federal

La vigilancia de la calidad del agua en el Distrito Federal la realiza el SACMEX. Este organismo realiza muestreos en la red de distribución y en tomas domiciliarias. En su página de internet ([www.sacm.df.gob.mx:805/web/sacm/calidaddelaguadocumentacion](http://www.sacm.df.gob.mx:805/web/sacm/calidaddelaguadocumentacion)) informa los resultados de los análisis realizados a las muestras. La forma en que se publican se limita al número por delegación, mes, año, y el porcentaje que cumplió con la norma, en particular para el cloro y la calidad microbiológica. Esto se considera limitativo. Para realizar correlaciones sería más conveniente publicar los valores de las concentraciones. También se observó que hay información a la cual no se tiene permiso de consultar.

Los reportes por la mala calidad del agua potable recibida aumentaron significativamente en la delegación Xochimilco durante el periodo 1997-2008 (Tabla 2.8). Las colonias del suroeste de la delegación carecen de drenaje y desalojan las aguas residuales de forma directa a los arroyos, las barrancas y cañadas. En el mejor de los casos se utilizan fosas sépticas pero que no cuentan con pozos de adsorción técnicamente diseñados.

**Tabla 2.8.** Variación porcentual de los reportes de la mala calidad del agua por delegación durante el periodo 1997-2008.

Delegación	Mala Calidad	Delegación	Mala Calidad
Álvaro Obregón	-8.0	Iztapalapa	-7.6
Azcapotzalco	0.9	Magdalena Contreras	-9.0
Benito Juárez	-7.9	Miguel Hidalgo	-6.9
Coyoacán	-5.7	Milpa Alta	1.7
Cuajimalpa	-2.8	Tláhuac	-5.3
Cuauhtémoc	-8.5	Tlalpan	-8.3
Gustavo A. Madero	-7.5	Venustiano Carranza	-5.2
Iztacalco	-7.1	Xochimilco	26.3

Fuente: GDF, 2010.

Los acuíferos en el oriente y sur (Iztapalapa, Tlalpan y Xochimilco) tienen más propensión a la contaminación. Un elevado porcentaje (hasta 70% en el caso de la última delegación arriba mencionada) de la demanda de los habitantes en estas zonas se cubre con el agua extraída de los pozos locales. El recurso se está degradando por sobreexplotación. El bombeo a mayores profundidades induce que el agua de mala calidad del acuitardo se mezcle con agua del acuífero principal de buena calidad. Como consecuencia de esa creciente degradación, las plantas potabilizadoras a pie de pozo operan fuera de su diseño de construcción.

De acuerdo Escolero *et al.*, (2009), los parámetros químicos que se presentan en mayor concentración en algunos pozos son el amoníaco ( $\text{NH}_4$ ) y micro-organismos que indican (doméstico, municipal y/o lixiviados). En el oriente, la problemática de calidad del agua se debe en gran medida a los tiraderos de basura. En el sur, sobre todo en la zona de montaña, se carece de drenaje y el agua residual se descarga sobre el terreno, elevando el riesgo de infiltración a los pozos de donde se extrae el agua.

La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) de la SSA realizó un muestreo del agua de la red de abastecimiento en Iztapalapa, Iztacalco, Tláhuac, Xochimilco, Milpa Alta, Coyoacán y Tlalpan en marzo de 2008. Entre los resultados se reportó bajas eficiencias de cloración.

Durante junio y julio de 2009, la Comisión efectuó otro muestreo y confirmó que los mayores riesgos sanitarios se localizaban en Xochimilco, Milpa Alta y Tláhuac. De 107 muestras que se tomaron, nueve (8.4%) tuvieron presencia de bacterias de origen fecal (*E. coli*), a pesar de que el agua había sido clorada. Se concluyó que si bien el sistema de abastecimiento de agua

se estaba clorando, existía contaminación en las redes del sistema de abastecimiento de agua que impedía que el cloro que se encontraba en la red tuviera el suficiente tiempo de contacto para poder desinfectar el líquido.

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México, aseguró que las 107 muestras no eran suficientes porque en toda la ciudad hay 2,000,000 de tomas. Además que la contaminación señalada por la COFEPRIS pudo originarse al interior de las viviendas, por instalaciones deficientes o falta de sanidad en las mismas.

Ante la problemática de la mala calidad del agua que recibe, 76.94% de la población en las delegaciones la compra embotellada para asegurar su potabilidad, 10.84% la hierve, 4.58% la toma directamente de la llave y 4.37% la filtra o purifica. Se considera que la mayoría de los habitantes que le compra el líquido a las empresas privadas, lo utilizan para beber y que usan agua de la llave para otras actividades como el cepillado de dientes, bañarse, lavar alimentos y cocinar.

Soto (2007), informó que el ingreso de las familias estaba correlacionado negativamente con los gastos de almacenamiento y la compra de agua embotellada, y que éstos aumentaban conforme se pasaba de la zona poniente con mayores ingresos, a la oriente con menores.

## **2.3 Enfermedades diarreicas agudas**

Las enfermedades diarreicas agudas (EDA) son un problema de salud pública asociado con el consumo de agua y alimentos contaminados. Las EDA se encuentran entre las primeras causas de consulta médica y de muerte en el mundo y en México. Las personas afectadas pueden ser personas de cualquier edad y condición social, aunque los grupos más vulnerables son los niños menores de cinco años y los ancianos (García *et al.*, 2007).

En su “Perfil epidemiológico de las enfermedades infecciosas intestinales”, la SSA considera las siguientes nueve, entre paréntesis se presenta el código CIE: i) amebiasis intestinal (A06.0, A06.1, A06.2, A06.9), ii) cólera (A00), iii) fiebre tifoidea (A01.0), iv) giardiasis (A07.1), v) infecciones intestinales por otros organismos y mas (A04, A08, A09), vi) intoxicación alimentaria bacteriana (A05), vii) otras infecciones intestinales debidas a protozoarios (A07.0, A07.2, A07.9), viii) paratifoidea y salmonelosis (A01.1, A01.4, A02) y ix) Shigelosis (A03).

### 2.3.1 Agentes

Las EDA son causadas por los siguientes agentes:

- i. Bacterias: *Campylobacter jejuni*, *Cryptosporidium sp*, *Escherichia coli enterotoxigénica* (ECET), *Escherichia coli enteroinvasiva* (ECEI), *Escherichia coli enteropatógena* (ECEP), *Escherichia coli hemorrágica* (ECEH), *Salmonellae sp*, *Shigellae sp*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolítica*.
- ii. Virus: Adenovirus entéricos, Astrovirus, Calcivirus Rotavirus, Virus Norwalk.
- iii. Parásitos: *Entamoeba histolytica* y *Giardia lamblia*.

El periodo de incubación de dichos agentes va desde 3 horas hasta 10 días.

### 2.3.2 Síntomas

Las personas afectadas por una EDA pueden presentar fiebre, vómito, dolor abdominal y diarrea moderada o intensa. Los niños y los ancianos suelen sufrir efectos más agudos por la excesiva pérdida de electrolitos en su cuerpo durante la enfermedad. Esto les causa deshidratación grave y en ocasiones la muerte (Hernández *et al.*, 2011). En la decisión de no acudir a consulta médica influye si los síntomas son ligeros, la falta de recursos económicos si la persona no es derechohabiente a algún servicio de salud.

Por ejemplo, García *et al.*, (2007) publicó que 21% de los estudiantes encuestados acudió a consulta médica para ser atendidos, 26% se automedicó y 20% tomó remedios caseros, como té de manzanilla y agua mineral. Los que utilizaron el reposo para sentirse mejor fue 26% y quienes prefirieron el ayuno como práctica curativa, 7%.

### 2.3.3 Atribución al consumo de agua o alimentos

Los agentes patógenos que causan las EDA son transmitidos diferencialmente por la ingestión de agua o de alimentos infectados. Las EDA atribuibles al agua contaminada se denominan hidrotransmisibles o de origen hídrico. Chacón y Leal (sin año) estudiaron un brote epidemiológico de EDA en Morelos y reportaron que 90% de los casos de cólera, giardiasis y hepatitis A fueron por consumo de agua contaminada (Tabla 2.9). Las EDA fueron clasificadas

con base a la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) en su 10ª versión de la Organización Mundial de la Salud.

Otros factores que influyen en la ocurrencia de las EDA son la falta de higiene personal, el bajo control sanitario en la preparación de los alimentos y la desnutrición.

**Tabla 2.9.** Enfermedades atribuibles al consumo de agua y de alimentos en un brote epidemiológico en Morelos.

Enfermedad	CIE 10	Consumo agua (%)	Consumo de alimentos (%)
Cólera	n.d.	90	10
Giardiasis	07	90	10
Hepatitis A	37	90	10
Amibiasis intestinal	n.d.	80	20
Absceso hepático amebiano	n.d.	80	20
Shigelosis	05	80	20
Otras infecciones intestinales	08	70	30
Fiebre tifoidea	06	20	80
Por protozoarios	n.d.	10	90
Otras helmintiasis	n.d.	10	90
Ascariasis	n.d.	10	90
Oxiuriasis	n.d.	10	90
Paratifoidea y otras Salmonelosis	11	5	95
Intoxicación alimentaria bacteriana	n.d.	0	100

n.d. No disponible.

Fuente: Chacón y Leal, sin año.

### 2.3.4 Temporalidad

Las EDA presentan un patrón altamente estacional. La mayor incidencia se presenta en los meses calurosos porque el aumento de la temperatura favorece la proliferación de bacterias y parásitos que pueden llegar a infectar a las personas a través del agua o de los alimentos. También se presentan en los meses lluviosos y se ha demostrado como las visitas a urgencias por infecciones gastrointestinales están relacionadas con la turbidez del agua (Riojas *et al.*, 2006). Los picos durante el año se presentan en marzo, mayo, julio y octubre (SSA, 2012).

Hernández *et al.*, (2011) publicaron que hay más incidencia de EDA por bacterias preferentemente en el ciclo primavera-verano. En México, la EDA por Rotavirus se presenta durante todo el año con un incremento en los meses fríos de enero a marzo particularmente, en la población menor de 2 años de edad (SSA, 2012). En el Distrito Federal, durante la temporada de calor que inicia en marzo, los casos de esas enfermedades aumentan hasta

15% (GDF, 2009). En Guerrero, la SSA reportó un aumento de 20% de las EDA en la temporada cálida.

En Tabasco se presentó un brote de gastroenteritis causado por la bacteria E. Coli y el Rotavirus en marzo de 2012, cuando el valor de la temperatura alcanzó 40°C. Los casos atendidos en los servicios de urgencia de las instituciones médicas ascendieron a 2,398.

Las autoridades realizaron verificaciones en los sistemas de abastecimiento de agua potable, a empresas embotelladoras, alimentos de puestos ambulantes y de comercios establecidos. Se distribuyó hipoclorito de calcio y frascos de plata coloidal. La distribución de estos dos productos también se realizó en Chiapas. Por el brote surgido de Rotavirus en el mismo año, se realizaron 26 monitoreos de cloro residual libre en la red, resultando 7 dentro de norma y 19 sin cloro. Se impartieron 783 pláticas de manejo higiénico de alimentos y de saneamiento básico (SSA, 2012).

En la delegación Tlalpan se registró un brote de EDA en julio de 2007 que afectó a 312 personas en un restaurante, una escuela, domicilios particulares y hospitales. El cuadro clínico se caracterizó por dolor y distensión abdominal, náusea y malestar general en 100% de los casos; adicionalmente presentaron diarrea (97%), vómito (36%) y fiebre (7%). El problema se originó en la planta de bombeo principal que abastecía al centro de Tlalpan –incluida la zona de hospitales-, ya que el dosificador de cloro se encontraba descompuesto (WordPress, 2007).

### **2.3.5 Impactos sociales y económicos**

Los impactos de las EDA incluyen pérdidas sociales como la muerte de la persona enferma principalmente de los grupos vulnerables. Las económicas incluyen la baja productividad del trabajador enfermo, su ausencia, gastos en salud, reclamos y mala publicidad a la industria de alimentos y a los servicios de comedores.

El costo estimado por los 115,210 casos de enfermedades hidrotansmisibles que se presentaron en Morelos en 2002, fue US\$4,319,213 (US\$1=10.3 pesos mexicanos, 2002). El 49.8% correspondió a consultas y 50.2% a hospitalizaciones. Del total de enfermos, 47% eran

adultos en edad productiva. Al considerar una semana de ausencia laboral, se perdieron 100,000 días/hombre (Chacón y Leal, sin año).

Diversos autores coinciden en que la población rural en México tiene un mayor riesgo de contraer estas enfermedades por factores como la falta de agua potable, edad, desnutrición, alto rezago social, pobres condiciones salubres, vivir en zonas de costas cálidas, entre otras (Chacón y Leal, sin año; García *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2011 y Riojas *et al.*, 2006).

### **2.3.6 Situación en el mundo**

La OMS informó que en 2009, las EDA fueron la segunda mayor causa de muerte de niños menores de cinco años. De un total de 2,500 millones de casos infantiles anuales mueren aproximadamente 1.5 millones de niños. Estas muertes infantiles ocurren principalmente en países en vías de desarrollo con escasos recursos disponibles para la salud pública. Por ejemplo en África, la tasa de mortalidad fue 127 por cada 1,000 nacidos vivos. El caso contrario ocurrió en Europa con la menor tasa registrada que fue de 13 (SSA, 2012 y CONAGUA, 2010).

### **2.3.7 México**

En 2010, se registraron 3,165 defunciones por EDA con una tasa promedio de 2.92 por cada 100,000 habitantes. Las infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especificados contribuyeron con 88.9%. Los grupos de edad mayormente afectados fueron los que se encuentran en los extremos de la vida: menores de 1 año de edad con 585 defunciones y una tasa de mortalidad de 30.8 y de 65 y más años con 1,612 defunciones y una tasa de 25.14. Chiapas ocupó el primero lugar en el número de defunciones con 490. En las áreas urbanas ocurrieron 1,994 de las defunciones por EDA y en las rurales 1,153. Los casos nuevos notificados de EDA fueron 5,706,232. El grupo de 1 a 4 años de edad contribuyó con 20%.

Las acciones que han contribuido a reducir la mortalidad infantil debida a las enfermedades diarreicas en el país son:

- La distribución de suero oral (a partir de 1984).

- Las campañas de vacunación (a partir de 1986).
- El Programa Agua Limpia (a partir de 1991).
- El incremento de las coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, que reducen la exposición a los agentes patógenos.
- Los hábitos de higiene, educación, acceso a los servicios de salud y condiciones socioeconómicas y ambientales.

En México, la información sobre los casos y defunciones por enfermedades diarreicas es recopilada por las diversas unidades médicas y enviada al Sistema de Notificación Semanal y al Sistema Estadístico Epidemiológico de las Defunciones. Ambos forman parte del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE). Los registros de las gastroenteritis virales, en específico por rotavirus se notifican en el Sistema Único Automatizado para la Vigilancia Epidemiológica (SUAVE) a partir del 2006 (SSA, 2012).

Flores (2006) reportó que en 2000 hubo un subregistro estimado de 1 caso de EDA por cada 19 episodios. Esta situación se debe a que las personas con síntomas de EDA no siempre acuden a una consulta médica.

### **2.3.8 Distrito Federal**

En el Distrito Federal se registraron 234 defunciones por EDA en 2010. La tasa de mortalidad fue 2.65 por cada 100,000 habitantes. Los casos nuevos de EDA sumaron 383,301. Estos significaron una reducción de 38.3 y 15.9% con respecto a los de 2000 y 2005 respectivamente. La distribución por grupo de edad fue la siguiente: 19,715 correspondió a menores de un año; 57,257 entre uno y cinco años; 58,983 de 15 a 14 años y 247,295 de 15 años y más (SSA, 2012)

En la Tabla 2.10 se presenta la situación de mortalidad general e infantil por EDA en 2008, para las seis delegaciones que se analizan en este trabajo.

**Tabla 2.10.** Situación en 2008 de la mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales en las seis delegaciones del Distrito Federal que se analizan en este trabajo.

Delegación	Situación
Álvaro Obregón	Séptima causa de mortalidad infantil con una tasa de 0.2. No aparecieron entre las veinte principales causas de mortalidad general.
Cuajimalpa	La tasa de mortalidad infantil fue de 0.9. Treceava causa de mortalidad general con una tasa de 3.8.
Magdalena Contreras	No aparecieron entre las siete principales causas de mortalidad infantil. Causa número 19 de mortalidad general con una tasa de 2.1.
Miguel Hidalgo	No aparecieron dentro de las primeras nueve causas de mortalidad infantil. No estuvieron entre las veinte principales causas de mortalidad general.
Milpa Alta	No aparecieron en entre las primeras nueve causas de mortalidad infantil. No aparecieron entre las veinte principales causas de mortalidad general.
Xochimilco	Fueron la sexta causa de mortalidad infantil con una tasa de 0.3. No aparecieron entre las veinte principales causas de mortalidad general.

Fuente: modificado de SSDF (2008).

## 2.4 El contexto del cambio climático

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC<sup>2</sup>, por sus siglas en inglés) definió al cambio climático como: “la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos, generalmente decenios o periodos más largos.

El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o del uso de la tierra” (IPCC, 2007). El tipo antropogénico está fuertemente asociado al modelo de crecimiento mundial actual basado en el uso de combustibles fósiles (como petróleo, gas y carbón), que generan la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Tanto el bióxido de carbono, proveniente de las chimeneas de fábricas y de los motores de combustión de los medios de transporte, como el gas metano que emana en grandes cantidades de los rellenos sanitarios y de la actividad ganadera, son elementos que contribuyen de forma preocupante al cambio climático.

La concentración de CO<sub>2</sub> pasó de 280 ppm (partes por millón) antes de la Revolución Industrial a más de 380 ppm en la actualidad, o bien a 430 ppm si se consideran a todos los GEI en términos de su equivalencia en CO<sub>2</sub><sup>3</sup>. Debido a la baja capacidad receptora que ya tiene la atmósfera, el resultado neto es el aumento constante de las concentraciones de estos gases que obstaculizan la emisión de energía de onda larga hacia el espacio exterior e incrementan el proceso natural de «efecto invernadero».

La temperatura superficial del planeta se incrementó en 0.6°C durante el periodo 1880-2005. Para finales de este siglo, el cambio sería de 1.4 a 6°C (CICC, 2007; Gobierno de la República, 2013).

---

<sup>2</sup>El IPCC es un órgano científico-técnico integrado por los países miembros de las Naciones Unidas y de la Organización Meteorológica Mundial. Sus grupos de trabajo son: I Ciencia; II Vulnerabilidad, Impactos y Adaptación; III Respuesta o Mitigación; y Grupo especial sobre inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero.

<sup>3</sup>Los gases de efecto invernadero y su equivalencia en CO<sub>2</sub> usando potenciales de calentamiento en un horizonte de 100 años son: el bióxido de carbono CO<sub>2</sub>=1, metano CH<sub>4</sub>=21, óxido nitroso N<sub>2</sub>O=310, hidrofluorocarbonos HFs= 2,800 a 6,300, perfluorcarbonos PFCs= 6,500 a 9,200 y el hexafluoruro de azufre SF<sub>6</sub>= 23,900.

## 2.4.1 Impactos globales

Los impactos del cambio climático se distribuyen de forma desigual entre los países, las regiones y/o los sistemas. Aunque existe una confianza alta de que las zonas en bajas latitudes y menos desarrolladas están más expuestas, algunas poblaciones en los países desarrollados también son vulnerables. Los impactos negativos suelen causar mayor preocupación en comparación con los positivos; las desventajas de los primeros superan a las ventajas de los segundos (IPCC, 2013). En las Tablas 2.11 y 2.12 se resumen algunos de los impactos negativos y positivos.

**Tabla 2.11.** Impactos adversos del cambio climático.

<b>Generales</b>		
Aumento en los valores de temperaturas mínimas y máximas	Aumento del nivel de evaporación	Acentuación en las ciudades del efecto "Isla de Calor"
Deshielo de los glaciares	Incremento de las ondas de calor o de frío	Aumento del nivel del mar
Disminución de la precipitación	Aumento de eventos hidrometeorológicos extremos como huracanes, tormentas	Sequías
<b>Sobre el recurso hídrico</b>		
Alteración del régimen de infiltración del agua	Pérdida de niveles en los acuíferos por mayor extracción de agua	Reducción del oxígeno disuelto en el agua por mayor temperatura
Mayor evaporación	Embalses más someros y más susceptibles de calentarse	Incremento de la turbiedad en los embalses y lagos
Incremento de la toxicidad de algunos metales como el cobre, que son más tóxicos a mayor temperatura del agua	Desbordamientos de ríos, escorrentías, deslaves, asociada a sucesos meteorológicos extremos como las inundaciones y arrastre de contaminantes al acuífero y a la red de distribución	Incremento de la eutrofización a mayor temperatura, con predominio de cianobacterias, que producen compuestos tóxicos, y que generan mal sabor y olor en el agua potable
Mayor demanda y por tanto competencia entre estados de la República y entre sectores productivos	Mayores retos y costos de potabilización, especialmente por presencia de metales, nitratos y cianotoxinas, y un mayor número de patógenos en el agua, e incluso de sustancias orgánicas o de parásitos que son recalcitrantes al tratamiento convencional	
<b>Sobre la salud</b>		
Podría crecer la incidencia de enfermedades infecciosas como la diarrea, el cólera y el dengue que son altamente sensibles a cambios en las condiciones climáticas	Afectaciones a la salud de grupos vulnerables como niños y ancianos por golpes de calor más frecuentes	

Fuente: IPCC, 2013.

**Tabla 2.12.** Impactos positivos del cambio climático.

Sistema	Impacto
Recursos de agua dulce y su gestión	Es muy probable que aumente la disponibilidad de agua y la escorrentía en latitudes altas y en algunas zonas húmedas tropicales, incluidas zonas muy pobladas del oriente y sudeste asiático
Salud	Se pronostica que la disminución de las muertes provocadas por el frío a raíz del cambio climático sea mayor que el aumento de las muertes provocadas por el calor en el Reino Unido. En cuanto al paludismo, las proyecciones para África difieren desde una reducción de la transmisión en el sudeste en 2020 y disminuciones alrededor del Sahel y el sur y centro en 2080, con aumentos localizados en las altiplanicies, hasta un aumento del 16-28% de personas-meses de exposición en 2100 en todos los escenarios.
Ecosistemas	El aumento de la temperatura media mundial de hasta 2°C tendrá como consecuencia algunos aumentos proyectados en la productividad primaria neta en latitudes altas (que dependen de una migración amplia y eficaz de árboles maderables).
Alimentos, fibra y productos forestales	En regiones de latitudes de medias a altas, un calentamiento moderado beneficia a los cultivos de cereales y a la producción de pastizales. Es probable que aumente el potencial de producción alimentaria mundial con el aumento de la media de temperatura mundial hasta aproximadamente 3°C, pero es muy probable que disminuya con valores superiores a esta cifra. A nivel mundial, se estiman pocos cambios en la silvicultura a raíz del cambio climático a corto y medio plazo. El aumento de la producción se desplazará de regiones de latitud baja a corto plazo, a regiones de latitud alta a largo plazo.

Fuente: IPCC, 2013.

La salud se ve afectada por la variación en la temperatura y la precipitación:

- Riojas *et al.*, (2006) analizó las enfermedades asociadas al cambio climático en Veracruz, entre estas las EDA (CIE19 E001-E009 A00-A09). En los municipios con marginación alta, se obtuvo un aumento de 3 a 22% en los casos en niños menores de cinco años por cada aumento de 1°C en la temperatura máxima.
- Charron *et al.*, (2004), NRC (2000) y Hammond y Pryce (2007) concluyeron que después de periodos de lluvia extrema aumentaron los casos de las enfermedades de origen hídrico. Establecieron una correlación positiva entre la cantidad de lluvia y las concentraciones de ooquistes y quistes de *Cryptosporidium* y *Giardia spp.* Las inundaciones que se presentaron después de una lluvia torrencial también fueron asociadas con el incremento de la turbiedad del agua, lo cual derivó en el aumento de las consultas médicas y hospitalizaciones por enfermedades diarreicas agudas no específicas en áreas urbanas.
- Los golpes de calor son el efecto más directo del cambio climático en la salud humana y derivan de la exposición durante largo tiempo a altas temperaturas. Se trata de la alteración más grave de la regulación térmica corporal (ocurre cuando la temperatura corporal rebasa los 40°C).

En áreas urbanas se ha encontrado asociación entre el incremento de la mortalidad y el incremento del calor medido a través de las temperaturas máxima y mínima. De acuerdo con Jáuregui et al., (2008) se presenta una onda de calor cuando la temperatura máxima rebasa los 30°C por más de dos días consecutivos. En el Distrito Federal, durante la década 1981-1990 se presentaron 11 ondas de calor y en la de 1991-2000 subió a 17.

Riojas et al., (2006) informaron que en Baja California por ejemplo, la mortalidad por golpe de calor se incrementaba 1.35% al aumentar 1°C la temperatura.

Durante la ola de calor que se presentó en Europa entre julio y agosto de 2003, murieron miles de personas. Los grupos más afectados fueron los ancianos, niños y enfermos. Lo que hizo que el verano fuera tan cálido fue el hecho de que se dieron un número sin precedentes de noches tropicales con temperaturas mínimas iguales o superiores a los 20 °C y la extensión hasta por 17 días consecutivos de temperaturas máximas de 47°C, cuando la temperatura media máxima había sido de 36 °C. Hubo además ausencia de viento. En Francia donde fallecieron 14,802 personas entre el 1 y el 15 de agosto, es decir una sobremortalidad del 55%, se plantearon varias interrogantes sobre la eficacia de los servicios sociales y la respuesta oportuna de las autoridades.

Las personas de la tercera edad tienen menos resistencia a las altas temperaturas debido a les disminuye la percepción de la sed y, por tanto, es más factible que se deshidraten. Esto les ocasiona dolor de cabeza, confusión, pérdida de la conciencia, mareo o náuseas, síntomas que son prelude de la manifestación de alguna de las enfermedades relacionadas con las altas temperaturas, tales como calambres, síncope y agotamiento por calor e insolación. También tienden a producir menos sudor, el cual ayuda a mantener la temperatura corporal. Esta susceptibilidad se ve incrementada cuando se padece algún mal crónico, como diabetes o hipertensión.

#### **2.4.2 Impactos en el Distrito Federal**

El Distrito Federal presenta una elevada propensión a sufrir eventos frecuentemente asociados al cambio climático, como valores de temperaturas máximas y mínimas más elevados, precipitaciones extremas y períodos de sequías.

De acuerdo con el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México publicado en 2008, la temperatura media anual pasó de 14°C a 18°C en 100 años. Este cambio se debió esencialmente al proceso de urbanización (~3°C) y en menor medida global (~1°C) (GDF, 2008).

Jáuregui et al., (2008) indicaron que entre mayor sea un área urbana y la población en esta, la diferencia de temperatura ciudad-campo será más marcada. La ciudad de México y las principales ciudades del país siguen creciendo en los dos aspectos, lo que hace suponer que la isla de calor ya existente tenderá a ganar intensidad. Si además se agrega el efecto del cambio climático, el efecto será mayor.

Sánchez *et al.*, 2012, publicaron que en Gustavo A. Madero, Iztacalco y Venustiano Carranza se han registrado altas temperatura. En Cuajimalpa, Tlalpan y Xochimilco se observan las temperaturas más bajas.

Los eventos extremos de lluvias afectan con mayor frecuencia e intensidad al poniente de la ciudad, los escurrimientos que producen inundaciones se presentan en la parte oriente. Las inundaciones al poniente y al sur de la ciudad indican que el riesgo ante aguaceros intensos (más de 30 mm/día) puede verse incrementado por el aumento de la frecuencia de estos eventos (SEDEMA, 2013).

Ibarrarán *et al.*, (2008) concluyeron que el Distrito Federal se encuentra entre las entidades federativas con la resiliencia más baja porque a pesar de tener un número de recursos humanos y una capacidad económica elevados, tiene una pobre calidad de sus recursos naturales incluida el agua potable.

Escolero *et al.*, (2009) estimaron mediante dos modelos de circulación global, cuatro diferentes escenarios de cambio climático y obtuvieron un clima más extremo con cambios en la temperatura de 1.3 a 1.9 °C y dos tendencias diferentes en cuanto a precipitación: el primer modelo previó una disminución entre 2-5% en la estación de lluvias, y cambios entre -8 y +5% en la precipitación de la temporada seca; con el segundo modelo, un clima más extremo, con aumento de las lluvias de verano de 0 a 11%, y una reducción de la precipitación de 12 a 23% en la época de estiaje.

A partir de estos cambios en las variables climáticas, los autores obtuvieron una disminución de 10-17% en la disponibilidad natural de agua que incluía los escurrimientos y la recarga. Los sistemas de abastecimiento de agua potable al Distrito Federal más vulnerables fueron los sistemas Cutzamala y Lerma seguidos del Sistema de pozos operados por el SACMEX. El incremento en la demanda de agua en el Distrito Federal para 2015 sería de 10 m<sup>3</sup>/s y para 2025 de 20 m<sup>3</sup>/s más el déficit actual de 2 m<sup>3</sup>/s.

En el *Programa de gestión integral de los recursos hídricos, visión 20 años*, el gobierno local informó que para el 2025, el tandeo diario y semanal podría llegar a 55% de las colonias. El porcentaje de estas que recibiría un servicio aceptable de abastecimiento de agua potable pasaría de 71% en la actualidad a 28% en ese año. La estimación se realizó considerando una situación de sobreexplotación agravada del acuífero y las fallas en la infraestructura ante los efectos del cambio climático (GDF, 2012).

Con el fin de evitar ese escenario, el Programa se fundamenta en cuatro macroprocesos: prestación de servicios hidráulicos, gestión integrada de los recursos hídricos, construcción y mantenimiento de infraestructura hidráulica y fortalecimiento institucional. El plan de cumplimiento es a 20 años. Para el largo plazo (2013-2032) se requieren \$310,270,000,000. El gasto medio anual ascenderá a \$15,513,000,000, de los cuales 49% será inversión directa para las diferentes áreas de servicio.

Los costos mencionados arriba tienen que ver sólo con la gestión de los recursos hídricos, sin embargo deben sumarse otros como aquellos relacionados con el incremento de enfermedades asociadas a las condiciones climáticas y los sociales para mejorar las condiciones de rezago de la población. Sánchez *et al.*, (2012

. Las que  
presentarían impactos mayores  
como , Xochimilco  
e Iztapalapa”.

### 2.4.3 Vulnerabilidad

Los impactos positivos y negativos del cambio climático aumentan en magnitud cuando lo hace la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales. Para definir y/o diseñar medidas de adaptación a aquellos, primero debe realizarse un diagnóstico de la misma.

El IPCC (2007; 2012) define a la vulnerabilidad como el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos. La vulnerabilidad es dinámica y su análisis se realiza como una condición sistémica, multifactorial, multisectorial, multitemporal y multiescalar. Es una función del carácter, magnitud y la razón del cambio climático a la cual un sistema está expuesto, su sensibilidad y su capacidad adaptativa.

- i. Exposición: es la naturaleza y magnitud de los cambios en variables como la temperatura, la precipitación, los eventos climáticos extremos, el nivel del mar, entre otros a los que un lugar está sujeto dada su ubicación geográfica.
- ii. Sensibilidad: describe las condiciones humanas y ambientales que pueden ser modificadas ante un impacto. Por ejemplo, cuánta extensión de tierra puede ser inundada por la elevación del nivel del mar, cómo puede mejorar la producción de ciertos cultivos al aumentar la temperatura o cómo puede ser afectada la salud humana.

La sensibilidad de una sociedad ante el cambio climático dependerá de factores como la infraestructura para los asentamientos humanos, seguridad alimentaria, disponibilidad de recursos hídricos, enfermedades que afectan a la población y el deterioro de los recursos naturales, entre otros.

- iii. Capacidad de adaptación: representa el potencial para implementar medidas de adaptación que ayuden a mitigar los impactos. Por ejemplo capacidad ambiental, económica, humana, cívica.

Existen metodologías cualitativas y cuantitativas para evaluar la vulnerabilidad. El IPCC recomienda que la metodología que se elija debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Captar aspectos importantes de la vulnerabilidad.
- Permitir comparaciones entre países, regiones, y/o pequeñas áreas geopolíticas.

- Ser transparentes para que los resultados sean comprendidos y reproducibles.
- Usar indicadores cuantificables cuando sea posible a fin de facilitar comparaciones y análisis, priorizar o dar seguimiento a las acciones de reducción de vulnerabilidad. A partir de los indicadores se debería poder estimar tendencias y valorar la flexibilidad de la vulnerabilidad con el fin de proyectarla a futuro.

En las Tablas 2.13, 2.14 y 2.15 se presentan ejemplos de indicadores por componente de la vulnerabilidad (Brenkert y Malone, 2005; Ibararán *et al.*, 2008; ICRISAT, 2009; Heywood, 2010).

**Tabla 2.13.** Ejemplos de indicadores para exposición.

Datos de calidad del agua	Eventos extremos	Datos climáticos
Coliformes fecales	Número de eventos de inundaciones	Precipitación
Coliformes totales	Número de eventos de sequía	Temperatura
Turbiedad		Contaminación urbana del aire
Sólidos suspendidos totales		

**Tabla 2.14.** Ejemplos de indicadores para sensibilidad.

Asentamientos/ Infraestructura	Seguridad alimentaria	Sensibilidad geofísica	Ecosistemas	Salud	Recursos hídricos	Enfermedades
Población en riesgo por inundaciones	Porcentaje del ingreso destinado a alimentos	Subsidencia del suelo	Porcentaje de área cultivada	Esperanza de vida	Relación de agua usada respecto al flujo renovable y abastecido	Casos anuales de enfermedades parasitarias
Población sin acceso a agua potable	Consumo <i>per cápita</i> de proteína	Permeabilidad del suelo	Superficie de parques	Fertilidad	Consumo <i>per cápita</i> de agua	
Población sin acceso a servicios de salud		Proximidad a los ríos	Superficie con recursos hídricos	Número promedio de habitantes por vivienda		
Población afectada por los eventos de sequía		Áreas inundables	Nivel del acuífero			
	Reservorios/pre-sas					

**Tabla 2.15.** Ejemplos de indicadores para capacidad de adaptación.

Acceso al agua potable	Economía	Educación/ Cultura	Infraestructura	Instituciones
Porcentaje de la población con acceso a la red de agua potable	Ingreso per cápita Salarios, horas trabajadas, número de trabajadores	Grado de escolaridad	Población con acceso a servicios de salud, electricidad	Número de clínicas por cada mil habitantes
Concentración de cloro residual	Acceso a los mercados, tecnología	Población con educación básica	Viviendas con piso firme	Gasto público social y ambiental
Cobertura de la red de drenaje	Porcentaje de la población que vive por encima de la línea de pobreza	Población con educación secundaria	Porcentaje de suelo bajo conservación	Recursos económicos y humanos para la verificación, inspección, vigilancia y sanciones

En la evaluación cualitativa de la vulnerabilidad se utilizan algoritmos simples como es el Análisis Multi-criterio (AMC). En este método, los indicadores se valoran combinando las diferentes calificaciones de un grupo de expertos. Escolero et al., (2009) lo usaron en su estudio sobre las fuentes de abastecimiento de agua potable en la Ciudad de México en un contexto de cambio climático.

En la estimación cuantitativa usualmente se construye un índice de vulnerabilidad, el cual está basado en una serie de indicadores locales. Se genera un número simple, que puede ser usado para comparar diferentes regiones. La creación el índice dependerá de la información histórica disponible. En un gran porcentaje los estudios que han evaluado la vulnerabilidad se enfocan en un país o una región porque no existen datos tan detallados a nivel municipal.

Brenkert y Malone (2005) usaron el Índice Prototipo de Vulnerabilidad-Resiliencia (VRIP por sus siglas en inglés) (Figura 2.2) en su estudio de caso de la India, uno de los países donde los impactos del cambio climático son severos. Los indicadores usados fueron medibles, de bases de datos existentes y se les asignaron pesos iguales.

Para evaluar la resiliencia de México ante el cambio y variabilidad del clima, Ibararán *et al.*, (2008) usaron el Modelo de Índices de Vulnerabilidad-Resiliencia (VRIM, por sus siglas en inglés), que tiene los mismos fundamentos del VRIP. Se usó información socioeconómica y ambiental disponible.



**Figura 2.2.** Marco metodológico del Índice Prototipo de Vulnerabilidad-Resiliencia.  
Fuente: Traducido de Brenkert and Malone, 2005 e Ibararán *et al.*, 2008.

El Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas (ICRISAT, por sus siglas en inglés), publicó un manual para evaluar la vulnerabilidad a partir de índices. Los pasos propuestos son los siguientes:

- i. Seleccionar el área de estudio.
- ii. Identificar y elegir los indicadores para cada una de las componentes de la vulnerabilidad, en función de la disponibilidad de datos para uno o varios años.
- iii. Arreglo de las bases de datos. En un arreglo matricial y rectangular, las filas representan las regiones y las columnas, los valores de los indicadores.
- iv. Normalización de los valores de los indicadores. Estos tienen diferentes unidades y escalas. Se utiliza la metodología del Índice de Desarrollo Humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, para estandarizar los valores entre 0 y 1.

Para aplicar el procedimiento, previamente se establece la relación funcional de cada indicador con la vulnerabilidad, es decir si el valor del primero aumenta y también la segunda, la relación es positiva. Por ejemplo si ocurre un evento específico de exposición como es una sequía o un huracán, la vulnerabilidad de algún sistema aumentará y se indica con el símbolo ↑. La relación entre ambos es negativa cuando el primero aumenta y la segunda disminuye y se indica con ↓.

- v. Asignación de pesos a los indicadores normalizados. Hay dos opciones: pesos iguales o diferentes. En el primer caso se da la misma importancia a todos los indicadores, lo cual no necesariamente es correcto. En el segundo, se usan técnicas subjetivas como el juicio de expertos para diferenciar los pesos. Otros autores como Iyengar y Sudarshan, citados en ICRISAT (2009) desarrollaron un método estadístico en el cual se evita que una gran variación en algún indicador domine indebidamente la contribución del resto y distorsione las comparaciones inter-regionales.
- vi. Estimación del índice de vulnerabilidad. Se estima entre 0 y 1, donde 1 indica la máxima vulnerabilidad y 0 que no existe esta.
- vii. Asignación del nivel de vulnerabilidad. Para una clasificación adecuada de las diferentes etapas, se utiliza una distribución Beta. El resultado son cinco intervalos que tiene el mismo peso de probabilidad, es decir 20%.

#### **2.4.4 Adaptación**

La adaptación es el ajuste que los sistemas realizan ante cambios de las condiciones climáticas para reducir su vulnerabilidad actual y futura; involucra cambios en las prácticas, en los procesos, en las estructuras sociales, en tecnología, en educación, en comportamiento, en gestión de la política pública, en infraestructura, en el proceso de toma de decisiones. La adaptación puede ser autónoma o planeada, realizada por actores privados o públicos, reactiva o previsiva; lo más deseable es que sea participativa, previsiva y flexible. En la Tabla 2.16 se presentan algunas medidas de adaptación propuestas en la bibliografía para reducir la vulnerabilidad en los recursos hídricos y la salud de la población ante los impactos del cambio climático.

En México se establecieron metas para la adaptación por sectores en el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2009-2012. Al tercer bimestre de 2012, la SEMARNAT informó un avance de 75% en las 141 metas distribuidas entre las secretarías del gobierno federal. En el sector hídrico fue de 91% y en la salud pública, 79%.

La mayoría de las metas fueron de planeación. Aún queda el reto de implementar acciones con un impacto directo en la reducción de la vulnerabilidad. El esfuerzo conjunto de los tres

órdenes de gobierno, los académicos y la sociedad facilitarán la transición hacia una adaptación planificada y participativa (INE, 2012).

Para avanzar en la adaptación del sector, la CONAGUA ha publicado documentos como el Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas, Reservas de Agua en México, Agenda del Agua 2030. El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) de la SEMARNAT elaboró el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el Cambio Climático.

En el sector de la salud, la SSA implementa campañas de prevención de diversas enfermedades relacionadas con el clima. La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) de dicha secretaría, desarrolla estudios de relaciones clima-salud con el objetivo de contar con un Sistema de Alerta Temprana ante el dengue y también comienza a incluir diagnósticos de relaciones con las ondas de calor-zonas afectables, enfermedades diarreicas agudas-clima-calidad del agua, y paludismo-clima.

**Tabla 2.16.** Ejemplos de medidas de adaptación en los temas de recursos hídricos y de salud humana ante los impactos del cambio climático.

Tema	Medidas de adaptación	Marco básico de políticas	Limitaciones y oportunidades para la instrumentación
Agua	Implementar mejoras en la gestión del agua. Mejorar y/o aumentar la infraestructura para su almacenamiento. Impulsar la captura de agua de lluvia. Implementar técnicas de almacenamiento y conservación de agua. Reúso del agua. Medidas para promover la eficiencia en el uso del agua y de la irrigación.	Políticas hídricas nacionales y gestión integrada de los recursos hídricos. Gestión de fenómenos peligrosos relacionados con el agua.	Recursos financieros y humanos, y obstáculos físicos. Gestión integrada de recursos hídricos. Sinergias con otros sectores.
Salud humana	Planes de acción calor-salud. Servicios médicos de emergencia. Mejora de la vigilancia y control de las enfermedades sensibles al clima. Agua salubre y mejora de los saneamientos. Desarrollo de sistemas que permitan identificar situaciones de riesgo antes de que éste se materialice. Actividades de información a la ciudadanía.	Políticas de salud pública que tengan presente los riesgos climáticos. Reforzamiento de los servicios de salud. Cooperación regional e internacional.	Límites de tolerancia humana (grupos vulnerables). Limitaciones de los conocimientos. Capacidad financiera. Mejora de los servicios de salud. Mejora de la calidad de vida.

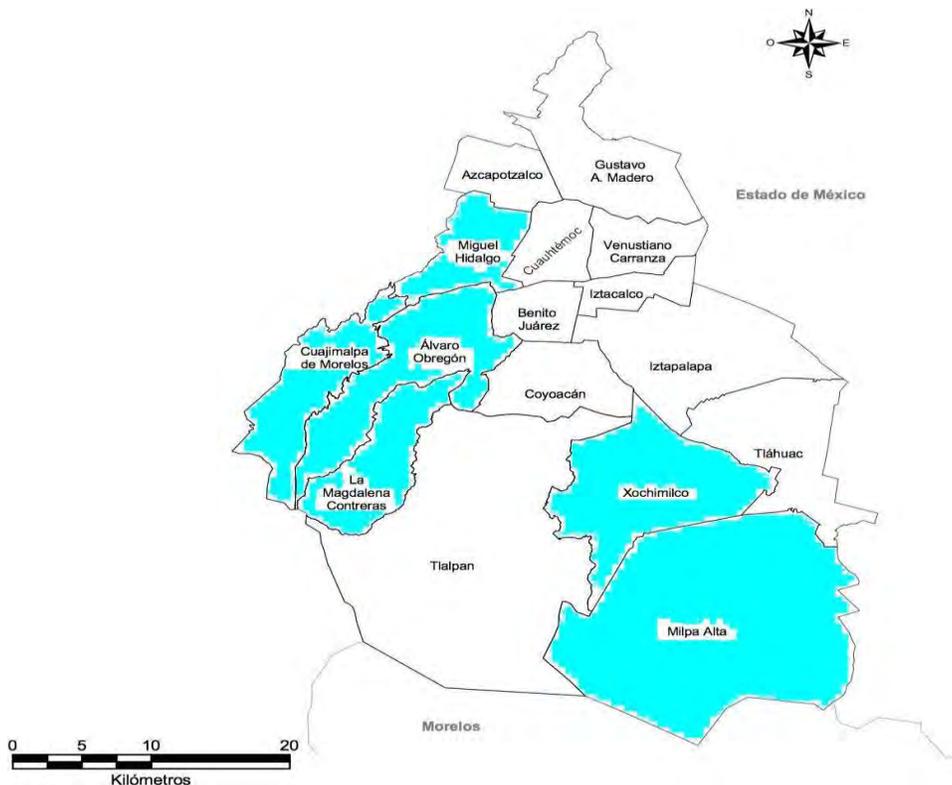
Fuente: CICC, 2007 y Gobierno de la República, 2013.

# CAPÍTULO 3. LA ZONA DE ESTUDIO

En esta sección se describen algunas características relevantes del Distrito Federal con énfasis en Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta y Xochimilco que son las delegaciones que se analizan en este trabajo.

## 3.1 Ubicación geográfica

El Distrito Federal se localiza en el centro del país, en las coordenadas geográficas 19°36' y 19°03' de latitud norte; 98°57' y 99°22' de longitud oeste (INEGI, 2011); colinda al norte, este y oeste con el Estado de México y al sur con Morelos. La extensión territorial es de 1,485 km<sup>2</sup> que representa 0.1% de la superficie nacional. El Distrito Federal está integrado por dieciséis delegaciones, como se presenta en la Figura 3.1.



**Figura 3.1.** Mapa del Distrito Federal con división delegacional.  
Fuente: INEGI, 2011.

### 3.2 Características climáticas

En 87% de la superficie del Distrito Federal se presenta un clima templado subhúmedo. El clima seco y semiseco en 7% y templado húmedo en 6%.



**Figura 3.2.** Climas presentes en el Distrito Federal.  
Fuente: INEGI, 2011.

#### Temperatura

La temperatura promedio anual es de 16°C, la máxima de 25°C se presenta de marzo a mayo; la mínima promedio de 5°C en enero. En los años recientes, se ha registrado un aumento en las temperaturas máximas en el Distrito Federal, principalmente en primavera, cuando las ondas de calor llegan a incidir en valores de temperatura de entre 33 y 35°C (SEDEMA, 2013)

#### .Precipitación

La precipitación anual promedio fue de 863 mm durante el periodo 1971-2000. En la región seca se presentan 600 mm anuales y en la parte templada húmeda 1,200 mm. La precipitación promedio en el país fue 760 mm (INEGI, 2011; CONAGUA, 2011). Las lluvias inician alrededor de mayo o junio y terminan en octubre.

En los últimos cien años, las precipitaciones en el Distrito Federal han experimentado un incremento, de acuerdo con los datos del Observatorio de Tacubaya.

El aumento en la precipitación anual acumulada está asociado al hecho de que el número de eventos extremos con más de 30 mm/hr (los llamados “aguaceros”) también han aumentado, pasando de 1 o 2 por año a principios del siglo XX, a 6 o 7 por año a finales del mismo. El 2 de agosto de 2006 se registró una precipitación de 50.4 mm en tan sólo 36 minutos, causando inundaciones severas en varias colonias del centro y el poniente (SEDEMA, 2013).

Para las seis delegaciones que se analizan en este trabajo, en la Tabla 3.1 se presenta un resumen de los valores de temperatura y precipitación, de acuerdo a los datos de la estación meteorológica más cercana<sup>4</sup> y que se eligió por tener la serie más completa en cada caso (más información en el Anexo C).

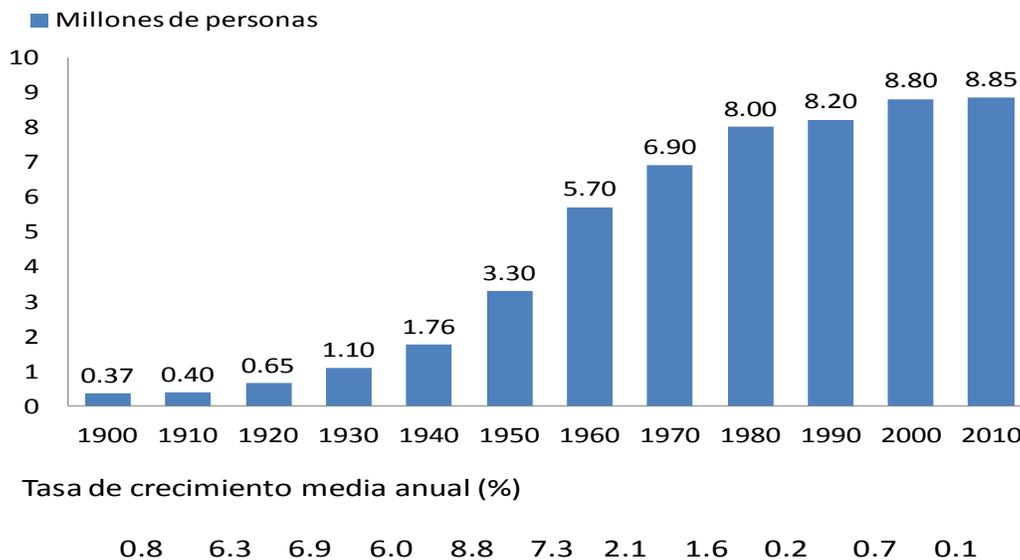
**Tabla 3.1.** Valores de temperatura y precipitación en seis delegaciones del Distrito Federal.

Delegación	Periodo de la serie	Temperatura promedio en el periodo (°C)	Temperatura mínima en el periodo (°C)	Temperatura máxima en el periodo (°C)	Precipitación promedio anual en el periodo (mm)	Precipitación anual máxima en el periodo (mm)
Álvaro Obregón	ene-1976 a nov-2007	11.96	9.59	38.0 (jun-1994)	820.3	1,171.5 (2006)
Cuajimalpa	feb-1965 a jun-2009	8.50	4.57	32.5 (jun-1989)	1,356.6	2,873.0 (1990)
Magdalena Contreras	feb-1967 a abr-2009	10.69	8.12	38.5 (abr-1982)	1,011.8	1,292.5 (2006)
Miguel Hidalgo	dic-1977 a dic-2008	11.51	9.28	30.5 (abr-1982)	899.0	1,306.2 (2003)
Milpa Alta	oct-1929 a feb-2009	11.60	8.99	34.0 (abr-2005)	740.2	1,454.0 (1955)
Xochimilco	mar-1965 a dic-2008	11.62	8.34	38.5 (abr-1981)	556.6	824.8 (1963)

<sup>4</sup>Para Álvaro Obregón se consideró la estación meteorológica con el código 9070, Cuajimalpa-9022, Magdalena Contreras-9020, Miguel Hidalgo-9010, Milpa Alta-9032 y Xochimilco-9051.

### 3.3 Dinámica demográfica

En el Distrito Federal habitaban 8,851,080 millones de personas en 2010, esto fue 7.9% del total del país. Fue la segunda entidad federativa más poblada después del Estado de México. En el periodo de 2000 a 2010, la población aumentó a una tasa media anual de 0.1%, menor a la nacional de 0.8% (Figura 3.3). Hubo un cambio de tendencia de receptor de inmigrantes a expulsor de personas principalmente en las delegaciones centrales (GDF, 2010).



**Figura 3.3.** Población en el Distrito Federal, 1990-2010.

Fuente: Elaborado a partir de GDF, 2012.

La población en el Distrito Federal se distribuyó como sigue:

- Por género: 52% eran mujeres y 48% hombres. En México estos porcentajes fueron 51.2% y 48.8%.
- Por urbanización: 99.5% urbana y 0.5% rural. Las delegaciones con las menores tasas de urbanización fueron Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco. A nivel nacional el dato fue 78 y 22%.
- Por delegación: en Iztapalapa habitaba 20.5% de la población, en Gustavo A. Madero 13.4% y Álvaro Obregón 8.2%. Las menos pobladas fueron Milpa Alta y Cuajimalpa con 1.5% y 2.1%.
- Edad: en 2010, 22.4% de la población total tenía entre 0 y 14 años, 25.5% de 15 a 29 años, 40.5% de 29 a 59 años y 11.6% eran adultos de 60 o más años. En Álvaro Obregón, este

último grupo de edad representó 11.0%, en Cuajimalpa 7.8%, Magdalena Contreras 10.2%, Miguel Hidalgo 14.5%, Milpa Alta 7.5% y Xochimilco 9.1%. Las delegaciones con mayor índice de urbanización tienen la población más envejecida.

- Densidad poblacional: el promedio en el Distrito Federal fue de 5,920 hab/km<sup>2</sup> en 2010, el más elevado entre las entidades federativas y superior a la media nacional de 57 hab/km<sup>2</sup>. Iztacalco e Iztapalapa presentaron las mayores densidades 16,558.6 y 16,005.2 hab/km<sup>2</sup> respectivamente. Entre las seis delegaciones que se estudian en este trabajo, Miguel Hidalgo registró 8,036.4 hab/km<sup>2</sup>. En el mundo, la densidad poblacional más elevada se registra en China, 19,416 hab/km<sup>2</sup> (INEGI, 2011 y BM, 2012).

La población en el Distrito Federal aumentará en 274,607 habitantes durante el periodo 2005-2015. Los aumentos sustanciales se registran en Milpa Alta, Cuajimalpa de Morelos, T y Xochimilco, que son delegaciones periféricas. Se espera la creación de más asentamientos irregulares en estas delegaciones (GDF, 2010). El rápido proceso de expansión metropolitana y la población flotante que actualmente es de 4,000,000 ha impuesto una costosa infraestructura productiva y equipamiento en el Distrito Federal sobre los recursos naturales como el agua potable (GDF, 2009 y Sánchez *et al.*, 2012).

### **3.4 Desarrollo social y económico**

#### **Pobreza**

El porcentaje de población en situación de pobreza en el Distrito Federal aumentó de 28% a 28.7% en el periodo 2008-2010. En este último año, las delegaciones con mayor porcentaje de personas en pobreza fueron Milpa Alta, Tláhuac, Iztapalapa, Álvaro Obregón y Gustavo A. Madero (CONEVAL, 2013).

#### **Acceso a servicios de salud**

En el Distrito Federal había 5,644,901 derechohabientes a algún servicio de salud en 2010, esto representó 63.8% de la población. En las delegaciones analizadas en este trabajo los porcentajes fueron como sigue: Álvaro Obregón 68.1, Cuajimalpa 66.1, Magdalena Contreras

65.5, Miguel Hidalgo 69.7, Milpa Alta 53.0 y Xochimilco 53.6. En México la cobertura fue de 72,514,513 habitantes, 64.6% de la población nacional.

La atención médica a los habitantes de las delegaciones y de otras entidades federativas se realiza en unidades de la SSDF, del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Marina (SEDENA), Secretaría Marina (SEMAR) e instituciones privadas.

### **Producto Interno Bruto**

El Distrito Federal aportó 17.9% del Producto Interno Bruto (PIB) Nacional en 2010 y fue la entidad federativa que realizó la mayor contribución (INEGI, 2011). El PIB per cápita fue de \$172,900 pesos en 2008. La vocación económica de la ciudad ha transitado de las actividades industriales a las comerciales, financieras y de servicios.

### **Escolaridad**

La población de 15 años y más tenía 10.5 grados en promedio de escolaridad que fue más alto respecto al nacional de 8.6 grados en 2010. En el Distrito Federal 3 de cada 100 personas en este rango de edad no sabían leer ni escribir (INEGI, 2011).

### **Población Económicamente Activa**

La población económicamente activa (PEA) en el Distrito Federal fue 4,173,981 en 2010. Esta cifra representó 47.2% de la población en el rango de edad de 14 años y más. El promedio nacional fue menor, 41%. Del total de la PEA en el DF, 6.3% estuvo desocupada, cifra mayor a la nacional de 5.3%. Las delegaciones con los mayores porcentajes de PEA son Benito Juárez, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo; y menor en Milpa Alta, Tláhuac y Gustavo A. Madero.

### **Infraestructura en las viviendas**

La cobertura de viviendas con agua entubada en el Distrito Federal era de 94.3% en 2010. El promedio nacional fue 86.7%. Respecto al sistema de drenaje, 88.8% de las viviendas en la en país y 96.3% en la entidad tuvieron acceso al mismo.

En la Tabla 3.2 se presenta los valores de estos indicadores sociales y económicos para los años que se analizan en este trabajo.

**Tabla 3.2.** Valores de los indicadores sociales y económicos utilizados para las seis delegaciones analizadas en este trabajo.

Delegación	Indicador	1995	2000	2005	2010
<b>Álvaro Obregón</b>	Población	676,930	687,020	706,567	727,034
	Población en pobreza alimentaria (%)	9.0	4.9	4.4	8.5
	Población sin acceso a salud (%)	47.0	47.0	43.2	30.0
	Población Económicamente Activa (%)	55.6	55.3	55.3	58.9
	Población alfabeta de 15 años y más (%)	95.1	96.39	97.2	97.2
	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	99.1	97.7	97.3	96.2
	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)	90.8	90.7	96.5	97.2
<b>Cuajimalpa</b>	Población	136,873	151,222	173,625	186,391
	Población en pobreza alimentaria (%)	13.3	6.1	3.9	8.1
	Población sin acceso a salud (%)	52.3	52.3	45.6	31.0
	Población Económicamente Activa (%)	60.1	55.6	44.5	47.2
	Población alfabeta de 15 años y más (%)	93.8	96.29	97.0	97.0
	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	96.9	95.7	95.5	93.4
	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)	85.4	87.4	96.6	95.7
<b>Magdalena Contreras</b>	Población	211,898	222,050	228,927	239,086
	Población en pobreza alimentaria (%)	9.2	6.7	5.0	6.8
	Población sin acceso a salud (%)	46.7	46.7	43.5	33.1
	Población Económicamente Activa (%)	56.8	55.5	45.6	47.2
	Población alfabeta de 15 años y más (%)	95.0	96.39	96.9	97.0
	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	98.2	95.7	94.6	93.4
	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)	87.9	87.9	96.5	95.7
<b>Miguel Hidalgo</b>	Población	81,102	96,773	115,895	130,582
	Población en pobreza alimentaria (%)	5.1	3.2	1.9	3.0
	Población sin acceso a salud (%)	40.8	40.8	38.2	23.8
	Población Económicamente Activa (%)	53.1	56.5	56.5	52.8
	Población alfabeta de 15 años y más (%)	96.9	97.93	98.4	96.9
	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	99.4	98.7	99.1	94.1
	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)	98.4	98.9	92.4	98.2
<b>Milpa Alta</b>	Población	364,398	352,640	353,534	372,889
	Población en pobreza alimentaria (%)	15.0	14.4	10.9	12.5
	Población sin acceso a salud (%)	63.8	63.8	67.8	46.3
	Población Económicamente Activa (%)	60.7	51.6	51.6	69.7
	Población alfabeta de 15 años y más (%)	91.9	94.39	95.0	98.4
	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	87.6	87.0	87.0	82.6
	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)	66.0	67.9	95.3	96.3
<b>Xochimilco</b>	Población	332,314	369,787	404,458	415,007
	Población en pobreza alimentaria (%)	11.5	7.7	7.1	9.6
	Población sin acceso a salud (%)	50.1	50.1	54.7	43.2
	Población Económicamente Activa (%)	58.9	53.5	20.8	47.9
	Población alfabeta de 15 años y más (%)	94.8	96.14	96.5	96.5
	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	91.0	90.5	89.8	87.1
	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)	70.2	74.0	94.1	96.1

Fuente: INEGI, 2011 y CONEVAL, 2010.

# CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

Para el logro de los objetivos de esta investigación se aplicó la metodología descrita en cada actividad que se enlista a continuación:

- 4.1 Análisis de las bases de datos de los parámetros de calidad del agua de los pozos de seis delegaciones del Distrito Federal.
- 4.2 Análisis de la base de datos de la incidencia de enfermedades diarreicas agudas en la zona de estudio.
- 4.3 Correlación entre los parámetros de calidad del agua potable subterránea y los casos de enfermedades diarreicas agudas para el periodo 1995-2008.
- 4.4 Estimación del índice de vulnerabilidad de la población de las seis delegaciones, con base a la variación de la temperatura y precipitación, los parámetros de calidad del agua, los casos de enfermedades diarreicas agudas y de otros indicadores relevante.
- 4.5 Identificación de los enfoques que deben considerarse en el diseño de medidas de adaptación en un contexto de cambio climático.

## **4.1 Análisis de las bases de datos de los parámetros de calidad del agua de los pozos de seis delegaciones del Distrito Federal**

- i. Uniformidad de los datos. En el caso de los coliformes fecales, su valor estaba registrado con las leyendas positivo y negativo. Para facilitar el análisis gráfico, estas se cambiaron a un valor de 1 y 0 respectivamente.
- ii. Conteo de datos. Se realizó por parámetro para cada pozo en las seis delegaciones y por temporada de estiaje (noviembre a abril) y de lluvia (mayo a octubre). Los valores máximos se graficaron para el análisis.
- iii. Valores fuera de los límites establecidos NOM-127-SSA1-1994. Para este análisis se graficaron los valores máximos mensuales de cada parámetro.

- iv. Se estableció el coeficiente de correlación lineal y el nivel de significancia estadística de los parámetros de calidad del agua con la temperatura máxima y la precipitación acumulada mensuales, mediante el programa de estadística StatWizard en su 4ª versión.

#### **4.2 Análisis de la base de datos de la incidencia de enfermedades diarreicas agudas en la zona de estudio**

- i. Agrupación de los casos de enfermedades. Se realizó por tipo de enfermedad, delegación y mes para los años del periodo 1995-2008.
- ii. Conteo del número de casos. Se determinó el número de casos mensuales de cada una de las seis enfermedades seleccionadas en este trabajo: fiebre tifoidea (A01.0), giardiasis (A07.1), hepatitis aguda tipo A (B15), infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas (A04, A08-A09), paratifoidea y otras salmonelosis (A01.1-A02) y Shigelosis (A03). La información se graficó para realizar el análisis.
- iii. Se estableció el coeficiente de correlación lineal y el nivel de significancia estadística entre los casos de las seis EDA con la temperatura máxima y la precipitación acumulada mensuales, mediante el programa StatWizard, 4ª versión.

#### **4.3 Correlación entre los parámetros de calidad del agua potable y los casos de enfermedades diarreicas agudas para el periodo 1995-2008**

Para establecer si la correlación entre los casos de las enfermedades diarreicas agudas y los parámetros de calidad del agua era lineal, se siguió el procedimiento descrito en las secciones 4.1 iv y 4.2 iii.

#### **4.4 Estimación del índice de vulnerabilidad de la población de las seis delegaciones, con base a la variación de la temperatura y precipitación, los parámetros de calidad del agua, los casos de enfermedades diarreicas agudas y de otros indicadores relevantes**

Los índices de vulnerabilidad para 1995, 2000, 2005 y 2010 se estimaron siguiendo los siete pasos descritos en ICRISAT (2009).

- i. **Selección del área de estudio.** Seis delegaciones del Distrito Federal: Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta y Xochimilco.

## **ii. Selección de los indicadores**

- Exposición: coliformes totales, turbiedad, temperatura máxima y precipitación acumulada en el año.

El consumo de agua potable subterránea que supera los límites establecidos en la NOM-127-SSA1-1994, de coliformes totales y de turbiedad puede estar relacionado con la incidencia de las enfermedades diarreicas agudas. La temperatura máxima y la precipitación acumulada anuales, se eligieron porque la oscilación en estas variables climáticas, influye en la incidencia de las enfermedades diarreicas agudas y también en la variación de la calidad del agua potable subterránea con y sin cambio climático.

- Sensibilidad: población, población en pobreza alimentaria, población sin acceso a salud, suma de los casos de seis enfermedades hídricas.

El aumento de la población es uno de los factores que determina la cantidad de recursos como el agua potable subterránea necesaria para asegurar su calidad de vida. El porcentaje de la población en pobreza alimentaria indica que esta no tiene recursos suficientes para acceder a una alimentación adecuada, en detrimento de su salud. Además su respuesta es limitada en caso de recibir agua potable de mala calidad o ante el padecimiento de una EDA si no es derechohabiente a algún servicio de salud.

- Capacidad de adaptación: población de 15 años y más que es alfabeto, población económicamente activa, viviendas con acceso a agua potable, viviendas con drenaje conectado a la red pública.

El mejoramiento en estos indicadores aumenta la posibilidad de que los habitantes de las seis delegaciones contribuyan a la implementación de medidas de adaptación ante los impactos del cambio climático y reduzcan su vulnerabilidad a los mismos.

## **iii. Arreglo de las bases de datos**

Las bases de datos se arreglaron en forma de una matriz rectangular para los años 1995, 2000, 2005, 2010, en archivos de Excel. En las filas se representaron las delegaciones y en las columnas los valores de los indicadores Xij por componente de la vulnerabilidad. Se tienen

M=6 delegaciones, y K indicadores, donde  $X_{ij}$ , se refiere al valor del indicador  $j$  ( $j = 1, \dots, K$ ) correspondiente a la delegación  $i$  ( $i = 1, \dots, 6$ ).

**Tabla 4.1.** Arreglo matricial de los indicadores seleccionados para estimar el Índice de Vulnerabilidad.

Delegación	Exposición				Sensibilidad				Capacidad de adaptación			
	Turbiedad (UTN)	Col <sub>T</sub> (a/nd)	Tmax (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)
Álvaro Obregón	X <sub>ij</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cuajimalpa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Magdalena Contreras	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Miguel Hidalgo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Milpa Alta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Xochimilco	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

#### iv. Normalización de indicadores

En la Tabla 4.2 se presenta la relación de funcionalidad entre los indicadores seleccionados y la vulnerabilidad. Esto para la normalización entre 0 y 1 de los mismos. Se utilizó el programa MS-Excel.

**Tabla 4.2.** Relación de funcionalidad entre los indicadores seleccionados y la vulnerabilidad.

Componente	Indicador	Unidades	Relación de funcionalidad	Fuente de información
Exposición	Coliformes totales (COL <sub>T</sub> )	Ausencia o no detectable	↑	SACM
	Turbiedad	UTN	↑	SACM
	Temperatura máxima	°C	↑	CLICOM
	Precipitación	mm	↑	CLICOM
Sensibilidad	Población	Habitantes	↑	INEGI
	Población en pobreza alimentaria	%	↑	CONEVAL
	Población sin acceso a salud	%	↑	INEGI
	Suma de los casos de seis enfermedades	Número de casos	↑	SSDF
Capacidad de adaptación	Población alfabetizada de 15 años y más	%	↓	INEGI
	Población Económicamente Activa	%	↓	INEGI
	Viviendas con acceso a agua potable entubada	%	↓	INEGI
	Viviendas con drenaje conectado a la red pública	%	↓	INEGI

Relación positiva: la normalización de los indicadores se realiza con la siguiente ecuación:

$$x_{ij} = (X_{ij} - \text{Min}_i \{X_{ij}\}) / (\text{Max}_i \{X_{ij}\} - \text{Min}_i \{X_{ij}\}) \quad \text{Ecuación 3}$$

$x_{ij}$ =indicador normalizado entre  $0 \leq x_{ij} \leq 1$ ; el 1 corresponderá al valor máximo y 0 corresponderá al mínimo.

$X_{ij}$ =indicador  $j$  correspondiente a la delegación  $i$ .

Relación negativa: los valores del indicador se normalizan con la ecuación descrita a continuación:

$$x_{ij} = (\text{Max}_i \{X_{ij}\} - X_{ij}) / (\text{Max}_i \{X_{ij}\} - \text{Min}_i \{X_{ij}\}) \quad \text{Ecuación 4}$$

#### v. Asignación de pesos a los indicadores normalizados

De acuerdo con el método de Iyengar y Sadarshan (ICRISAT, 2009), la asignación de pesos diferentes se realiza a la matriz de indicadores normalizados  $x_{ij}$ ,

$i=1, \dots, 6$  representa a las delegaciones analizadas

$j=1, \dots, K$  se representa a los  $K$  indicadores que se evalúan.

Para cada indicador  $j$  se calcula el valor del peso  $w_j$  con la siguiente ecuación:

$$w_j = \frac{c}{\sqrt{\text{var}_i(x_{ij})}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde  $\text{var}_i(x_{ij})$  es la varianza del conjunto de valores  $x_{ij}$  del indicador  $j$  normalizado de cada una de las  $i=6$  delegaciones y la suma de todos los pesos cumple con la ecuación

$$\sum_{j=1}^k w_j = 1 \quad \text{Ecuación 6}$$

La variable  $c$  es una constante de normalización estimada como

$$c = \left[ \sum_{j=1}^k \frac{1}{\sqrt{\text{var}_i(x_{ij})}} \right]^{-1} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde  $k = \text{número total de indicadores} = 1, \dots, 6$  delegaciones

#### vi. Estimación del índice de vulnerabilidad

El índice de vulnerabilidad para la delegación  $i$  ( $IV_i$ ) se estimó como la suma de los pesos ( $w_j$ ) multiplicados por el índice normalizado ( $x_{ij}$ ) de todos los indicadores  $j$  evaluados.

$$IV_i = \sum_{j=1}^k w_j x_{ij} \quad \text{Ecuación 8}$$

Las bases de datos de los indicadores de exposición (calidad del agua, casos de enfermedades diarreicas agudas y de temperatura máxima y precipitación), estuvieron disponibles hasta 2008, por lo que se usaron para estimar el índice de vulnerabilidad de 2010. Para las componentes de sensibilidad y capacidad de adaptación, la información se obtuvo de los censos oficiales de este último año.

#### vii. Asignación del nivel de vulnerabilidad

El intervalo de variación del índice de vulnerabilidad ( $IV_i$ ) para cada categoría está dado por los percentiles de la distribución de probabilidad que representa el comportamiento de los índices de vulnerabilidad estimados (Figura 4.1). Para esta investigación se usó la distribución Beta como la más apropiada.

Clasificación del nivel de vulnerabilidad	Color de identificación
Muy Baja	0 < $IV_i$ < 20 Percentil
Baja	20 < $IV_i$ < 40 Percentil
Moderada	40 < $IV_i$ < 60 Percentil
Alta	60 < $IV_i$ < 80 Percentil
Muy Alta	80 < $IV_i$ < 100 Percentil

**Figura 4.1.** Categorías para clasificar el nivel de vulnerabilidad.

#### 4.5 Identificación de los enfoques que deben considerarse en el diseño de medidas de adaptación en un contexto de cambio climático

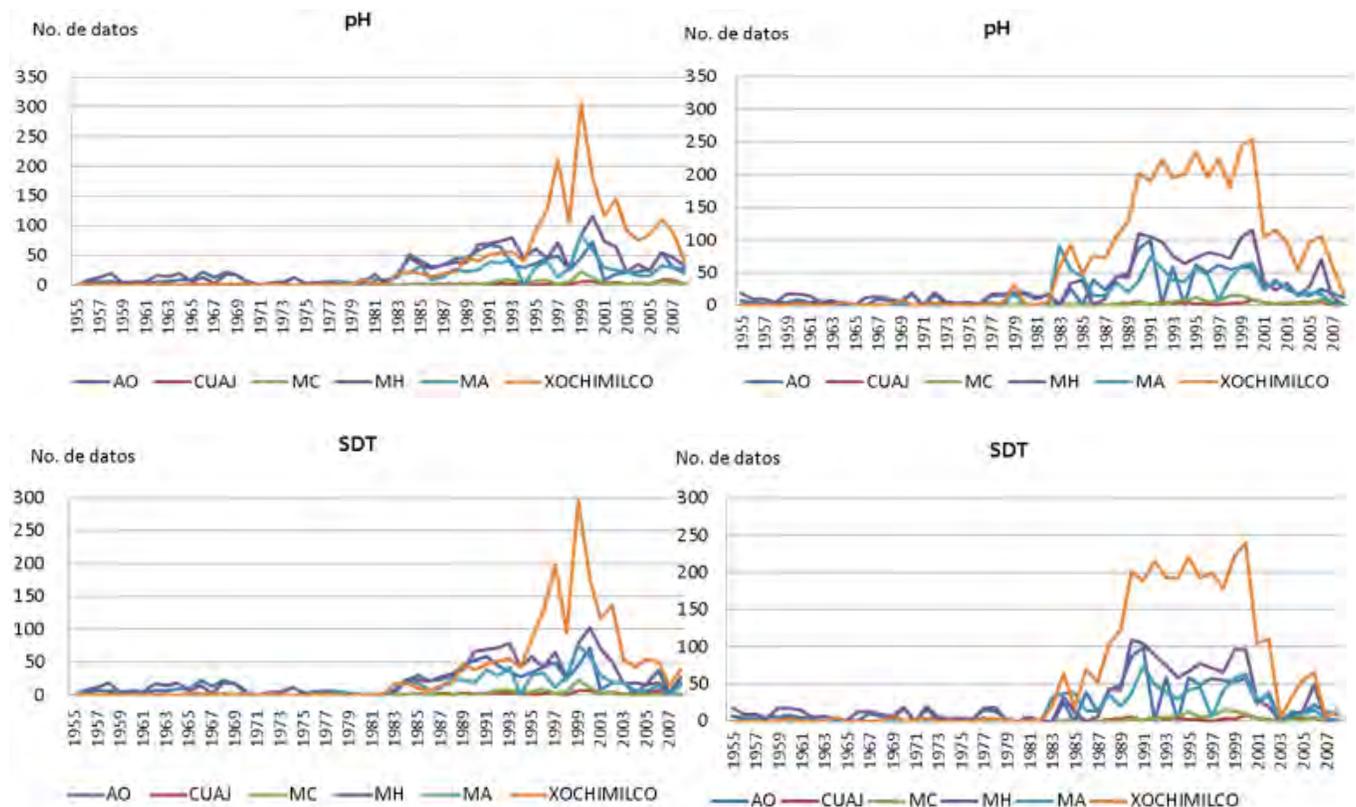
En esta actividad no se contempló la generación de escenarios climáticos. El aumento de la temperatura superficial y los cambios en la precipitación que ya están documentados y con los resultados de la vulnerabilidad obtenidos en este trabajo constituyeron la base para identificar los enfoques a considerar en el diseño de medidas de adaptación ante la variación de la calidad del agua subterránea y sus efectos en la salud de la población de las seis delegaciones del Distrito Federal en un contexto de cambio climático.

# CAPÍTULO 5. RESULTADOS

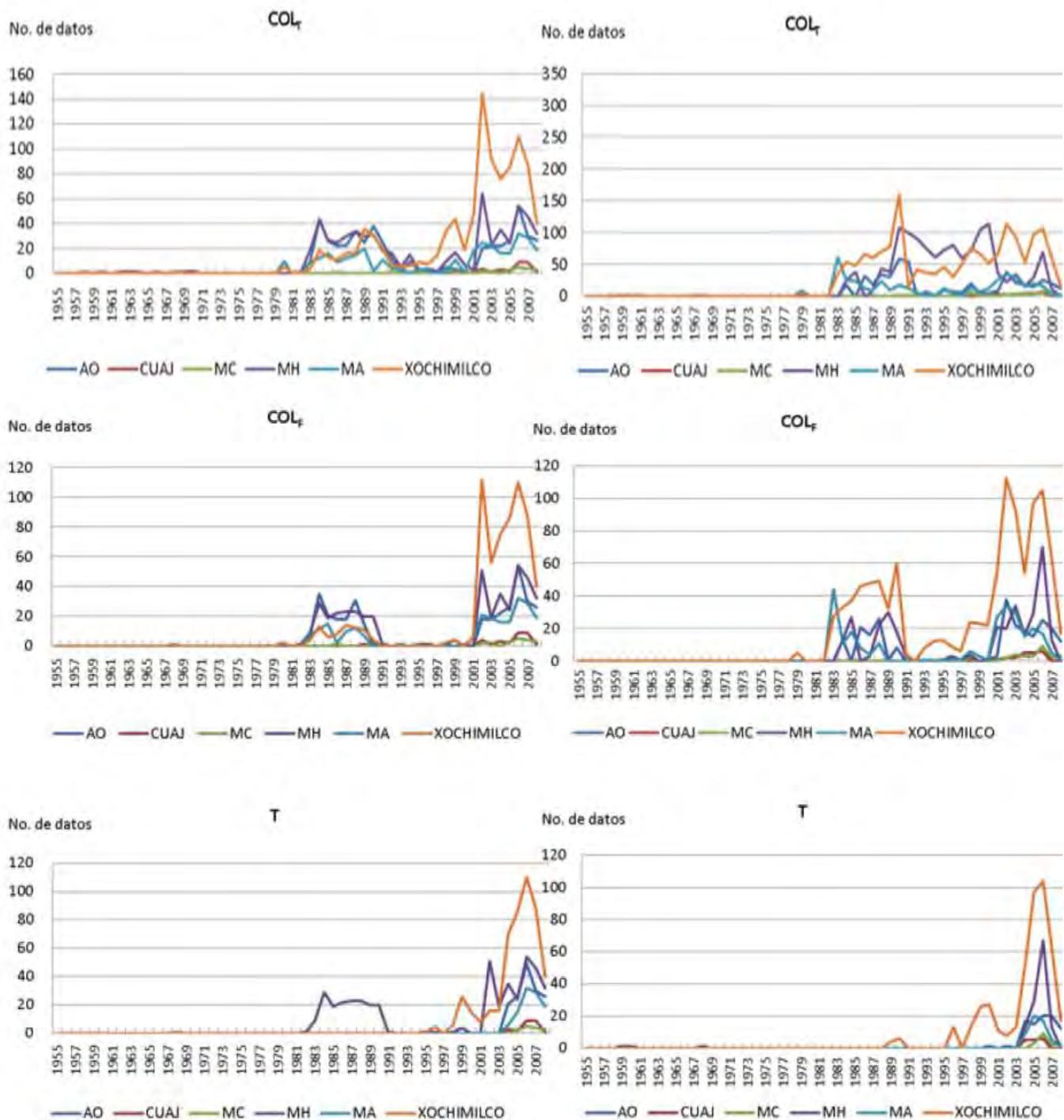
## 5.1 Los parámetros de la calidad del agua potable subterránea

### 5.1.1 Número de datos en el periodo 1955-2008

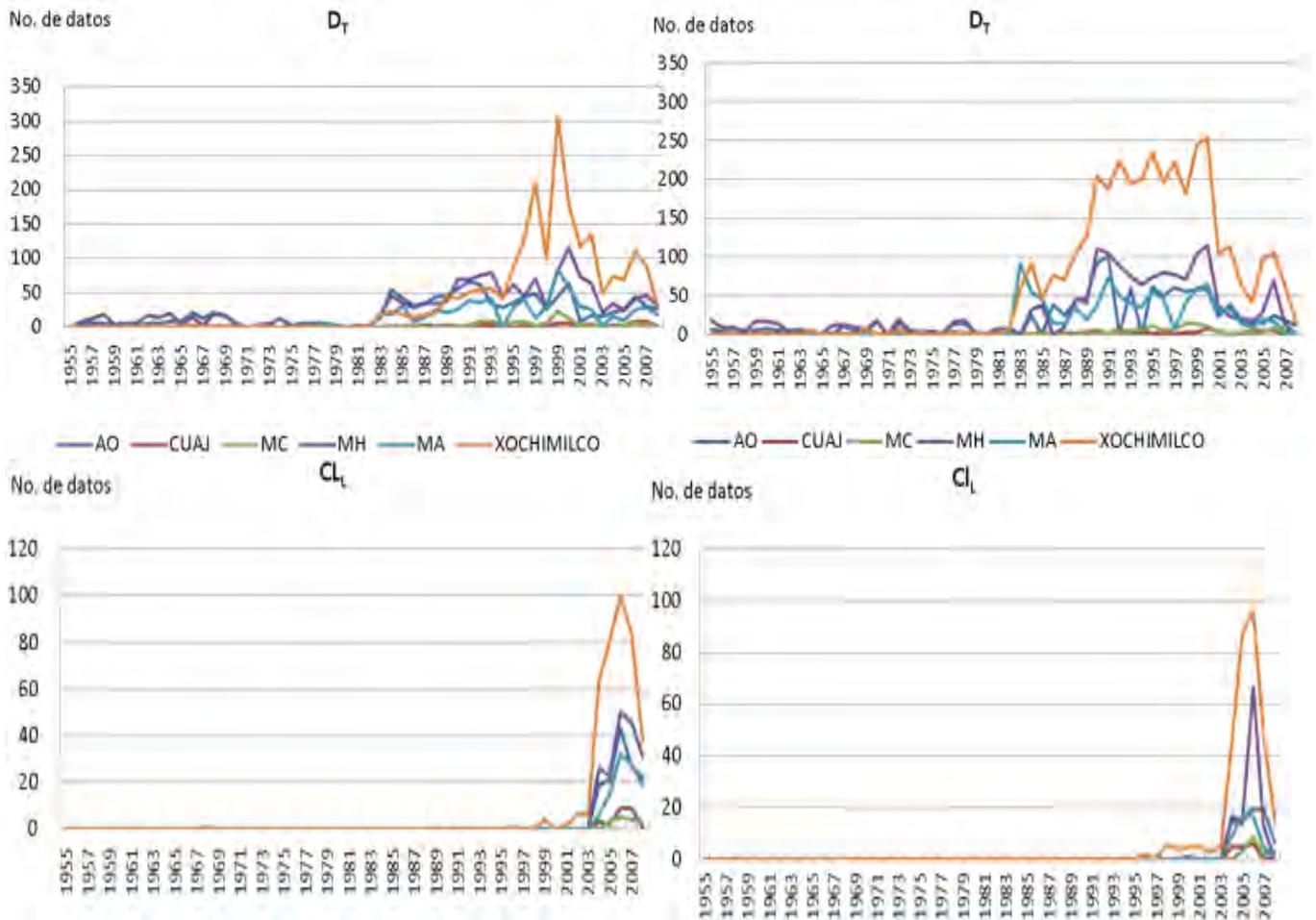
En la Figura 5.1 se presenta el número de datos de los siete parámetros de calidad del agua subterránea incluidos en la base de datos del SACM y que también están considerados en la NOM-127-SSA1-1994. La izquierda corresponde a la temporada de estiaje y derecha para la de lluvia.



**Figura 5.1.** Número de datos de siete parámetros de calidad del agua potable subterránea en seis delegaciones del Distrito Federal, 1955-2008, continúa...



**Figura 5.1.** Número de datos de siete parámetros de calidad del agua potable subterránea en seis delegaciones del Distrito Federal, 1955-2008, continúa...



**Figura 5.1.** Número de datos de siete parámetros de calidad del agua potable subterránea en seis delegaciones del Distrito Federal, 1955-2008.

El mayor número de datos de los parámetros de calidad del agua se tuvo en Xochimilco, Miguel Hidalgo y Álvaro Obregón. En Cuajimalpa se observó la menor cantidad. En esta última delegación, la información estuvo disponible para dos pozos en comparación con los 89, 32 y 34 de las tres mencionadas.

El número máximo de datos registrados en un pozo fue 157 en Xochimilco. Si en 54 años (1955-2008) se hubiese monitoreado diariamente un parámetro, serían 19,710 datos y sólo se tuvo 0.8%. Esto significó que se realizaron tres muestreos como máximo al año de ese parámetro en un pozo. Para SDT y  $D_T$  se tuvo más de 100 pero menos de 157 valores.

Respecto a T y  $Cl_L$ , la base de datos contenía entre 12 y 25 valores. La turbiedad es un indicador que puede variar con lluvias extremas e incidir en las enfermedades diarreicas

agudas. La cloración del agua se utiliza para erradicar los microorganismos dañinos para la salud humana. La cantidad de datos de estos parámetros es insuficiente para realizar análisis.

En la Norma NOM-179-SSA1-1998 sobre la vigilancia y evaluación del control de la calidad del agua para uso y consumo humano distribuida por sistemas de abastecimiento público se indica, por ejemplo, que para un asentamiento con más de 500,000 habitantes, se deberá determinar el cloro residual libre mediante una muestra diaria por cada 50,000 y en el caso del examen microbiológico, una muestra por cada 250,000 habitantes. Lo anterior no se cumple para ninguno de los pozos en cada delegación analizada. Los registros de turbiedad y de cloro libre residual es una limitante para establecer correlaciones robustas.

En el contexto de cambio climático, la precipitación y la temperatura se modificarán. Las lluvias serán más intensas y se presentarán en un lapso de tiempo más corto. La temperatura aumentará en particular las extremas es decir la máxima y mínima.

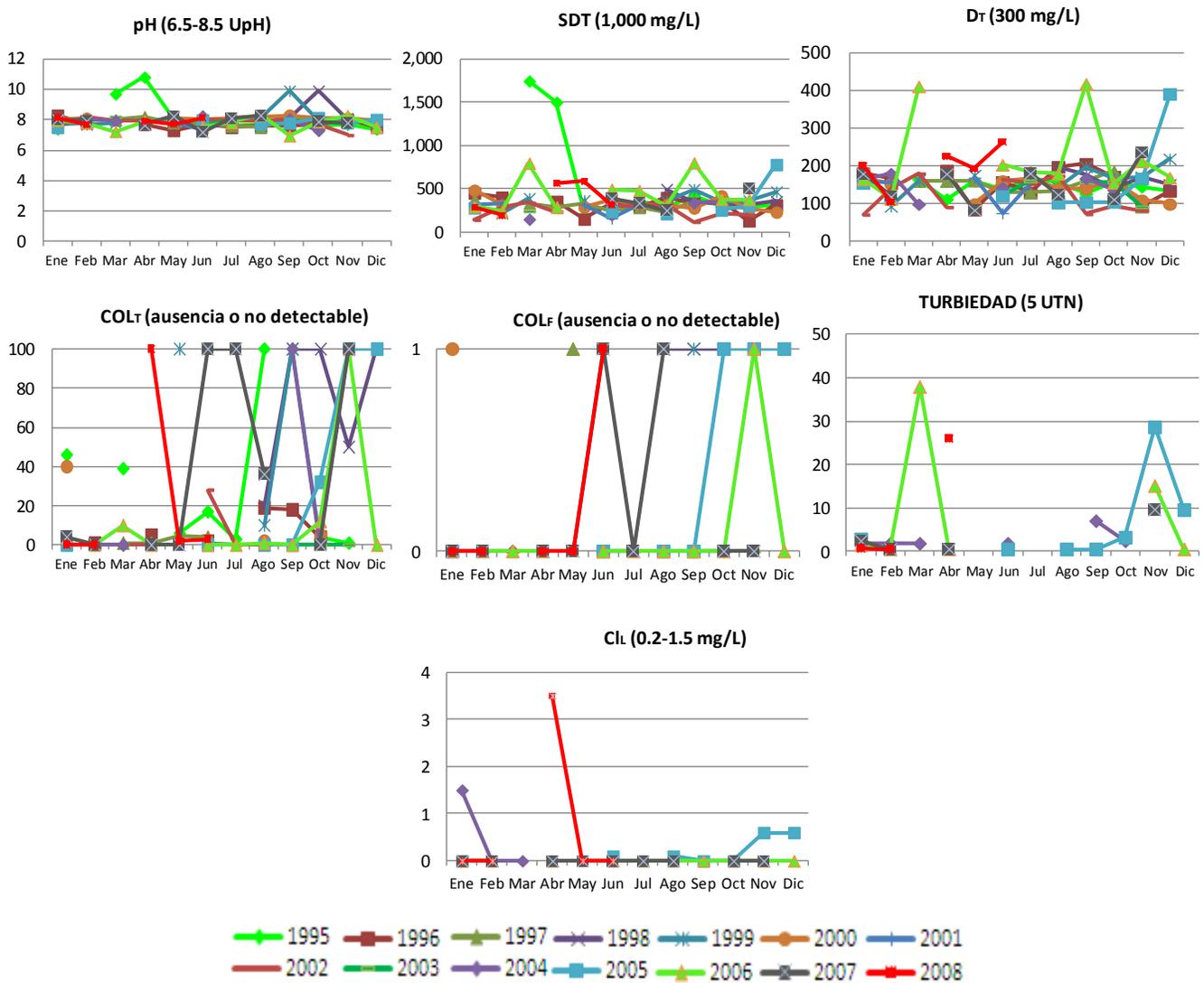
Se necesita seguir avanzando en el análisis de las correlaciones entre la salud, la variación en la calidad del agua y de las variables climáticas. En los estudios sobre las señales del cambio climático se utilizan series de datos históricas de hasta 30 años.

Por lo anterior es necesario que el monitoreo de la calidad del agua sea más frecuente en ambas temporadas para contar con elementos que ayuden a diferenciar los impactos del cambio climático de aquellos por la variabilidad climática natural.

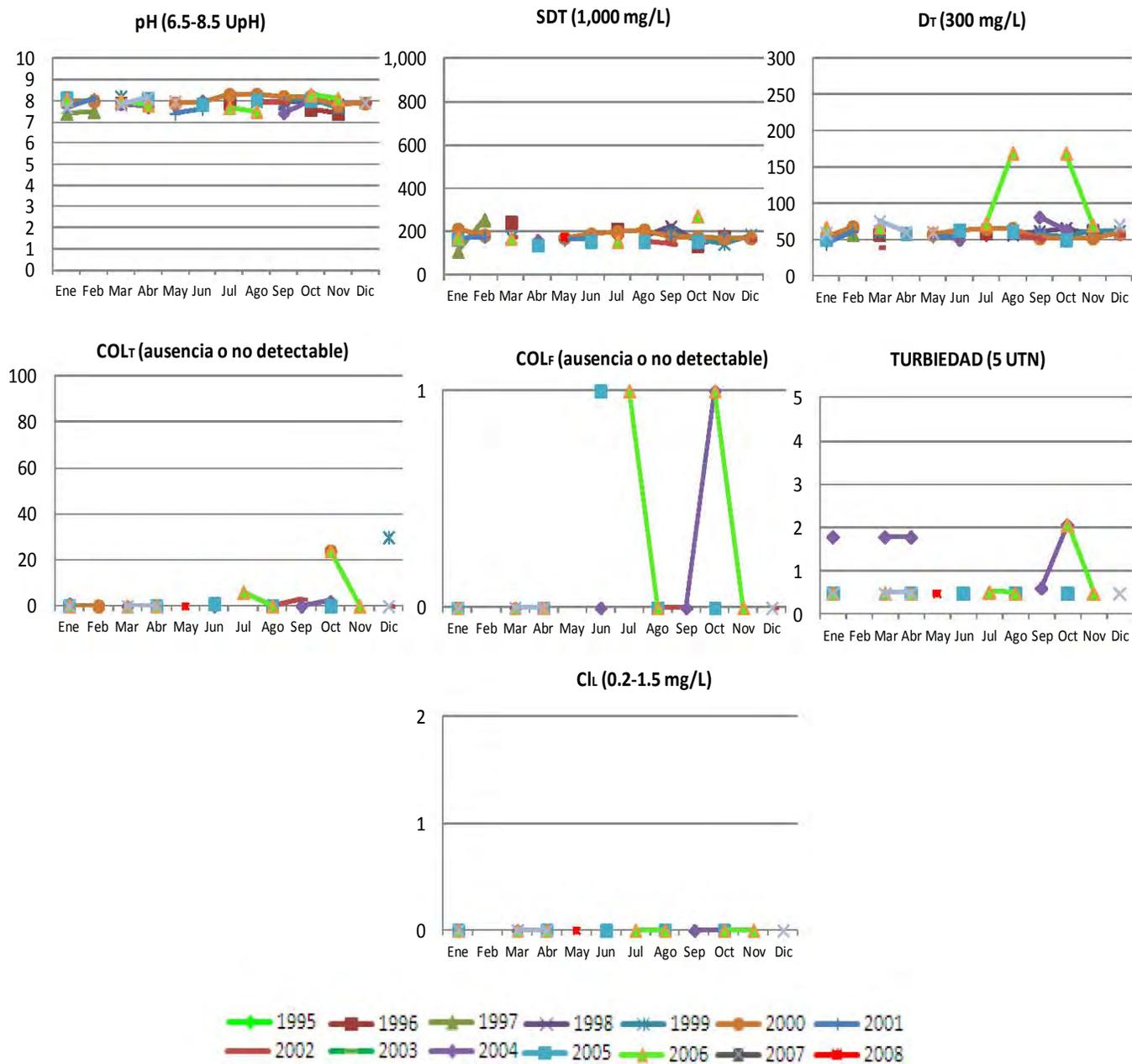
Otro factor que es importante considerar es que aún cuando el agua reúna las condiciones de potabilidad establecidas en la NOM-127-SSA-1994, al ingresar al sistema de distribución puede deteriorarse antes de llegar al consumidor, ya sea por contaminación del mismo sistema de distribución a causa de las fisuras en la red o por el manejo intradomiciliario inadecuado el cual se agrava por su almacenamiento en cisternas, tinacos y otros depósitos que no son limpiados con frecuencia.

### 5.1.2 Parámetros de la calidad del agua potable subterránea fuera de la norma NOM-127SSA1-1994 en temporada de estiaje y lluvia en el periodo 1995-2008

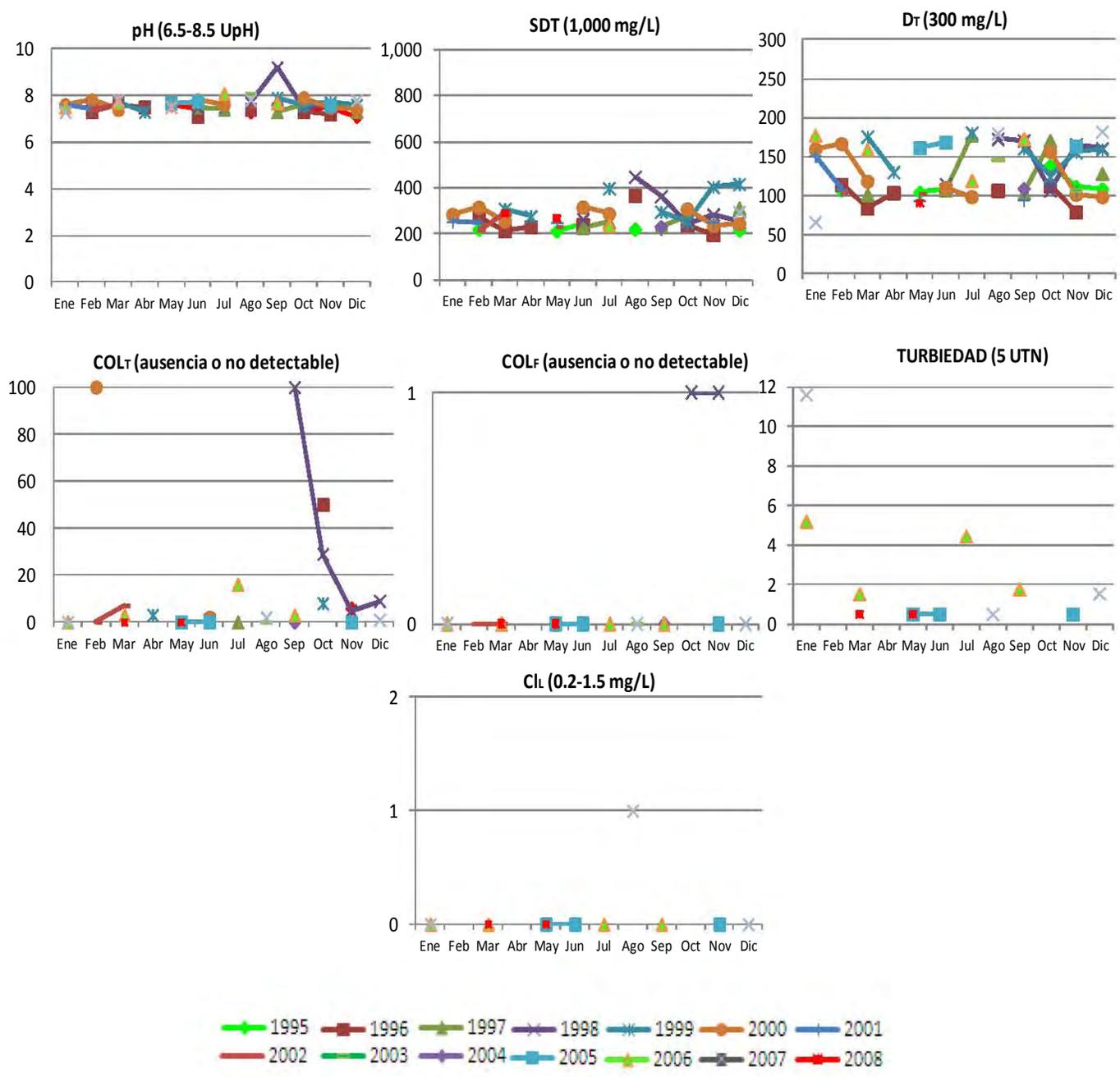
En las Figuras 5.2 a-f se muestra los valores máximos mensuales de los siete parámetros de calidad del agua en cada delegación durante el periodo 1995-2008. Entre paréntesis está el límite establecido en la norma. En el Anexo D se presenta los valores numéricos.



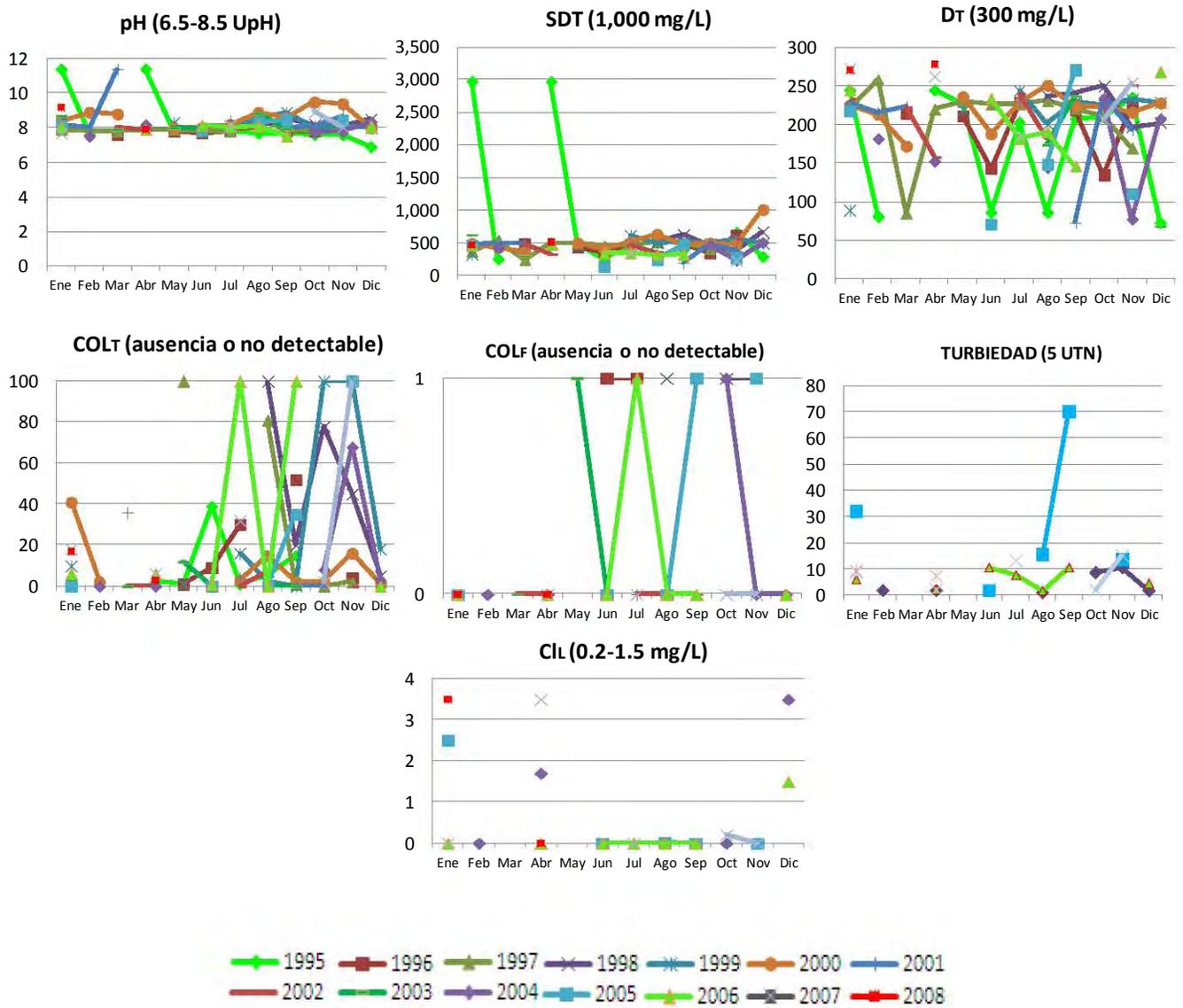
**Figura 5.2a.** Álvaro Obregón, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008.



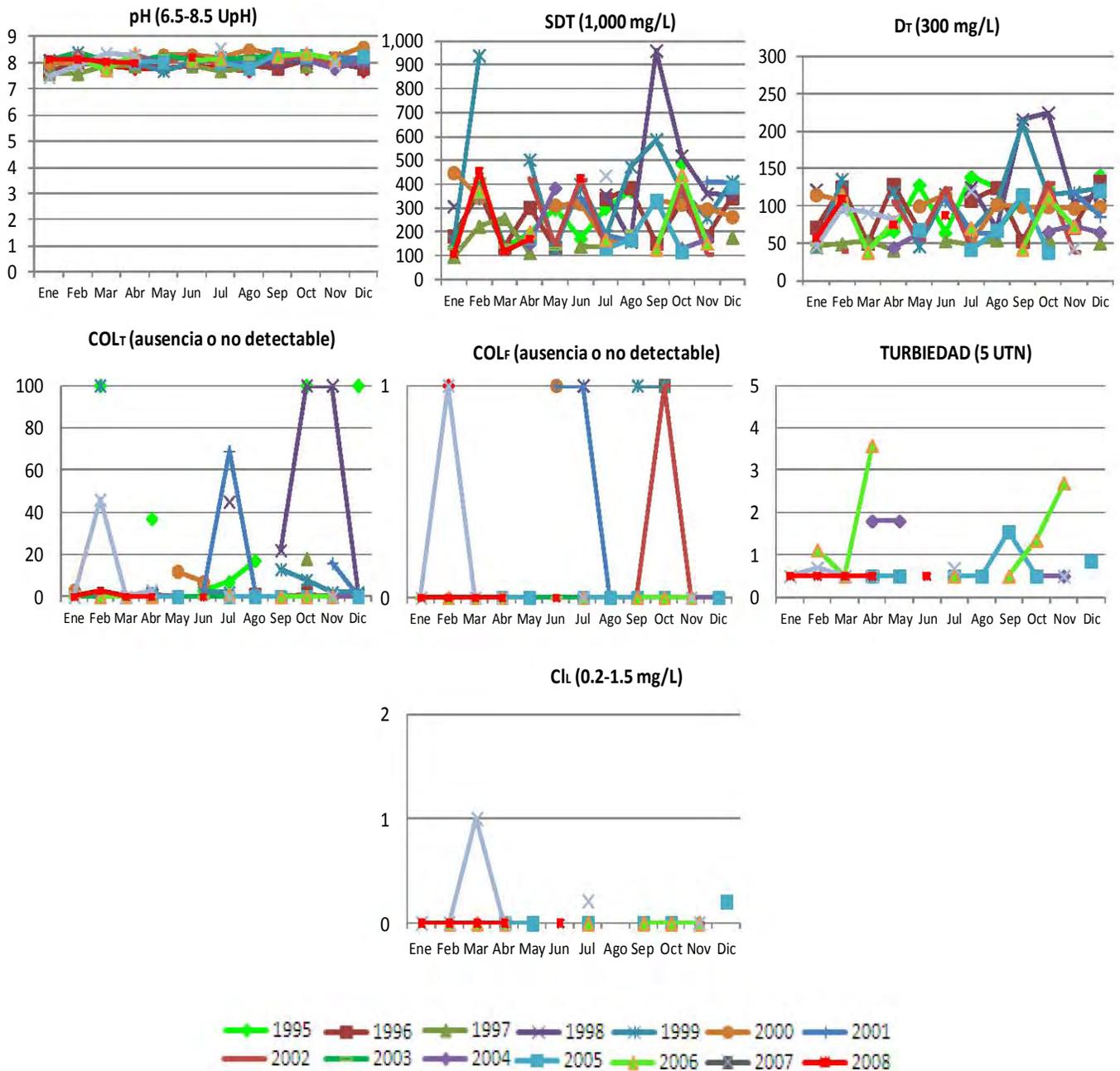
**Figura 5.2b.** Cuajimalpa, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008.



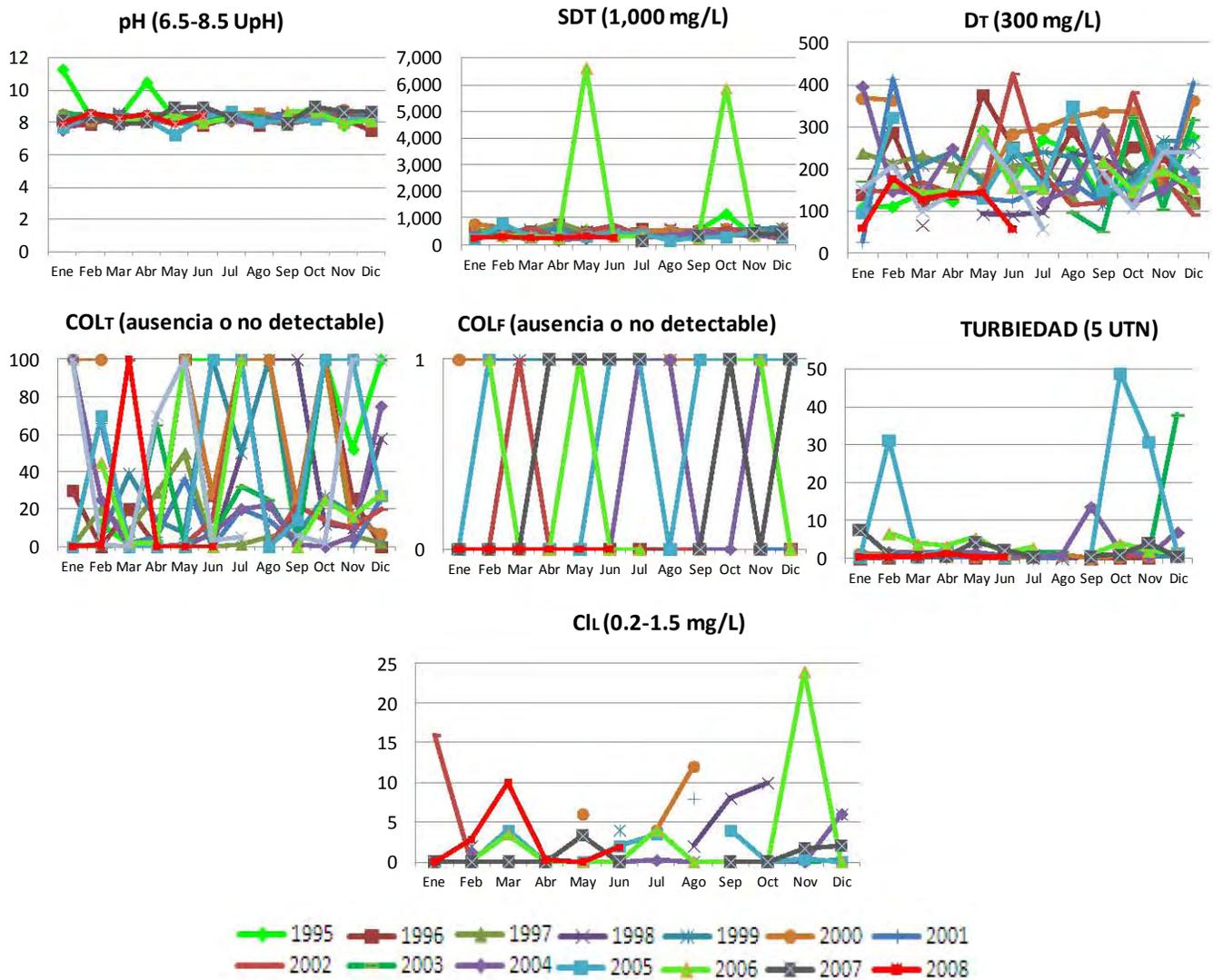
**Figura 5.2c.** Magdalena Contreras, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008.



**Figura 5.2d.** Miguel Hidalgo, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008.



**Figura 5.2e.** Milpa Alta, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008.



**Figura 5.2f.** Xochimilco, valores máximos mensuales de los parámetros de calidad del agua, 1995-2008.

**Álvaro Obregón:** en marzo 1995 se observó que los valores de pH y SDT rebasaron el límite establecido en la norma. Los correspondientes a COL<sub>T</sub> y COL<sub>F</sub> fueron excedidos con mayor frecuencia en la temporada de lluvia en 1995, 1998, 1999, 2005, 2006 y 200. Los de D<sub>T</sub> en marzo y septiembre de 2006. Con respecto nivel de Cl<sub>L</sub>, hubo un máximo de 3.5 mg/L en abril de 2008.

La turbiedad alcanzó 37.9 UTN en marzo y 28.6 en noviembre de 2005, ambos meses corresponden a la temporada de estiaje. Los pozos con valores altos se ubicaron en las

colonias Jardines del Pedregal, Tacubaya, Santa Lucía, Olivar del Conde y Jardines del Pedregal.

**Cuajimalpa:** en los dos pozos incluidos en la base de datos, los  $COL_T$  y  $COL_F$  excedieron la norma durante la temporada de lluvia en 2006. Los demás indicadores estuvieron dentro de los límites.

**Magdalena Contreras:** los  $COL_T$  y  $COL_F$  estuvieron fuera de la norma en octubre y noviembre de 2007. La turbiedad máxima que se registró fue de 11.6 UTN en enero de 2007, en un pozo situado en el Pedregal.

**Miguel Hidalgo:** los parámetros fuera de la norma fueron el pH y los SDT con valores hasta de 2,968 mg/L durante la temporada de estiaje de 1995. Los valores de  $COL_T$  y  $COL_F$  excedieron la norma en la temporada de lluvia de 1995, 1996, 1999 y 2006 y en la de estiaje de 1999, 2005 y 2007. El  $Cl_L$  se encontró en valores de hasta 3.5 mg/L en la temporada de estiaje.

La T máxima fue de 70 UTN en septiembre de 2005. Las colonias con valores elevados en los pozos fueron Marina Nacional, San Joaquín Tacuba, Saleciano, Campos Elíseos y San Felipe Popotla.

**Milpa Alta:** los valores de  $COL_T$  y  $COL_F$  fueron los que rebasaron la norma, esto fue tanto en la temporada de estiaje como la de lluvia. La turbiedad subió en abril y noviembre de 2006 pero no rebasó el límite.

**Xochimilco:** el pH rebasó el límite de la norma en la temporada de estiaje de 1995. Los valores de SDT máximos se registraron en mayo y octubre de 2006 con valores de 6,636 y 5,868 mg/L respectivamente. Las concentraciones de  $D_T$ ,  $COL_T$  y  $COL_F$  rebasaron el límite en las temporadas de estiaje y la de lluvia. En ambas temporadas, la concentración de  $Cl_L$  excedió la norma. Pero en noviembre de 2006 alcanzó el máximo de 24 mg/L.

La turbiedad máxima fue de 49 UTN en octubre de 2005, nueve veces mayor al límite de la norma. En el pozo ubicado en la colonia y/o población de San Luis se registró dicho valor. En el de La Noria fue de 31 UTN.

### 5.1.3 Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua con la temperatura máxima y la precipitación acumulada mensuales

En las Tablas 5.1 y 5.2 se presentan los coeficientes de relación lineal  $r$  y las significancias estadísticas  $p$  (esta última en paréntesis) que se obtuvieron entre los parámetros de la calidad del agua potable subterránea y dos variables climáticas, la temperatura máxima y la precipitación acumulada mensuales. Se consideró el periodo 1995-2008 porque la información de casos de enfermedades diarreicas agudas corresponde a este.

**Tabla 5.1.** Relación lineal entre los valores de los parámetros de calidad del agua con los de la temperatura máxima mensual, 1995-2008.

Delegaciones	pH	SDT	D <sub>T</sub>	COL <sub>T</sub>	COL <sub>F</sub>	T	Cl <sub>L</sub>
Álvaro Obregón	-0.012 (0.863)	0.006 (0.393)	0.000 (0.998)	-0.146 (0.978)	-0.056 (0.597)	0.099 (0.675)	s.r.
Cuajimalpa	-0.069 (0.491)	-0.029 (0.794)	0.019 (0.847)	0.043 (0.791)	0.259 (0.159)	0.118 (0.611)	s.r.
Magdalena Contreras	-0.104 (0.339)	-0.069 (0.554)	0.073 (0.508)	-0.080 (0.642)	-0.387 (0.068)	-0.264 (0.407)	-0.360 (0.250)
Miguel Hidalgo	0.034 (0.687)	-0.141 (0.134)	0.006 (0.945)	-0.073 (0.463)	-0.183 (0.102)	-0.256 (0.251)	-0.085 (0.707)
Milpa Alta	0.023 (0.835)	0.040 (0.739)	0.256 (0.024)	-0.035 (0.779)	-0.012 (0.936)	0.097 (0.711)	0.041 (0.877)
Xochimilco	-0.087 (0.357)	0.025 (0.799)	-0.089 (0.344)	-0.105 (0.300)	-0.014 (0.889)	-0.020 (0.845)	-0.041 (0.695)

s.r. No se obtuvo ninguna relación lineal.

**Tabla 5.2.** Relación lineal entre los valores de los parámetros de calidad del agua con los de la precipitación acumulada mensual, 1995-2008.

Delegaciones	pH	SDT	D <sub>T</sub>	COL <sub>T</sub>	COL <sub>F</sub>	T	Cl <sub>L</sub>
Álvaro Obregón	0.045 (0.526)	0.093 (0.206)	0.058 (0.413)	0.161 (0.051)	0.173 (0.098)	0.358 (0.079)	s.r.
Cuajimalpa	0.019 (0.848)	0.048 (0.664)	0.192 (0.059)	-0.058 (0.719)	0.123 (0.509)	-0.332 (0.141)	s.r.
Magdalena Contreras	0.271 (0.011)	0.149 (0.198)	0.078 (0.476)	0.096 (0.576)	0.203 (0.353)	-0.219 (0.493)	0.566 (0.055)
Miguel Hidalgo	-0.038 (0.652)	0.050 (0.596)	-0.002 (0.984)	0.019 (0.844)	-0.028 (0.808)	-0.123 (0.587)	-0.381 (0.079)
Milpa Alta	-0.029 (0.791)	-0.184 (0.128)	¿	0.134 (0.296)	-0.004 (0.981)	0.116 (0.659)	0.083 (0.751)
Xochimilco	-0.068 (0.472)	-0.308 (0.001)	-0.129 (0.171)	0.107 (0.294)	-0.035 (0.729)	0.050 (0.629)	0.012 (0.233)

s.r. No se obtuvo ninguna relación lineal.

Temperatura máxima: en general, los valores de los coeficientes obtenidos indicaron una relación lineal débil entre los parámetros de calidad del agua y la temperatura máxima. No

hubo una relación estadísticamente significativa entre ambas variables en un nivel de confianza mayor a 95% porque el valor p fue mayor a 0.05.

En particular, los SDT aumentaban conforme lo hacía la variable climática en Álvaro Obregón, Milpa Alta y Xochimilco. La turbiedad mostró una relación positiva en Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Milpa Alta. Las relaciones fueron negativas con los valores de pH,  $COL_T$  y  $COL_F$ , los cuales disminuían cuando la temperatura máxima aumentaba en cinco delegaciones (Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta y Xochimilco).

Precipitación: el pH, los SDT y la  $D_T$  se relacionaron positivamente con la precipitación, si esta aumentaba lo hacían los valores de los primeros en Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Magdalena Contreras. La relación fue negativa en Miguel Hidalgo, Milpa Alta y Xochimilco. Los  $COL_T$  y  $COL_F$  se relacionaron positivamente con la variable climática en todas las delegaciones. La T aumentaba con la precipitación en Álvaro Obregón, Milpa Alta y Xochimilco. El  $Cl_L$  tuvo la misma tendencia en Magdalena Contreras, Milpa Alta y Xochimilco.

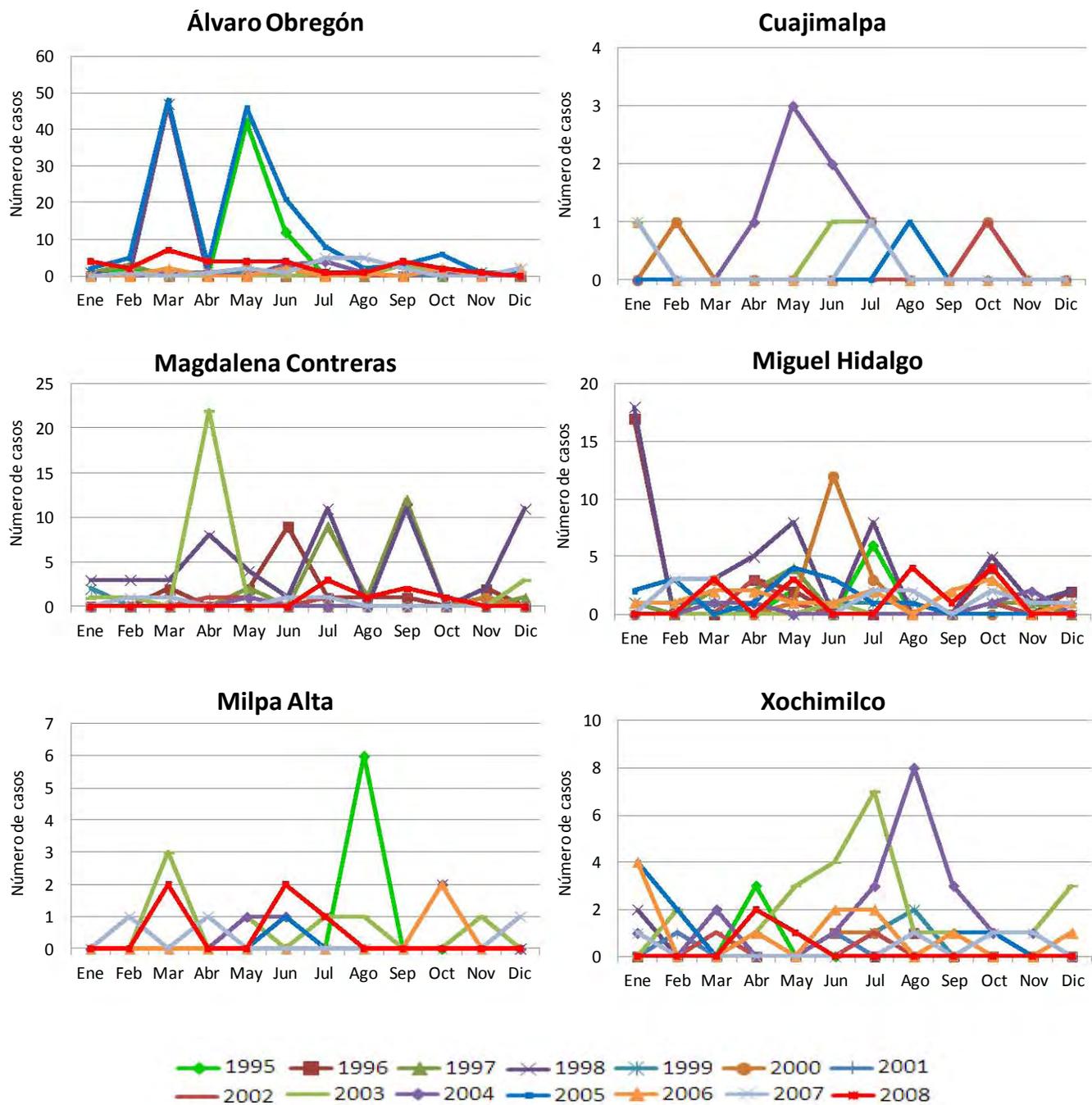
Los valores del coeficiente de relación lineal indicaron una relación débil de la precipitación con todos los parámetros de calidad del agua. Hubo una relación significativamente estadística en un nivel de confianza mayor al 95% con el pH en Magdalena Contreras y SDT en Xochimilco.

## **5. 2. Las enfermedades diarreicas agudas**

### **5.2.1 Número de casos registrados en el periodo 1995-2008**

En las Figuras 5.3 a-f se presenta el número de casos de las seis enfermedades diarreicas agudas seleccionadas en este trabajo. Se graficaron por mes durante el periodo 1995-2008.

En el Anexo E pueden consultarse los valores numéricos por año.



**Figura 5.3a.** Casos de fiebre tifoidea por delegación y mes, 1995-2008.

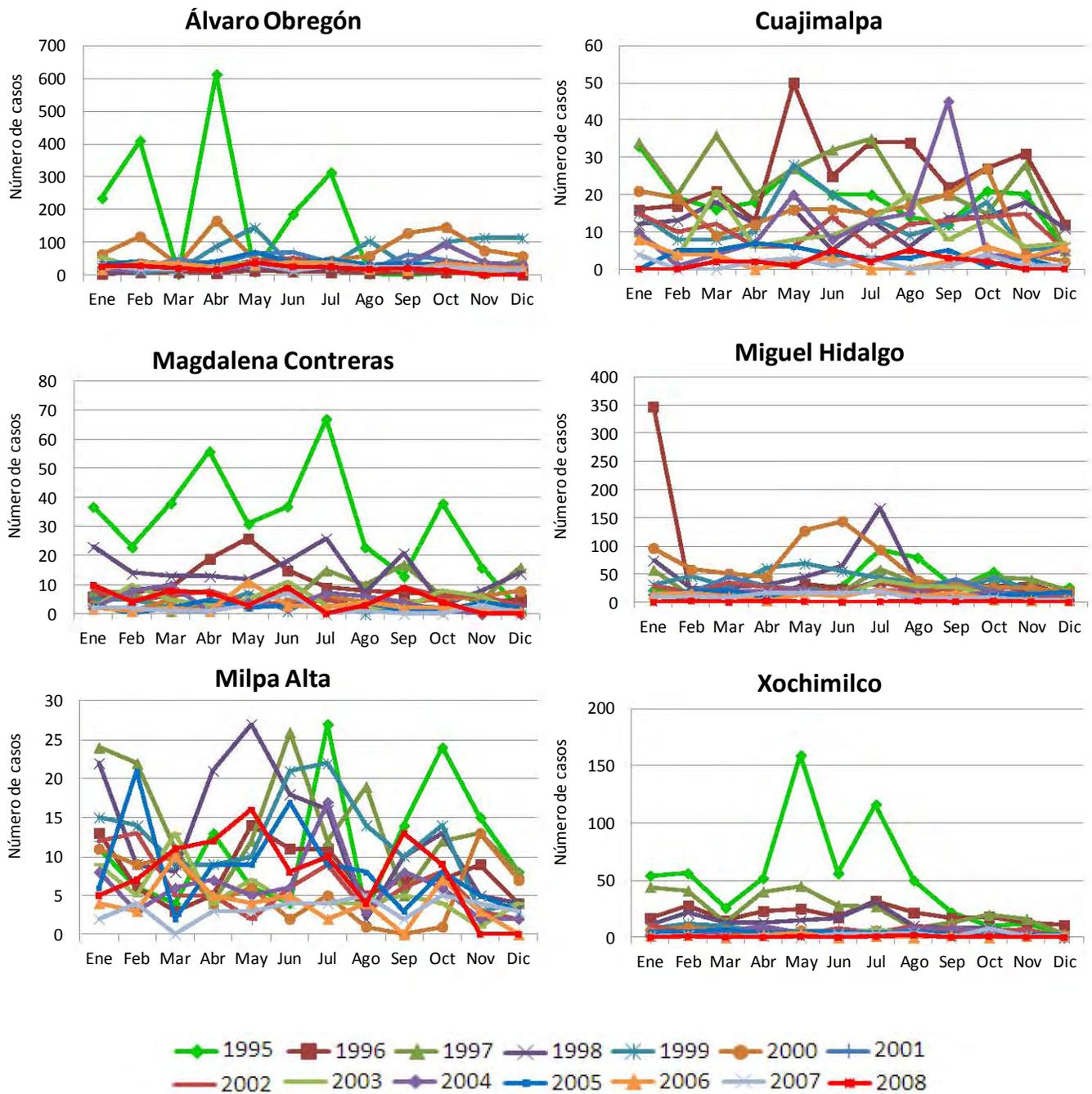
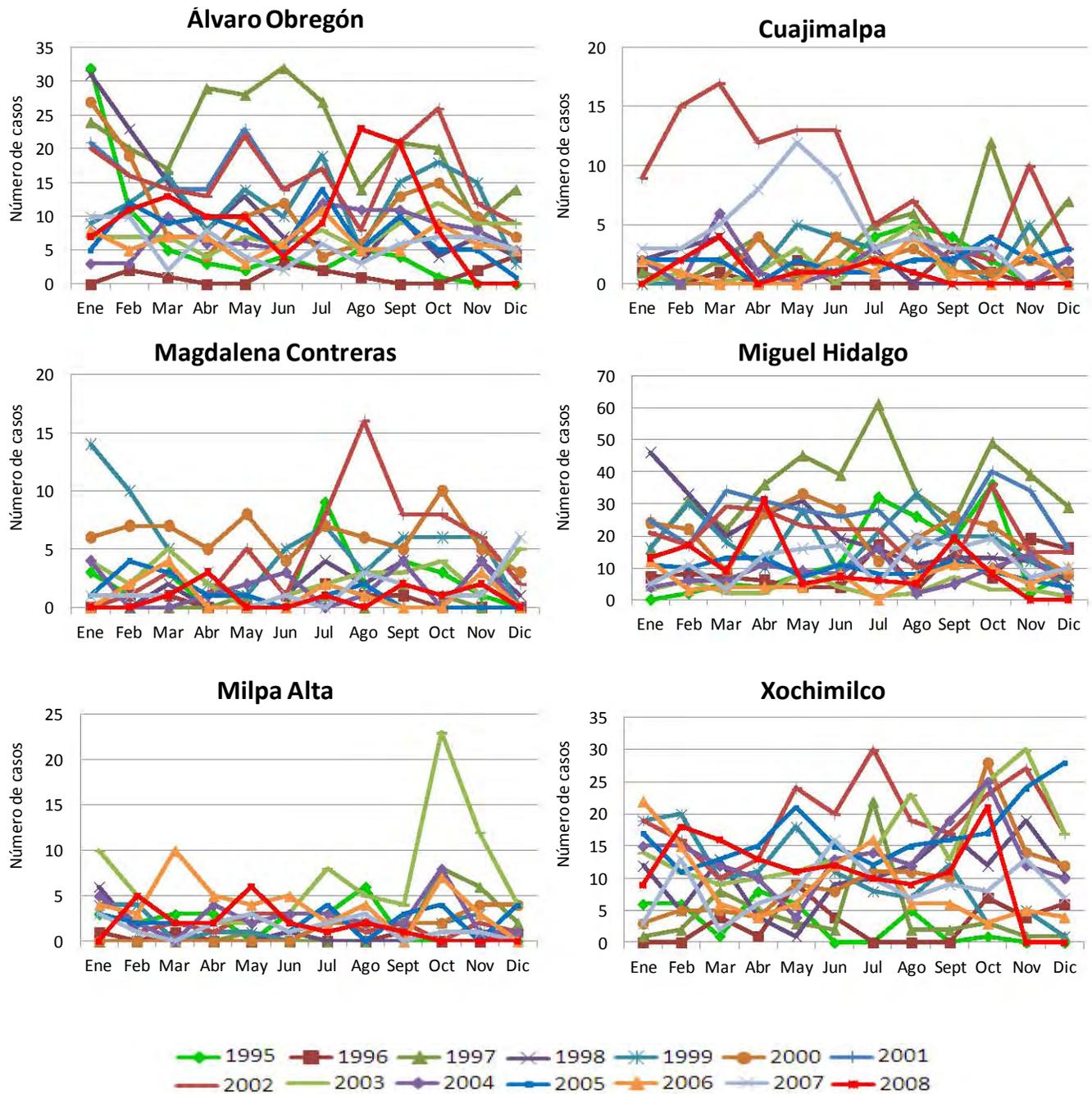
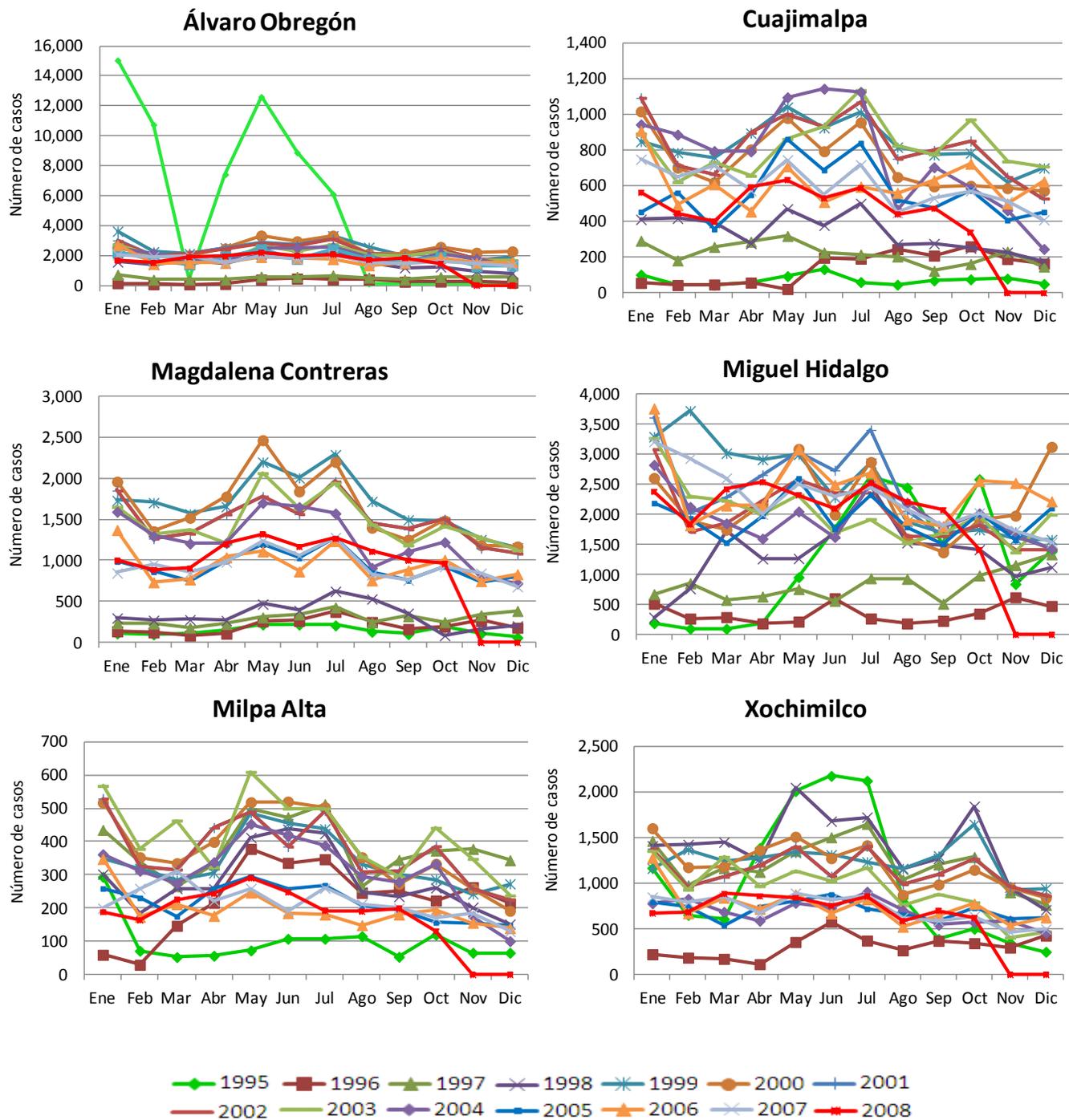


Figura 5.3b. Casos de giardiasis por delegación y mes, 1995-2008.



**Figura 5.3c.** Casos de hepatitis aguda A por delegación y mes, 1995-2008.



**Figura 5.3d.** Casos de infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas por delegación y mes, 1995-2008.

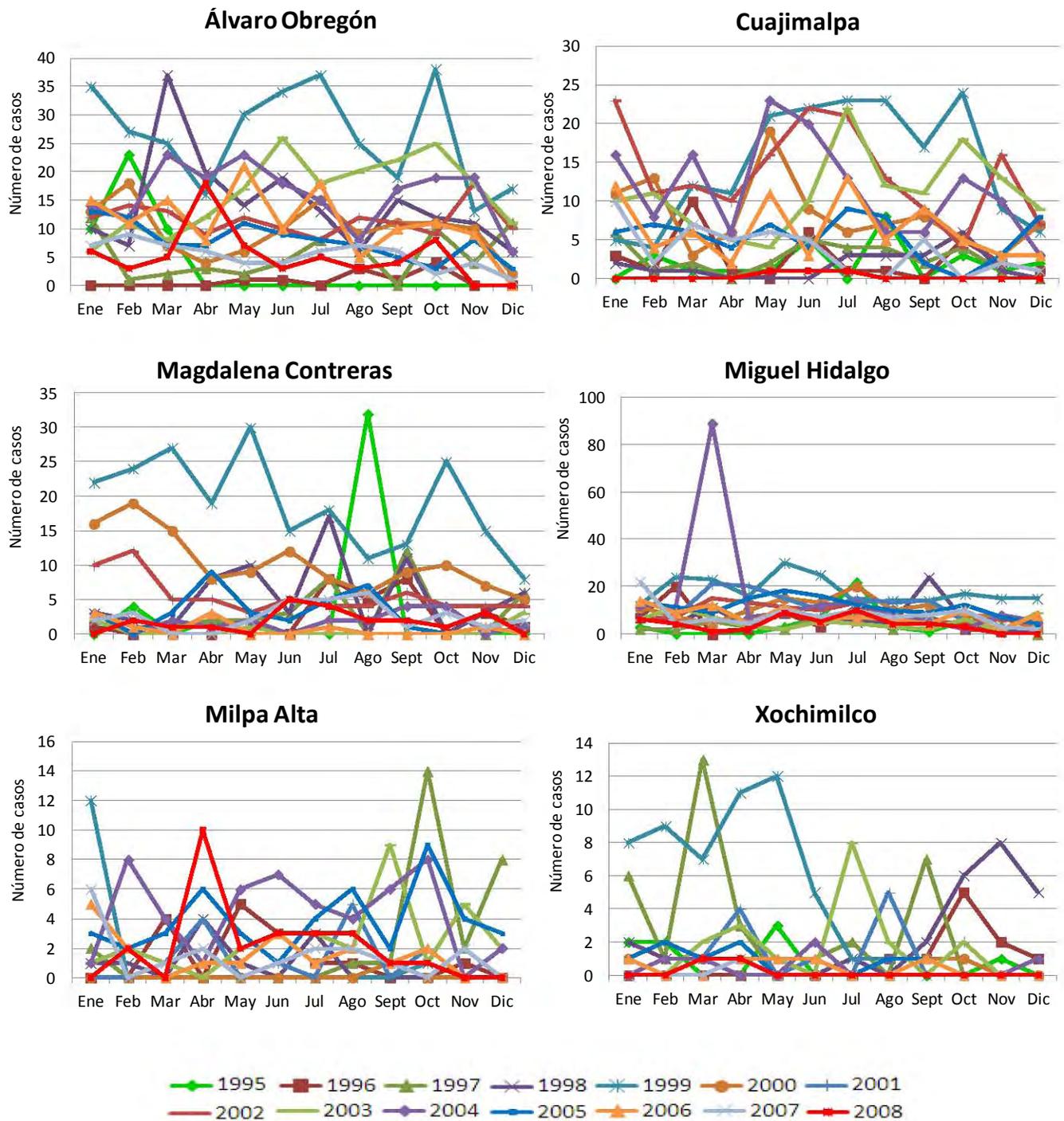
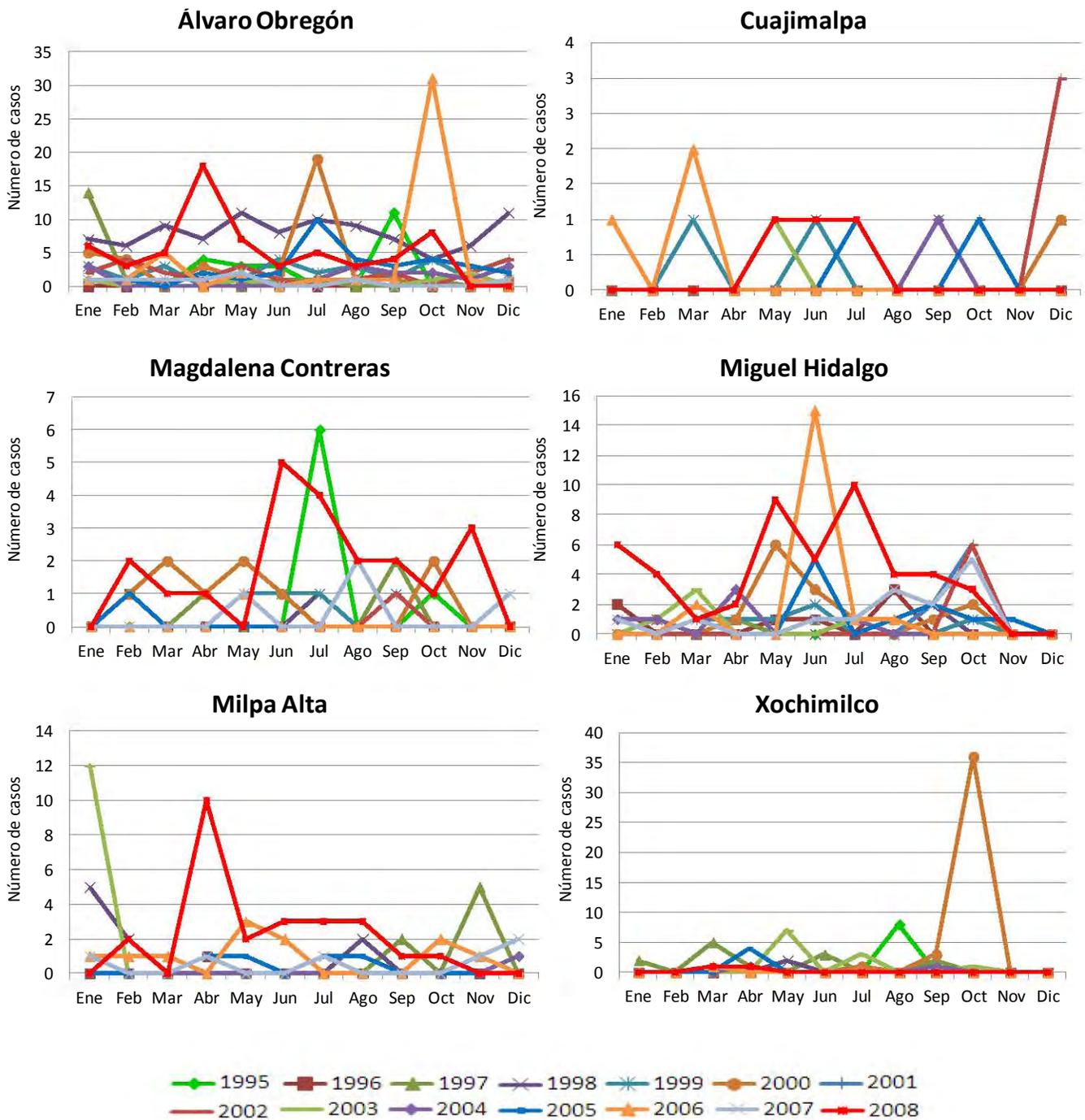


Figura 5.3e. Casos de paratifoidea-salmonelosis por delegación y mes, 1995-2008.



**Figura 5.3f.** Casos de shigelosis por delegación y mes, 1995-2008.

- Fiebre tifoidea: El número máximo de casos fue de 48 en Álvaro Obregón en marzo de 2005. El mínimo ocurrió en Cuajimalpa donde se registraron 3 casos en mayo de 2004. En general la mayor incidencia de esta enfermedad ocurrió en marzo, abril (estiaje), mayo y agosto (lluvias).
- Giardiasis: entre las delegaciones que tuvieron el mayor número de casos registrados destacaron las siguientes: Álvaro Obregón con 613 en abril de 1995; Miguel Hidalgo, 347 en enero de 1996; Xochimilco, 159 en mayo de 1995 y Magdalena Contreras, 67 en julio de 1995. Las delegaciones con el menor número de casos fueron Milpa Alta y Cuajimalpa, en las que se concentraron en los meses de lluvia, mayo a septiembre.
- Hepatitis aguda A: en Miguel Hidalgo se registraron hasta 61 casos en julio de 1997. Se observó que el número fue mayor en junio, julio, agosto y octubre que en enero, marzo y abril.
- Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas: la incidencia de esta enfermedad fue mayor en los meses lluviosos principalmente en mayo y octubre.

Los casos de esta EDA fueron los más numerosos entre la población de las seis delegaciones analizadas. El máximo registrado de 15,044 en Álvaro Obregón, fue por ejemplo 24 veces mayor al de giardiasis y 313 respecto al de fiebre tifoidea. Esta situación también se observa en el país, donde el número de casos de las infecciones intestinales llega a ser del orden de millones y puede deberse a lo siguiente:

- Subregistro: la relación de personas afectadas por una enfermedad diarreica aguda que solicitan atención médica no es muy representativa. Por ejemplo en García *et al.*, (2007) 21% de los estudiantes encuestados acudió a consulta médica para ser atendidos; 26% se automedicó y 20% tomó remedios caseros, como té de manzanilla y agua mineral. El 26% declaró haber utilizado el reposo para sentirse mejor y 7% que prefirió el ayuno como práctica curativa.
- Síntomas confusos: en la mayoría de los casos los síntomas llegan a ser “vagos” y frecuentemente no son confirmados clínicamente.

- Diagnóstico: una proporción de las enfermedades diarreicas agudas son causadas por patógenos que aún no se han identificado y por lo tanto, no pueden ser diagnosticados. Otro tema relevante es la experiencia del médico para determinar si el paciente requiere estudios más específicos para determinar si se trata de tifoidea o de salmonelosis o si bajo su criterio sólo receta medicamento y realiza el registro como un caso de infección intestinal.
- Paratifoidea-salmonelosis: en Miguel Hidalgo se registró el número máximo de caso (89 en marzo). En Álvaro Obregón, Magdalena Contreras y Xochimilco también se hubo un “pico” en el mismo mes. La incidencia de esta enfermedad en mayo, julio y octubre fue notoria en las delegaciones, con excepción de Miguel Hidalgo.
- Shigelosis: en Álvaro Obregón hubo un “pico” en octubre de 2006 cuando se registraron 31 casos. Lo mismo ocurrió en Xochimilco en octubre de 2000 con 36 casos. En Magdalena Contreras el máximo de 6 se presentó en julio de 1995 y en Miguel Hidalgo 15 en junio de 2006. En Milpa Alta hubo 12 casos en enero de 2003. Cuajimalpa fue la delegación con el menor número de casos.

## Resumen

- ✓ Las infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas fueron los casos más numerosos que se registraron de las seis GEI (hasta 15,044).
- ✓ Durante la temporada de estiaje se registraron numerosos casos de las EDA (enero y abril). Respecto a la de lluvia, en mayo, julio y octubre hubo mayor incidencia de las EDA, en particular de las infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas.
- ✓ Álvaro Obregón, Miguel Hidalgo y Xochimilco fueron las delegaciones con el mayor número de casos de EDA. Cuajimalpa, Magdalena Contreras y Milpa Alta las de menor.

En Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo, además de los registros contabilizados de los hospitales del ISSSTE, de la SSA y del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), se sumaron los de la Secretaría de Marina (SEDEMAR) y de la Defensa Nacional (SEDENA). Las personas de otros estados del país o de otras delegaciones del Distrito Federal acuden a consulta médica además de los derechohabientes que viven en esas delegaciones. Es recomendable que en

análisis posteriores se considere sólo los casos de instituciones como el IMSS, SSA e ISSSTE porque considerar que hay mayor certeza de que son personas que sí viven en la delegación analizada.

Es importante continuar los estudios para identificar con mayor precisión a los microorganismos involucrados en los casos de EDA, sin limitarse a los chequeos medios rutinarios. Además de implementar campañas de educación de la población, informándoles acerca de las medidas higiénicas que deben tomar y cómo tratar a las personas enfermas.

Las EDA repercuten en la economía de las familias, por la atención de la enfermedad y la ausencia laboral en el caso de la población económicamente activa. El presupuesto de los gobiernos también se afecta, porque aumenta la demanda de los servicios de salud pública.

### 5.2.2 Relación lineal entre los casos de EDA con la temperatura máxima y la precipitación acumulada mensuales

En las Tablas 5.3 y 5.4 se presentan los coeficientes de relación lineal y la significancia estadística  $p$  (esta última entre paréntesis), de los casos de EDA con la temperatura máxima y la precipitación acumulada mensuales, en las seis delegaciones.

**Tabla 5.3.** Relación lineal entre los casos de EDA y la temperatura máxima mensual, 1995-2008.

Delegaciones	Fiebre tifoidea	Giardiasis	Hepatitis aguda A	Infecciones intestinales	Paratifoidea-salmonelosis	Shigelosis
Álvaro Obregón	0.257 (0.037)	0.053 (0.615)	-0.123 (0.171)	0.101 (0.260)	-0.040 (0.653)	0.036 (0.691)
Cuajimalpa	-0.070 (0.512)	0.174 (0.027)	-0.087 (0.272)	-0.457 (0.000)	-0.216 (0.006)	-0.047 (0.567)
Magdalena Contreras	0.101 (0.192)	0.089 (0.247)	0.024 (0.756)	0.115 (0.138)	0.101 (0.192)	-0.094 (0.243)
Miguel Hidalgo	0.013 (0.883)	-0.061 (0.481)	0.002 (0.981)	0.132 (0.123)	0.098 (0.253)	0.019 (0.826)
Milpa Alta	-0.009 (0.927)	0.235 (0.008)	-0.119 (0.182)	0.149 (0.096)	-0.049 (0.585)	-0.085 (0.368)
Xochimilco	-0.175 (0.056)	-0.115 (0.188)	-0.167 (0.056)	-0.191 (0.029)	-0.204 (0.019)	-0.014 (0.892)

En Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo y Milpa Alta, los casos de infecciones intestinales aumentaban cuando lo hacía la temperatura máxima. Los valores del coeficiente fueron bajos por lo que esta relación positiva fue débil. El valor de  $p$  fue, en

general, mayor a 0.1 por lo que estadísticamente no fue significativa en un intervalo de confianza mayor a 90%. Esta EDA es causada hasta en 90% por el consumo de agua contaminada (Chacón y Leal, sin año).

En Cuajimalpa, Milpa Alta y Xochimilco, la relación fue negativa. Se esperaría que a mayor temperatura, los casos de EDA aumentarían. Sin embargo, además de esta variable climática se deben considerar otros factores como las medidas de higiene personal y la forma en que se preparen los alimentos.

**Tabla 5.4.** Relación lineal entre los casos de EDA y la precipitación acumulada mensual, 1995-2008.

Delegaciones	Fiebre tifoidea	Giardiasis	Hepatitis aguda A	Infecciones intestinales	Paratifoidea-salmonelosis	Shigelosis
Álvaro Obregón	-0.066 (0.461)	-0.049 (0.638)	0.083 (0.303)	0.069 (0.388)	0.087 (0.279)	0.005 (0.955)
Cuajimalpa	0.151 (0.156)	0.037 (0.637)	-0.043 (0.590)	0.188 (0.017)	0.163 (0.039)	-0.010 (0.903)
Magdalena Contreras	0.009 (0.899)	-0.096 (0.223)	-0.029 (0.706)	0.169 (0.029)	0.009 (0.899)	0.126 (0.117)
Miguel Hidalgo	-0.164 (0.055)	-0.023 (0.793)	-0.088 (0.300)	0.111 (0.193)	0.031 (0.721)	0.153 (0.073)
Milpa Alta	0.159 (0.129)	-0.085 (0.342)	-0.012 (0.897)	0.051 (0.571)	0.069 (0.433)	-0.083 (0.373)
Xochimilco	0.111 (0.233)	-0.058 (0.506)	-0.019 (0.831)	-0.105 (0.233)	-0.148 (0.091)	0.089 (0.386)

Los casos de fiebre tifoidea, de infecciones intestinales y de paratifoidea-salmonelosis, fueron las EDA que presentaron relaciones lineales positivas pero débiles y estadísticamente no significativas en un nivel de confianza mayor a 90% (*valor de p entre paréntesis*). A continuación se presentan las EDA que tuvieron esta relación con la variable climática:

- En Álvaro Obregón: hepatitis aguda A, infecciones intestinales y paratifoidea-salmonelosis.
- Cuajimalpa: fiebre tifoidea, giardiasis, infecciones intestinales y paratifoidea-salmonelosis.
- Magdalena Contreras: fiebre tifoidea, infecciones intestinales, paratifoidea-salmonelosis y shigelosis.
- Miguel Hidalgo: infecciones intestinales, paratifoidea-salmonelosis y shigelosis.
- Milpa Alta: fiebre tifoidea, infecciones intestinales, paratifoidea-salmonelosis.
- Xochimilco: fiebre tifoidea y shigelosis.

De acuerdo con Chacón y Leal (sin año), las infecciones intestinales y la shigelosis son causadas por el consumo de agua contaminada. En las delegaciones urbanas como Álvaro

Obregón y Miguel Hidalgo, estas EDA aumentaron con la precipitación. Esto también pasó en aquellas con características rurales como Cuajimalpa y Magdalena Contreras, pero también las EDA causadas principalmente por consumir alimentos (fiebre tifoidea, paratifoidea-salmonelosis) aumentaban con la variable climática mencionada.

La hepatitis aguda A que es causada por un virus, presentó una relación positiva débil con la precipitación en Álvaro Obregón, y negativa en el resto de las delegaciones.

### 5.2.3 Relación lineal entre los casos de EDA con los parámetros de calidad del agua

**Tabla 5.5.** Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Álvaro Obregón.

EDA	pH	SDT	D <sub>T</sub>	COL <sub>T</sub>	COL <sub>F</sub>	T	Cl <sub>L</sub>
Fiebre tifoidea	-0.004 (0.967)	-0.065 (0.521)	-0.047 (0.614)	-0.062 (0.562)	-0.062 (0.637)	-0.075 (0.651)	-0.042 (0.803)
Giardasis	0.358 (0.000)	0.417 (0.000)	-0.051 (0.594)	0.009 (0.927)	-0.129 (0.323)	-0.169 (0.302)	-0.263 (0.116)
Hepatitis aguda A	-0.054 (0.563)	-0.095 (0.318)	-0.093 (0.323)	-0.087 (0.410)	-0.037 (0.778)	-0.224 (0.169)	-0.007 (0.966)
Infecciones intestinales y otras mal definidas	0.025 (0.726)	0.067 (0.479)	-0.038 (0.688)	-0.043 (0.684)	-0.376 (0.003)	-0.099 (0.548)	0.113 (0.510)
Paratifoidea-salmonelosis	0.043 (0.651)	-0.057 (0.550)	0.039 (0.677)	0.051 (0.629)	-0.221 (0.087)	-0.055 (0.738)	0.257 (0.125)
Shigelosis	0.044 (0.639)	0.137 (0.151)	0.119 (0.203)	0.177 (0.092)	0.064 (0.627)	-0.029 (0.862)	0.389 (0.017)

**Tabla 5.6.** Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Cuajimalpa.

EDA	pH	SDT	D <sub>T</sub>	COL <sub>T</sub>	COL <sub>F</sub>	T	Cl <sub>L</sub>
Fiebre tifoidea	0.151 (0.309)	-0.080 (0.652)	-0.084 (0.588)	0.112 (0.510)	-0.023 (0.901)	-0.082 (0.711)	s.r.
Giardasis	-0.356 (0.004)	0.154 (0.287)	-0.223 (0.082)	0.111 (0.507)	-0.163 (0.373)	0.003 (0.990)	s.r.
Hepatitis aguda A	-0.121 (0.339)	-0.099 (0.495)	-0.099 (0.448)	-0.233 (0.166)	-0.199 (0.281)	0.103 (0.647)	s.r.
Infecciones intestinales y otras mal definidas	0.134 (0.287)	-0.111 (0.442)	0.023 (0.858)	-0.083 (0.620)	0.123 (0.502)	0.346 (0.106)	s.r.
Paratifoidea-salmonelosis	0.035 (0.779)	-0.109 (0.448)	-0.148 (0.251)	-0.168 (0.313)	-0.023 (0.899)	0.404 (0.056)	s.r.
Shigelosis	0.041 (0.752)	-0.088 (0.545)	-0.002 (0.986)	-0.134 (0.451)	-0.167 (0.397)	-0.127 (0.606)	s.r.

s.r. No se obtuvo ninguna relación lineal.

**Tabla 5.7.** Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Magdalena Contreras.

EDA	pH	SDT	D <sub>T</sub>	COL <sub>T</sub>	COL <sub>F</sub>	T	Cl <sub>L</sub>
Fiebre tifoidea	-0.023 (0.863)	-0.104 (0.492)	0.115 (0.431)	0.416 (0.049)	0.575 (0.032)	s.r.	s.r.
Giardasis	-0.207 (0.098)	-0.237 (0.085)	-0.178 (0.163)	0.294 (0.108)	0.327 (0.148)	-0.209 (0.513)	-0.252 (0.429)
Hepatitis aguda A	0.178 (0.155)	0.252 (0.066)	0.197 (0.122)	0.110 (0.556)	-0.057 (0.805)	-0.054 (0.869)	0.245 (0.443)
Infecciones intestinales y otras mal definidas	0.241 (0.053)	0.282 (0.039)	0.173 (0.175)	-0.243 (0.188)	-0.729 (0.000)	0.032 (0.920)	-0.206 (0.522)
Paratifoidea-salmonelosis	0.003 (0.984)	0.232 (0.092)	0.192 (0.131)	0.346 (0.057)	-0.115 (0.619)	0.035 (0.915)	0.782 (0.033)
Shigelosis	0.054 (0.675)	0.085 (0.547)	0.126 (0.330)	-0.017 (0.928)	-0.178 (0.452)	-0.255 (0.424)	0.806 (0.002)

s.r. No se obtuvo ninguna relación lineal.

**Tabla 5.8.** Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Miguel Hidalgo.

EDA	pH	SDT	D <sub>T</sub>	COL <sub>T</sub>	COL <sub>F</sub>	T	Cl <sub>L</sub>
Fiebre tifoidea	-0.148 (0.149)	-0.126 (0.242)	-0.142 (0.175)	0.175 (0.118)	-0.085 (0.560)	-0.073 (0.722)	-0.236 (0.268)
Giardasis	-0.058 (0.572)	-0.038 (0.726)	-0.002 (0.983)	-0.018 (0.876)	0.408 (0.004)	-0.107 (0.602)	-0.176 (0.409)
Hepatitis aguda A	0.178 (0.155)	0.253 (0.065)	0.197 (0.122)	0.110 (0.556)	-0.057 (0.805)	-0.054 (0.897)	0.245 (0.443)
Infecciones intestinales y otras mal definidas	-0.046 (0.654)	-0.220 (0.039)	0.184 (0.078)	-0.146 (0.195)	-0.461 (0.001)	-0.285 (0.159)	-0.185 (0.388)
Paratifoidea-salmonelosis	-0.001 (0.992)	-0.137 (0.204)	0.111 (0.289)	-0.072 (0.525)	-0.085 (0.542)	0.003 (0.988)	-0.154 (0.473)
Shigelosis	-0.029 (0.772)	-0.138 (0.200)	0.051 (0.627)	-0.124 (0.269)	-0.189 (0.193)	-0.021 (0.918)	-0.031 (0.887)

**Tabla 5.9.** Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Milpa Alta.

EDA	pH	SDT	D <sub>T</sub>	COL <sub>T</sub>	COL <sub>F</sub>	T	Cl <sub>L</sub>
Fiebre tifoidea	0.124 (0.520)	-0.260 (0.255)	0.059 (0.778)	-0.086 (0.669)	0.206 (0.359)	-0.123 (0.412)	-0.108 (0.680)
Giardasis	-0.156 (0.245)	0.051 (0.730)	-0.116 (0.409)	0.237 (0.141)	0.017 (0.932)	-0.161 (0.537)	-0.392 (0.119)
Hepatitis aguda A	0.052 (0.705)	0.146 (0.323)	-0.213 (0.126)	-0.093 (0.569)	-0.141 (0.480)	0.186 (0.476)	-0.295 (0.249)
Infecciones intestinales y otras mal definidas	-0.120 (0.372)	0.101 (0.494)	-0.242 (0.081)	-0.283 (0.077)	-0.209 (0.296)	-0.116 (0.659)	0.466 (0.059)
Paratifoidea-salmonelosis	-0.054 (0.688)	-0.312 (0.031)	-0.288 (0.036)	-0.275 (0.077)	-0.236 (0.236)	-0.173 (0.506)	-0.083 (0.756)
Shigelosis	0.009 (0.949)	0.087 (0.608)	-0.259 (0.103)	-0.169 (0.352)	-0.144 (0.523)	-0.088 (0.736)	-0.114 (0.662)

**Tabla 5.10.** Relación lineal entre los parámetros de calidad del agua y los casos de EDA en Xochimilco.

EDA	pH	SDT	D <sub>T</sub>	COL <sub>T</sub>	COL <sub>F</sub>	T	Cl <sub>L</sub>
Fiebre tifoidea	0.078 (0.474)	-0.064 (0.569)	-0.069 (0.526)	0.010 (0.928)	0.055 (0.519)	0.372 (0.001)	-0.132 (0.251)
Giardiasis	0.144 (0.167)	0.078 (0.461)	-0.107 (0.307)	-0.201 (0.061)	-0.066 (0.542)	-0.131 (0.229)	-0.097 (0.370)
Hepatitis aguda A	-0.075 (0.472)	-0.245 (0.020)	-0.104 (0.324)	0.003 (0.976)	0.033 (0.766)	0.170 (0.118)	-0.047 (0.669)
Infecciones intestinales y otras mal definidas	0.184 (0.077)	-0.009 (0.935)	-0.135 (0.196)	-0.229 (0.031)	-0.035 (0.747)	-0.206 (0.057)	-0.101 (0.357)
Paratifoidea-salmonelosis	0.008 (0.942)	0.162 (0.127)	0.065 (0.538)	-0.013 (0.905)	0.214 (0.046)	-0.101 (0.354)	-0.101 (0.368)
Shigelosis	-0.239 (0.046)	-0.111 (0.373)	-0.115 (0.341)	-0.189 (0.129)	-0.176 (0.156)	-0.069 (0.584)	-0.058 (0.649)

**Álvaro Obregón:** el aumento en los casos de giardiasis, infecciones intestinales y shigelosis, estuvo relacionado lineal y positivamente con la concentración de SDT. Los de giardiasis, paratifoidea-shigelosis con los valores de COL<sub>T</sub>. Este tipo de relación se observó entre la shigelosis y los COL<sub>F</sub>. Los casos de fiebre tifoidea, giardiasis y hepatitis aguda A estuvieron relacionados lineal y negativamente con los valores registrados del Cl<sub>L</sub>. El aumento en los casos de las seis EDA no estuvo vinculado con el de la turbiedad. Las relaciones lineales estimadas fueron débiles y sólo en dos EDA se observó una significancia estadística dentro de un nivel de confianza mayor a 95%.

**Cuajimalpa:** los casos de fiebre tifoidea y giardiasis aumentaron de forma no significativa con la concentración de COL<sub>T</sub>. Lo mismo ocurrió con los de infecciones intestinales y COL<sub>F</sub>. Se observaron relaciones lineales positivas entre la T con cuatro EDA: giardiasis, hepatitis aguda A, infecciones intestinales, paratifoidea-salmonelosis. No fue posible estimar una relación con las concentraciones de Cl<sub>L</sub> porque se tenían 23 datos que resultaron insuficientes y además todos tenían un valor de cero. Esto indica que hubo riesgos a la salud por consumir el agua potable que se extrajo de los dos pozos en esta delegación, ya que los niveles de cloración no cumplían con el límite establecido en la norma NOM-127-SSA1-1994.

**Magdalena Contreras:** los casos de infecciones intestinales y paratifoidea-salmonelosis, estuvieron relacionados lineal y positivamente con los SDT. La fiebre tifoidea, giardiasis, hepatitis aguda A y paratifoidea-salmonelosis, con los COL<sub>T</sub>. La fiebre tifoidea y giardiasis con los COL<sub>F</sub>. Los casos de infecciones intestinales y de paratifoidea-salmonelosis, si aumentaron

cuando lo hacía la T. Para este parámetro se tuvieron 12 datos, dos fuera de norma. Los casos de giardiasis e infecciones intestinales presentaron una relación lineal y negativa con las concentraciones de  $Cl_L$ . A partir de la base de datos del SACM, en promedio en un pozo de esta delegación se tuvieron 12 valores de este parámetro y sólo uno estuvo dentro de la norma. Por lo anterior, se considera esta información insuficiente para obtener relaciones robustas.

**Miguel Hidalgo:** en general las relaciones estimadas entre los casos de las EDA con los valores de los parámetros de calidad del agua fueron lineales, negativas y poco significativas estadísticamente. La excepción fueron los casos de fiebre tifoidea que tuvieron una relación lineal y positiva con los valores de  $COL_T$ . Lo mismo ocurrió entre giardiasis con  $COL_F$ . La hepatitis aguda A tuvo este tipo de relación con  $SDT$  y  $COL_T$ , infecciones intestinales con  $D_T$ , paratifoidea-salmonelosis con  $D_T$  y la shigelosis también con  $D_T$ . Se observó que si los valores de T aumentaban también lo hacían de forma no significativa los casos de paratifoidea-salmonelosis. Es de resaltar que esta delegación fue una en las que se observaron concentraciones de T de 32 y hasta 70 UTN cuando el límite es de 5 UTN.

**Milpa Alta:** se obtuvieron relaciones lineales positivas pero no estadísticamente significativas entre los casos de fiebre tifoidea con el pH, DT y  $COL_F$ ; giardiasis con  $SDT$ ,  $COL_T$  y  $COL_F$ ; hepatitis aguda A con pH,  $SDT$  y T; infecciones intestinales con  $SDT$  y  $Cl_L$ ; shigelosis con pH y  $SDT$ . Se tuvieron 17 valores para T y todos dentro de la norma. Para el  $Cl_L$  también fueron 17 de los cuales 15 fueron cero, es decir no cumplían con el límite de 0.2-2.5 mg/L.

**Xochimilco:** las relaciones lineales y positivas se obtuvieron entre los casos de fiebre tifoidea con  $COL_T$  y T; giardiasis con  $SDT$ ; hepatitis aguda A con  $COL_T$ ,  $COL_F$  y T; paratifoidea-salmonelosis con  $SDT$ ,  $D_T$  y  $COL_F$ . En todos los casos no hubo una significancia estadística entre los casos de las EDA con los valores de los parámetros de calidad del agua. Esta delegación de entre la seis analizadas, los niveles de  $Cl_L$  excedieron con mayor frecuencia el límite establecido en la NOM-127-SSA1-1994, hasta en un orden de magnitud. Con estos valores se obtuvieron relaciones lineales negativas con los casos de las seis EDA, lo que indica que cloración sí contribuye en la disminución de dichas enfermedades, pero exceder los

límites de este parámetro agrega un olor y sabor desagradable para los usuarios que la consumen además de causar otros inconvenientes como irritación intestinal.

En resumen:

- Las relaciones lineales positivas y negativas obtenidas entre los casos de las seis EDA con los valores de siete parámetros de la calidad del agua, resultaron débiles y estadísticamente no significativas.
- El número de datos de la T y de  $Cl_L$  fue menor a 25. Para el segundo parámetro los valores eran de cero, es decir fuera de la norma.

El monitoreo más frecuente de los parámetros de calidad del agua es necesario. Se recomienda que el SACMEX registre la información con un valor numérico y evitar etiquetas generales, por ejemplo para  $COL_F$  se indica como “positivo” o “negativo” o en su página de internet se reporta el  $Cl_L$  como “100% cumple”. Se requiere transparencia en el registro de los casos de EDA y de la calidad del agua potable así como del buen control de calidad de las bases de datos y el acceso sin restricciones de la población a dicha información. Lo anterior facilitará análisis más robustos de las sinergias entre ambas variables.

## 5.4. Índice de vulnerabilidad de la población estimado en seis delegaciones durante 1995, 2000, 2005 y 2010

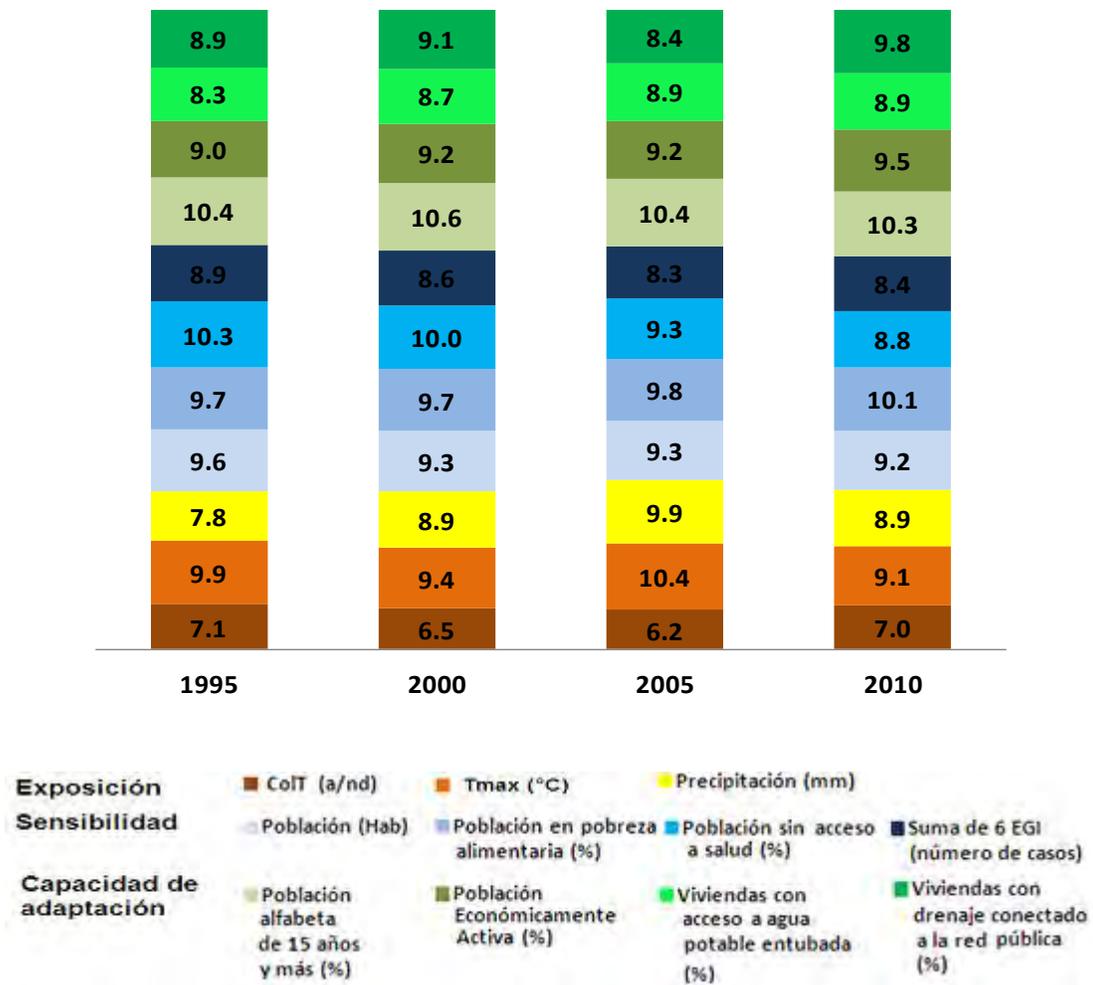
Los índices de vulnerabilidad estimados se muestran en la Tabla 5.11. El color de cada nivel se estableció de acuerdo con la Figura 4.1. Los tonos verdes indican baja y muy baja vulnerabilidad. El naranja es para moderada y amarillo para alta. En el Anexo F se presentan con mayor detalle los valores de los indicadores usados, los pesos de cada uno y los índices estimados en los cuatro años analizados.

**Tabla 5.11.** Índices de vulnerabilidad estimados por delegación para 1995, 2000, 2005 y 2010.

1995		2000		2005		2010	
	IV		IV		IV		IV
Milpa Alta	61.7	Milpa Alta	64.4	Xochimilco	64.8	Xochimilco	59.8
Álvaro Obregón	51.6	Xochimilco	53.3	Milpa Alta	52.0	Milpa Alta	59.3
Xochimilco	46.4	Álvaro Obregón	47.6	Álvaro Obregón	48.1	Álvaro Obregón	55.0
Magdalena Contreras	39.3	Magdalena Contreras	45.1	Miguel Hidalgo	39.4	Magdalena Contreras	39.0
Cuajimalpa	38.1	Cuajimalpa	31.9	Magdalena Contreras	31.1	Miguel Hidalgo	38.5
Miguel Hidalgo	26.6	Miguel Hidalgo	26.4	Cuajimalpa	27.0	Cuajimalpa	37.4

- Milpa Alta, Xochimilco y Álvaro Obregón fueron las delegaciones más vulnerables. Para las dos primeras que son más rurales, los valores estimados de los índices de vulnerabilidad indicaron niveles moderado y alto, debido a sus elevados indicadores de sensibilidad y menores de capacidad de adaptación.
- Magdalena Contreras, Cuajimalpa y Miguel Hidalgo, presentaron una vulnerabilidad de moderada a baja. En particular, la tercera fue la delegación con los mayores porcentajes de población económicamente activa, viviendas con acceso al sistema de distribución de agua potable y también de drenaje.
- En general, el índice de vulnerabilidad en las delegaciones, aumentó con el tiempo.

En la estimación de los índices de vulnerabilidad influyó el peso que tuvo cada indicador (Figura 5.4).



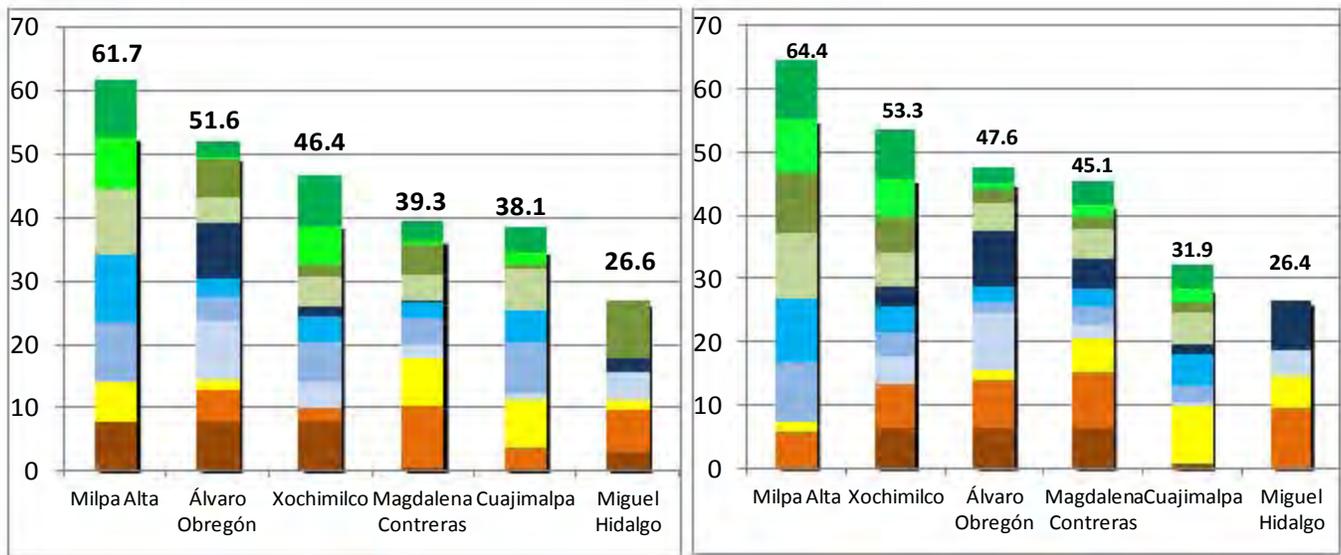
**Figura 5.4.** Distribución de los pesos por indicador y año en la estimación del índice de vulnerabilidad, 1995, 2000, 2005 y 2010.

El peso del grupo de indicadores de exposición aumentó de 1.7 puntos de 1995 a 2005. Entre este último año y 2010, disminuyó en 1.5. Respecto al de sensibilidad, se observó una reducción en el periodo y los de capacidad de adaptación fueron adquiriendo más peso con el transcurso de los años. Debido a que se consideraron tres indicadores de exposición y cuatro para sensibilidad y capacidad de adaptación, los primeros aportaron en promedio 24.4%, los segundos 37.8% y los terceros 37.9%.

Los indicadores sobre las características de la población fueron los que tuvieron más peso: en pobreza alimentaria y sin acceso a los servicios de salud (sensibilidad), población alfabeta (capacidad de adaptación). En 2005, la precipitación fue determinante. La variación de los indicadores por delegación se presenta en la Figura 5.5.

1995

2000



2005

2010

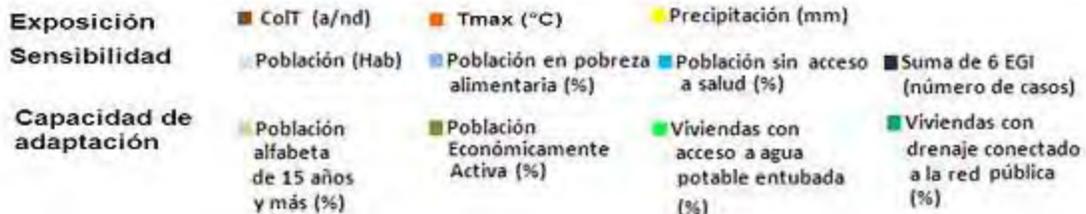
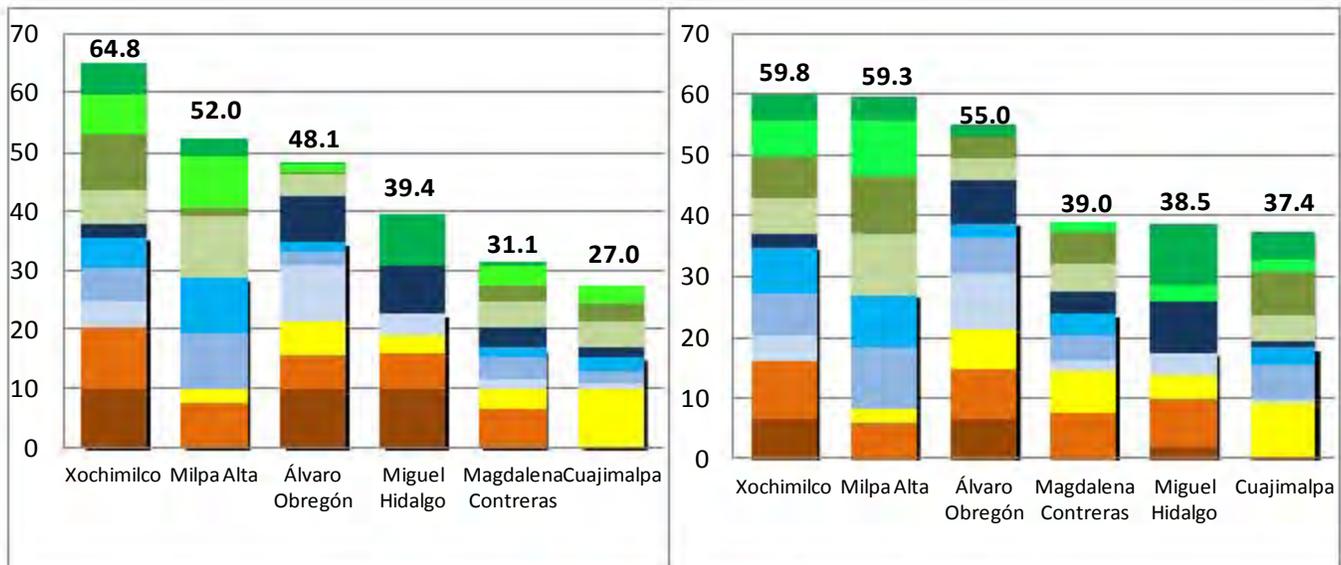


Figura 5.5. Contribución de cada componente de la vulnerabilidad al índice de 1995, 2000, 2005 y 2010.

## **Milpa Alta**

El valor del índice disminuyó de 61.7 en 1995 a 59.3 en 2010, por el mejoramiento en indicadores como la población alfabeta de 15 años y más, la económicamente activa y de las viviendas con drenaje conectado a la red pública. La población (indicador de sensibilidad) no contribuyó al índice de vulnerabilidad durante los cuatro años analizados. Sin embargo se debe estar atento a este, porque su tasa de crecimiento fue significativa entre 2005 y 2010 (de 0.3% a 5.5%, respectivamente) y se espera que en este tipo de delegaciones, se asiente la población en un futuro cercano. Esto aunado a las condiciones de pobreza y exclusión de los servicios de salud, influye en la vulnerabilidad ante el cambio climático.

Se observó que las EDA no influyeron porque en esta delegación se registró el menor número de casos, por ejemplo, un máximo de 600 de infecciones intestinales comparado con los 15,044 de Álvaro Obregón.

Respecto a los parámetros de calidad del agua, estos no rebasaron los límites establecidos en la NOM-127-SSA1-1994. Los coliformes totales lo hicieron en 1995. Por lo anterior estos sí tuvieron peso en el índice de vulnerabilidad de dicho año. La temperatura máxima y la precipitación, indicadores de exposición, sí influyeron en el índice de vulnerabilidad.

## **Xochimilco**

La temperatura máxima y los valores de coliformes totales fueron indicadores de exposición relevantes. Estos últimos rebasaron con mayor frecuencia la norma. Los cuatro indicadores de sensibilidad y los de capacidad de adaptación tuvieron peso en los cuatro años analizados.

El índice pasó de 46.4 a 59.8 en el periodo de 1995 a 2010. Este aumento se debió al mayor número de casos de EDA, en particular de infecciones intestinales (con un máximo de 2,200 en junio de 1995). El porcentaje de la población con acceso a servicios de salud disminuyó, lo mismo que las viviendas con acceso a agua potable.

La precipitación contribuyó al índice de vulnerabilidad en 2000 con un peso mayor al que tuvieron los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación.

## **Álvaro Obregón**

El índice de vulnerabilidad pasó de 48.1 a 55.0 entre 2005 y 2010, porque el porcentaje de la población en pobreza alimentaria aumentó de 4.4 a 8.5% y el de viviendas con acceso a agua potable de 97.3 a 96.2. Esta delegación concentró la mayor población entre las seis analizadas en este trabajo, aunque la tasa de aumento fue baja, de 0.1% entre 2005 y 2010. El número de casos de EDA, en particular de infecciones intestinales fue el mayor (15,044 en enero y 12,050 en mayo de 1995).

De acuerdo con la información de las instituciones oficiales, entre 1995 y 2010 se mejoraron indicadores como el porcentaje de la población sin acceso a salud, población económicamente activa, población alfabeta, viviendas con drenaje conectado a la red pública.

Los tres indicadores de exposición, es decir coliformes totales, temperatura máxima y precipitación aportaron en conjunto casi 50% del índice de vulnerabilidad, 40% los cuatro de sensibilidad y 10% los de capacidad de adaptación.

## **Magdalena Contreras**

El índice de vulnerabilidad disminuyó de 39.3 en 1995 a 39.0 en 2010 (percentil bajo a moderado). Esta situación se debió al incremento en el número de casos de las EDA, la disminución en el porcentaje de población económicamente activa y en el de viviendas con agua potable entubada.

De los indicadores de exposición, los coliformes totales contribuyeron al índice de 2000. La temperatura máxima y la precipitación aumentaron su peso durante el periodo 1995 a 2010.

## **Cuajimalpa**

La disminución del índice de vulnerabilidad de 38.1 en 1995 a 37.4 en 2010, se debió al mejoramiento de los cuatro indicadores de sensibilidad. Además, los porcentajes de la población económicamente activa y la alfabeta de 15 años y más, indicadores de capacidad de adaptación, aumentaron. El porcentaje de viviendas con acceso a agua potable y con drenaje conectado a la red pública (capacidad de adaptación) disminuyeron.

Los casos más numerosos (2,500) fueron los de infecciones intestinales, en mayo de 2000. Este indicador de sensibilidad fue poco significativo en la vulnerabilidad.

En Cuajimalpa, los parámetros de calidad del agua estuvieron dentro de la norma y los coliformes totales no tuvieron un peso relevante en el índice de vulnerabilidad. Por el contrario, la precipitación sí lo tuvo.

**Miguel Hidalgo**

El aumento en el índice durante el periodo, se debió a una mayor número de casos de EDA, mayor población, y a que disminuyó el número de viviendas con agua entubada. La temperatura máxima, la precipitación y los coliformes totales contribuyeron a los índices de vulnerabilidad de 1995, 2005 y 2010.

**Índice de vulnerabilidad al considerar la turbiedad**

Los resultados presentados en la sección 5.1.3 de este trabajo, mostraron que la turbiedad sí tenía una relación lineal positiva con la temperatura máxima en Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Milpa Alta; y con la precipitación en Álvaro Obregón, Milpa Alta y Xochimilco.

En la sección 5.2.2, se observó que los casos de infecciones intestinales se relacionaron positivamente con la turbiedad en Cuajimalpa y Magdalena Contreras.

Para determinar la influencia de la turbiedad en el índice de vulnerabilidad, se realizó la estimación del mismo con aquella como un indicador adicional de exposición. A continuación se presentan los resultados para 2005 y 2010, en función de la disponibilidad de información para dicho parámetro de la calidad del agua potable subterránea.

**Tabla 5.12.** Índices de vulnerabilidad al considerar la turbiedad, 2005 y 2010.

2005		2010	
	IV		IV
Xochimilco	61.8	Álvaro Obregón	58.4
Milpa Alta	48.3	Xochimilco	55.5
Álvaro Obregón	44.1	Milpa Alta	54.7
Miguel Hidalgo	40.4	Miguel Hidalgo	38.3
Magdalena Contreras	28.8	Magdalena Contreras	36.0
Cuajimalpa	25.0	Cuajimalpa	34.5

La distribución de los pesos por indicador y año se observan en la siguiente figura:

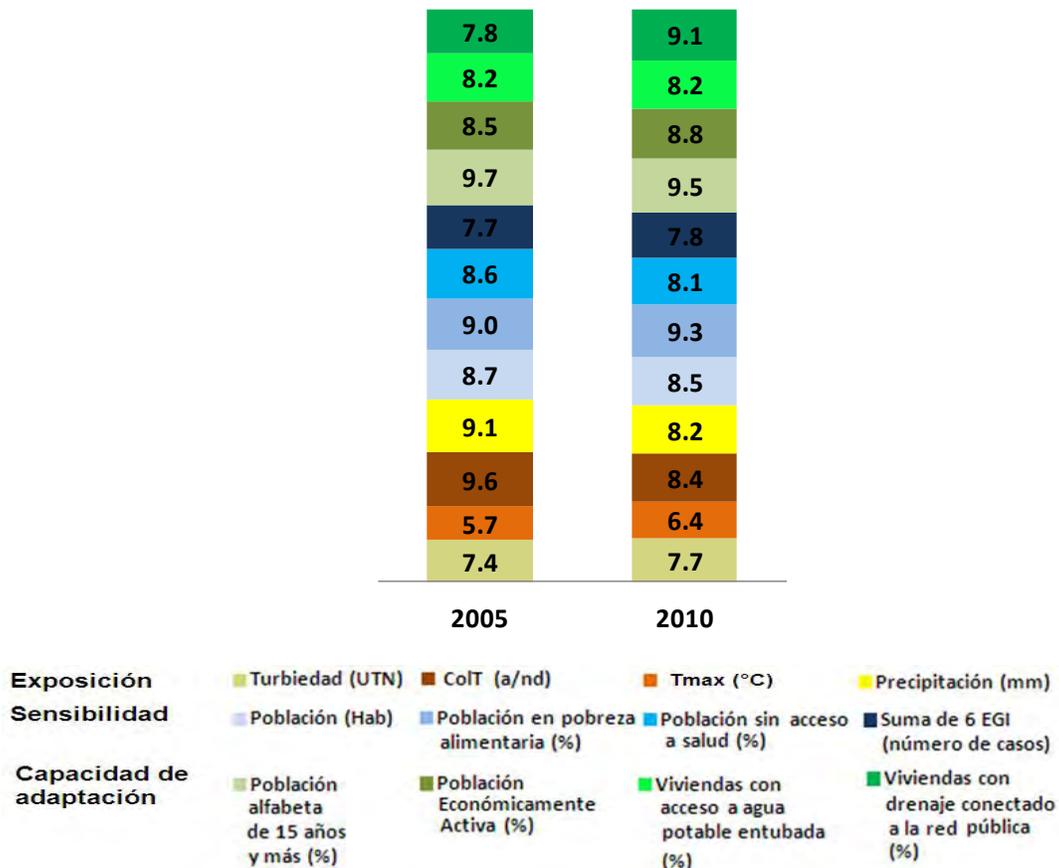


Figura 5.6. Peso de cada indicador en el índice de vulnerabilidad al considerar la turbiedad, 2005 y 2010.

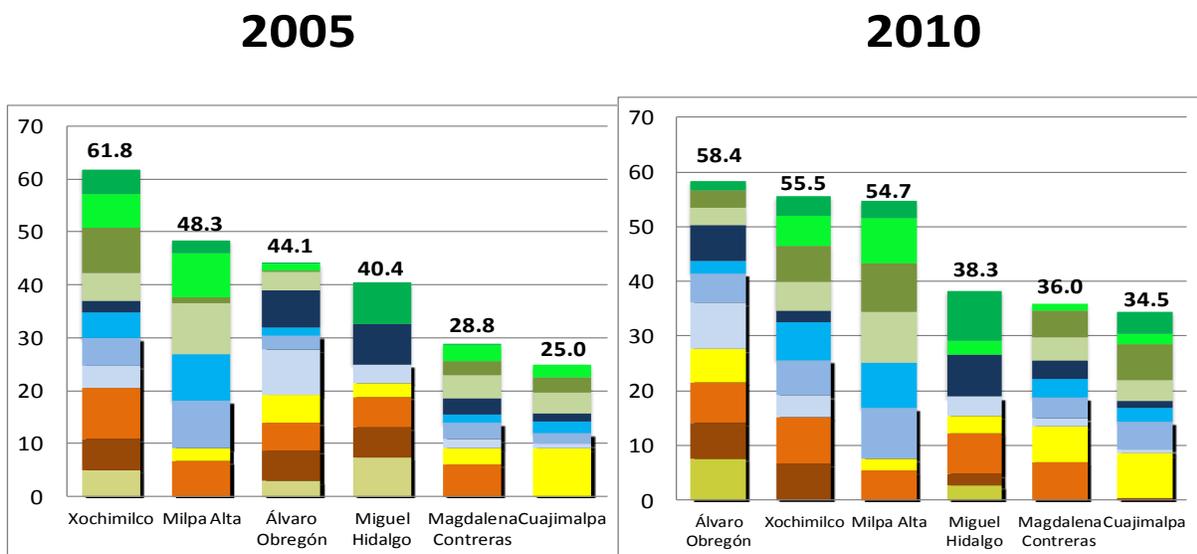


Figura 5.7. Contribución de cada componente de la vulnerabilidad al considerar la turbiedad, 2005 y 2010.

Con el fin de analizar la influencia de la turbiedad en la vulnerabilidad, además de los coliformes totales, la temperatura máxima y la precipitación, se realizó un análisis comparativo en función del porcentaje de la zona urbanizada por delegación (entre paréntesis en el siguiente listado).

- Alto: Álvaro Obregón (63.8%) y Miguel Hidalgo (85.1%).
- Bajo: Milpa Alta (1.8%) y Xochimilco (21.8%).

### Delegaciones más urbanizadas

**Tabla 5.13.** Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo, comparación de los índices de vulnerabilidad para 2005 y 2010, sin y con turbiedad.

No incluye turbiedad				Sí incluye turbiedad			
2005		2010		2005		2010	
Álvaro Obregón	48.1	Álvaro Obregón	55.0	Álvaro Obregón	44.1	Álvaro Obregón	58.4
Miguel Hidalgo	39.4	Miguel Hidalgo	38.5	Miguel Hidalgo	40.4	Miguel Hidalgo	38.3

En 2005 y 2010, el nivel de vulnerabilidad de Álvaro Obregón se mantuvo moderado en ambos ejercicios, sin y con turbiedad. Sin embargo el valor, disminuyó en el primero año y aumentó en el segundo. Para 2010, se obtuvo el índice de vulnerabilidad más elevado (58.4) entre las seis delegaciones, el parámetro fue el mayor (26 UTN) y el peso del mismo en el índice resultó más significativo.

Para Miguel Hidalgo, el valor del índice aumentó en 2005 al considerar la turbiedad, ya que se registraron 70 UTN.

Con el cambio climático las precipitaciones serán más intensas, las ondas de calor más frecuentes y la temperatura máxima aumentará. De acuerdo con el Cuadro 2.2, el consumo de agua de la clase socioeconómica popular tiene un incremento de 25 L/hab/d y el de la residencial de 100 L/hab/d, cuando la temperatura supera los 22°C.

Estas variaciones, aunadas a un porcentaje alto de urbanización, una población cada vez más envejecida (11 y 14.5% en Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo, respectivamente), la concentración de numerosas fuentes de contaminación como industrias, gasolineras, red de

drenaje amplia, agravan la problemática de la calidad del agua y de la incidencia de las EDA en esas delegaciones.

**Delegaciones más rurales**

**Tabla 5.14** Milpa Alta y Xochimilco, comparación de los índices de vulnerabilidad para 2005 y 2010, sin y con turbiedad.

No incluye turbiedad				Sí incluye turbiedad			
2005		2010		2005		2010	
Milpa Alta	52.0	Milpa Alta	59.3	Milpa Alta	48.3	Milpa Alta	54.7
Xochimilco	64.8	Xochimilco	59.8	Xochimilco	61.8	Xochimilco	55.5

En el ejercicio con la turbiedad, los valores de los índices de vulnerabilidad en las dos delegaciones bajaron, pero los niveles se mantuvieron.

En Milpa Alta no se rebasó la norma y el parámetro mencionado de calidad del agua potable subterránea, no influyó en el índice de vulnerabilidad de 2005 y 2010. La contribución de la temperatura máxima disminuyó y las correspondientes a la población total y la económicamente activa aumentaron en el mismo periodo.

En Xochimilco, durante 2005, se registró un valor máximo de turbiedad de 49 UTN en septiembre (temporada de lluvias). En 2010, el parámetro no rebasó la norma y se mantuvo en 1 UTN.

En ambos ejercicios (Figuras 5.5 y 5.7, sin y con turbiedad respectivamente), el índice de vulnerabilidad de Milpa Alta estuvo influido por la temperatura máxima, la precipitación, la población en pobreza alimentaria y sin acceso a servicios de salud.

En Xochimilco, los coliformes totales, la turbiedad y la temperatura máxima, además de la población total, en pobreza alimentaria, sin acceso a servicios de salud y los casos de EDA contribuyeron al índice de vulnerabilidad.

Con lo resultados anteriores, se refuerza que el rezago social y económico, aumentan la vulnerabilidad de la población en condiciones actuales. El mejoramiento de esos indicadores incrementa la capacidad de adaptación ante los impactos del cambio climático.

## 5.5 Lineamientos para el diseño de medidas de adaptación

Con base a los resultados expuestos en las secciones anteriores de este capítulo, los enfoques que se sugiere considerar en el diseño de medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad ante la variación en la calidad del agua en las delegaciones del Distrito Federal, son los siguientes:

### ➤ Dirigidas al usuario final

1. Ampliar la cobertura gratuita de los servicios de salud, para que la población principalmente de escasos recursos tenga acceso a los mismos.
2. Implementar, ampliar y/o fortalecer el sistema de educación gratuita para la población de 15 años y más.
3. Diseñar e implementar continuamente campañas de difusión dirigidas al usuario final para que este use eficientemente el agua potable.
4. Implementar y/o continuar con las campañas para capacitar a la población en la detección y/o reparación de fugas de agua potable dentro de las viviendas. El SACMEX o las autoridades correspondientes locales, deben apoyar enviando trabajadores capacitados que realicen también esas labores de forma gratuita y calendarizada.
5. Continuar con la difusión a la población, de información sobre las medidas higiénicas en el manejo y consumo del agua potable y de los alimentos, tanto en temporada de calor como de lluvia.
6. Incrementar las áreas con vegetación sobre todo en las delegaciones con índices elevados de urbanización. Esto puede realizarse en las viviendas al sembrar un árbol en una superficie pequeña o mediante la “naturación de las azoteas”. Lo anterior puede contribuir en la mitigación de los efectos por la pérdida de confort ante el aumento de la temperatura, de las ondas de calor.

### ➤ Gestión por parte de las autoridades

1. Ampliar la cobertura de las viviendas con agua potable entubada principalmente en aquellas de la población con escasos recursos.

2. Ampliar la cobertura de las viviendas con drenaje conectado a la red pública en las delegaciones que aún tienen zonas habitadas que carecen del servicio. En poblaciones asentadas en superficies donde no es posible por lo irregular del terreno, las autoridades debe apoyar a la población con la instalación de fosas sépticas técnicamente bien diseñadas para evitar filtraciones que contaminen el acuífero.
3. Que el monitoreo de la calidad del agua potable a lo largo de las líneas de distribución, para detectar alguna variación de la misma durante su recorrido y determinar la causa, sea más frecuente, incluso diaria.
4. Controlar fugas y reparar fisuras en las redes de distribución del agua potable. Se debe continuar con los esfuerzos en el tema porque 35% del volumen abastecido al Distrito Federal se pierde. Las autoridades locales no han logrado avances significativos y su respuesta es más bien reactiva debido en parte al desconocimiento de la extensión y trayectoria de las redes de distribución. Esto dificulta determinar qué sectores se deben priorizar para destinar recursos en la atención del problema.
5. Controlar los cambios en la presión. Se requiere monitorear continuamente la presión de abastecimiento en las redes de distribución para realizar ajustes y que la población tenga agua diariamente, esto evitaría en parte la contaminación del agua subterránea potable porque debido a las diferencias de presión se filtra el agua contaminada. La implementación de sitios centila en los que se instalen sensores y sistemas de alerta sería de gran utilidad. Para asegurar la correcta instalación y el buen funcionamiento de dichos instrumentos, la capacitación del personal en el manejo de los mismos debe realizarse.
6. Aumentar el tratamiento de las aguas residuales e impulsar cada vez más su consumo en actividades donde no se requiere una alta calidad. En el *Programa de gestión integral de los recursos hídricos, visión 20 años*, se estipula aumentar la capacidad de tratamiento actual, construir cuatro nuevas plantas en el Distrito Federal y seis más en zonas aledañas (Anexo F).
7. Establecer sistemas de alerta de la mala calidad del agua y capacitar al personal que los manejará. La información que las autoridades locales obtengan de dichos sistemas, deben difundirla eficientemente (en tiempo y forma transparente) a la población, para que esta aumente su confianza en lo que se le comunica y en quien lo hace.

8. Realizar estudios científicos para conocer el impacto del manejo intradomiciliario inadecuado en la contaminación del agua potable. Esto aportará también elementos para advertir a la población sobre la importancia de mantener medidas frecuentes de higiene en los recipientes donde almacenan el agua para prevenir las enfermedades diarreicas agudas.
9. Las autoridades de salud tanto federales como locales deben asumir formas más transparentes y rápidas de comunicar a la población sobre las situaciones de emergencia como los brotes epidemiológicos de las enfermedades y sus causas.
10. Se requiere también que el sector realice estudios sobre la calidad del agua embotellada que se comercializa y la COFEPRIS vigile que esta cumpla con los estándares para su consumo.

# CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN GENERAL

## **Parámetros de la calidad del agua**

El diagnóstico realizado por temporada indicó que el monitoreo de la calidad del agua se realizó con más frecuencia en los meses de lluvia durante el periodo 1955-2008. Ante periodos más frecuentes de sequía y de ondas de calor bajo cambio climático, es necesario tener la misma frecuencia en la de estiaje y continuar esta forma temporal diferenciada para facilitar la detección de variaciones en la calidad por condiciones climáticas.

La frecuencia máxima del monitoreo de los parámetros de calidad del agua subterránea fue de 3 por año. Los datos incluidos en la base del SACM fueron insuficientes y esto pudo influir en que algunas relaciones lineales con la temperatura máxima, la precipitación y los casos de EDA fueran débiles y estadísticamente no significativos.

Al revisar la página de internet del SACM, se observó que en 2011 por ejemplo, se tomaron 1,923 lecturas de cloro en Álvaro Obregón, 772 en Cuajimalpa, 717 en Magdalena Contreras, 1,244 en Miguel Hidalgo, 436 en Milpa Alta y 1,512 en Xochimilco. Esto significó 5, 2, 2, 3.5, 1 y 4 muestras por día, respectivamente), valores mayores a los registrados en la base de datos que el organismo proporcionó al Instituto de Ingeniería de la UNAM en 2008.

El desarrollo de estudios sobre correlaciones con y sin cambio climático, así como la obtención de resultados más robustos, dependerán de la calidad de los datos y de la transparencia con la cual las autoridades proporcionen la información.

En el análisis de los valores de los parámetros de calidad del agua con respecto a los límites establecidos en la NOM-127-SSA1-1994, los coliformes totales, fecales, turbiedad y cloro residual libre estuvieron fuera de norma, principalmente en Álvaro Obregón, Miguel Hidalgo y Xochimilco.

Los registros de coliformes fecales tenían las etiquetas “positivo” y “negativo” y en este trabajo se cambiaron a 1 y 0 respectivamente. El número más preciso de los microorganismos como en el caso de los coliformes totales, da una idea mejor del grado de la contaminación.

Estos dos parámetros estuvieron fuera de norma con más frecuencia en la temporada de lluvia. Con excepción de Xochimilco, donde en ambas temporadas se presentó la misma situación.

Con respecto a la turbiedad, los máximos valores (70 UTN en Miguel Hidalgo y 49 UTN en Xochimilco) se presentaron en septiembre y octubre que son lluviosos. La correlación lineal con la precipitación fue positiva y débil en Álvaro Obregón, Milpa Alta y Xochimilco. No se debe perder de vista la limitación de datos de este parámetro.

En delegaciones urbanizadas, donde no hay capacidad de absorción del agua de lluvia, las inundaciones son más frecuentes y con mayores daños. En el *Programa de gestión integral de los recursos hídricos, visión 20 años*, ya se incluyó la instalación de equipo para almacenar agua de lluvia en las azoteas de los edificios y reducir el volumen que llega al drenaje, esto como una medida de adaptación hacia los impactos del cambio climático. Actualmente se está en pruebas piloto.

Otra solución de las autoridades, ha sido desalojar el agua que precipita junto con la residual a través de los túneles emisores, cuyas dimensiones cada vez son mayores, para su tratamiento en estados vecinos como Hidalgo.

De acuerdo al *Programa*, tan sólo en la planta de Atotonilco se tratarán 11,500 L/s provenientes del Distrito Federal, casi cuatro veces más de lo que actualmente se trata en sus plantas. El desarrollo de la infraestructura y de los asentamientos ha llevado a este tipo de soluciones. Las demás entidades se debieran optar por no centralizar el tratamiento de sus aguas residuales y hacerlo de manera más local para ayudar a sanear los cuerpos de agua.

### **Enfermedades diarreicas agudas**

Los casos de infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas fueron los más frecuentes entre la población de las seis delegaciones analizadas. Esta situación también se observa en el país y puede deberse a la clasificación de las mismas, es decir, el título propicia que se registre todo tipo de EDA que no son corroboradas mediante estudios médicos específicos.

Un cambio favorable sería que el sector salud mejore la forma de reportar los casos epidemiológicos en el Distrito Federal y en el país. Para lograrlo se deben realizar más

estudios específicos para confirmar el tipo de enfermedad y su causa a fin de evitar etiquetas como “mal definidas”.

Los casos de giardiasis e infecciones intestinales, que son causadas hasta en 90% por el consumo de agua contaminada, aumentaban con la temperatura máxima en las seis delegaciones.

La relación de los valores de la precipitación con los casos de infecciones intestinales y los de paratifoidea-salmonelosis fue lineal positiva, débil y estadísticamente no significativa en Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo y Milpa Alta.

Los niveles de cloro se relacionaron lineal y negativamente con los casos de las seis EDA. Esta situación es la ideal, es decir que con la cloración disminuyan los microorganismos que contaminan el agua y la incidencia de las EDA relacionadas con su consumo baje. Sin embargo no es adecuada la sobrecloración del agua subterránea porque el usuario la rechaza por su olor y sabor.

El número de datos de cloro residual libre fue bajo en las seis delegaciones y en más de 80%, los valores fueron cero, es decir no cumplían con la norma que indica 0.2-1.5 mg/L. En Cuajimalpa el incumplimiento fue de 100% y no fue posible obtener una relación lineal con los casos de EDA.

En Xochimilco, los niveles de cloro residual libre registrados llegaron a 24 mg/L. En un principio se consideró un error en el registro y que el valor correcto sería 2.4 mg/L, pero se descartó porque aquel valor se repitió dos veces y hubo otros de 6 y 16 mg/L. A pesar de estos niveles de cloración, sí se registraron valores de coliformes totales y fecales fuera de norma. En Miguel Hidalgo, dichos parámetros estuvieron dentro del límite cuando la concentración de cloro fue superior a los 2.5 mg/L.

Autores como Cifuentes *et al.*, (1999) y Torres (1999) documentaron que se habían registrado brotes de enfermedades entéricas transmitidas por agua que cumplía satisfactoriamente con los criterios de la norma oficial mexicana en cuanto a coliformes totales y fecales. Esto indica que también hay organismos como los protozoarios y otros patógenos resistentes a los procedimientos habituales de desinfección. La falta de métodos eficientes para detectarlos, los

altos costos del material y equipo ha hecho difícil hacer una evaluación de su presencia y el riesgo que representan para la salud pública.

Los casos de EDA aumentaban cuando lo hacía la turbiedad, los coliformes totales y los fecales. Las correlaciones también fueron lineales pero no significativas. Esta situación se explica porque en la incidencia de las EDA están involucrados otros factores por ejemplo las condiciones higiénicas con las que se preparan los alimentos.

Cuando hay un brote de alguna EDA, el SACM y las autoridades del sector salud refuerzan la cloración del agua potable, pero se debe considerar que aún cuando los valores de los coliformes totales y los fecales estén dentro de los límites de la norma, en el agua pueden estar presente otro tipo de microorganismos resistentes a los procesos convencionales de potabilización. Otras causas de su alteración pueden ser las siguientes:

- i) Existe contaminación en las redes secundarias del sistema de abastecimiento, y esto impide que el cloro residual libre que se encuentra en la red tenga el suficiente tiempo de contacto para poder desinfectar el agua.
- ii) Baja presión en la red de abastecimiento, lo que permite que se infiltre agua contaminada.
- iii) Servicio de tandeo que provoca que el agua se quede estancada y se contamine.
- iv) Mal manejo intradomiciliario del agua.

### **Índice de vulnerabilidad**

La estimación cuantitativa de la vulnerabilidad de las seis delegaciones a través de un índice compuesto por indicadores de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación permitió determinar que:

- a) La vulnerabilidad es un proceso dinámico y pueden estimarse varios escenarios de esta mediante el uso de diferentes combinaciones de indicadores seleccionados para cada componente.
- b) El uso de indicadores bien seleccionados servirá, a su vez, para monitorear cuánto se reduce la vulnerabilidad al implementar medidas de adaptación al cambio climático.
- c) La replicabilidad del análisis es posible realizarlo al resto de las delegaciones, porque la información puede estar disponible a partir de los censos oficiales y la gestión ante las

autoridades locales de la gestión del agua y de los servicios de salud. De esta forma se podrá tener una visión integral en el Distrito Federal para establecer los grupos y/o zonas más vulnerables, los factores que influyen para aumentar la capacidad de adaptación de la población y donde debe centrarse la atención para potenciarlos.

De la misma forma se puede replicar el análisis para otras entidades federativas, con el fin de avanzar en el diagnóstico de la información disponible y la que hace falta con vistas a posibilitar mejores estudios de correlación.

# CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo si permitieron comprobar la hipótesis y los objetivos que se establecieron. No obstante conviene indicar lo siguiente:

- La frecuencia promedio máxima del monitoreo de la calidad del agua, de acuerdo con la base proporcionada por el SACM, podría ser insuficiente para disminuir la incertidumbre en los estudios sobre las señales del cambio climático que requieren datos de hasta 30 años y con buena calidad.
- Sí se encontraron correlaciones lineales positivas entre los casos de las enfermedades diarreicas agudas con la temperatura máxima y la precipitación, aunque estas fueron débiles y estadísticamente no significativas, porque en los primero influyen otros factores además de las variables climáticas.
- Los casos de infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas fueron los más frecuentes entre la población de las seis delegaciones analizadas. Esta situación también se observa en el país. Esto puede deberse a un registro deficiente influido por síntomas confusos, falta de diagnósticos médicos acertados y basados en estudios más rigurosos y específicos para comprobar el tipo de enfermedad.
- Las delegaciones Milpa Alta y Xochimilco que tienen mayor superficie rural, presentaron los índices de vulnerabilidad más altos. El mejoramiento de las condiciones de rezago social y económico, pueden disminuirlos aumentar su capacidad de adaptación ante los impactos del cambio climático.
- La temperatura máxima fue un indicador de exposición relevante en Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta y Xochimilco. No así para Cuajimalpa.
- La precipitación influyó en la vulnerabilidad de las seis delegaciones.
- La turbiedad fue un indicador de exposición, que aumentaba la vulnerabilidad en delegaciones urbanas como Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo.

- Se considera que de haberse tenido más datos de las concentraciones de turbiedad y de cloro libre residual, se habrían obtenido resultados más robustos.

Algunas recomendaciones son:

- ✓ Monitorear la calidad del agua en las líneas de distribución en paralelo al seguimiento en las fuentes. Esta medida surge a partir del análisis del posible origen de la incidencia de las enfermedades hídricas observadas en el Distrito Federal, las cuales no sólo pueden presentarse por exposición a agua contaminada debido a problemas de calidad en las fuentes de abastecimiento, sino también por la infiltración de contaminantes, como organismos patógenos, a través de la red de distribución dada la operación del sistema con variaciones en la presión y la práctica de suministro por tandeo.
- ✓ Realizar estudios sobre la calidad del agua en las obras de toma de los usuarios finales. Es posible que la vulnerabilidad de algunas delegaciones aumente al considerar el mal manejo intradomiciliario del recurso.
- ✓ Es relevante que las autoridades reevalúen la forma y frecuencia con la que monitorean los indicadores de calidad del agua. Es necesario que la frecuencia sea diaria debido a las variaciones en la calidad del agua potable que se presentan en el Distrito Federal y sus delegaciones.
- ✓ En un contexto de cambio climático es necesario considerar la medición de otros indicadores para determinar la oscilación en la calidad del agua. Estos sería la temperatura, el nitrógeno y organismos patógenos como los colifagos, que son más resistentes a los tratamientos convencionales de desinfección.
- ✓ Las autoridades del sector salud deben asumir un rol más dinámico ante el cambio climático. Este desafío global impone nuevos retos como los siguientes:
  - Realizar acciones concretas encaminadas a desarrollar e implementar métodos de detección de organismos contaminantes del agua, adicionales a los habituales.
  - Sistematizar las bases de datos y hacerlas públicas por ejemplo las páginas en internet.
  - Mejorar el seguimiento de los brotes epidemiológicos.

- Revisar sus normas para evitar la obsolescencia de sus parámetros, establecer y/o fortalecer las sinergias con otros sectores como el hídrico.
- ✓ Las medidas de adaptación ante los impactos del cambio climático deben basarse en investigaciones específicas y diagnósticos frecuentes de los factores de riesgo.

# CAPÍTULO 8. REFERENCIAS

## BIBLIOGRÁFICAS

- BM (2012) Densidad de población. Banco Mundial. Disponible en: [http://data.worldbank.org/indicator/EN.POP.DNST?order=wbapi\\_data\\_value\\_2010+wbapi\\_data\\_value+wbapi\\_data\\_value-last;sort=asc](http://data.worldbank.org/indicator/EN.POP.DNST?order=wbapi_data_value_2010+wbapi_data_value+wbapi_data_value-last;sort=asc) consultado en agosto de 2011 [consultada mayo, 2012]
- Brenkert A.L. and E. Malone (2005) Modeling vulnerability and resilience to climate change: a case study of India and Indian States, *Climatic Change* **72**, 57-102.
- CEFP (2009) Perfil socioeconómico del Distrito Federal. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. LX Legislatura de la Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Informe CEF/037/2009. México, 43 pp.
- Chacón, J.M. Castillo y M.T. Leal Ascencio (sin año) Impacto socio-económico por las enfermedades hidrotansmisibles en el estado de Morelos, México. Disponible en: [www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/MX02124\\_Chacón\\_Castillo.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/MX02124_Chacón_Castillo.pdf) [consultada mayo, 2012]
- Charron D.F., M.K. Thomas and D. Waltner-Toews (2004) Vulnerability of Waterborne Diseases to Climate Change in Canada: A Review. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, **67**, 1667-1677.
- CICC (2007) Estrategia Nacional de Cambio Climático 2007-2012. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. México, 157 pp.
- Cifuentes E., L. Juárez, M. Espinosa, A.M. Palomo, E. Rangel, J. Enríquez, G. Bastida, F. Ramírez, V. Lemun, N. M. Abbott, R. Santos (1999) Indicadores de calidad del agua en

la cuenca sur (Xochimilco-Tláhuac) riesgos para la salud y perspectivas de control. Informe de avances. México, 17 pp.

CNA (2007) Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Datos básicos. Comisión Nacional del Agua. México, 85 pp.

COFEPRIS (2009) Informe de la calidad bacteriológica Xochimilco Segundo Muestreo Exploratorio. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud. México, 8 pp.

CONAGUA (2010) Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación. México, 321 pp.

CONAGUA (2011) Estadísticas del Agua en México, edición 2010. México, 258 pp.

CONAPO (2010a) Zona metropolitana del Valle de México: Población, tasa de crecimiento, superficie y densidad media urbana, 1990-2005. Disponible en [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content;view=article;id=133;Itemid=292](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content;view=article;id=133;Itemid=292)

CONAPO (2010b) Índices de marginación urbano por entidad federativa para 2005. Disponible en [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content;view=article;id=331;Itemid=15](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content;view=article;id=331;Itemid=15)

CONAPO (2010c) Proyecciones de la PEA 2005 a 2030. Disponible en <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/PEA/pea.pdf> [consultada julio, 2012]

Cortés Ortiz Alejandra Iliana, Guadalupe Rodríguez-Ángeles, Eustolia Alejandra Moreno-Escobar, Jesús Manuel Tenorio-Lara, Benita Pilar Torres-Mazadiego, Edith Montiel-Vázquez (2002) Brote causado por *Escherichia coli* en Chalco, México. *Salud Pública México* 2002; Vol. **44**(4): 297-302.

DOF (2009) Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. Diario Oficial de la Federación. México, 98 pp.

- Escolero Fuentes O. A., S.E. Martínez, S. Kralisch y M. Perevochtchikova (2009) Vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable en la Ciudad de México en el contexto de cambio climático. Informe final para el Centro Virtual de Cambio Climático Ciudad de México (CVCC) del ICyT del Distrito Federal. Disponible en [www.cvcccm-atmosfera.unam.mx/cvcccm/proyectos/Agua\\_Escolero %20InfFinal\\_org.pdf](http://www.cvcccm-atmosfera.unam.mx/cvcccm/proyectos/Agua_Escolero_%20InfFinal_org.pdf) [consultada marzo, 2012]
- Félix F.A., O. N. Campas-Baypoli, M.G. Aguilar-Apodaca, M.M Meza-Montenegro (2007) Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (México). Boletín del Instituto Tecnológico de Sonora **8**(3) 11 pp.
- Flores, J. L. Luna (2006) El subregistro de enfermedades diarreicas. Disponible en [http://189.254.115.246/RevistaRED/portada2006enero/El\\_Subregistro\\_de\\_enfermedades\\_diarr\\_icas\\_2](http://189.254.115.246/RevistaRED/portada2006enero/El_Subregistro_de_enfermedades_diarr_icas_2)
- García, Yolanda Vázquez, G. Arteaga MacKney, M. Yeverino Gutiérrez y L. Campos Camacho (2007) Prevalencia de enfermedades diarreicas agudas en estudiantes de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo. Memorias en extenso del IX Congreso Regional en la Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, 107-131.
- GDF (2003) Decreto de Ley de Aguas del Distrito Federal, reforma número 6. Gobierno del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal No. 432. México.
- GDF (2007) Programa de Manejo Sustentable del Agua para la Ciudad de México. Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Obras del Gobierno del Distrito Federal, Sistema de Aguas de la Ciudad de México. México, 68 pp.
- GDF (2008) Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012. Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Disponible en [http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/paccm\\_documento.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/paccm_documento.pdf) [consultada marzo, 2012]

- GDF (2009) Agenda Estadística 2008. Secretaría de Salud del Gobierno del Distrito Federal. Disponible en [http://www.salud.df.gob.mx/ssdf/index.php?option=com\\_content;task=view;id=5071](http://www.salud.df.gob.mx/ssdf/index.php?option=com_content;task=view;id=5071)
- GDF (2010) Evaluación externa del diseño e implementación de la política de acceso al agua potable del Gobierno del Distrito Federal. Informe final del Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal. México, 259 pp.
- GDF (2012) Programa de gestión integral de los recursos hídricos, visión 20 años. México, 137 pp.
- Hammond D. and A.R. Pryce (2007) Climate change impacts and water temperature. Science Report: SC060017/SR. Environment Agency. Disponible en [www.environment-agency.gov.uk](http://www.environment-agency.gov.uk) [consultada abril, 2012]
- Hernández, C. Cortez, M.G. Aguilera Arreola y G. Castro Escarpulli (2011) Situación de las enfermedades diarreicas agudas en México. *Enf Inf Microbiol* **31**(4), 137-151.
- Heywood R. (2010) A Baseline Study of the Vulnerability of Six Neighborhoods in Mexico City to Climate Change.
- Howard, G. and Bartram J. (2003) Domestic water quantity, service level and health. Study for the World Health Organization. Geneva, Switzerland. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/WSH03.02.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf) [consultada enero, 2013]
- Ibarrarán M.E., Malone E.L. and Brenkert A.L. (2010) Climate change vulnerability and resilience: current status and trends for Mexico. Prepared for the U.S. Department of Energy under contract DE-AC05-76RLO1830. PNNL-18136, Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA. Disponible en [http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical\\_reports/PNNL-18136.pdf](http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-18136.pdf) [consultada mayo, 2012]



- Gobierno de la República (2013) Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. México, 62 pp.
- NRC (2000) Under the Weather: Climate, Ecosystems, and Infectious Disease. National Research Council. Disponible en <http://www.nap.edu/catalog/10025.html>
- OPS (2007) Guía para la vigilancia y el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre. Serie manuales y guías sobre desastres N° 1. Organización Panamericana de la Salud, Ecuador. Disponible en [http://www.paho.org/Spanish/DD/PED/VigilanciaCalidadAgua\\_glbl.pdf](http://www.paho.org/Spanish/DD/PED/VigilanciaCalidadAgua_glbl.pdf).
- Patnaik, U and K. Narayanan (2005) "Vulnerability and Climate Change: An Analysis of the Eastern Coastal Districts of India", Human Security and Climate Change: An International Workshop, Asker.
- Riojas H.R., M. Hurtado, J. Idrovo V., H. Vázquez G., (2006) Estudio diagnóstico sobre los efectos del cambio climático en la salud humana de la población en México. Informe final para el Instituto Nacional de Ecología. México, 38 pp.
- SACM (2008) Bases de datos de 15 indicadores de la calidad del agua potable subterránea para 202 pozos ubicados en seis delegaciones del Distrito Federal. Oficio GDF-SACM-OF/O/0631/08 con fecha del 11 de julio de 2008 y CD enviados al Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- Sánchez, A. Vargas, F. Estrada Porrúa y C. Gay García (2012) El Cambio Climático y la pobreza en el Distrito Federal. Informe final publicado por el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal y el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, a través del Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México. Primera edición. México, 25 pp.
- SEDEMA (2013) Ciudadanos, síntomas del cambio climático. Disponible en [consultada junio, 2013]

- SEMARNAT (2009) Informe de la situación del medio ambiente en México, compendio de estadísticas ambientales, edición 2008. México, 358 pp.
- SEMARNAT (2013) Informe de la situación del medio ambiente en México, compendio de estadísticas ambientales, edición 2012. México, 352 pp.
- Sosa F. (2010) Exploring the risks of ineffective water supply and sewage disposal: A case study of México City. *Environmental Hazards–Human and Policy Dimensions Journal*, Springer, Londres, **9**, 1-12.
- Soto, G. Montes de Oca (2007) Agua: Tarifas, escasez y sustentabilidad en las megaciudades ¿Cuánto están dispuestos a pagar los habitantes de la Ciudad de México? Publicado por: Sistema de Aguas de la Ciudad de México, Universidad Iberoamericana, Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales y Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del DF. México, 178 pp.
- Soto Galera Ernesto (2000) Análisis espacial de fuentes contaminantes de agua subterránea en la zona metropolitana de la Ciudad de México. Tesis de Maestría en Ecología Básica. Instituto de Ecología de la UNAM. México, 53 pp.
- Soto, G. Montes de Oca, M. Herrera Pantoja, A. Soto Montes de Oca, M.E. Vilchis Carmona y M. Archundia Silva (2009) Estudio sobre el impacto del cambio climático en el servicio de abasto de agua de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Publicado por el Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México. México, 67 pp.
- SSA (1995) Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Secretaría de Salud.
- SSA (1999) NOM-179-SSA1-1998, Vigilancia y evaluación del control de la calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público. Secretaría de Salud.

SSA (2000) Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Secretaría de Salud. Disponible en <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html>

SSA (2011) Principales causas de mortalidad general por entidad federativa, 2008. Secretaría de Salud. Disponible en <http://www.sinais.salud.gob.mx/mortalidad/>

SSA (2012) Perfil epidemiológico de las enfermedades infecciosas intestinales. México, 93 pp.

SSDF (2008) Bases de datos de los casos de enfermedades diarreicas agudas en el Distrito Federal. CD enviado al Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Torres Beristain Beatriz (1999) Uso de indicadores biológicos de calidad del agua subterránea en una zona de la Ciudad de México. Tesis de maestría en Ecología Básica. Instituto de Ecología de la UNAM. México, 63 pp.

WHO (1999) Monograph on water resources and human health in Europe. Rome, Italy. WHO European Centre for Environment Agency.

WHO (2013) Domestic Water Quantity, Service Level and Health. World Health Organization WHO/SDE/WSH/03.02. Geneva, Switzerland, 39 pp. Disponible en [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/WSH03.02.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf) [consultada marzo, 2013]

## ANEXO A. FUGAS DE AGUA POTABLE

Delegación	Fugas %
Álvaro Obregón	11.96
Azcapotzalco	4.62
Benito Juárez	5.88
Coyoacán	6.41
Cuajimalpa	5.07
Cuauhtémoc	7.91
Gustavo A. Madero	16.36
Iztacalco	4.32
Iztapalapa	14.16
Magdalena Contreras	2.42
Miguel Hidalgo	5.70
Milpa Alta	1.21
Tláhuac	1.87
Tlalpan	4.66
Venustiano Carranza	4.67
Xochimilco	2.79

Fuente: GDF, 2010

## ANEXO B. NOM-127-SSA1-1994 MODIFICADA

**Salud ambiental: agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.**

Indicador	Límite permisible (mg/L, excepto cuando se indique otra unidad)
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
<i>E. coli</i> o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico)
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método
Aluminio	0.20
Arsénico (*)	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN <sup>-</sup> )	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.3
Fierro	0.30
Fluoruros (como F <sup>-</sup> )	1.50
Benceno	10.00
Etilbenceno	300.00
Tolueno	700.00
Xileno (tres isómeros)	500.00
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	1.00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
pH (potencial de Hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.20
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	1.00
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 - D	30.00
Plomo	0.01
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1,000.00
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Yodo residual libre	0.2-0.5
Zinc	5.00
Radiactividad alfa global (Bq/L)	0.1      0.56
Radiactividad beta global (Bq/L)	1.85

\*El límite permisible para arsénico se ajustará anualmente hasta llegar a 0,025 mg/L en 2005.

Fuente: SSA, 2000.

## ANEXO C. TEMPERATURA MÁXIMA Y PRECIPITACIÓN

**Valores de la temperatura máxima y de la precipitación acumulada mensuales, en las seis delegaciones analizadas durante el periodo 1995-2008.**

### Álvaro Obregón (EM9070)

FECHA	Temperatura máxima (°C)	Precipitación acumulada (mm)
Ene-95	25.0	24.1
Feb-95	29.0	3.5
Mar-95	30.0	3.9
Abr-95	30.5	7.5
May-95	32.0	79.8
Jun-95	32.0	133.2
Jul-95	27.0	167.3
Ago-95	28.0	170.9
Sep-95	26.5	0.0
Oct-95	27.0	0.0
Nov-95	27.0	0.0
Dic-95	25.0	0.0
Ene-97	24.5	3.9
Feb-97	28.0	0.0
Mar-97	30.0	35.8
Abr-97	29.0	53.6
May-97	30.0	100.4
Jun-97	28.0	73.3
Jul-97	28.0	224.6
Ago-97	28.0	167.6
Sep-97	27.0	99.4
Oct-97	28.0	72.7
Nov-97	27.0	5.4
Dic-97	27.5	3.8
Ene-98	27.0	6.8
Feb-98	28.5	0.0
Mar-98	30.0	0.0
Abr-98	33.0	2.6
May-98	34.0	6.1
Jun-98	32.0	65.4
Jul-98	28.5	91.9
Ago-98	27.0	260.9
Sep-98	25.0	317.0
Oct-98	26.0	125.6
Nov-98	26.5	10.2
Dic-98	25.0	0.0
Ene-99	25.0	0.0
Feb-99	26.0	0.0
Mar-99	27.0	4.5
Abr-99	31.0	14.4
May-99	30.0	27.7
Jun-99	30.0	85.9
Jul-99	27.0	204.0
Ago-99	27.5	179.8
Sep-99	27.0	111.9
Oct-99	25.0	100.4
Nov-99	25.0	0.5
Dic-99	23.0	0.0
Ene-00	26.0	0.0
Feb-00	27.0	0.0
Mar-00	30.0	0.0
Abr-00	31.0	9.5
May-00	29.0	33.5
Jun-00	29.0	63.4

### Cuajimalpa (EM9022)

FECHA	Temperatura máxima (°C)	Precipitación acumulada (mm)
Ene-95	25.0	0.0
Feb-95	28.0	0.0
Mar-95	31.0	0.0
Abr-95	31.0	0.0
May-95	31.0	0.0
Jun-95	31.0	0.0
Jul-95	28.0	0.0
Ago-95	26.0	0.0
Sep-95	27.0	0.0
Oct-95	27.0	0.0
Nov-95	27.0	0.0
Dic-95	25.0	0.0
Ene-96	26.0	0.0
Feb-96	15.0	0.0
Mar-96	16.0	8.0
Abr-96	16.0	59.0
May-96	17.0	31.0
Jun-96	16.0	233.0
Jul-96	16.0	252.0
Ago-96	16.0	261.0
Sep-96	16.0	124.0
Oct-96	16.0	91.0
Nov-96	16.0	0.0
Dic-96	17.0	36.0
Ene-97	17.0	7.0
Feb-97	17.0	0.0
Mar-97	16.0	131.0
Abr-97	16.0	114.0
May-97	16.0	164.0
Jun-97	16.0	98.0
Jul-97	15.0	452.0
Ago-97	16.0	258.0
Sep-97	15.0	247.0
Oct-97	16.0	106.0
Nov-97	16.0	20.0
Dic-97	16.0	19.0
Ene-98	16.0	25.0
Feb-98	15.0	0.0
Mar-98	15.0	0.0
Abr-98	17.0	0.0
May-98	16.0	4.0
Jun-98	16.0	258.0
Jul-98	16.0	495.0
Ago-98	16.0	793.0
Sep-98	15.0	527.0
Oct-98	21.0	429.0
Nov-98	21.0	86.0
Dic-98	21.0	0.0
Ene-99	15.0	0.0
Feb-99	15.0	0.0
Mar-99	16.0	51.0
Abr-99	16.0	16.0
May-99	16.0	125.0
Jun-99	17.0	213.0

Jul-00	28.0	106.2
Ago-00	29.0	252.9
Sep-00	27.0	119.4
Oct-00	27.0	40.0
Nov-00	27.0	21.6
Dic-00	24.5	0.0
Ene-01	27.0	0.0
Feb-01	27.0	5.6
Mar-01	29.5	0.0
Abr-01	31.5	63.2
May-01	31.5	156.7
Jun-01	30.0	59.0
Jul-01	28.0	193.6
Ago-01	29.0	180.1
Sep-01	28.0	243.0
Oct-01	28.0	25.1
Nov-01	27.0	0.5
Dic-01	26.0	0.0
Ene-02	27.0	3.9
Feb-02	27.0	2.2
Mar-02	30.5	12.5
Abr-02	32.0	36.7
May-02	32.5	58.3
Jun-02	29.5	107.8
Jul-02	28.0	235.8
Ago-02	27.5	101.0
Sep-02	26.5	238.4
Oct-02	26.0	79.2
Nov-02	25.0	25.1
Dic-02	26.0	0.8
Ene-03	24.5	0.3
Feb-03	29.5	0.0
Mar-03	31.0	0.2
Abr-03	31.0	23.3
May-03	34.0	31.0
Jun-03	30.0	351.3
Jul-03	27.0	182.3
Jun-04	28.0	239.0
Jul-04	27.0	146.1
Ago-04	28.0	186.6
Sep-04	28.0	204.8
Oct-04	29.0	79.6
Nov-04	27.0	3.8
Dic-04	26.0	1.3
Ene-05	27.0	9.1
Feb-05	29.0	8.9
Mar-05	31.0	1.2
Abr-05	32.5	31.0
May-05	32.0	36.1
Ene-06	26.0	2.7
Feb-06	29.0	1.9
Mar-06	32.0	8.8
Abr-06	32.0	40.1
May-06	31.0	83.0
Jun-06	29.0	150.0
Jul-06	28.0	189.1
Ago-06	27.0	331.1
Sep-06	30.0	223.0
Oct-06	28.0	102.9
Nov-06	26.0	37.2
Dic-06	25.5	1.7
Ene-07	27.5	3.5
Feb-07	31.0	25.5
Mar-07	31.5	20.7
Abr-07	32.0	18.6
May-07	30.0	92.0

Jul-99	16.0	212.0
Ago-99	16.0	342.0
Sep-99	15.0	304.0
Oct-99	15.0	234.0
Nov-99	16.0	0.0
Dic-99	16.0	0.0
Ene-00	16.0	0.0
Feb-00	16.0	0.0
Mar-00	16.0	0.0
Abr-00	16.0	35.0
May-00	16.0	187.0
Jun-00	16.0	490.0
Jul-00	16.0	160.0
Ago-00	16.0	385.0
Sep-00	16.0	194.0
Ene-01	15.0	0.0
Feb-01	16.0	8.0
Mar-01	16.0	0.0
Abr-01	16.0	84.0
May-01	16.0	75.0
Jun-01	16.0	333.0
Jul-01	14.0	124.0
Ago-01	16.0	416.0
Sep-01	16.0	462.0
Oct-01	15.0	71.0
Nov-01	17.0	24.0
Dic-01	16.0	7.0
Ene-02	16.0	63.0
Feb-02	17.0	8.0
Mar-02	17.0	0.0
Abr-02	16.0	8.0
May-02	16.0	37.0
Jun-02	16.0	181.0
Jul-02	19.0	226.0
Ago-02	15.0	190.0
Sep-02	16.0	361.0
Oct-02	16.0	160.0
Nov-02	18.0	106.0
Dic-02	16.0	0.0
Ene-03	16.0	0.0
Feb-03	16.0	0.0
Mar-03	16.0	23.0
Abr-03	16.0	76.0
May-03	16.0	47.0
Jun-03	16.0	274.0
Jul-03	16.0	155.0
Ago-03	16.0	302.0
Sep-03	16.0	441.0
Oct-03	16.0	148.0
Nov-03	16.0	9.0
Dic-03	16.0	0.0
Ene-04	16.0	102.0
Feb-04	16.0	0.0
Mar-04	16.0	19.0
Abr-04	16.0	47.0
May-04	16.0	234.0
Jun-04	16.0	354.0
Jul-04	16.0	453.0
Ago-04	16.0	401.0
Sep-04	16.0	437.0
Oct-04	16.0	115.0
Nov-04	15.0	0.0
Dic-04	15.0	0.0
Ene-05	16.0	8.0
Feb-05	16.0	0.0
Mar-05	16.0	61.0

Jun-07	32.0	117.6
Jul-07	28.5	171.7
Ago-07	28.0	231.8
Sep-07	27.0	245.0
Oct-07	29.0	49.2
Nov-07	25.0	1.9

Abr-05	16.0	106.0
May-05	16.0	69.0
Jun-05	16.0	224.0
Jul-05	16.0	405.0
Ago-05	16.0	380.0
Sep-05	16.0	275.0
Oct-05	16.0	153.0
Nov-05	16.0	6.0
Dic-05	27.0	35.0
Ene-06	15.0	6.0
Feb-06	15.0	0.0
Mar-06	25.0	39.0
Abr-06	16.0	43.0
May-06	16.0	150.0
Jun-06	16.0	367.0
Jul-06	16.0	428.0
Ago-06	16.0	431.0
Sep-06	16.0	469.0
Ene-07	17.0	6.0
Feb-07	17.0	63.0
Mar-07	16.0	34.0
Abr-07	17.0	70.0
May-07	17.0	178.0
Jun-07	16.0	140.0
Jul-07	17.0	295.0
Ago-07	16.0	411.0
Sep-07	16.0	221.0
Oct-07	16.0	67.0
Nov-07	16.0	9.0
Dic-07	16.0	3.0
Ene-08	16.0	0.0
Feb-08	16.0	3.0
Mar-08	16.0	0.0
Abr-08	16.0	99.0
May-08	16.0	36.0
Jun-08	16.0	189.0
Jul-08	16.0	273.0
Ago-08	16.0	233.0
Sep-08	15.0	271.0
Oct-08	16.0	63.0
Nov-08	16.0	0.0
Dic-08	16.0	0.0

### Magdalena Contreras (EM9020)

FECHA	Temperatura máxima (°C)	Precipitación acumulada (mm)
Ene-95	25.5	0.0
Feb-95	26.0	0.0
Mar-95	29.0	2.5
Abr-95	29.0	0.0
May-95	35.5	63.0
Jun-95	30.5	15.5
Jul-95	26.0	0.0
Ago-95	26.5	0.0
Sep-95	26.0	0.0
Oct-95	27.0	67.5
Nov-95	27.0	50.5
Dic-95	26.5	0.0
Ene-96	26.0	0.0
Feb-96	29.0	0.0
Mar-96	29.0	0.0
Abr-96	29.0	32.0
May-96	32.5	31.5
Jun-96	28.5	231.5

### Miguel Hidalgo (EM9010)

FECHA	Temperatura máxima (°C)	Precipitación acumulada (mm)
Ene-96	26.0	0.0
Feb-96	28.5	0.0
Mar-96	30.0	3.5
Abr-96	29.5	11.0
May-96	33.0	47.0
Jun-96	27.0	124.7
Jul-96	30.0	38.5
Ago-96	27.0	88.4
Sep-96	26.0	206.5
Oct-96	27.0	74.6
Nov-96	26.0	0.0
Dic-96	27.0	8.2
Ene-97	25.0	5.0
Feb-97	29.5	5.0
Mar-97	31.5	6.6
Abr-97	27.0	26.9
May-97	27.0	0.0
Jun-97	29.0	61.7

Jul-96	26.0	223.5
Ago-96	26.0	170.0
Sep-96	26.0	266.0
Oct-96	28.5	95.0
Nov-96	28.5	0.0
Dic-96	26.0	18.5
Ene-97	25.5	1.5
Feb-97	28.5	0.0
Mar-97	30.5	47.0
Abr-97	30.5	33.0
May-97	30.5	101.0
Jun-97	30.5	121.5
Jul-97	27.0	318.5
Ago-97	28.5	189.0
Sep-97	27.0	205.0
Oct-97	28.5	61.5
Nov-97	28.5	19.0
Dic-97	27.0	4.5
Ene-98	28.5	8.0
Feb-98	29.0	0.0
Mar-98	31.0	0.0
Abr-98	35.5	11.5
May-98	35.5	0.0
Jun-98	33.5	105.2
Jul-98	30.5	155.0
Ago-98	27.0	362.7
Sep-98	27.0	421.0
Oct-98	27.0	108.0
Nov-98	27.0	9.5
Dic-98	25.5	0.0
Ene-99	25.5	0.0
Feb-99	28.5	0.0
Mar-99	30.5	21.0
Abr-99	33.5	18.5
May-99	31.0	23.0
Jun-99	30.5	84.5
Jul-99	28.5	203.0
Ago-99	27.0	388.0
Sep-99	28.5	57.3
Oct-99	28.5	132.5
Nov-99	25.5	2.0
Dic-99	25.5	0.0
Ene-00	27.0	0.0
Feb-00	29.0	0.0
Mar-00	31.0	13.0
Abr-00	33.5	13.5
May-00	31.0	138.5
Jun-00	29.0	231.5
Jul-00	28.5	182.5
Ago-00	28.5	232.0
Sep-00	28.5	229.5
Oct-00	28.5	45.5
Nov-00	29.0	8.5
Dic-00	25.5	0.0
Ene-01	27.0	0.0
Feb-01	28.5	15.0
Mar-01	31.0	15.5
Abr-01	32.0	29.0
May-01	33.5	130.0
Jun-01	28.5	250.5
Jul-01	26.0	236.0
Ago-01	29.0	216.0
Sep-01	28.5	335.0
Oct-01	28.5	26.0
Nov-01	26.0	0.0
Dic-01	27.0	0.0

Jul-97	27.0	215.6
Ago-97	27.0	180.9
Sep-97	27.0	23.9
Oct-97	28.0	73.2
Nov-97	26.0	0.0
Dic-97	27.0	4.5
Ene-98	26.0	5.8
Feb-98	29.0	0.0
Mar-98	32.0	0.0
Abr-98	34.0	0.0
May-98	33.0	10.4
Jun-98	32.5	82.2
Jul-98	28.0	71.3
Ago-98	30.0	270.6
Sep-98	24.0	316.4
Oct-98	30.0	95.9
Nov-98	25.0	19.0
Dic-98	27.0	0.0
Ene-99	25.0	4.0
Feb-99	26.5	6.0
Mar-99	25.0	38.5
Abr-99	32.0	18.0
May-99	31.0	42.2
Jun-99	29.0	63.7
Jul-99	29.0	155.0
Ago-99	26.0	261.4
Sep-99	26.0	133.0
Oct-99	23.0	122.9
Ene-01	28.0	1.5
Feb-01	29.0	2.0
Mar-01	35.0	9.1
Abr-01	33.0	65.5
May-01	32.0	61.6
Jun-01	30.0	209.4
Jul-01	29.0	173.0
Ago-01	31.0	267.6
Sep-01	30.0	232.0
Oct-01	27.0	26.2
Nov-01	26.0	7.1
Dic-01	31.0	0.1
Ene-02	27.0	0.0
Feb-02	27.0	2.7
Mar-02	31.0	9.9
Abr-02	32.0	54.9
May-02	34.0	42.9
Jun-02	31.0	161.7
Jul-02	28.0	279.6
Ago-02	28.0	150.3
Sep-02	26.0	227.2
Oct-02	27.0	153.6
Nov-02	26.0	68.2
Dic-02	25.0	0.3
Ene-03	25.0	0.0
Feb-03	30.0	0.0
Mar-03	33.0	22.3
Abr-03	33.0	10.9
May-03	35.0	18.6
Jun-03	31.0	312.3
Jul-03	28.0	270.1
Ago-03	30.0	240.9
Sep-03	29.0	264.5
Oct-03	29.0	120.2
Nov-03	27.0	46.4
Dic-03	25.0	0.0
Ene-04	24.0	30.2
Feb-04	29.0	0.0

Ene-02	27.5	0.0
Feb-02	27.0	6.5
Mar-02	30.5	9.5
Abr-02	34.0	36.0
May-02	32.0	16.5
Jun-02	30.5	120.0
Jul-02	29.0	180.0
Ago-02	28.5	123.0
Sep-02	27.0	238.0
Oct-02	26.0	106.0
Nov-02	27.0	32.5
Dic-02	26.0	0.0
Ene-03	25.5	1.5
Feb-03	30.5	0.0
Mar-03	33.0	19.5
Abr-03	33.5	8.5
May-03	34.0	30.5
Jun-03	30.5	308.5
Jul-03	28.5	211.0
Ago-03	27.0	219.0
Sep-03	27.0	244.5
Oct-03	27.0	98.5
Nov-03	27.0	22.0
Dic-03	26.0	0.0
Ene-04	25.5	79.5
Feb-04	29.0	0.0
Mar-04	33.5	38.5
Abr-04	38.5	28.0
May-04	31.0	22.0
Jun-04	28.5	311.0
Jul-04	27.0	156.0
Ago-04	28.5	191.0
Sep-04	27.0	332.5
Oct-04	29.5	58.0
Nov-04	27.0	3.5
Dic-04	28.5	0.0
Ene-05	26.5	14.5
Feb-05	29.0	0.0
Mar-05	32.0	4.0
Abr-05	31.5	0.0
May-05	32.0	12.5
Jun-05	33.5	135.5
Jul-05	28.5	170.5
Ago-05	27.0	287.0
Sep-05	29.0	112.0
Oct-05	28.5	122.0
Nov-05	27.0	5.0
Dic-05	27.0	0.0
Ene-06	26.0	1.5
Feb-06	28.5	3.5
Mar-06	33.5	8.0
Abr-06	31.5	50.5
May-06	30.5	103.5
Jun-06	28.5	156.0
Jul-06	28.5	214.5
Ago-06	28.5	287.5
Sep-06	28.5	270.5
Oct-06	27.0	161.0
Nov-06	26.0	24.0
Dic-06	25.5	12.0
Ene-07	26.0	0.0
Feb-07	23.5	35.0
Mar-07	22.0	22.5
Abr-07	13.5	10.5
May-07	22.0	38.0
Jun-07	14.0	121.5

Mar-04	30.0	43.7
Abr-04	32.0	16.0
May-04	31.0	69.1
Jun-04	28.0	260.9
Jul-04	30.0	156.5
Ago-04	28.0	222.1
Sep-04	28.0	206.2
Oct-04	30.0	112.1
Ene-05	27.0	0.0
Feb-05	28.0	0.0
Mar-05	30.0	7.8
Abr-05	33.0	10.3
May-05	31.0	0.2
Jun-05	33.0	28.4
Jul-05	28.0	42.5
Ago-05	28.0	119.0
Sep-05	28.0	164.2
Oct-05	28.0	264.2
Nov-05	27.0	52.7
Dic-05	25.0	118.6
Ene-06	25.0	1.4
Feb-06	29.0	0.0
Mar-06	31.0	11.4
Abr-06	31.0	5.2
May-06	30.0	19.6
Jun-06	29.0	52.0
Jul-06	28.0	124.7
Ago-06	27.0	237.6
Sep-06	28.0	335.4
Ene-07	25.0	4.9
Feb-07	31.0	22.8
Mar-07	30.0	14.1
Abr-07	29.0	23.4
May-07	30.0	146.4
Jun-07	31.0	168.1
Jul-07	29.0	226.5
Ago-07	29.0	208.8
Sep-07	27.0	263.4
Oct-07	28.0	45.9
Nov-07	25.0	1.4
Dic-07	26.0	13.2
Ene-08	26.0	0.4
Feb-08	29.0	2.1
Mar-08	31.0	9.6
Abr-08	31.0	74.6
May-08	32.0	45.7
Jun-08	31.0	148.2
Jul-08	28.0	123.3
Ago-08	28.0	177.2
Sep-08	28.0	110.5
Oct-08	27.0	40.8

Jul-07	23.5	189.5
Ago-07	23.5	292.5
Sep-07	25.5	220.5
Oct-07	24.0	61.5
Nov-07	15.5	4.0
Dic-07	9.0	3.0
Ene-08	9.0	0.0
Feb-08	11.0	0.0
Mar-08	29.0	0.0
Abr-08	31.0	27.5
May-08	28.5	37.0
Jun-08	27.0	271.5

--	--	--

### Milpa Alta (EM9032)

FECHA	Temperatura máxima (°C)	Precipitación acumulada (mm)
Ene-95	22.0	243.1
Feb-95	25.0	142.8
Mar-95	27.5	45.8
Abr-95	28.5	38.6
May-95	28.5	76.0
Jun-95	28.5	0.0
Jul-95	23.0	0.0
Ago-95	23.0	2.5
Sep-95	23.0	29.6
Oct-95	23.0	31.1
Nov-95	23.0	81.4
Dic-95	22.0	106.5
Ene-96	22.5	66.5
Feb-96	25.0	69.8
Mar-96	26.0	0.0
Abr-96	25.5	0.0
May-96	28.5	0.0
Jun-96	24.5	0.6
Jul-96	25.0	0.0
Ago-96	25.5	49.6
Sep-96	25.0	97.6
Ene-97	21.5	63.7
Feb-97	25.5	105.8
Mar-97	26.5	223.3
Abr-97	25.5	130.6
May-97	26.5	121.7
Jun-97	28.5	65.2
Jul-97	25.5	12.0
Ago-97	25.0	11.8
Sep-97	23.0	18.9
Oct-97	25.0	0.3
Nov-97	23.5	0.0
Dic-97	25.0	0.0
Ene-98	23.0	5.0
Feb-98	25.0	114.3
Mar-98	29.5	92.1
Abr-98	30.5	254.2
May-98	31.0	269.3
Jun-98	29.0	143.2
Jul-98	28.0	24.2
Ago-98	23.5	24.0
Sep-98	22.0	243.1
Oct-98	21.5	142.8
Nov-98	23.0	45.8
Dic-98	21.0	38.6
Ene-02	23.5	20.0
Feb-02	23.0	11.5
Mar-02	27.0	4.7

### Xochimilco (EM9051)

FECHA	Temperatura máxima (°C)	Precipitación acumulada (mm)
Feb-96	30.0	0.0
Mar-96	30.0	0.0
Abr-96	29.5	26.0
Ene-97	27.5	0.0
Feb-97	28.5	33.5
Mar-97	28.5	41.0
Abr-97	29.0	0.0
May-97	29.5	117.0
Jun-97	28.5	36.5
Jul-97	28.5	41.0
Ago-97	29.5	93.5
Sep-97	28.5	85.5
Oct-97	28.0	27.0
Nov-97	28.0	0.0
Dic-97	28.5	0.0
Ene-98	25.5	0.0
Feb-98	26.5	0.0
Mar-98	26.5	0.0
Abr-98	32.5	0.0
May-98	38.0	0.0
Jun-98	27.5	0.0
Jul-98	26.0	70.0
Ago-98	26.5	91.0
Sep-98	25.0	97.0
Oct-98	26.0	16.0
Nov-98	25.5	0.0
Dic-98	25.5	0.0
Ene-99	27.0	0.0
Feb-99	26.5	0.0
Mar-99	27.5	0.0
Abr-99	31.5	0.0
May-99	29.5	0.0
Jun-99	27.5	13.0
Jul-99	27.5	12.5
Ago-99	27.0	62.0
Sep-99	26.0	60.0
Oct-99	28.0	5.0
Nov-99	27.5	0.0
Dic-99	27.0	0.0
Ene-00	28.5	0.0
Feb-00	27.5	0.0
Mar-00	29.0	0.0
Abr-00	29.0	0.0
May-00	30.0	0.0
Jun-00	29.0	51.0
Jul-00	27.0	36.0
Ago-00	27.0	98.0
Sep-00	27.0	103.5

Abr-02	27.5	24.2
May-02	26.5	4.0
Jun-02	25.0	100.0
Jul-02	23.5	106.6
Ago-02	22.5	64.6
Sep-02	22.5	174.5
Oct-02	22.0	106.4
Nov-02	22.0	20.8
Dic-02	22.5	0.0
Ene-03	20.5	0.0
Feb-03	25.0	0.0
Mar-03	26.0	35.0
Abr-03	27.0	16.9
May-03	29.0	35.4
Jun-03	24.0	176.6
Jul-03	22.5	101.6
Ago-03	23.0	156.5
Sep-03	23.5	187.1
Oct-03	23.0	96.9
Nov-03	23.0	4.7
Dic-03	21.5	0.0
Ene-04	21.5	60.0
Feb-04	22.0	0.2
Mar-04	24.0	28.4
Abr-04	25.0	41.7
May-04	25.5	85.0
Jun-04	23.5	146.4
Jul-04	22.0	157.7
Ago-04	23.0	129.0
Sep-04	23.0	170.8
Oct-04	23.5	81.7
Nov-04	23.0	1.3
Dic-04	22.0	0.0
Ene-05	22.5	8.5
Feb-05	23.0	0.0
Mar-05	26.0	56.3
Abr-05	34.0	13.9
May-05	32.0	15.1
Jun-05	28.0	105.1
Jul-05	24.0	141.1
Ago-05	22.5	279.7
Sep-05	23.0	66.0
Oct-05	22.5	73.7
Nov-05	22.0	7.2
Dic-05	25.5	0.0
Ene-06	21.5	0.0
Feb-06	23.5	0.0
Mar-06	27.0	24.5
Abr-06	26.0	48.0
May-06	25.0	144.9
Jun-06	24.5	188.7
Jul-06	22.0	148.1
Ago-06	22.5	170.5
Sep-06	22.5	293.1
Oct-06	23.0	
Ene-07	23.0	3.8
Feb-07	25.0	43.5
Mar-07	26.0	39.8
Abr-07	27.5	64.1
May-07	26.5	72.4
Jun-07	26.5	39.0
Jul-07	23.0	111.6
Ago-07	22.5	201.4
Sep-07	21.5	225.2
Oct-07	24.0	38.1
Nov-07	20.5	0.0

Mar-01	29.0	0.0
Abr-01	28.0	0.0
May-01	28.5	48.0
Jun-01	27.0	45.0
Jul-01	25.0	80.0
Ago-01	26.0	47.0
Sep-01	27.0	0.0
Oct-01	28.0	0.0
Nov-01	26.0	0.0
Dic-01	26.0	0.0
Ene-02	30.0	12.0
Feb-02	26.0	41.0
Mar-02	32.0	0.0
Abr-02	30.0	0.0
May-02	32.0	41.5
Jun-02	29.0	0.0
Jul-02	29.0	36.0
Ago-02	28.0	73.0
Sep-02	29.0	72.0
Oct-02	28.0	7.0
Nov-02	32.0	0.0
Dic-02	27.0	0.0
Ene-03	26.0	0.0
Feb-03	26.0	0.0
Mar-03	29.0	26.0
Abr-03	27.0	0.0
May-03	29.0	64.0
Jun-03	28.0	120.0
Jul-03	26.0	67.0
Ago-03	27.0	55.0
Sep-03	27.0	85.0
Oct-03	27.0	46.0
Nov-03	27.0	13.0
Dic-03	26.0	0.0
Ene-04	29.0	0.0
Feb-04	27.5	0.0
Ene-05	26.0	2.0
Feb-05	27.0	7.2
Mar-05	28.0	1.4
Abr-05	26.5	23.0
May-05	33.0	18.0
Jun-05	37.0	66.0
Jul-05	35.0	81.0
Ago-05	34.0	130.5
Sep-05	32.0	40.0
Oct-05	31.0	67.0
Nov-05	30.0	2.0
Dic-05	30.0	0.0
Ene-06	29.0	0.0
Feb-06	32.0	0.0
Mar-06	36.0	15.0
Abr-06	35.0	27.5
May-06	33.0	62.0
Jun-06	31.0	132.5
Jul-06	30.0	159.0
Ago-06	32.0	159.0
Sep-06	31.0	116.0
Oct-06	32.0	107.0
Nov-06	31.0	12.5
Dic-06	28.0	0.0
Ene-07	29.0	5.0
Feb-07	32.0	31.0
Mar-07	33.0	18.0
Abr-07	33.0	28.2
May-07	32.0	44.0
Jun-07	33.0	56.5

Dic-07	23.0	5.2
Ene-08	22.0	0.0
Feb-08	23.5	0.4
Mar-08	25.0	0.0
Abr-08	27.5	23.7
May-08	27.0	36.9
Jun-08	25.0	124.8
Jul-08	22.5	98.9
Ago-08	22.5	151.8
Sep-08	24.0	165.7
Oct-08	22.0	37.0
Nov-08	23.0	0.0

Jul-07	29.0	226.4
Ago-07	30.0	165.5
Sep-07	27.0	128.7
Oct-07	29.0	10.5
Nov-07	28.0	0.0
Dic-07	29.0	0.0
Ene-08	26.0	0.0
Feb-08	31.0	4.5
Mar-08	31.0	4.0
Abr-08	34.0	41.5
May-08	34.0	14.0
Jun-08	31.0	95.4
Jul-08	28.0	76.0
Ago-08	29.0	93.0
Sep-08	29.0	77.4
Oct-08	29.0	32.5
Nov-08	30.0	0.0

## ANEXO D. VALORES DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

➤ **Álvaro Obregón**

FECHA	pH ( UpH)	SDT ( mg/L)	Dr ( mg/L)	COL <sub>r</sub> (ausencia/nd)	COL <sub>f</sub> (ausencia/nd)	Turbiedad (UTN)	Cl <sub>2</sub> (mg/L)
Ene-95	7.4	336.0	167.0	46.0			
Mar-95	9.7	1,744.0	165.0	39.0			
Abr-95	10.8	1,700.0	112.0				
May-95	8.0	268.0	161.0	6.0			
Jun-95	7.7	276.0	136.0	17.0			
Jul-95	7.6	360.0	166.0	3.0			
Ago-95	7.7	284.0	158.0	100.0			
Sep-95	8.3	424.0	126.0				
Oct-95	7.6	304.0	158.0	4.0			
Nov-95	7.7	288.0	145.0	1.0			
Dic-95	7.4	312.0	135.0				
Ene-96	8.3	452.0	181.0				
Feb-96	7.8	404.0	168.0	1.0			
Abr-96	7.7	356.0	188.0	5.0			
May-96	7.3	152.0	84.0				
Jun-96	7.7	336.0	158.0	2.0			
Jul-96	7.5	288.0	130.0				
Ago-96	7.6	400.0	198.0	19.0			
Sep-96	7.6	332.0	206.0	18.0			
Oct-96	7.7	356.0	172.0	4.0			
Nov-96	8.0	132.0	93.0				
Dic-96	7.5	316.0	134.0				
Ene-97	7.6	380.0	192.0				
Mar-97	8.0	336.0	160.0	1.0			
Abr-97	8.2	288.0	160.0	1.0			
May-97	7.8	336.0	161.0	5.0	1.0		
Jun-97	7.7	252.0	131.0	4.0			
Jul-97	7.6	288.0	129.0				
Ago-97	7.5	232.0	135.0				
Sep-97	8.0	356.0	162.0				
Oct-97	7.8	318.0	186.0	1.0			
Nov-97	7.9	268.0	92.0				
Ago-98	7.8	496.0	198.0	20.0	1.0		
Sep-98	8.1	344.0	176.0	100.0	1.0		
Oct-98	9.9	336.0	141.0	100.0	1.0		
Nov-98	8.0	320.0	171.0	50.0			
Dic-98	7.9	356.0	151.0	100.0			
Feb-99	7.7	220.0	93.1				
Mar-99	7.8	392.0	162.0				
May-99	8.2	368.0	176.0	100.0			
Ago-99	8.1	356.0	143.0	10.0			
Sep-99	9.9	496.0	198.0	100.0	1.0		
Oct-99	7.9	348.0	166.0	3.0			
Nov-99	8.1	364.0	169.0	100.0			
Dic-99	7.8	468.0	219.0				
Ene-00	8.0	484.0	166.0	40.0	1.0		
Feb-00	8.1	312.0	152.9				
May-00	8.1	292.0	99.0				
Jun-00	8.0	380.0	160.0	2.0			
Jul-00	8.1	324.0	167.0				
Ago-00	8.2	316.0	140.0	2.0			
Sep-00	8.3	280.0	140.0				
Oct-00	8.1	420.0	160.0	5.0			
Nov-00	8.1	276.0	109.0				
Dic-00	7.9	232.0	99.0				
Ene-01	7.7	316.0	156.0				
Feb-01	7.8	336.0	158.0				
May-01	7.8	324.0	169.0				
Jun-01	7.4	160.0	75.0	1.0	0.0		
Jul-01	8.0	312.0	153.0	0.0	0.0		
Oct-01	8.0	324.0	169.0	1.0			
Ene-02	7.6	144.0	71.0	0.0			
Feb-02	8.2	284.0	142.0	0.0	0.0		
Mar-02	7.9	340.0	180.0	0.0	0.0		
Abr-02	7.9	236.0	91.0	0.0	0.0		
Jun-02	8.0	308.0	165.0	28.0	0.0		
Jul-02	7.9	308.0	153.0	0.0	0.0		
Ago-02	7.9	320.0	174.0	0.0	0.0		
Sep-02	8.0	120.0	72.5	0.0	0.0		
Oct-02	7.7	220.0	94.2	0.0	0.0		
Nov-02	7.0	200.0	82.0	0.0			
Ene-03	8.2	320.0	161.8	0.0	0.0		
Mar-03	8.2	244.0		0.0	0.0		
Jun-03	7.7		125.1	0.0	0.0		
Jul-03	7.9		160.1	0.0	0.0		
Sep-03	7.9		157.6	0.0	0.0		
Oct-03	8.0		157.9	0.0	0.0		
Nov-03	7.8		91.9	0.0	0.0		
Ene-04	7.9		163.7	0.0	0.0	1.8	1.5
Feb-04	8.0		179.7	0.0	0.0	1.8	0.0

Mar-04	7.9	150.0	98.6	0.0	0.0	1.8	0.0
Jun-04	8.3	202.0	142.6	2.0	0.0	1.8	0.0
Sep-04	8.1	340.0	167.4	100.0	0.0	7.0	0.0
Oct-04	7.3	344.0	136.5	1.0	0.0	2.4	0.0
Ene-05	7.5	282.0	154.8	0.0	0.0	2.8	0.0
Jun-05	8.0	238.0	120.7	0.0	0.0	0.5	0.1
Ago-05	7.7	214.0	102.7	0.0	0.0	0.5	0.1
Sep-05	7.8		104.1	0.0	0.0	0.5	0.0
Oct-05	8.1	256.0	104.6	32.0	1.0	3.2	0.0
Nov-05	7.8	308.0	167.1	100.0	1.0	28.6	0.6
Dic-05	8.0	780.0	391.7	100.0	1.0	9.6	0.6
Ene-06	8.0	296.0	164.4	4.0	0.0	1.5	0.0
Feb-06	7.8	240.0	112.5	0.0	0.0	0.5	0.0
Mar-06	7.2	796.0	411.5	10.0	0.0	37.9	
Abr-06	7.9	292.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
Jun-06	7.5	496.0	203.1	0.0	0.0		0.0
Jul-06	7.8	480.0	185.5	0.0	0.0		0.0
Ago-06	8.3	308.0	178.9	1.0	0.0		0.0
Sep-06	7.0	800.0	418.4	0.0	0.0		0.0
Oct-06	7.9	380.0	154.9	12.0	0.0		0.0
Nov-06	8.3	380.0	212.2	100.0	1.0	15.1	0.0
Dic-06	7.5		169.1	0.0	0.0	0.5	0.0
Ene-07	8.0		179.8	4.0	0.0	2.4	0.0
Feb-07	7.9		118.8	0.0	0.0	0.5	0.0
Abr-07	7.7		179.4	0.0	0.0	0.5	0.0
May-07	8.2		82.8	0.0	0.0		0.0
Jun-07	7.2	388.3	0.0	100.0	1.0		0.0
Jul-07	8.1	338.0	180.8	100.0	0.0		0.0
Ago-07	8.3	252.0	124.1	36.0	1.0		0.0
Oct-07	7.9		111.5	0.0	0.0		0.0
Nov-07	7.8	508.0	235.6	100.0	0.0	9.7	0.0
Ene-08	8.1	292.0	201.7	0.0	0.0	0.7	0.0
Feb-08	7.7	196.0	105.0	0.0	0.0	0.5	0.0
Abr-08	7.9	566.0	225.9	100.0	0.0	26.0	3.5

## ► Cuajimalpa

FECHA	pH ( UpH)	SDT ( mg/L)	D <sub>T</sub> ( mg/L)	COL <sub>T</sub> (ausencia/nd)	COL <sub>F</sub> (ausencia/nd)	Turbiedad (UTN)	Cl <sub>L</sub> (mg/L)
May-95	7.8	176.0	58.0				
Jul-95	7.7	184.0	58.0				
Mar-96	7.9	244.0	58.0				
Jul-96	7.9	212.0	60.0				
Oct-96	7.6	136.0	6.0				
Nov-96	7.4	176.0	62.0				
Ene-97	7.4	108.0	54.0				
Feb-97	7.5	256.0	58.0				
Ago-98	8.0	176.0	58.0				
Sep-98	7.9	224.0	62.0				
Oct-98	8.0	156.0	66.0				
Nov-98	7.8		57.0				
Dic-98	8.3		62.0				
Mar-99	8.2	176.0	62.0				
Sep-99	8.0	192.0	57.0				
Oct-99	8.1	164.0	55.0				
Nov-99	7.7	144.0	64.0				
Dic-99	8.0	184.0	62.0	30.0			
Ene-00	8.0	212.0	55.0	0.0			
Feb-00	8.0	184.0	68.0	0.0			
May-00	7.9	172.0	58.0				
Jun-00	7.9	188.0	64.0				
Jul-00	8.3	200.0	66.0				
Ago-00	8.3	208.0	66.0				
Sep-00	8.2	176.0	53.0				
Oct-00	8.2	176.0	53.0	24.0			
Nov-00	7.8	172.0	53.0				
Dic-00	7.9	172.0	59.0				
Ene-01	7.7	172.0	45.0	1.0			
Feb-01	8.1	176.0	62.0				
May-01	7.4	164.0	55.0				
Jun-01	7.6	168.0	55.0	0.0	0.0		
Sep-01	7.9	180.0	62.0	0.0			
Nov-01	8.0	192.0	66.0				
Ene-02	7.9	180.0	55.0	0.0	0.0		
Mar-02	8.0	176.0	40.0	0.0	0.0		
Ago-02	7.9	156.0	55.4	0.0	0.0		
Sep-02	7.9	144.0	51.5	3.0	0.0		
Dic-02	7.9	164.0	57.6	0.0	0.0		
Ene-03	7.9	164.0	58.0	0.0	0.0		
Jun-03	8.0			0.0	0.0		
Oct-03	7.8		60.3	0.0	0.0		
Ene-04	8.0		49.0	1.0	0.0	1.8	0.0
Mar-04	7.9		66.2	0.0	0.0	1.8	0.0
Abr-04	7.7	160.0		0.0	0.0	1.8	0.0
Jun-04	8.0		50.4	0.0	0.0	0.5	0.0
Sep-04	7.4		81.6	0.0	0.0	0.6	0.0
Oct-04	8.0	160.0	63.7	2.0	1.0	2.1	0.0

Ene-05	8.1	164.0	50.9	0.0	0.0	0.5	0.0
Abr-05	8.1	138.0	58.7	0.0	0.0	0.5	0.0
Jun-05	7.8	156.0	63.6	1.0	1.0	0.5	0.0
Ago-05	8.1	156.0	62.4	0.0	0.0	0.5	0.0
Oct-05	8.0	156.0	50.2	0.0	0.0	0.5	0.0
Ene-06	8.1	172.0	67.3	0.0	0.0	0.5	0.0
Mar-06	8.0	168.0	67.3	0.0	0.0	0.5	0.0
Abr-06	7.8			0.0	0.0	0.5	0.0
Jul-06	7.7	156.0	73.2	6.0	1.0	0.5	0.0
Ago-06	7.5		170.0	0.0	0.0	0.5	0.0
Oct-06	8.3	272.0	170.0	24.0	1.0	2.1	0.0
Nov-06	8.1		70.7	0.0	0.0	0.5	0.0
Ene-07	7.7		59.8	0.0	0.0	0.5	0.0
Mar-07	7.8		76.1	0.0	0.0	0.5	0.0
Abr-07	8.2		61.1	0.0	0.0	0.5	0.0
Dic-07	7.9		70.8	0.0	0.0	0.5	0.0
Abr-08	8.0	174.0	60.9	0.0	0.0	0.5	0.0

### ➤ Magdalena Contreras

FECHA	pH (UpH)	SDT ( mg/L)	D <sub>T</sub> ( mg/L)	COL <sub>T</sub> (ausencia/nd)	COL <sub>F</sub> (ausencia/nd)	Turbiedad (UTN)	Cl <sub>l</sub> (mg/L)
Feb-95	7.6	220.0	107.0				
May-95	7.6	212.0	105.0				
Jun-95	7.4	240.0	109.0				
Ago-95	7.3	220.0	107.0				
Oct-95	7.4	260.0	139.0				
Nov-95	7.5	230.0	112.0	6.0			
Dic-95	7.1	216.0	109.0				
Feb-96	7.3	272.0	115.0				
Mar-96	7.6	212.0	84.0				
Abr-96	7.5	232.0	104.0				
Jun-96	7.1	240.0	108.0				
Ago-96	7.4	368.0	107.0				
Oct-96	7.3	236.0	113.0	50.0			
Nov-96	7.2	196.0	79.0				
Mar-97	7.6	304.0	102.0				
Jun-97	7.5	228.0	108.0				
Jul-97	7.4	252.0	178.0				
Sep-97	7.3	232.0	104.0				
Oct-97	7.6	276.0	171.0				
Dic-97	7.3	312.0	129.0				
Jun-98	7.5	264.0	115.0	1.0			
Ago-98	7.7	448.0	173.0				
Sep-98	9.2	364.0	171.0	100.0			
Oct-98	7.5	244.0	107.0	29.0	1.0		
Nov-98	7.6	284.0	166.0	5.0	1.0		
Dic-98	7.6	252.0	161.0	9.0			
Mar-99	7.7	308.0	176.0				
Abr-99	7.3	276.0	130.4	3.0			
Jul-99	7.5	398.0	181.0				
Sep-99	7.9	296.0	161.0				
Oct-99	7.6	252.0	125.0	8.0			
Nov-99	7.7	404.0	156.0				
Dic-99	7.6	416.0	160.0				
Ene-00	7.6	284.0	160.0				
Feb-00	7.8	316.0	167.0	100.0			
Mar-00	7.4	256.0	119.0				
Jun-00	7.8	316.0	111.0	2.0			
Jul-00	7.6	288.0	99.0				
Oct-00	7.9	308.0	157.0				
Nov-00	7.5	236.0	102.0				
Dic-00	7.4	244.0	99.0				
Ene-01	7.6	252.0	151.0				
Feb-01	7.4	248.0	108.0				
May-01	7.5	248.0	94.0				
Sep-01	7.6	220.0	95.0	0.0			
Nov-01	7.5	252.0	106.0				
Feb-02	7.4	216.0	104.0	0.0	0.0		
Mar-02	7.6	292.0		7.0	0.0		
May-02	7.5	232.0	103.0	0.0	0.0		
Ago-02	7.5		146.3	0.0	0.0		
Ago-03	8.1		146.9	0.0	0.0		
Nov-03	7.7		107.9	0.0	0.0		
Sep-04	7.6	232.0	109.5	0.0	0.0		
May-05	7.7		161.4	0.0	0.0	0.5	0.0
Jun-05	7.7		169.2	0.0	0.0	0.5	0.0
Nov-05	7.6		163.6	0.0	0.0	0.5	0.0
Ene-06	7.5		177.8	0.0	0.0	5.2	0.0
Mar-06	7.7		159.3	3.0	0.0	1.5	0.0
Jul-06	8.1	236.0	120.0	16.0	0.0	4.5	0.0
Sep-06	7.7		173.4	3.0	0.0	1.8	0.0
Ene-07	7.3		66.6	0.0	0.0	11.6	0.0
Ago-07	7.8		180.1	2.0	0.0	0.5	1.0
Dic-07	7.8	296.0	182.4	1.0	0.0	1.6	0.0
Mar-08	7.8	290.0		0.0	0.0	0.5	0.0
May-08	7.5	268.0	91.2	0.0	0.0	0.5	0.0

## ➤ Miguel Hidalgo

FECHA	pH ( UpH)	SDT ( mg/L)	D <sub>T</sub> ( mg/L)	COL <sub>T</sub> (ausencia/nd)	COL <sub>F</sub> (ausencia/nd)	Turbiedad (UTN)	Cl <sub>i</sub> (mg/L)
Ene-95	11.4	2,968.0	245.0	1.0			
Feb-95	7.6	256.0	81.0				
Abr-95	11.4	2,968.0	245.0	2.0			
May-95	7.8	480.0	227.0	1.0			
Jun-95	7.7	248.0	86.0	39.0	1.0		
Jul-95	7.8	456.0	203.0	1.0			
Ago-95	7.7		86.0	5.0			
Sep-95	7.7	388.0	208.0	15.0			
Oct-95	7.6	0.0	209.0				
Nov-95	7.6	664.0	235.0	2.0	1.0		
Dic-95	6.9	288.0	73.0				
Mar-96	7.6	484.0	214.0				
May-96	7.8	440.0	211.0	1.0			
Jun-96	7.7	348.0	143.0	9.0	1.0		
Jul-96	7.8	472.0	229.0	30.0	1.0		
Sep-96	7.8	480.0	219.0	52.0			
Oct-96	7.8	344.0	135.0				
Nov-96	8.0	612.0	224.0	4.0	1.0		
Ene-97	7.9	368.0	220.0				
Feb-97	7.8	540.0	258.0				
Mar-97	7.8	240.0	85.0				
Abr-97	7.9	492.0	220.0				
May-97	7.9	504.0	230.0	100.0			
Jun-97	7.8	452.0	226.0				
Jul-97	7.8	452.0	226.0				
Ago-97	8.5	516.0	231.0	81.0			
Sep-97	7.8	488.0	221.0	1.0	1.0		
Oct-97	7.9	408.0	211.0	0.0			
Nov-97	8.1	322.0	169.0	2.0			
Ago-98	8.1	520.0	237.0	100.0	1.0		
Sep-98	8.5	624.0	241.0	20.0			
Oct-98	8.2	460.0	250.0	78.0	1.0		
Nov-98	8.1	384.0	197.0	45.0	1.0		
Dic-98	8.5	664.0	202.0	5.0			
May-99	8.1	500.0	256.0	3.0	1.0		
Jul-99	7.9	610.0	244.0	16.0			
Ago-99	8.6	502.0	201.0	2.0			
Sep-99	8.9	516.0	230.3	0.0			
Oct-99	8.0	488.0	225.0	100.0			
Nov-99	8.1	560.0	233.0	100.0	1.0		
Dic-99	8.0	492.0	229.0	18.0			
Ene-00	8.4	484.0	225.0	41.0			
Feb-00	8.9	428.0	213.0	2.0			
Mar-00	8.8	364.0	172.0				
May-00	8.0	496.0	236.0				
Jun-00	8.0	404.0	188.0				
Jul-00	8.2	508.0	228.0	3.0			
Ago-00	8.9	628.0	251.0	15.0			
Sep-00	8.6	480.0	224.0	2.0			
Oct-00	9.5	492.0	224.0	2.0			
Nov-00	9.4	480.0	216.0	16.0			
Dic-00	8.0	1,008.0	228.0	1.0			
Ene-01	8.2	484.0	228.0	3.0			
Feb-01	8.0	492.0	216.0				
Mar-01	11.4	492.0	223.0	36.0			
Jul-01	8.4	488.0	229.0	4.0	0.0		
Sep-01	8.0	192.0	73.0	0.0			
Oct-01	8.1	472.0	236.0	0.0			
Nov-01	8.7	376.0	194.0				
Ene-02	8.5	492.0	233.0	3.0	0.0		
Mar-02	8.0	476.0	222.0	0.0	0.0		
Abr-02	7.9	324.0	158.0	0.0	0.0		
Jul-02	7.9	464.0	240.0	0.0	0.0		
Ago-02	8.0	356.0	182.0	7.0	0.0		
Nov-02	7.9	560.0	251.2	0.0	0.0		
Ene-03	8.7	620.0	303.0	3.0	0.0		
Mar-03	7.9	300.0		0.0	0.0		
May-03	8.0			12.0	1.0		
Jun-03	8.0			0.0	0.0		
Ago-03	8.8		174.2	0.0	0.0		
Sep-03	8.0		237.0	0.0	0.0		
Dic-03	7.8		68.0	0.0			
Feb-04	7.5	422.0	181.7	0.0	0.0	1.8	0.0
Abr-04	8.2	0.0	152.3	0.0	0.0	1.8	1.7
Ago-04	8.1	280.0	144.6	2.0	0.0	1.0	0.0
Oct-04	7.8	466.0	233.9	8.0	1.0	8.7	0.0
Nov-04	7.8	230.0	77.6	68.0	0.0	10.7	
Dic-04	8.3	502.0	207.6	3.0	0.0	1.7	3.5
Ene-05	8.1	464.0	217.3	0.0	0.0	32.0	2.5
Jun-05	7.9	136.0	71.1	0.0	0.0	1.8	0.0
Ago-05	8.3	246.0	148.4	0.0	0.0	15.5	0.0
Sep-05	8.5	468.0	270.9	35.0	1.0	70.0	0.0
Nov-05	8.4	272.0	110.4	100.0	1.0	13.5	0.0

Ene-06	8.1	460.0	245.0	6.0	0.0	6.0	0.0
Abr-06	7.9	476.0		6.0	0.0	2.3	0.0
Jun-06	8.2	340.0	233.8	1.0	0.0	10.5	0.0
Jul-06	8.1	348.0	181.5	100.0	1.0	7.7	0.0
Ago-06	8.1	312.0	189.9	0.0	0.0	1.7	0.0
Sep-06	7.5	324.0	146.2	100.0	0.0	10.4	0.0
Dic-06	8.1		268.5	0.0	0.0	4.5	1.5
Ene-07	7.7		272.9	18.0	0.0	8.6	0.0
Abr-07	12.5		263.0	6.0	0.0	2.2	3.5
Jul-07	8.1	344.0	185.3	32.0	0.0	13.0	0.0
Oct-07	8.9	0.0	206.8	2.0	0.0	2.0	0.2
Nov-07	8.1	226.0	253.9	100.0	0.0	15.0	0.0
Ene-08	9.2	468.0	270.9	17.0	0.0	9.4	3.5
Abr-08	7.9	510.0	278.1	3.0	0.0	7.4	0.0

## ➤ Milpa Alta

FECHA	pH (UpH)	SDT (mg/L)	D <sub>T</sub> (mg/L)	COL <sub>T</sub> (ausencia/nd)	COL <sub>F</sub> (ausencia/nd)	Turbiedad (UTN)	Cl <sub>L</sub> (mg/L)
Feb-95	8.1	420.0	121.0	100.0	1.0		
Mar-95	7.9	136.0	49.0				
Abr-95	7.8	192.0	66.0	37.0			
Dic-95	7.7	356.0	141.0	100.0			
Ene-96	7.7	184.0	72.0				
Feb-96	8.0	364.0	125.0				
Mar-96	7.9	136.0	50.0				
Abr-96	7.9	304.0	129.0	1.0			
Nov-96	8.0	184.0	72.0				
Dic-96	7.8	344.0	133.0				
Ene-97	7.6	96.0	46.0				
Feb-97	7.6	224.0	49.0				
Mar-97	7.9	256.0	53.0				
Abr-97	7.9	112.0	41.0				
Dic-97	8.3	178.0	50.0				
Ene-98	8.1	308.0	122.0				
Nov-98	8.2	360.0	106.0	100.0			
Dic-98	8.1	356.0	115.0	1.0			
Ene-99	8.0	164.0	45.0				
Feb-99	8.4	940.0	136.0	100.0			
Abr-99	8.0	504.0	119.0	2.0			
Nov-99	8.0	260.0	118.0	2.0			
Dic-99	8.1	412.0	124.0	2.0			
Ene-00	8.0	448.0	115.0	3.0			
Feb-00	8.0	344.0	107.0				
Nov-00	8.2	296.0	97.0				
Dic-00	8.6	264.0	99.0				
Feb-01	8.1	340.0	99.0				
Ago-01	8.0	124.0	53.0	0.0	0.0		
Nov-01	8.2	412.0	118.0	16.0			
Dic-01	8.2	408.0	86.0	0.0	0.0		
Feb-02	8.1		40.0	0.0			
Abr-02	8.3	420.0	106.0	1.0	0.0		
Nov-02	8.0	108.0	38.5	0.0	0.0		
Ene-03	8.1	132.0	49.6	0.0	0.0		
Feb-03	8.4	424.0		0.0	0.0		
Mar-03	8.1	144.0		0.0	0.0		
Abr-03	8.0			0.0			
Feb-04	8.3		108.0	0.0	0.0		
Abr-04	8.2	150.0	43.9	0.0	0.0	1.8	0.0
Nov-04	7.8	170.0	73.3	0.0	0.0	0.5	0.0
Dic-04	8.1		64.6	0.0	0.0		
Abr-05	8.0	178.0		0.0	0.0	0.5	0.0
Dic-05	8.2	388.0	119.9	0.0	0.0	0.9	0.2
Feb-06	8.2	368.0	115.2	0.0	0.0	1.1	0.0
Mar-06	7.8		38.2	0.0	0.0	0.5	0.0
Abr-06	8.4	200.0	78.9	0.0	0.0	3.6	0.0
Jul-06	8.1	168.0	71.0	0.0	0.0	0.5	0.0
Nov-06	8.1	152.0	72.5	0.0	0.0	2.7	0.0
Feb-07	7.9		95.7	46.0	1.0	0.7	0.0
Mar-07	8.4		90.9	0.0	0.0	0.5	1.0
Abr-07	8.3		82.5	3.0	0.0	0.5	0.0
Nov-07	8.0		43.4	0.0	0.0	0.5	0.0
Ene-08	8.2	108.0	57.2	0.0	0.0	0.5	0.0
Feb-08	8.1	458.0	110.0	3.0	0.0	0.5	0.0
Mar-08	8.1	118.0		0.0	0.0	0.5	0.0
Abr-08	8.0	170.0	75.1	0.0	0.0	0.5	0.0

## ➤ Xochimilco

FECHA	pH (UpH)	SDT (mg/L)	D <sub>T</sub> (mg/L)	COL <sub>T</sub> (ausencia/nd)	COL <sub>F</sub> (ausencia/nd)	Turbiedad (UTN)	Cl <sub>L</sub> (mg/L)
Ene-95	11.3		109				
Feb-95	8.3	308	111	12	0		
Mar-95	8.3	516	142	1	0		
Abr-95	10.5	628	124	3	0		
May-95	8.3	568	292	100	1		
Jun-95	8.2	388	171	100	1		
Jul-95	8.1	544	271	100	1		
Ago-95	8.3	540	242	100	1		

Sep-95	8.2	568	128	1	0		
Oct-95	9.0	1,172	184	100	1		
Nov-95	7.8	332	163	52	0		
Dic-95	8.3	564	276	100	0		
Ene-96	7.7	492	140	30	0	0.1	
Feb-96	7.9	568	287	0	0	0.2	
Mar-96	8.4	520	124	20	0		
Abr-96	8.3	780	141	0	0		
May-96	8.3	488	377	100	1	0.2	
Jun-96	7.8	488	252	27	0	0.2	
Jul-96	8.3	608	168	100	0	0.4	
Ago-96	7.8	388	290	2	0		
Sep-96	8.4	532	176	18	1	0.1	
Oct-96	8.3	472	253	100	1	0.2	
Nov-96	8.2	564	231	26	0	0.2	
Dic-96	7.5	304	121	0	0		
Ene-97	8.3	540	238	0	0		
Feb-97	8.4	492	213	20	0		
Mar-97	8.2	548	232	8	0		
Abr-97	8.3	808	206	29	1		
May-97	8.5	504	179	50	1		
Jun-97	8.2	480	206	0	0		
Jul-97	8.6	524	212	1	1		
Ago-97	8.3	516	133	5	0		
Sep-97	7.9	546	299	7	1		
Oct-97	8.2	472	193	100	1		
Nov-97	8.4	352	165	6	0		
Dic-97	8.6	564	120	2	0		
Ene-98							
Feb-98							
Mar-98	8.6	568	67	0	0		
Abr-98							
May-98	8.5	532	93	0	0		
Jun-98	8.6	516	90	0	0		
Jul-98	8.5	428	98	50	1	0.2	
Ago-98	8.4	604	237	100	1	0.1	2.0
Sep-98	8.5	440	226	100	1	0.5	8.0
Oct-98	8.6	600	185	12	1	0.8	10.0
Nov-98	8.6	440	248	10	1	0.4	
Dic-98	8.4	464	241	58	1	1.0	
Ene-99							
Feb-99	8.0	368	161	5	0	0.3	2.0
Mar-99	8.5	512	209	39	1	0.4	
Abr-99	8.3	584	239	14	1	0.4	
May-99	7.9	340	167	7	1	0.6	
Jun-99	8.1	416	228	100	1	0.4	4.0
Jul-99	8.6	496	241	50	1	1.2	
Ago-99	8.6	566	228	100	1	0.7	8.0
Sep-99	8.2	338	114	6	1		
Oct-99	8.5	552	173	27	1	0.5	
Nov-99	8.5	572	268	17	1	1.0	
Dic-99	8.5	632	268	5	1	0.5	6.0
Ene-00	8.5	780	368	100	1	1.5	
Feb-00	8.1	664	364	100	1	0.9	
Mar-00							
Abr-00							
May-00	8.4	456	149	100	0	0.5	6.0
Jun-00	8.4	508	284	28	1	0.4	
Jul-00	8.5	520	297	100	1	0.6	4.0
Ago-00	8.6	560	323	100	1	0.9	12.0
Sep-00	8.3	564	336	23	1	0.1	
Oct-00	8.7	616	336	100	1	0.6	
Nov-00	8.8	444	151	14	1	0.6	
Dic-00	8.4	608	363	7	0		
Ene-01	8.0	244	28				
Feb-01	8.2	624	414	66	1	0.4	
Mar-01	8.1	344	153	2	1		
Abr-01	8.5	336	142	5	0	0.3	0.0
May-01	8.5	420	131	36	1	0.5	0.0
Jun-01	8.3	368	124	0	0		
Jul-01	8.5	368	158	20	1	0.0	
Ago-01	8.2	360	169	14	0	0.4	8.0
Sep-01	8.5	504	118	2	0		
Oct-01							
Nov-01	8.1	372	138	0	0	0.3	0.0
Dic-01	8.1	652	404	26	0		
Ene-02	8.5	348	152	0	0	0.3	16.0
Feb-02	8.2	368	146	0	0	0.6	0.0
Mar-02	8.3	656	168	100	1		
Abr-02	8.4	280	143	0	0	0.3	0.0
May-02	8.6	484	141	1	0		
Jun-02	8.3	712	427	14	1		
Jul-02	8.3	308	187	100	1	0.8	0.0
Ago-02	8.1	268	115	0	0		
Sep-02	7.9	200	119	22	0		
Oct-02	8.2	656	383	14	0	0.3	0.0
Nov-02	8.5	416	180	10	1	1.0	0.0

Dic-02	8.0	200	92	20	0		
Ene-03	8.6	440	171	1	0		
Feb-03	8.4	332		0	0	1.8	
Mar-03	8.1	236		0	0	1.8	0.0
Abr-03	8.5	300		65	0	0.0	
May-03	8.4	252		2	1		
Jun-03	8.3			6	1	1.8	
Jul-03	8.5			32	1	1.8	0.0
Ago-03	8.3		97	25	1	1.8	
Sep-03	7.9		52	0	0		
Oct-03	8.4		323	100	1	1.8	6.0
Nov-03	8.1		105	100	1	1.8	0.0
Dic-03	8.6	336	318	100	1	38.0	0.2
Ene-04	7.5	374	397	100	0		
Feb-04	8.5		147	25	0	1.8	1.2
Mar-04	7.9		137	0	0	1.8	
Abr-04	8.0	180	249	0	0	1.8	0.0
May-04	8.2	250		0	0	1.8	0.0
Jun-04	8.2			7	0	0.8	0.0
Jul-04	8.1	296	123	20	1	0.5	0.2
Ago-04	8.1	332	150	22	1	1.0	0.0
Sep-04	8.1	540	292	1	0	13.8	0.0
Oct-04	8.4	384	119	0	0	2.0	0.0
Nov-04	8.2	330	150	5	1	0.8	0.0
Dic-04	8.4	366	194	75	0	7.0	6.0
Ene-05	7.7	224	96	0	0	0.5	0.0
Feb-05	8.3	802	323	70	1	31.3	0.0
Mar-05	8.2	300		0	0	0.5	4.0
Abr-05	8.2	298		0	0	2.4	0.0
May-05	7.2	324	132	0	0		0.0
Jun-05	8.4	432	250	100	1	0.5	2.0
Jul-05	8.7	402	159	100	1		3.5
Ago-05	8.0	150	350	0	0		
Sep-05	8.0	274	150	14	1	0.9	4.0
Oct-05	8.2	288	154	100	1	49.0	0.0
Nov-05	8.2	480	247	100	1	31.0	0.4
Dic-05	8.2	328	171	27	1	1.7	0.0
Ene-06							
Feb-06	8.4	348	168	45	1	6.8	0.1
Mar-06	8.2	316	146	2	0	3.9	3.5
Abr-06	8.3	272	147	2	0	3.2	0.0
May-06	8.4	6,636	289	100	1	5.6	0.0
Jun-06	8.0	320	156	0	0	1.5	0.0
Jul-06	8.3	328	154	100	0	2.9	4.0
Ago-06							0.0
Sep-06	8.7	272	219	0	0	1.0	0.0
Oct-06	8.7	5,868	147	25	1	4.0	0.0
Nov-06	8.0	364	198	16	1	2.1	24.0
Dic-06	8.1		155	28	0	1.5	0.0
Ene-07	8.1		152	100	0	7.6	0.0
Feb-07	8.4		208	1	0	1.1	0.0
Mar-07	7.9		99	0	0	0.5	0.0
Abr-07	8.0		143	70	1	0.5	0.0
May-07	8.9		272	100	1	4.4	3.3
Jun-07	8.9		183	3	1	2.3	0.0
Jul-07	8.3	134	58	5	1	0.5	
Ago-07							
Sep-07	7.9	332	191	6	0	0.6	0.0
Oct-07	9.0		108	2	1	1.1	0.0
Nov-07	8.6	428	242	100	0	4.2	1.7
Dic-07	8.6	428	242	100	1	0.5	2.0
Ene-08	7.9	240	60	0	0	0.5	0.0
Feb-08	8.6	300	176	1	0	0.5	2.8
Mar-08	8.3	280	128	100	0	0.5	10.0
abr-08	8.5	280	141	0	0	1.4	0.2
May-08	7.9	328	144	0	0	0.5	0.0
Jun-08	8.4	276	58	0	0	0.5	1.8

## ANEXO E. CASOS DE EDA

### ➤ Álvaro Obregón

FECHA	Fiebre tifoidea	Giardiasis	Hepatitis aguda A	Infecciones intestinales y otros mal definidas	Paratifoidea y otras salmonelosis	Shigelosis
Ene-95	0	235	32	15,044	10	0
Feb-95	2	410	11	10,746	23	0
Mar-95	0	4	5	398	10	0
Abr-95	0	613	3	7,424	0	4
May-95	42	11	2	12,599	0	3
Jun-95	12	186	4	8,883	0	3
Jul-95	0	313	2	6,115	0	0
Ago-95	0	4	5	115	0	0
Sep-95	0	2	4	105	0	11
Oct-95	0	7	1	145	0	0
Nov-95	0	5	0	138	0	0
Dic-95	0	4	0	65	0	0
Ene-96	0	4	0	155	0	0
Feb-96	0	9	2	87	0	0
Mar-96	0	10	1	82	0	0
Abr-96	0	6	0	103	0	0
May-96	0	14	0	397	1	0
Jun-96	0	11	3	461	1	0
Jul-96	0	10	2	409	0	0
Ago-96	1	6	1	400	3	0
Sep-96	0	7	0	252	1	0
Oct-96	0	8	0	263	4	0
Nov-96	0	9	2	265	0	0
Dic-96	0	1	4	181	0	0
Ene-97	1	37	24	722	12	14
Feb-97	3	24	20	387	1	1
Mar-97	0	39	17	399	2	0
Abr-97	0	27	29	392	3	0
May-97	0	28	28	593	2	0
Jun-97	0	21	32	573	4	1
Jul-97	0	27	27	672	8	1
Ago-97	0	18	14	530	7	0
Sep-97	0	20	21	393	0	0
Oct-97	0	25	20	566	10	1
Nov-97	0	18	9	559	4	0
Dic-97	0	47	14	569	11	0
Ene-98	1	12	31	1,573	10	7
Feb-98	0	9	23	1,402	7	6
Mar-98	47	21	15	1,718	37	9
Abr-98	0	14	8	1,487	20	7
May-98	1	23	13	2,089	14	11
Jun-98	0	14	7	1,814	19	8
Jul-98	1	21	6	2,262	13	10
Ago-98	0	20	3	1,531	6	9
Sep-98	0	15	10	1,185	15	7
Oct-98	1	29	4	1,246	12	4
Nov-98	0	15	7	957	11	6
Dic-98	0	4	4	827	6	11
Ene-99	0	22	9	3,626	35	3
Feb-99	0	11	12	2,249	27	1
Mar-99	0	15	16	2,128	25	3
Abr-99	1	88	8	2,518	16	0
May-99	1	145	14	2,855	30	1
Jun-99	0	20	10	2,722	34	4
Jul-99	0	33	19	3,319	37	2
Ago-99	0	104	5	2,547	25	3
Sep-99	0	24	15	2,008	19	1
Oct-99	0	102	18	2,286	38	4
Nov-99	1	114	15	1,692	13	1
Dic-99	0	113	3	1,887	17	0
Ene-00	0	64	27	2,607	13	5
Feb-00	0	118	19	1,950	18	4
Mar-00	0	32	7	2,005	7	0
Abr-00	1	166	4	2,469	4	3
May-00	2	44	10	3,334	6	1
Jun-00	0	34	12	2,951	10	2
Jul-00	0	44	4	3,328	15	19
Ago-00	0	59	6	2,124	9	1
Sep-00	0	129	13	2,123	11	1
Oct-00	1	146	15	2,575	11	0

Nov-00	0	75	10	2,188	10	0
Dic-00	0	58	7	2,278	2	1
Ene-01	0	14	21	3,014	12	2
Feb-01	0	20	16	1,987	14	4
Mar-01	0	49	14	2,155	13	2
Abr-01	0	32	14	2,486	9	1
May-01	0	66	23	2,831	12	3
Jun-01	3	69	14	2,695	10	1
Jul-01	1	40	17	3,099	8	0
Ago-01	0	17	8	2,157	12	1
Sep-01	0	63	21	1,960	11	2
Oct-01	1	46	26	2,441	9	0
Nov-01	0	29	12	1,786	18	2
Dic-01	0	23	9	1,679	10	4
Ene-02	0	14	20	2,975	12	2
Feb-02	0	20	16	1,951	14	4
Mar-02	0	34	14	2,105	13	2
Abr-02	0	22	13	2,418	9	1
May-02	0	44	22	2,782	12	3
Jun-02	3	51	14	2,665	10	1
Jul-02	1	34	17	3,099	8	0
Ago-02	0	10	8	2,157	12	1
Sep-02	0	29	21	1,960	11	2
Oct-02	1	40	26	2,441	9	0
Nov-02	0	29	12	1,786	18	2
Dic-02	0	23	9	1,679	10	4
Ene-03	0	55	7	2,749	6	1
Feb-03	0	17	7	2,008	11	0
Mar-03	0	18	7	1,733	8	0
Abr-03	0	37	4	1,561	12	0
May-03	0	36	7	2,669	17	1
Jun-03	0	25	6	2,310	26	0
Jul-03	1	31	8	2,761	18	0
Ago-03	0	32	5	2,053	20	1
Sep-03	3	20	9	1,994	22	0
Oct-03	1	20	12	2,313	25	1
Nov-03	0	11	9	1,696	18	2
Dic-03	1	4	9	1,696	11	0
Ene-04	0	16	3	2,516	14	3
Feb-04	0	19	3	2,146	12	0
Mar-04	1	30	10	1,766	23	0
Abr-04	1	19	6	1,576	19	0
May-04	0	29	6	2,530	23	0
Jun-04	3	20	5	2,536	18	0
Jul-04	4	29	12	2,558	15	1
Ago-04	1	33	11	1,907	8	3
Sep-04	0	37	11	1,542	17	2
Oct-04	1	94	9	2,132	19	2
Nov-04	0	40	8	1,788	19	1
Dic-04	0	32	5	1,319	6	3
Ene-05	412	36	5	2,257	13	1
Feb-05	4	43	12	1,663	12	1
Mar-05	613	30	9	1,412	7	0
Abr-05	53	42	10	1,933	7	2
May-05	198	69	8	2,403	11	1
Jun-05	313	40	5	1,778	9	2
Jul-05	4	48	14	2,407	8	10
Ago-05	2	30	5	1,725	7	4
Sep-05	7	35	10	1,659	5	3
Oct-05	5	35	5	1,886	3	4
Nov-05	4	24	5	1,281	8	3
Dic-05	4	7	1	1,335	3	2
Ene-06	0	18	8	2,689	15	1
Feb-06	0	38	5	1,438	11	1
Mar-06	2	35	7	1,505	15	5
Abr-06	0	23	7	1,508	8	0
May-06	0	34	3	1,903	21	2
Jun-06	2	37	6	1,843	10	0
Jul-06	0	37	11	1,761	18	1
Ago-06	1	22	5	1,344	5	1
Sep-06	0	17	5	1,511	10	1
Oct-06	2	35	9	1,870	11	31
Nov-06	0	25	6	1,504	9	1
Dic-06	2	22	5	1,561	0	0
Ene-07	0	32	10	2,045	7	1

Feb-07	1	17	10	1,932	9	1
Mar-07	0	19	2	1,999	7	1
Abr-07	1	19	8	1,505	6	1
May-07	2	36	4	1,965	4	2
Jun-07	1	13	2	1,746	4	0
Jul-07	5	29	6	2,089	6	0
Ago-07	5	25	3	1,547	7	1
Sep-07	2	24	6	1,468	6	0
Oct-07	0	26	7	1,594	2	0
Nov-07	0	17	7	1,498	4	0
Dic-07	2	15	5	1,342	1	1
Ene-08	4	27	7	1,664	6	6
Feb-08	2	29	11	1,515	3	3
Mar-08	7	20	13	1,910	5	5
Abr-08	4	16	10	1,961	18	18
May-08	4	37	10	2,181	7	7
Jun-08	4	26	4	1,987	3	3
Jul-08	1	25	9	2,077	5	5
Ago-08	1	18	23	1,711	3	3
Sep-08	4	20	21	1,841	4	4
Oct-08	2	13	8	1,482	8	8
Nov-08	1	0	0	0	0	0
Dic-08	0	0	0	0	0	0

### ► Cuajimalpa

FECHA	Fiebre tifoidea	Giardiasis	Hepatitis aguda A	Infecciones intestinales y otros mal definidas	Paratifoidea y otras salmonelosis	Shigelosis
Ene-95		33	2	102	0	0
Feb-95		19	0	45	3	0
Mar-95		16	0	46	1	0
Abr-95		18	4	59	1	0
May-95		27	1	94	1	0
Jun-95		20	1	133	5	0
Jul-95		20	4	61	0	0
Ago-95		14	5	46	8	0
Sep-95		12	4	70	0	0
Oct-95		21	2	76	3	0
Nov-95		20	0	80	1	0
Dic-95		5	0	50	2	0
Ene-96		16	1	56	3	0
Feb-96		17	0	44	1	0
Mar-96		21	1	47	10	0
Abr-96		13	0	58	1	0
May-96		50	2	22	0	0
Jun-96		25	0	197	6	0
Jul-96		34	0	192	1	0
Ago-96		34	0	245	1	0
Sep-96		22	3	209	0	0
Oct-96		27	1	261	5	0
Nov-96		31	0	190	2	0
Dic-96		12	1	164	1	0
Ene-97		34	1	292	6	0
Feb-97		20	0	182	1	0
Mar-97		36	2	258	2	0
Abr-97		20	4	287	0	0
May-97		27	1	319	2	0
Jun-97		32	2	226	5	0
Jul-97		35	5	215	4	0
Ago-97		18	6	204	4	0
Sep-97		20	1	124	2	0
Oct-97		15	12	162	4	0
Nov-97		28	3	231	1	0
Dic-97		5	7	148	0	1
Ene-98		12	2	412	2	0
Feb-98		13	3	418	1	0
Mar-98		18	4	394	1	0
Abr-98		12	1	277	0	0
May-98		16	0	471	0	0
Jun-98		5	1	379	0	0
Jul-98		13	3	501	3	0
Ago-98		6	0	273	3	0
Sep-98		14	0	276	3	0
Oct-98		14	0	251	6	0

Nov-98		18	0	228	1	0
Dic-98		11	0	176	0	0
Ene-99		15	0	848	5	0
Feb-99		8	0	786	4	0
Mar-99		8	0	760	12	1
Abr-99		10	1	895	11	0
May-99		28	5	1,041	21	0
Jun-99		20	4	925	22	1
Jul-99		14	3	1,011	23	0
Ago-99		9	4	817	23	0
Sep-99		12	3	773	17	1
Oct-99		18	0	784	24	0
Nov-99		5	5	618	9	0
Dic-99		6	0	700	6	0
Ene-00	0	21	2	1,017	11	0
Feb-00	1	19	0	702	13	0
Mar-00	0	9	0	620	3	0
Abr-00	0	12	4	804	6	0
May-00	0	16	0	980	19	0
Jun-00	0	16	4	794	9	0
Jul-00	1	15	2	955	6	0
Ago-00	0	17	3	649	7	0
Sep-00	0	20	1	597	8	0
Oct-00	1	27	1	600	5	0
Nov-00	0	4	2	587	3	0
Dic-00	0	2	1	572	7	1
Ene-01	0	15	9	1,093	23	0
Feb-01	0	10	15	715	11	0
Mar-01	0	12	17	662	12	0
Abr-01	0	6	12	898	10	0
May-01	0	6	13	1,003	16	0
Jun-01	0	14	13	929	22	0
Jul-01	0	6	5	1,072	21	0
Ago-01	0	12	7	752	13	0
Sep-01	0	13	3	798	9	0
Oct-01	1	14	2	852	4	1
Nov-01	0	15	10	649	16	0
Dic-01	0	5	3	529	7	3
Ene-02	0	15	9	1,093	23	0
Feb-02	0	10	15	715	11	0
Mar-02	0	12	17	662	12	0
Abr-02	0	6	12	898	10	0
May-02	0	6	13	1,003	16	0
Jun-02	0	14	13	929	22	0
Jul-02	0	6	5	1,072	21	0
Ago-02	0	12	7	752	13	0
Sep-02	0	13	3	798	9	0
Oct-02	1	14	2	852	4	1
Nov-02	0	15	10	649	16	0
Dic-02	0	5	3	529	7	3
Ene-03	1	9	0	893	10	0
Feb-03	0	3	1	621	11	0
Mar-03	0	21	0	729	7	0
Abr-03	0	6	1	656	5	0
May-03	0	8	3	863	4	1
Jun-03	1	9	0	929	10	0
Jul-03	1	13	3	1,137	22	0
Ago-03	0	20	5	824	12	0
Sep-03	0	8	0	776	11	1
Oct-03	0	13	0	972	18	0
Nov-03	0	6	0	737	13	0
Dic-03	0	7	0	709	9	0
Ene-04	0	10	2	944	16	0
Feb-04	0	1	0	887	8	0
Mar-04	0	4	6	795	16	0
Abr-04	1	7	1	793	6	0
May-04	3	20	0	1,096	23	0
Jun-04	2	8	1	1,144	20	0
Jul-04	1	13	3	1,126	13	0
Ago-04	0	15	4	466	6	0
Sep-04	0	45	2	704	6	1
Oct-04	0	4	3	587	13	0
Nov-04	0	3	0	463	10	0
Dic-04	0	5	2	246	3	0
Ene-05	0	0	2	454	6	0

Feb-05	0	5	2	561	7	0
Mar-05	0	5	2	357	6	0
Abr-05	0	7	0	549	4	0
May-05	0	6	2	862	7	0
Jun-05	0	4	1	688	4	0
Jul-05	0	3	1	840	9	1
Ago-05	1	3	2	521	8	0
Sep-05	0	5	2	475	2	0
Oct-05	0	1	4	576	0	1
Nov-05	0	3	2	407	3	0
Dic-05	0	0	3	453	8	0
Ene-06	1	8	2	908	12	1
Feb-06	0	4	1	492	4	0
Mar-06	0	4	0	609	6	2
Abr-06	0	0	0	456	2	0
May-06	0	2	0	710	11	0
Jun-06	0	3	2	510	3	0
Jul-06	1	0	1	595	13	0
Ago-06	0	0	4	560	5	0
Sep-06	0	2	1	631	9	0
Oct-06	0	6	0	724	5	0
Nov-06	0	3	3	501	3	0
Dic-06	0	6	0	624	3	0
Ene-07	1	4	3	749	10	
Feb-07	0	0	3	651	2	
Mar-07	0	0	5	715	7	
Abr-07	0	2	8	574	5	
May-07	0	3	12	745	6	
Jun-07	0	1	9	552	5	
Jul-07	1	3	3	718	1	
Ago-07	0	0	4	449	0	
Sep-07	0	1	3	530	5	
Oct-07	0	4	3	572	0	
Nov-07	0	1	0	512	2	
Dic-07	0	1		410	1	
Ene-08		0	0	563	0	0
Feb-08		0	2	445	0	0
Mar-08		2	4	399	0	0
Abr-08		2	0	593	0	0
May-08		1	1	633	1	1
Jun-08		5	1	531	1	1
Jul-08		2	2	589	1	1
Ago-08		5	1	441	0	0
Sep-08		3	0	474	0	0
Oct-08		2	0	339	0	0
Nov-08		0	0	0	0	0
Dic-08		0	0	0	0	0

➤ **Magdalena Contreras**

FECHA	Fiebre tifoidea	Giardiasis	Hepatitis aguda A	Infecciones intestinales y otros mal definidas	Paratifoidea y otras salmonelosis	Shigelosis
Ene-95		37	3	113	0	0
Feb-95		23	1	101	4	0
Mar-95		38	3	107	0	0
Abr-95		56	0	150	2	0
May-95		31	0	222	0	0
Jun-95		37	0	221	0	0
Jul-95		67	9	212	0	6
Ago-95		23	2	133	32	0
Sep-95		13	4	105	0	0
Oct-95		38	3	190	0	1
Nov-95		16	1	113	0	0
Dic-95		1	0	63	0	0
Ene-96	0	6	0	139	1	0
Feb-96	0	7	1	126	0	1
Mar-96	2	9	1	87	0	0
Abr-96	0	19	0	111	0	0
May-96	2	26	0	261	1	0
Jun-96	9	15	1	267	0	0
Jul-96	1	9	2	377	8	0
Ago-96	1	8	1	253	5	0
Sep-96	1	7	1	167	8	0
Oct-96	0	7	0	196	0	0

Nov-96	2	4	0	267	3	0
Dic-96	0	5	0	183	1	0
Ene-97	0	8	0	238	3	0
Feb-97	0	7	0	234	1	0
Mar-97	0	1	0	184	1	0
Abr-97	0	5	0	229	2	1
May-97	2	3	1	309	2	0
Jun-97	0	3	0	346	3	0
Jul-97	9	15	1	431	8	0
Ago-97	1	10	0	248	0	0
Sep-97	12	17	2	324	12	2
Oct-97	0	6	1	252	0	0
Nov-97	0	5	0	335	0	0
Dic-97	1	16	0	388	6	0
Ene-98	3	23	0	301	3	0
Feb-98	3	14	0	273	2	0
Mar-98	3	13	2	280	1	0
Abr-98	8	13	0	270	8	0
May-98	4	12	0	471	10	0
Jun-98	1	18	1	393	3	0
Jul-98	11	26	4	627	17	1
Ago-98	0	7	2	533	0	0
Sep-98	11	21	4	360	11	0
Oct-98	0	3	0	88	0	0
Nov-98	2	8	4	166	3	0
Dic-98	11	14	1	205	6	0
Ene-99	2	5	14	1,735	22	0
Feb-99	0	5	10	1,708	24	0
Mar-99	0	2	5	1,572	27	0
Abr-99	0	2	2	1,661	19	0
May-99	0	7	1	2,203	30	1
Jun-99	0	1	5	2,011	15	1
Jul-99	0	7	7	2,294	18	1
Ago-99	0	0	3	1,723	11	0
Sep-99	0	3	6	1,499	13	1
Oct-99	0	2	6	1,477	25	0
Nov-99	0	2	6	1,258	15	0
Dic-99	0	2	0	1,158	8	0
Ene-00	0	3	6	1,965	16	0
Feb-00	0	1	7	1,360	19	1
Mar-00	0	5	7	1,524	15	2
Abr-00	0	2	5	1,783	8	1
May-00	0	3	8	2,471	9	2
Jun-00	0	4	4	1,846	12	1
Jul-00	0	6	7	2,206	8	0
Ago-00	0	4	6	1,403	6	0
Sep-00	0	4	5	1,256	9	0
Oct-00	0	5	10	1,489	10	2
Nov-00	1	6	5	1,190	7	0
Dic-00	0	8	3	1,174	5	0
Ene-01	0	8	0	1,856	10	0
Feb-01	0	5	1	1,271	12	0
Mar-01	0	6	3	1,331	5	0
Abr-01	1	8	1	1,566	5	0
May-01	1	4	5	1,782	3	1
Jun-01	0	3	1	1,569	5	0
Jul-01	1	5	8	1,966	4	0
Ago-01	0	2	16	1,450	4	0
Sep-01	0	9	8	1,383	6	1
Oct-01	0	6	8	1,505	4	0
Nov-01	0	6	6	1,153	4	0
Dic-01	0	3	2	1,088	4	0
Ene-02	0	8	0	1,856	10	0
Feb-02	0	5	1	1,271	12	0
Mar-02	0	6	3	1,331	5	0
Abr-02	1	8	1	1,566	5	0
May-02	1	4	5	1,782	3	1
Jun-02	0	3	1	1,569	5	0
Jul-02	1	5	8	1,966	4	0
Ago-02	0	2	16	1,450	4	0
Sep-02	0	9	8	1,383	6	1
Oct-02	0	6	8	1,505	4	0
Nov-02	0	6	6	1,153	4	0
Dic-02	0	3	2	1,088	4	0
Ene-03	1	2	4	1,656	2	0

Feb-03	1	10	2	1,323	0	0
Mar-03	0	5	5	1,375	0	0
Abr-03	22	3	2	1,207	0	0
May-03	0	5	0	2,069	1	1
Jun-03	0	11	1	1,633	0	0
Jul-03	0	3	2	1,948	0	0
Ago-03	0	2	3	1,441	0	2
Sep-03	0	2	3	1,187	0	0
Oct-03	0	8	4	1,419	0	0
Nov-03	0	6	1	1,273	0	0
Dic-03	3	0	5	1,127	3	0
Ene-04	0	2	4	1,598	3	
Feb-04	0	8	0	1,300	0	
Mar-04	0	10	0	1,210	2	
Abr-04	0	1	1	1,216	1	
May-04	1	4	2	1,706	2	
Jun-04	0	2	3	1,655	0	
Jul-04	0	7	0	1,577	2	
Ago-04	0	6	1	913	2	
Sep-04	0	4	4	1,106	4	
Oct-04	0	1	0	1,226	4	
Nov-04	0	0	4	787	0	
Dic-04	0	0	0	725	1	
Ene-05		3	1	990	3	0
Feb-05		0	4	865	0	1
Mar-05		2	3	743	3	0
Abr-05		5	1	996	9	0
May-05		2	1	1,196	3	0
Jun-05		3	0	1,034	2	0
Jul-05		2	1	1,277	5	0
Ago-05		4	2	851	7	0
Sep-05		1	0	759	1	0
Oct-05		1	0	930	0	0
Nov-05		4	0	730	1	0
Dic-05		2	0	807	0	0
Ene-06		2	0	1,375	3	0
Feb-06		1	2	738	1	0
Mar-06		2	4	772	0	0
Abr-06		1	0	1,042	3	0
May-06		11	0	1,115	0	1
Jun-06		3	0	870	0	0
Jul-06		2	2	1,241	1	0
Ago-06		4	1	761	0	0
Sep-06		2	0	883	0	0
Oct-06		2	0	1,012	0	0
Nov-06		2	3	752	1	0
Dic-06		1	0	835	0	0
Ene-07	0	2	1	851	2	0
Feb-07	1	2	1	957	3	0
Mar-07	1	1	1	855	0	0
Abr-07	0	1	3	985	0	0
May-07	0	3	0	1,242	2	1
Jun-07	1	7	1	1,061	5	0
Jul-07	1	0	0	1,284	5	0
Ago-07	0	1	3	828	6	2
Sep-07	0	0	2	764	1	0
Oct-07	0	0	1	929	3	0
Nov-07	0	3	1	848	1	0
Dic-07	0	0	6	684	2	1
Ene-08	0	10	0	1,002	0	0
Feb-08	0	4	0	891	2	2
Mar-08	0	8	1	907	1	1
Abr-08	0	7	3	1,204	1	1
May-08	0	3	0	1,322	0	0
Jun-08	0	9	0	1,172	5	5
Jul-08	3	0	1	1,272	4	4
Ago-08	1	3	0	1,111	2	2
Sep-08	2	9	2	1,003	2	2
Oct-08	1	4	1	962	1	1
Nov-08	0	0	2	0	3	3
Dic-08	0	0	0	0	0	0

➤ Miguel Hidalgo

FECHA	Fiebre tifoidea	Giardiasis	Hepatitis aguda A	Infecciones intestinales y otros mal definidas	Paratifoidea y otras salmonelosis	Shigelosis
Ene-95	0	20	0	192	3	0
Feb-95	0	15	2	102	0	0
Mar-95	1	19	5	100	0	0
Abr-95	0	15	4	186	0	0
May-95	2	27	8	956	3	0
Jun-95	0	28	11	1,757	7	0
Jul-95	6	94	32	2,631	22	0
Ago-95	0	79	26	2,444	3	0
Sep-95	0	25	19	1,506	1	0
Oct-95	0	54	36	2,583	5	0
Nov-95	0	11	2	843	3	0
Dic-95	0	26	8	1,385	2	0
Ene-96	17	347	7	516	7	2
Feb-96	0	9	8	269	20	0
Mar-96	0	22	7	293	0	0
Abr-96	3	7	6	188	2	0
May-96	2	33	4	219	9	1
Jun-96	0	24	4	607	3	1
Jul-96	0	33	17	270	11	0
Ago-96	0	32	3	187	5	3
Sep-96	0	30	15	232	7	0
Oct-96	4	28	7	350	2	0
Nov-96	0	32	19	622	1	0
Dic-96	2	11	16	478	2	0
Ene-97	1	57	16	675	2	0
Feb-97	0	11	31	855	2	0
Mar-97	2	14	22	580	5	0
Abr-97	2	18	36	635	3	1
May-97	4	22	45	759	2	0
Jun-97	0	19	39	565	7	1
Jul-97	2	58	61	939	8	1
Ago-97	0	33	33	929	2	1
Sep-97	0	31	25	516	9	0
Oct-97	1	44	49	985	9	0
Nov-97	1	40	39	1,157	2	0
Dic-97	0	21	29	1,336	0	0
Ene-98	18	74	46	289	7	0
Feb-98	0	25	33	766	4	1
Mar-98	3	27	20	1,725	11	0
Abr-98	5	31	27	1,263	3	0
May-98	8	45	31	1,267	10	0
Jun-98	0	65	19	1,682	5	0
Jul-98	8	167	16	2,484	5	0
Ago-98	0	33	11	1,529	4	0
Sep-98	0	26	13	1,491	24	2
Oct-98	5	28	13	1,415	5	0
Nov-98	1	20	12	974	1	0
Dic-98	2	10	6	1,122	2	0
Ene-99	1	31	16	3,288	12	0
Feb-99	1	46	30	3,720	24	0
Mar-99	1	26	18	3,013	23	1
Abr-99	0	60	10	2,910	16	1
May-99	0	68	28	2,996	30	1
Jun-99	1	55	8	2,279	25	2
Jul-99	1	43	21	2,849	13	0
Ago-99	1	35	33	1,875	14	0
Sep-99	0	20	20	1,691	14	0
Oct-99	1	42	20	1,744	17	1
Nov-99	0	23	12	1,599	15	0
Dic-99	0	4	8	1,580	15	0
Ene-00	0	96	24	2,603	11	0
Feb-00	0	58	22	1,889	7	1
Mar-00	3	51	9	1,745	4	0
Abr-00	0	45	27	2,169	10	1
May-00	1	127	33	3,086	15	6
Jun-00	12	144	28	1,996	13	3
Jul-00	3	93	12	2,868	20	1
Ago-00	0	38	19	1,598	10	0
Sep-00	0	30	26	1,370	12	1

Oct-00	0	26	23	1,913	8	2
Nov-00	0	24	15	1,978	7	0
Dic-00	0	19	8	3,120	2	0
Ene-01	0	30	25	3,608	6	0
Feb-01	0	16	17	2,015	7	0
Mar-01	0	45	34	2,289	21	0
Abr-01	3	29	31	2,655	20	0
May-01	1	22	28	3,035	15	0
Jun-01	0	19	26	2,731	10	0
Jul-01	0	39	28	3,401	15	0
Ago-01	0	22	16	2,058	13	0
Sep-01	0	41	21	1,636	14	2
Oct-01	1	19	40	1,813	5	6
Nov-01	0	14	34	1,707	6	0
Dic-01	0	7	16	1,418	4	0
Ene-02	0	28	21	3,082	6	0
Feb-02	0	16	17	1,709	7	0
Mar-02	0	35	29	1,847	15	0
Abr-02	3	27	28	2,232	13	0
May-02	1	21	23	2,569	11	0
Jun-02	0	18	22	2,349	10	0
Jul-02	0	37	22	2,351	13	0
Ago-02	0	19	10	1,639	6	0
Sep-02	0	24	11	1,636	4	0
Oct-02	1	17	36	1,813	5	6
Nov-02	0	14	15	1,404	6	0
Dic-02	0	7	15	1,418	4	0
Ene-03	0	14	3	3,267	6	0
Feb-03	0	15	6	2,291	11	1
Mar-03	0	12	2	2,225	7	3
Abr-03	0	10	2	2,012	3	0
May-03	0	22	9	2,323	2	0
Jun-03	1	11	4	1,696	5	0
Jul-03	0	39	1	1,920	4	1
Ago-03	0	29	2	1,521	3	0
Sep-03	0	27	7	1,689	2	0
Oct-03	0	12	3	1,960	6	0
Nov-03	0	2	3	1,367	1	0
Dic-03	1	8	1	1,996	9	0
Ene-04	0	14	4	2,821	12	1
Feb-04	0	7	6	2,122	11	1
Mar-04	1	20	6	1,848	89	0
Abr-04	1	18	11	1,596	7	3
May-04	0	22	9	2,047	9	0
Jun-04	0	11	8	1,623	12	1
Jul-04	0	22	16	2,504	13	1
Ago-04	0	16	2	2,192	8	0
Sep-04	0	10	5	1,786	5	0
Oct-04	1	18	10	2,015	2	0
Nov-04	2	10	14	1,629	8	0
Dic-04	0	6	2	1,427	5	0
Ene-05	2	9	11	2,186	13	1
Feb-05	3	21	10	1,934	11	0
Mar-05	0	20	13	1,528	9	1
Abr-05	1	8	13	1,974	15	0
May-05	4	14	7	2,598	18	0
Jun-05	3	16	11	1,757	16	5
Jul-05	1	21	8	2,324	12	0
Ago-05	1	5	8	1,789	10	1
Sep-05	0	5	12	1,513	9	2
Oct-05	0	13	9	2,016	12	1
Nov-05	0	15	6	1,572	7	1
Dic-05	1	18	4	2,102	4	0
Ene-06	1	14	12	3,757	14	0
Feb-06	1	16	3	1,818	9	0
Mar-06	2	10	4	2,146	12	2
Abr-06	2	3	4	2,145	4	0
May-06	1	14	4	3,079	11	0
Jun-06	1	11	8	2,491	6	15
Jul-06	2	22	0	2,691	7	1
Ago-06	0	11	7	1,910	6	1
Sep-06	2	17	11	1,803	4	0
Oct-06	3	5	10	2,553	10	0
Nov-06	0	4	5	2,521	2	0
Dic-06	1	4	10	2,214	8	0

Ene-07	0	10	5	3,209	22	1
Feb-07	3	10	11	2,930	4	0
Mar-07	3	8	3	2,601	6	1
Abr-07	0	17	14	2,001	4	0
May-07	3	16	16	2,506	10	0
Jun-07	0	17	17	2,294	7	1
Jul-07	2	18	5	2,450	10	1
Ago-07	2	7	20	2,074	7	3
Sep-07	0	7	16	1,820	8	2
Oct-07	2	8	19	2,022	10	5
Nov-07	1	2	7	1,733	3	0
Dic-07	1	3	10	1,533	2	0
Ene-08	0	0	13	2,379	6	6
Feb-08	0	2	17	1,835	4	4
Mar-08	3	0	9	2,421	1	1
Abr-08	0	2	31	2,536	2	2
May-08	3	1	5	2,321	9	9
Jun-08	0	0	7	2,096	5	5
Jul-08	0	1	6	2,519	10	10
Ago-08	4	2	5	2,208	4	4
Sep-08	1	1	19	2,073	4	4
Oct-08	4	2	8	1,409	3	3
Nov-08	0	1	0	0	0	0
Dic-08	0	0	0	0	0	0

### ➤ Milpa Alta

FECHA	Fiebre tifoidea	Giardiasis	Hepatitis aguda A	Infecciones intestinales y otros mal definidas	Paratifoidea y otras salmonelosis	Shigelosis
Ene-95	0	11	3	294	0	0
Feb-95	0	6	2	72	0	0
Mar-95	0	4	3	53	0	0
Abr-95	0	13	3	57	0	1
May-95	0	6	0	73	0	0
Jun-95	0	4	3	108	0	0
Jul-95	0	27	3	108	0	0
Ago-95	6	3	6	116	0	0
Sep-95	0	14	0	54	0	0
Oct-95	0	24	0	120	0	0
Nov-95	0	15	0	66	0	0
Dic-95	0	8	0	66	0	0
Ene-96		13	1	60	0	0
Feb-96		6	0	30	0	0
Mar-96		3	1	147	4	0
Abr-96		5	0	216	0	1
May-96		14	0	378	5	0
Jun-96		11	0	336	3	0
Jul-96		11	0	347	1	0
Ago-96		5	0	246	1	0
Sep-96		7	1	252	0	0
Oct-96		7	0	223	0	0
Nov-96		9	0	263	1	0
Dic-96		4	1	214	0	0
Ene-97		24	0	435	2	1
Feb-97		22	0	337	0	0
Mar-97		11	0	266	0	0
Abr-97		4	0	331	0	0
May-97		12	1	498	0	0
Jun-97		26	0	473	0	0
Jul-97		12	0	512	0	0
Ago-97		19	0	264	1	0
Sep-97		5	0	345	1	2
Oct-97		12	8	373	14	0
Nov-97		13	6	378	2	5
Dic-97		8	2	344	8	0
Ene-98	0	22	6	302	1	5
Feb-98	1	9	1	186	1	2
Mar-98	0	8	0	259	0	0
Abr-98	0	21	0	258	4	0
May-98	0	27	0	412	1	0
Jun-98	0	18	1	437	0	0
Jul-98	1	16	0	424	3	0
Ago-98	0	2	0	249	0	2
Sep-98	0	10	0	235	0	0

Oct-98	2	13	1	261	0	0
Nov-98	0	5	1	203	0	0
Dic-98	0	4	0	152	0	0
Ene-99		15	4	347	12	0
Feb-99		14	4	319	0	0
Mar-99		9	0	284	0	0
Abr-99		9	1	306	0	1
May-99		10	1	486	0	0
Jun-99		21	0	454	0	0
Jul-99		22	2	438	0	0
Ago-99		14	2	333	0	0
Sep-99		10	2	303	0	0
Oct-99		14	2	286	1	0
Nov-99		3	3	243	0	0
Dic-99		4	0	273	0	0
Ene-00		11	0	517	0	
Feb-00		9	0	353	0	
Mar-00		10	0	335	0	
Abr-00		4	0	399	0	
May-00		6	0	518	0	
Jun-00		2	0	520	0	
Jul-00		5	2	503	0	
Ago-00		1	2	353	0	
Sep-00		0	2	273	1	
Oct-00		1	2	333	0	
Nov-00		13	4	259	0	
Dic-00		7	4	192	0	
Ene-01		12	3	529	0	
Feb-01		13	1	326	0	
Mar-01		5	2	316	1	
Abr-01		5	1	442	4	
May-01		2	3	489	0	
Jun-01		6	3	385	1	
Jul-01		9	3	493	0	
Ago-01		3	1	307	5	
Sep-01		6	2	313	0	
Oct-01		8	0	386	2	
Nov-01		3	2	257	0	
Dic-01		2	1	225	0	
Ene-02		12	3	529	1	
Feb-02		13	1	326	2	
Mar-02		5	2	316	1	
Abr-02		5	1	442	0	
May-02		2	3	489	2	
Jun-02		6	3	385	3	
Jul-02		9	3	493	3	
Ago-02		3	1	307	2	
Sep-02		6	2	313	9	
Oct-02		8	0	386	1	
Nov-02		3	2	257	5	
Dic-02		2	1	225	2	
Ene-03	0	9	10	567	1	12
Feb-03	0	5	5	378	2	0
Mar-03	3	13	2	463	1	0
Abr-03	0	4	2	323	0	0
May-03	1	7	2	609	2	0
Jun-03	0	4	3	499	3	0
Jul-03	1	4	8	499	3	0
Ago-03	1	4	5	354	2	0
Sep-03	0	5	4	295	9	0
Oct-03	0	4	23	441	1	0
Nov-03	1	1	12	348	5	0
Dic-03	0	4	4	238	2	0
Ene-04	0	8	5	362	1	0
Feb-04	0	3	2	312	8	0
Mar-04	0	6	0	274	4	0
Abr-04	0	7	4	338	1	0
May-04	1	5	2	453	6	0
Jun-04	1	6	3	417	7	0
Jul-04	0	17	3	388	5	0
Ago-04	0	3	2	295	4	0
Sep-04	0	8	2	279	6	0
Oct-04	2	6	8	333	8	0
Nov-04	0	2	1	176	0	0
Dic-04	0	2	1	101	2	1

Ene-05	0	6	3	259	3	0
Feb-05	0	21	2	231	2	0
Mar-05	0	2	2	175	3	0
Abr-05	0	9	2	259	6	1
May-05	0	9	3	295	3	1
Jun-05	1	17	1	257	1	0
Jul-05	0	9	4	269	4	1
Ago-05	0	8	0	209	6	1
Sep-05	0	3	3	193	2	0
Oct-05	0	8	4	157	9	0
Nov-05	0	5	0	154	4	0
Dic-05	0	3	4	149	3	0
Ene-06	0	4	4	348	5	1
Feb-06	0	3	3	174	2	1
Mar-06	0	10	10	212	0	1
Abr-06	0	5	5	177	1	0
May-06	0	4	4	247	1	3
Jun-06	0	5	5	185	3	2
Jul-06	0	2	2	181	1	0
Ago-06	0	4	4	149	2	0
Sep-06	0	0	0	181	1	0
Oct-06	2	7	7	193	2	2
Nov-06	0	3	3	156	0	1
Dic-06		0	0	140	0	0
Ene-07	0	2	3	200	6	1
Feb-07	1	4	1	259	0	0
Mar-07	0	0	0	311	1	0
Abr-07	1	3	2	222	2	1
May-07	0	3	3	259	0	0
Jun-07	0	4	1	192	1	0
Jul-07	0	4	2	260	2	1
Ago-07	0	5	3	213	2	0
Sep-07	0	2	0	200	1	0
Oct-07	0	5	1	171	0	0
Nov-07	0	4	1	184	2	1
Dic-07	1	3	0	130	0	2
Ene-08	0	5	0	189	0	0
Feb-08	0	7	5	164	2	2
Mar-08	2	11	2	226	0	0
Abr-08	0	12	2	244	10	10
May-08	0	16	6	290	2	2
Jun-08	2	8	2	248	3	3
Jul-08	1	10	1	192	3	3
Ago-08	0	4	2	190	3	3
Sep-08	0	13	1	199	1	1
Oct-08	0	9	0	131	1	1
Nov-08	0	0	0	0	0	0
Dic-08	0	0	0	0	0	0

## ➤ Xochimilco

FECHA	Fiebre tifoidea	Giardiasis	Hepatitis aguda A	Infecciones intestinales y otros mal definidas	Paratifoidea y otras salmonelosis	Shigelosis
Ene-95	0	54	6	1,168	2	0
Feb-95	0	56	6	654	2	0
Mar-95	0	26	1	610	0	0
Abr-95	3	52	8	1,386	0	0
May-95	0	159	6	2,007	3	0
Jun-95	0	56	0	2,174	0	0
Jul-95	0	116	0	2,121	0	0
Ago-95	0	50	5	841	0	8
Sep-95	1	22	0	392	0	0
Oct-95	0	10	1	502	0	0
Nov-95	0	12	0	350	1	0
Dic-95	0	3	0	251	0	0
Ene-96	0	17	0	224	0	0
Feb-96	0	28	0	187	0	0
Mar-96	0	15	4	174	0	0
Abr-96	0	23	1	116	0	0
May-96	0	25	9	358	0	0
Jun-96	1	18	4	581	0	0
Jul-96	0	32	0	374	0	0
Ago-96	1	22	0	267	1	0
Sep-96	0	17	0	371	1	0

Oct-96	0	18	7	345	5	0
Nov-96	0	13	4	297	2	0
Dic-96	0	11	6	428	1	0
Ene-97		44	1	1,464	6	2
Feb-97		41	2	978	1	0
Mar-97		13	8	1,167	13	5
Abr-97		40	5	1,125	3	1
May-97		45	3	1,354	0	0
Jun-97		28	2	1,503	1	3
Jul-97		27	22	1,650	2	0
Ago-97		8	2	1,042	0	0
Sep-97		13	2	1,206	7	2
Oct-97		20	3	1,288	0	0
Nov-97		16	1	901	0	0
Dic-97		3	1	764	0	0
Ene-98	2	11	12	1,410	2	0
Feb-98	0	22	5	1,425	1	0
Mar-98	0	13	13	1,450	1	0
Abr-98	0	13	4	1,243	0	0
May-98	0	15	1	2,047	0	2
Jun-98	0	17	9	1,679	0	0
Jul-98	0	31	10	1,723	1	0
Ago-98	0	10	12	1,153	0	0
Sep-98	0	8	17	1,271	2	0
Oct-98	0	9	12	1,842	6	0
Nov-98	0	2	19	956	8	0
Dic-98	0	1	11	711	5	0
Ene-99	0	8	19	1,164	8	0
Feb-99	0	12	20	1,369	9	0
Mar-99	0	10	10	1,239	7	0
Abr-99	0	5	11	1,276	11	0
May-99	0	5	18	1,336	12	0
Jun-99	1	2	11	1,313	5	0
Jul-99	1	6	8	1,235	1	0
Ago-99	2	1	7	1,163	1	0
Sep-99	0	2	12	1,300	1	0
Oct-99	0	4	3	1,644	0	0
Nov-99	0	1	5	927	0	0
Dic-99		0	1	944	0	0
Ene-00	0	6	3	1,602	1	0
Feb-00	0	9	5	1,176	0	0
Mar-00	0	6	5	1,182	1	0
Abr-00	0	4	4	1,363	0	0
May-00	0	6	9	1,509	0	0
Jun-00	1	5	8	1,274	0	0
Jul-00	1	6	11	1,416	0	1
Ago-00	0	5	11	874	0	0
Sep-00	0	9	10	987	1	3
Oct-00	0	4	28	1,147	1	36
Nov-00	0	3	14	956	0	0
Dic-00	0	2	12	841	0	0
Ene-01	0	0	19	1,380	0	
Feb-01	1	3	16	969	0	
Mar-01	0	2	10	1,072	1	
Abr-01	0	6	13	1,194	4	
May-01	0	2	24	1,403	0	
Jun-01	1	8	20	1,078	1	
Jul-01	0	4	30	1,407	0	
Ago-01	1	10	19	991	5	
Sep-01	1	6	17	1,093	0	
Oct-01	0	6	23	1,266	2	
Nov-01	0	7	27	966	0	
Dic-01	0	0	17	864	0	
Ene-02	0	11	19	1,380	1	
Feb-02	0	3	16	969	0	
Mar-02	1	2	10	1,072	2	
Abr-02	0	6	13	1,194	3	
May-02	0	2	24	1,403	1	
Jun-02	0	8	20	1,078	0	
Jul-02	1	4	30	1,407	8	
Ago-02	0	10	19	991	2	
Sep-02	1	6	17	1,093	0	
Oct-02	1	6	23	1,266	2	
Nov-02	0	7	27	966	0	
Dic-02	0	0	17	864	1	

Ene-03	0	1	14	1,354	1	0
Feb-03	2	2	11	933	0	0
Mar-03	0	0	9	1,289	2	0
Abr-03	1	3	10	969	3	0
May-03	3	0	11	1,129	1	7
Jun-03	4	2	13	1,021	0	0
Jul-03	7	7	14	1,168	8	3
Ago-03	1	3	23	759	2	0
Sep-03	1	1	13	877	0	0
Oct-03	1	4	25	792	2	1
Nov-03	1	0	30	407	0	0
Dic-03	3	3	17	470	1	0
Ene-04	1	2	15	781	0	0
Feb-04	0	3	15	830	1	0
Mar-04	2	5	12	687	1	0
Abr-04	0	10	10	590	0	1
May-04	0	4	4	786	0	0
Jun-04	1	1	13	734	2	0
Jul-04	3	2	14	908	0	0
Ago-04	8	8	12	705	1	0
Sep-04	3	8	19	546	1	1
Oct-04	1	5	25	572	0	0
Nov-04	1	3	12	592	0	0
Dic-04	0	0	10	459	1	0
Ene-05	4	5	17	796	1	0
Feb-05	2	5	11	748	2	0
Mar-05	0	7	13	543	1	0
Abr-05	1	4	15	741	2	4
May-05	0	5	21	809	0	0
Jun-05	0	5	15	878	0	0
Jul-05	0	4	12	720	0	0
Ago-05	0	5	15	657	1	0
Sep-05	1	3	16	591	1	0
Oct-05	1	1	17	730	0	0
Nov-05	0	2	24	609	0	0
Dic-05	0	2	28	618	0	0
Ene-06	4	1	22	1,278	1	0
Feb-06	0	2	15	672	0	0
Mar-06	0	0	6	843	0	1
Abr-06	1	2	4	722	1	0
May-06	0	4	6	878	1	0
Jun-06	2	0	12	670	1	0
Jul-06	2	1	16	825	0	0
Ago-06	0	0	6	525	0	0
Sep-06	1	2	6	654	1	0
Oct-06	0	0	3	776	0	0
Nov-06	0	1	5	538	0	0
Dic-06	1	1	4	627	0	0
Ene-07	1	1	3	849	0	
Feb-07	0	2	13	793	0	
Mar-07	0	0	2	852	0	
Abr-07	0	1	6	672	1	
May-07	0	0	8	892	0	
Jun-07	0	3	16	821	0	
Jul-07	0	3	10	861	0	
Ago-07	1	4	7	626	0	
Sep-07	0	0	9	590	0	
Oct-07	1	8	8	640	0	
Nov-07	1	1	13	467	0	
Dic-07	0	2	7	500	0	
Ene-08	0	0	9	672	0	0
Feb-08	0	1	18	683	0	0
Mar-08	0	0	16	886	1	1
Abr-08	2	0	13	862	1	1
May-08	1	1	11	845	0	0
Jun-08	0	0	12	757	0	0
Jul-08	0	1	10	856	0	0
Ago-08	0	2	9	587	0	0
Sep-08	0	0	11	702	0	0
Oct-08	0	1	21	621	0	0
Nov-08	0	0	0	0	0	0
Dic-08	0	0	0	0	0	0

## ANEXO F. ESTIMACIÓN DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD

1995

Valores	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación			
	Delegación	ColT (a/nd)	Tmax. (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)
Álvaro Obregón	100.0	32.0	590.2	676,930	9.0	47.0	64,128.0	95.1	55.6	99.1	90.8
Cuajimalpa	0.0	31.0	1,095.0	136,873	13.3	52.3	1,135.0	93.8	60.1	96.9	85.4
Magdalena Contreras	6.0	35.5	1,068.0	211,898	9.2	46.7	2,181.0	95.0	56.8	98.2	87.9
Miguel Hidalgo	39.0	33.0	602.4	364,398	5.1	40.8	15,309.0	96.9	53.1	99.4	98.4
Milpa Alta	100.0	28.5	966.6	81,102	15.0	63.8	1,352.0	91.9	60.7	87.6	66.0
Xochimilco	100.0	30.0	475.0	332,314	11.5	50.1	13,125.0	94.8	58.9	91.0	70.2

### Normalización

Delegación	ColT (a/nd)	Tmax. (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)
Álvaro Obregón	1.000	0.500	0.186	1.000	0.394	0.273	1.000	0.363	0.680	0.025	0.235
Cuajimalpa	0.000	0.357	1.000	0.094	0.828	0.503	0.000	0.629	0.081	0.212	0.401
Magdalena Contreras	0.060	1.000	0.956	0.220	0.414	0.260	0.017	0.397	0.519	0.102	0.324
Miguel Hidalgo	0.390	0.643	0.205	0.475	0.000	0.000	0.225	0.000	1.000	0.000	0.000
Milpa Alta	1.000	0.000	0.793	0.000	1.000	1.000	0.003	1.000	0.000	1.000	1.000
Xochimilco	1.000	0.214	0.000	0.422	0.646	0.407	0.190	0.429	0.238	0.712	0.870

### Pesos

Pesos	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación			
	Delegación	ColT (a/nd)	Tmax. (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)
Desviación estándar	0.484	0.349	0.442	0.360	0.356	0.337	0.386	0.330	0.384	0.415	0.386
1/desviación estándar	2.066	2.866	2.263	2.781	2.807	2.972	2.593	3.027	2.602	2.409	2.593
Suma 1/desviación estándar	28.978		28.978								
c= 1/Suma 1/desviación estándar	0.035		0.035								
<b>Peso</b>	<b>0.071</b>	<b>0.099</b>	<b>0.078</b>	<b>0.096</b>	<b>0.097</b>	<b>0.103</b>	<b>0.089</b>	<b>0.104</b>	<b>0.090</b>	<b>0.083</b>	<b>0.089</b>
Peso (%)	7.13	9.89	7.81	9.60	9.69	10.25	8.95	10.45	8.98	8.31	8.95

### IV

IV	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación				Índice de Vulnerabilidad
	Delegación	ColT (a/nd)	Tmax. (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	
Álvaro Obregón	0.078	0.049	0.015	0.096	0.038	0.028	0.089	0.038	0.061	0.002	0.021	<b>0.516</b>
Cuajimalpa	0.000	0.035	0.078	0.009	0.080	0.052	0.000	0.066	0.007	0.018	0.036	<b>0.381</b>
Magdalena Contreras	0.005	0.099	0.075	0.021	0.040	0.027	0.001	0.041	0.047	0.008	0.029	<b>0.393</b>
Miguel Hidalgo	0.030	0.064	0.016	0.046	0.000	0.000	0.020	0.000	0.090	0.000	0.000	<b>0.266</b>
Milpa Alta	0.078	0.000	0.062	0.000	0.097	0.103	0.000	0.104	0.000	0.083	0.089	<b>0.617</b>
Xochimilco	0.078	0.021	0.000	0.040	0.063	0.042	0.017	0.045	0.021	0.059	0.078	<b>0.464</b>

# 2000

Valores	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación			
	CoIT (a/nd)	T max (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)
Ávaro Obregón	100.0	31.0	646.5	687,020	4.9	47.0	31,192.0	96.4	55.3	97.7	90.7
Quajimalpa	24.0	16.0	1,451.0	151,222	6.1	52.3	9,176.0	96.3	55.6	95.7	87.4
Magdalena Contreras	100.0	33.5	1,094.5	222,050	6.7	46.7	19,925.0	96.4	55.5	95.9	87.9
Miguel Hidalgo	15.0	35.0	1,055.1	352,640	3.2	40.8	27,485.0	97.9	56.5	98.7	98.9
Milpa Alta	12.0	27.5	637.3	96,773	14.4	63.8	4,641.0	94.4	51.6	87.0	67.9
Xochimilco	100.0	30.0	476.0	369,787	7.7	50.1	14,558.0	96.1	53.5	90.5	74.0

## Normalización

Delegación	CoIT (a/nd)	T max (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)
Quajimalpa	0.136	0.000	1.000	0.092	0.259	0.503	0.171	0.463	0.184	0.256	0.371
Magdalena Contreras	1.000	0.921	0.634	0.212	0.313	0.260	0.576	0.435	0.204	0.239	0.355
Miguel Hidalgo	0.034	1.000	0.594	0.433	0.000	0.000	0.860	0.000	0.000	0.000	0.000
Milpa Alta	0.000	0.605	0.165	0.000	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Xochimilco	1.000	0.737	0.000	0.463	0.402	0.407	0.374	0.506	0.612	0.701	0.803

## Pesos

Delegación	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación			
	CoIT (a/nd)	T max (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)
Desviación estándar	0.519	0.359	0.378	0.360	0.345	0.337	0.390	0.318	0.366	0.388	0.368
1/desviación estándar	1.928	2.787	2.647	2.777	2.895	2.972	2.565	3.145	2.731	2.576	2.716
Suma 1/desviación estándar		29.740									
c= 1/Suma 1/desviación estándar		0.034									
<b>Peso</b>	<b>0.06</b>	<b>0.09</b>	<b>0.09</b>	<b>0.09</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	<b>0.09</b>	<b>0.11</b>	<b>0.09</b>	<b>0.09</b>	<b>0.09</b>
Peso (%)	6.48	9.37	8.90	9.34	9.73	9.99	8.63	10.58	9.18	8.66	9.13

## IV

Delegación	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación				Índice de Vulnerabilidad
	CoIT (a/nd)	T max (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)	
Ávaro Obregón	0.065	0.074	0.016	0.093	0.015	0.027	0.086	0.046	0.022	0.007	0.024	<b>0.476</b>
Quajimalpa	0.009	0.000	0.089	0.009	0.025	0.050	0.015	0.049	0.017	0.022	0.034	<b>0.319</b>
Magdalena Contreras	0.065	0.086	0.056	0.020	0.030	0.026	0.050	0.046	0.019	0.021	0.032	<b>0.451</b>
Miguel Hidalgo	0.002	0.094	0.053	0.040	0.000	0.000	0.074	0.000	0.000	0.000	0.000	<b>0.263</b>
Milpa Alta	0.000	0.057	0.015	0.000	0.097	0.100	0.000	0.106	0.092	0.087	0.091	<b>0.644</b>
Xochimilco	0.065	0.069	0.000	0.043	0.039	0.041	0.032	0.053	0.056	0.061	0.073	<b>0.533</b>

# 2005

Valores	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación			
	Delegación	CoIT (a/nd)	Tmax (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)
Álvaro Obregón	100	32.5	1,171.5	706,567	4.4	43.2	22,406	97.2	55.3	97.3	96.5
Cuajimalpa	1	27.0	1,722.0	173,625	3.9	45.6	6,878	97.0	44.5	95.5	96.6
Magdalena Contreras	0	33.5	863.0	228,927	5.0	43.5	11,255	96.9	45.6	94.6	96.5
Miguel Hidalgo	100	33.0	809.3	353,534	1.9	38.2	23,734	98.4	56.5	99.1	92.4
Milpa Alta	0	34.0	766.6	115,895	10.9	67.8	2,786	95.0	51.6	87.0	95.3
Xochimilco	100	37.0	438.1	404,458	7.1	54.7	8,713	96.5	20.8	89.8	94.1

## Normalización

Delegación	CoIT (a/nd)	Tmax (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)
Álvaro Obregón	1.000	0.550	0.571	1.000	0.278	0.169	0.937	0.353	0.034	0.149	0.024
Cuajimalpa	0.010	0.000	1.000	0.098	0.222	0.250	0.195	0.412	0.335	0.298	0.000
Magdalena Contreras	0.000	0.650	0.331	0.191	0.344	0.179	0.404	0.441	0.306	0.372	0.024
Miguel Hidalgo	1.000	0.600	0.289	0.402	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000
Milpa Alta	0.000	0.700	0.256	0.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.137	1.000	0.310
Xochimilco	1.000	1.000	0.000	0.489	0.578	0.557	0.283	0.559	1.000	0.769	0.595

## Pesos

Delegación	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación			
	CoIT (a/nd)	Tmax (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)
Desviación estándar	0.546	0.327	0.343	0.362	0.347	0.363	0.408	0.325	0.368	0.381	0.404
1/desviación estándar	1.832	3.062	2.919	2.764	2.884	2.753	2.448	3.080	2.714	2.627	2.475
Suma 1/desviación estándar	29.559		29.559								
c= 1/Suma 1/desviación estándar	0.034		0.034								
<b>Peso</b>	<b>0.062</b>	<b>0.104</b>	<b>0.099</b>	<b>0.093</b>	<b>0.098</b>	<b>0.093</b>	<b>0.083</b>	<b>0.104</b>	<b>0.092</b>	<b>0.089</b>	<b>0.084</b>
Peso (%)	6.20	10.36	9.88	9.35	9.76	9.32	8.28	10.42	9.18	8.89	8.37

IV	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación				Índice de Vulnerabilidad
	Delegación	CoIT (a/nd)	Tmax (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	
Álvaro Obregón	0.099	0.057	0.056	0.093	0.027	0.016	0.078	0.037	0.003	0.013	0.002	<b>0.481</b>
Cuajimalpa	0.001	0.000	0.099	0.009	0.022	0.023	0.016	0.043	0.031	0.026	0.000	<b>0.270</b>
Magdalena Contreras	0.000	0.067	0.033	0.018	0.034	0.017	0.033	0.046	0.028	0.033	0.002	<b>0.311</b>
Miguel Hidalgo	0.099	0.062	0.029	0.038	0.000	0.000	0.083	0.000	0.000	0.000	0.084	<b>0.394</b>
Milpa Alta	0.000	0.073	0.025	0.000	0.098	0.093	0.000	0.104	0.013	0.089	0.026	<b>0.520</b>
Xochimilco	0.099	0.104	0.000	0.046	0.056	0.052	0.023	0.058	0.092	0.068	0.050	<b>0.648</b>

# 2010

Valores	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación			
	CoIT (a/nd)	Tmax (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)
Álvaro Obregón	100	32.0	977.5	727,034	8.5	30.0	18,785	97.2	58.9	96.2	97.2
Cuajimalpa	6	17.0	1,167.0	186,391	8.1	31.0	5,044	97.0	47.2	93.4	95.7
Magdalena Contreras	0	31.0	1,026.5	239,086	6.8	33.1	10,898	96.9	52.8	94.1	98.2
Miguel Hidalgo	32	32.0	732.4	372,889	3.0	23.8	22,083	98.4	69.7	92.2	92.8
Milpa Alta	3	27.5	639.2	130,582	12.5	46.3	2,184	95.0	39.7	82.6	96.3
Xochimilco	100	34.0	438.3	415,007	9.6	43.2	7,613	96.5	47.9	87.1	96.1

## Normalización

Delegación	CoIT (a/nd)	Tmax (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)
Álvaro Obregón	1.000	0.882	0.740	1.000	0.579	0.277	0.834	0.353	0.359	0.000	0.185
Cuajimalpa	0.060	0.000	1.000	0.094	0.537	0.321	0.144	0.412	0.750	0.211	0.463
Magdalena Contreras	0.000	0.824	0.807	0.182	0.400	0.414	0.438	0.441	0.565	0.156	0.000
Miguel Hidalgo	0.320	0.882	0.404	0.406	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.299	1.000
Milpa Alta	0.030	0.618	0.276	0.000	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.352
Xochimilco	1.000	1.000	0.000	0.477	0.695	0.862	0.273	0.559	0.727	0.675	0.389

## Pesos

Delegación	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación			
	CoIT (a/nd)	Tmax (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)
Desviación estándar	0.477	0.366	0.375	0.363	0.331	0.379	0.394	0.325	0.350	0.374	0.338
1/desviación estándar	2.095	2.735	2.667	2.757	3.020	2.640	2.535	3.080	2.859	2.672	2.955
Suma 1/desviación estándar	30.016		30.016								
c= 1/Suma 1/desviación estándar	0.033		0.033								
<b>Peso</b>	<b>0.070</b>	<b>0.091</b>	<b>0.089</b>	<b>0.092</b>	<b>0.101</b>	<b>0.088</b>	<b>0.084</b>	<b>0.103</b>	<b>0.095</b>	<b>0.089</b>	<b>0.098</b>
Peso (%)	6.98	9.11	8.89	9.19	10.06	8.79	8.45	10.26	9.53	8.90	9.85

## IV

Delegación	Exposición			Sensibilidad				Capacidad de adaptación				Índice de Vulnerabilidad
	CoIT (a/nd)	Tmax (°C)	Precipitación (mm)	Población (Hab)	Población en pobreza alimentaria (%)	Población sin acceso a salud (%)	Suma de 6 EDA (casos)	Población alfabetizada de 15 años y más (%)	Población Económicamente Activa (%)	Viviendas con acceso a agua potable entubada (%)	Viviendas con drenaje conectado a la red pública (%)	
Álvaro Obregón	0.070	0.080	0.066	0.092	0.058	0.024	0.070	0.036	0.034	0.000	0.018	<b>0.550</b>
Cuajimalpa	0.004	0.000	0.089	0.009	0.054	0.028	0.012	0.042	0.071	0.019	0.046	<b>0.374</b>
Magdalena Contreras	0.000	0.075	0.072	0.017	0.040	0.036	0.037	0.045	0.054	0.014	0.000	<b>0.390</b>
Miguel Hidalgo	0.022	0.080	0.036	0.037	0.000	0.000	0.084	0.000	0.000	0.027	0.098	<b>0.385</b>
Milpa Alta	0.002	0.056	0.024	0.000	0.101	0.088	0.000	0.103	0.095	0.089	0.035	<b>0.593</b>
Xochimilco	0.070	0.091	0.000	0.044	0.070	0.076	0.023	0.057	0.069	0.060	0.038	<b>0.598</b>

## ANEXO G. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Delegación	Nombre de la planta	Proceso	Capacidad instalada (L/s)	Caudal tratado (L/s)	Cuerpo receptor o reuso	Observaciones	Capacidad meta en 2022 (L/s)
Álvaro Obregón	Santa Fe	Lodos activados	280.0	150.0	Barrancas	Se incorporó en 2009	280.0
Azcapotzalco	U. H. El Rosario	Terciario	25.0	16.0	Riego de áreas verdes, llenado del lago Parque Tezozomoc	Opera SACMEX	25.0
Coyoacán	Coyoacán	Lodos activados	250.0	150.0	Áreas verdes, reuso industrial y comercial en las delegaciones de Coyoacán, Xochimilco, Benito Juárez y Álvaro Obregón	Opera SACMEX	250.0
Coyoacán	Ciudad Universitaria	Lodos activados	60.0	30.0	Áreas verdes	Operada por la UNAM, servicios propios	n.d.
Coyoacán	Ciudad Universitaria "FCPS"	Lodos activados	7.5	0.8	Áreas verdes	Operada por la UNAM, servicios propios	n.d.
Cuauhtémoc	U. H. Nonoalco Tlatelolco	Lodos activados	22.0	11.0	Áreas verdes	Opera SACMEX	22.0
Gustavo A. Madero	San Juan de Aragón	Lodos activados	500.0	198.0	Áreas verdes, Llenado del Lago de San Juan de Aragón y Alameda Oriente	Opera SACMEX	500.0
Gustavo A. Madero	Acueducto de Guadalupe	Lodos activados	110.0	70.0	Áreas verdes e industrial	Concesionada a "Aguas Industriales de Vallejo, S.A. de C.V"	87.0
Iztacalco	Cd. Deportiva	Lodos activados	230.0	150.0	Áreas verdes e industrial	Opera SACMEX	230.0
Iztacalco	U. H. Picos Iztacalco	Lodos activados	13.0	5.0	Áreas verdes	Opera SACMEX	13.0
Iztapalapa	Cerro de la Estrella	Lodos activados	4,000.0	2,200.0	Áreas verdes, industrial, zona agrícola y chinampera de Xochimilco y Tláhuac	Opera SACMEX	4,000.0
Iztapalapa	Santa Martha Acatitla	Lodos activados	14.0	8.0	Áreas verdes	Inició operación en 2005	14.0
Miguel Hidalgo	Bosques de las Lomas	Lodos activados	55.0	18.0	Áreas verdes de la delegación Miguel Hidalgo	Opera SACMEX	55.0
Miguel Hidalgo	Campo Militar No. 1-A	Lodos activados	30.0	25.0	Áreas verdes	Opera SEDENA	n.d.
Milpa Alta	San Pedro Actopan	Lodos activados	60.0	30.0	Riego agrícola	Opera SACMEX	60.0
Tláhuac	San Andrés Mixquic	Primario o avanzado	30.0	30.0	Riego de hortalizas	Opera SACMEX	30.0
Tláhuac	Paraje El Llano	Lodos activados	250.0	80.0	Riego agrícola y recarga del acuífero	Opera SACMEX	250.0
Tláhuac	San Juan Ixtayopan (La Lupita)	Lodos activados	15.0	14.0	Zona agrícola	Opera SACMEX	15.0
Tláhuac	San Nicolás Tetelco	Lodos activados	30.0	10.0	Zona agrícola de la delegación Tláhuac, Pueblo de San Nicolás Tetelco	Opera SACMEX	15.0
Tláhuac	San Lorenzo	Lodos activados	225.0	74.0	Llenado de canales y recarga del acuífero	Opera SACMEX	225.0
Tlalpan	Parres	Lodos activados	8.0	7.0	Áreas verdes	Opera SACMEX	7.0
Tlalpan	H. Colegio Militar	Lodos activados	30.0	26.0	Áreas verdes	Requiere ampliación /Opera SEDENA	n.d.

Tlalpan	Abasolo	Lodos activados	15.0	7.0	Áreas verdes y control de la contaminación de las barrancas del Ajusco	Opera SACMEX	15.0
Tlalpan	U. H. PEMEX Picacho	Lodos activados	26.0	10.0	Áreas verdes de la delegación Tlalpan	Opera SACMEX	26.0
Tlalpan	San Miguel Xicalco	Lodos activados	8.0	4.0	Áreas verdes	Opera SACMEX	7.5
Xochimilco	San Luis Tlaxialtemalco	Lodos activados	150.0	65.0	Agrícola/Áreas verdes	Opera SACMEX	150.0
Xochimilco	Reclusorio Sur	Lodos activados	30.0	18.0	Riego de áreas verdes del Reclusorio Sur y Río San Lucas delegación Xochimilco	Opera SACMEX	30.0
Total de Plantas	27		6,473.5	3,406.8			6,306.5

n.d. No disponible.

Fuente: elaborado con base a CONAGUA, 2010 y GDF, 2012.

### Nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales en el Distrito Federal al 2022

Planta	Capacidad de diseño (L/s)
Para las presas del poniente de la ciudad	1,000
Deportivo Reynosa	100
Indeco-Guelatao	200
Santa Catarina	75
Total	1,375

Fuente: GDF, 2012

Nuevas plantas cuya capacidad de diseño se estima en 50% para el Distrito Federal y 50% para la zona conurbada

Planta	Capacidad de diseño (L/s)
Atotonilco	23,000
Zumpango	2,500
Nextlalpan	9,000
Caracol	4,000
Vaso de Cristo	4,500
Río Guadalupe	1,500
Total	44,500

Fuente: GDF, 2012.