



CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS,
URBANOS Y AMBIENTALES

VALOR DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA
DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 1970–2010

Tesis presentada por
ARMANDO ROSALES GARCÍA

Para optar por el grado de
MAESTRO EN ESTUDIOS URBANOS.

Director:
Gustavo Garza Villarreal

Lectora:
María Perevochtchikova

Ciudad de México, D. F., junio de 2011.

A mi familia:

Papá, Mamá y Andrea, por su cariño y apoyo permanente.

Cherry y Kali por su compañía.

Agradecimientos:

A El Colegio de México y todos aquellos que lo hacen cada día ser una institución de excelencia.

A tres excelentes profesores: mi tutor, Gustavo Garza, por su invaluable apoyo, amistad y por predicar el proceso de aprendizaje con el ejemplo; a Jaime Sobrino por su confianza y consejos, además de haber sido el profesor que más horas de clase me impartió; a Valentín Ibarra, cuyos consejos y amistad han motivado ciertas reflexiones indispensables para la realización de esta tesis.

A mis profesores del CEDUA, a quienes admiro y estimo. Entre ellos, y una disculpa si omito algún nombre, Vicente Ugalde, por su confianza y amistad, Clara Salazar, Araceli Damián, Landy Sánchez, José Luis Lezama y María Perevochtchikova.

A los amigos y compañeros que han estado conmigo, en los buenos momentos y en los tramos más complicados durante mi estancia en El Colegio. Especialmente quisiera mencionar, del programa en Estudios Urbanos, a Mónica, David, Alma Luisa, Gabriel y Betty por su amistad y apoyo constantes; de la Maestría en economía a mis amigos José Luis, Curtis y Javier por todos los excelentes momentos, por llegar de madrugada a la cafetería, por las buenas charlas de café y por hacer los intensos días de trabajo en la biblioteca más amenos. De la licenciatura, a mis amigos Tere Cazal y Roberto Campos, y de la Facultad de Economía a Jorge Chavira. Sin todos ustedes el haber estado en la Maestría de Estudios Urbanos de El Colegio de México no hubiera sido lo mismo.

Un reconocimiento especial al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por haberme otorgado la beca que hizo posible la realización de los estudios de maestría.

ÍNDICE

PRÓLOGO	7
1. CONDICIONES Y SERVICIOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN.	11
LAS CONDICIONES GENERALES DE LA PRODUCCIÓN (CGP).	12
<i>Definición: evolución de las Fuerzas Productivas.</i>	13
<i>Características: la transferencia de valor.</i>	16
<i>Tipología: principales CGP.</i>	18
LOS SERVICIOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN (SGP).	30
<i>Definición: metamorfosis de las condiciones generales de la producción.</i>	32
<i>Características: el uso socializado de los SGP.</i>	33
<i>Tipología: los SGP a principios del siglo XXI.</i>	34
2. CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	
HIDRÁULICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 1970-2010.	40
EVOLUCIÓN DE LA HIDRAULIZACIÓN EN LA METRÓPOLI	41
CRECIMIENTO E INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.	49
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.	57
<i>El periodo de 1910 a 1970.</i>	58
<i>Construcción del sistema hidráulico entre 1970 y 2010.</i>	63
PRINCIPALES OBRAS DE SANEAMIENTO.	72
<i>Del Gran Canal del desagüe al Interceptor Poniente, 1900-1967.</i>	74
<i>Sistema de drenaje, 1970–2010.</i>	77
3. INVERSIÓN EN EL SISTEMA HIDRÁULICO	
DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 1970-2010.	82
EL SISTEMA HIDRÁULICO COMO MEDIO DE CONSUMO COLECTIVO.	86
COBERTURA METROPOLITANA DE LA RED DE DRENAJE	97
EGRESOS GUBERNAMENTALES EN AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO, 1970-2010.	102
VALOR ACUMULADO DEL SISTEMA HIDRÁULICO.	114

INVERSIÓN HIDRÁULICA POR HABITANTE.....	121
4. CONCLUSIONES: TENDENCIA CRECIENTE DEL COEFICIENTE	
VALOR-POBLACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO	124
BIBLIOGRAFÍA	129

ÍNDICE DE CUADROS

1.1 Clasificación de las condiciones generales de la producción	20
1.2 México: inversiones en infraestructura hidráulica y saneamiento, 1991-2002	28
1.3 Clasificación de los servicios generales de la producción	35
2.1 Principales obras de infraestructura hidráulica en el siglo XIX	48
2.2 Zona Metropolitana de la Ciudad de México: población total por delegaciones y municipios, 1950–2010.....	52
2.3 Principales obras de infraestructura para abastecimiento de agua potable, 1906-1970	59
2.4 Principales obras de infraestructura para abastecimiento de agua potable, 1970-2010 .	64
2.5 Infraestructura de abastecimiento de agua y cobertura existente	70
2.6 Infraestructura del sistema de drenaje y control de avenidas	73
2.7 Principales obras del sistema de drenaje y control de avenidas, 1900-1967	75
2.8 Principales obras del sistema de drenaje y saneamiento, 1970 -2010	78
3.1 Zona Metropolitana de la Ciudad de México: volúmenes de agua según fuentes de abastecimiento, 1930 – 2010	87
3.2 Zona Metropolitana de la Ciudad de México: viviendas con acceso a la red de agua potable y porcentaje con respecto al total de viviendas particulares habitadas	90
3.3 Usos del agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México	94
3.4 Zona Metropolitana de la Ciudad de México: viviendas conectadas a la red de drenaje y porcentaje con respecto al total de viviendas particulares habitadas	98
3.5 Distrito Federal: egresos del gobierno en el sistema de agua potable y saneamiento, 1970–2009	104
3.6 Estado de México: egresos del gobierno en el sistema de agua potable y saneamiento, 1970–2009	108
3.7 Zona Metropolitana de la Ciudad de México: inversión acumulada en el sistema de agua potable y saneamiento, 1970 – 2009	116
3.8 Zona Metropolitana de la Ciudad de México: evolución de la inversión <i>per cápita</i> en infraestructura hidráulica y saneamiento	121

ÍNDICE DE GRÁFICAS

1.1 México: kilómetros de red carretera pavimentada, 1997–2007	22
1.2 México: Red de fibra óptica 1998-2008	25
1.3 México: usuarios de Internet 2001-2008	38
3.1 Distrito Federal: egresos anuales en los sistemas de agua potable y saneamiento, 1970-2009.....	113
3.2 Estado de México: egresos anuales en agua potable y saneamiento, 1970-2009.....	114
3.3 Zona Metropolitana de la Ciudad de México: egresos totales en los sistemas de agua potable y saneamiento, 1970-2009	119
3.4 Zona Metropolitana de la Ciudad de México: inversión neta en infraestructura de agua potable y saneamiento, 1970-2009	120

ÍNDICE DE MAPAS E ILUSTRACIONES

2.1 Localización de la Cuenca de México	41
2.2 Zona Metropolitana de la Ciudad de México: localización y área urbana	50
2.3 Sistema Cutzamala	68
2.4 Sistema de drenaje y control de avenidas	79
3.1 Túnel Emisor Oriente	101
Ilustración 2.1 Alzado esquemático del sistema Cutzamala	69
Ilustración 2.2 Inundación de la Ciudad de México, 1951	80

PRÓLOGO

La evolución del modo capitalista de producción se refleja nítidamente en las ciudades. La determinación de las condiciones objetivas, y por lo tanto, de los factores subyacentes que permiten el crecimiento económico, el desarrollo social, la expansión urbana y la localización de las actividades económicas al interior de las metrópolis, han sido explicados desde los más diversos ángulos, entre estos, algunas propuestas “de corte histórico estructural dentro de la economía política” (Garza, 2010: 54-55).

Este trabajo de investigación, realizado dentro del programa en Estudios Urbanos de El Colegio de México como tesis para la obtención del grado de maestría, se circunscribe dentro de este último enfoque teórico, con el objetivo de determinar el valor y analizar la evolución reciente del que es, probablemente, el conjunto de obras de infraestructura más importante a lo largo de la historia de la Ciudad de México: su sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento.

Esta colosal infraestructura es conceptualizada y analizada a lo largo de este documento, como parte esencial del enorme capital constante fijo de carácter socializado de la metrópoli, al cual le corresponde una categoría específica para su estudio dentro de la economía política: las condiciones generales de la producción (CGP).

Al revisarse la literatura específica referente a la provisión de infraestructura hidráulica y de saneamiento para los grandes centros urbanos, en las últimas décadas se observa un volumen creciente de investigaciones, discusiones y encuentros relacionados con el tema del agua. Esto permite vislumbrar la toma de conciencia, por parte de políticos, académicos y de la población en general, del problema mayúsculo que representa el abastecimiento del vital líquido para la creciente población urbana en el mundo, y por ende, el alto costo que implica la edificación de obras de infraestructura monumentales para la provisión de estos servicios. En la Ciudad de México, lejos de ser una dificultad reciente el

abastecer de agua potable a su población y evitar las constantes inundaciones, ha sido persistente a través de la historia.

El objetivo general de esta tesis es analizar la evolución de la infraestructura hidráulica y de saneamiento de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) entre 1970 y 2010, así como determinar su valor económico a partir de la inversión realizada para la edificación de la misma. Para esto, se toma como punto de partida el trabajo pionero realizado por Gustavo Garza (1985) en *El proceso de industrialización de la Ciudad de México, 1821–1970*, en el cual, como parte de una investigación con fines mucho más complejos y con objetivos distintos a los planteados en este documento, se estima el valor de esta infraestructura para el área urbana de la Ciudad de México hasta 1970, destacando la clasificación de esta CGP como medio de consumo colectivo y medio de producción socializado.

Considerar al aparato infraestructural de la ciudad como una CGP, implica la necesidad de realizar una discusión sobre la pertinencia de emplear dicha categoría económica fundamental en esta investigación. Por lo tanto, el primer objetivo de carácter teórico es el de realizar, en el capítulo 1, una revisión del concepto mismo de CGP, proponiendo una clasificación a partir de la evolución de las fuerzas productivas del trabajo social. También en ese capítulo se lleva a cabo un análisis general de las principales CGP en el ámbito nacional, incluida la infraestructura hidráulica, para posteriormente concluir con una revisión del planteamiento que propone la evolución y metamorfosis de las CGP en servicios generales de la producción (SGP), prestados gracias a la existencia de las primeras.

En el capítulo 2 de esta tesis, se analiza la edificación del complejo sistema infraestructural hidráulico y de saneamiento de la metrópoli. Para ello, se realiza un recuento histórico de la construcción secular de sus obras principales, hasta alcanzar la conformación presente de este capital constante socializado que sirve a la Ciudad de México. A la par, se indaga como estas obras han respondido a su dinámica económica y demográfica y a los problemas surgidos de la compleja situación del territorio en el que se asienta, concluyendo con un inventario del total de las obras que constituyen una de las principales CGP de la ZMCM.

En el capítulo 3, último del trabajo, se persigue el objetivo específico de calcular el valor de dicha CGP, pero antes se realiza una estimación del volumen de agua suministrado a la Ciudad de México en casi un siglo, según sus fuentes de origen, observando el efecto útil y el aporte realizado por las diversas obras que constituyen el sistema de abastecimiento de agua potable metropolitano. De manera complementaria se analiza la evolución de la cobertura de la infraestructura hidráulica según delegaciones y municipios entre 1970 y 2010, así como los diferentes usos que se dan al agua suministrada a través de las redes por tipo de usuario: i) doméstico, ii) industrial, iii) comercio y servicios, iv) público, y v) agrícola (Garza, 1985: 272).

Dicha clasificación resulta sustancial, pues permite observar en qué medida la infraestructura de abastecimiento de agua potable se incorpora en el proceso productivo metropolitano como medio de producción socializado y en la población como medio de consumo colectivo. Estos indicadores ayudan a avanzar en la conceptualización del servicio de carácter general que es prestado gracias a la provisión de dicha infraestructura.

La sección final del último capítulo concluye con el cálculo del valor de este capital socializado y con el análisis del comportamiento de las erogaciones realizadas por el gobierno y su relación con la dinámica demográfica de la ciudad en las últimas décadas. Esta información, adecuadamente desglosada, permite calcular lo que llamaremos coeficiente valor-población del sistema hidráulico, el cual, como se verá, es creciente en el tiempo.

Las conclusiones del trabajo enfatizan la importancia que reviste el estudio del sistema hidráulico de la ZMCM desde la óptica de la economía política urbana, y buscan sentar las bases para futuras investigaciones en donde se profundice y destaque el valor económico de la infraestructura hidráulica de la ZMCM, en relación con su evolución industrial, su primacía terciaria en el ámbito nacional y su sustentabilidad integral

Si bien la investigación plasmada en esta tesis ha sido realizada con el mayor rigor posible, tiene las limitaciones propias de constituir un trabajo que tuvo que culminarse en un semestre según está estipulado en el programa de la Maestría en Estudios Urbanos. Por ello, resultó imposible agotar las diferentes perspectivas económicas y diversos enfoques utilizados para calcular el valor de la infraestructura hidráulica y del agua misma, y que van

desde la teoría neoclásica hasta nuevos enfoques en la economía ambiental. Mucho menos aún fue posible introducirse a la problemática que genera la intensa explotación urbana de este recurso y los problemas inherentes a la gestión del vital líquido. No obstante, en la medida de lo posible y cuando se juzga pertinente, se ha indicado la relación que guarda esta investigación con diversas aristas relacionadas con investigaciones ambientales y de política pública.

La perspectiva teórica adoptada, y que será explicada con la mayor exhaustividad posible en el siguiente capítulo, pudiera considerarse por el lector como demasiado apegada a la ortodoxia de la teoría marxista clásica del valor. Se es consciente de esta limitante, pero ello permitió, dado el escaso tiempo para su realización, adoptar una posición teórica específica como punto de partida para orientar el análisis estadístico del trabajo. Adicionalmente, se han agregado algunas críticas pertinentes, tanto a la metodología como a las conclusiones obtenidas.

Por lo demás, y con profunda humildad, al someter al lector el presente documento se hacen propias las palabras de Marx: “Bienvenidos todos los juicios fundados en un crítica científica”.

Armando Rosales

México, D. F., junio de 2011.

1. CONDICIONES Y SERVICIOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN.

El modo de producción capitalista se caracteriza por la fabricación constante de mercancías físicas y la producción de servicios intangibles. El capital, con el objetivo de obtener ganancias, impulsa una revolución permanente de las fuerzas productivas, incrementando así la obtención de plusvalor, tanto absoluto como relativo, hecho que conduce a un proceso de acumulación ampliada del capital.

La ciudad caracterizada como una inmensa fuerza productiva (Garza, 2010), acumula un colosal capital constante fijo, construido secularmente, y del cual hacen uso de forma socializada tanto el capital privado como la fuerza de trabajo, en orden de asegurar no sólo la reproducción del capital mismo, sino de la sociedad y de la suma de su capital social en su conjunto.

Diversos autores han caracterizado este capital constante fijo socializado como una categoría específica denominada “condiciones generales de la producción” (Altvater, 1978; Dussel, 1984; Folín, 1979; Garza, 1985; Hirsch, 1978; Holloway, 1978), y cuya importancia dentro de la economía política urbana hace indispensable su análisis como uno de los determinantes necesarios que permiten entender la creación del complejo sistema infraestructural que conforma a las ciudades y para “explicar la distribución de las actividades económicas y la fuerza de trabajo” (Garza, 2006: 276). En forma paralela a las CGP, es posible hablar de la existencia de otra categoría analítica: los servicios generales de la producción (SGP), que son prestados gracias a la existencia de las CGP. Ambos se constituyen como fuerzas productivas esenciales que permiten que la ciudad misma sea considerada como un monumental factor de producción.

LAS CONDICIONES GENERALES DE LA PRODUCCIÓN (CGP).

Las circunstancias o condiciones que determinan la fuerza productiva del trabajo social, de acuerdo con Marx (2007: 49), son “múltiples”, limitándose a mencionar en un primer momento “...el nivel medio de destreza del obrero, el estadio de desarrollo en que se hallan la ciencia y sus aplicaciones tecnológicas, la coordinación social del proceso de producción, la escala y la eficacia de los medios de producción [y] las condiciones naturales” (Marx, 2007: 49). A estas, por lo tanto, habría que agregar: las *condiciones generales de la producción*.

La necesidad del capital de revolucionar los medios de producción, o todas aquellas condiciones generales y técnicas comprendidas dentro de lo que denominamos capital constante, puede explicarse del siguiente modo: la magnitud de valor de una mercancía o de un servicio está dada por la cantidad de trabajo socialmente necesario requerido para su producción, sin embargo, el valor de las mercancías está en relación inversamente proporcional al desarrollo de las fuerzas productivas del trabajo. El desarrollo de estas últimas, ocasiona una reducción del tiempo de trabajo necesario para la producción de mercancías y servicios, ya que manteniéndose constante la duración de la jornada laboral, el tiempo de trabajo excedentario (plustrabajo) se incrementa, permitiendo así la obtención de lo que Marx denominó plusvalor relativo, lo que en términos generales se traduce en una mayor ganancia, de carácter temporal, para el capitalista.

El aprovechamiento de las condiciones y fuerzas naturales para la producción, requiere necesariamente de la edificación de un conjunto de obras de infraestructura que permitan su incorporación al proceso productivo como condiciones generales de la producción -medios de producción o de consumo colectivo-, siendo este el caso de las obras de infraestructura hidráulica existentes en las ciudades (sistemas de agua potable y de saneamiento). La construcción de las mismas se ha realizado de forma secular y como una constante histórica en el caso de la Ciudad de México, consumiendo una cantidad importante y creciente de los recursos públicos disponibles.

Definición: evolución de las Fuerzas Productivas.

Como se ha mencionado, el modo de producción capitalista es inherentemente un proceso de acumulación de capital en escala ampliada. Este hecho requiere del desarrollo permanente de las fuerzas productivas y del proceso de trabajo, buscando contrarrestar lo que Marx enunció como la Ley tendencial de la caída de la tasa de ganancia. La búsqueda de incrementar la obtención de plusvalor relativo a través del desarrollo constante de las condiciones materiales, la ciencia y sus aplicaciones tecnológicas, conducen a la creación del inmenso aparato productivo del capitalismo, que se cristaliza en el capital fijo.

La dinámica histórica del proceso de producción y reproducción capitalistas obligan a un desarrollo constante de las fuerzas productivas y al incremento de la productividad del trabajo, lo que conduce en escala global, a una producción colosal de mercancías y servicios, que además requieren ser vendidos en el mercado, para realizar el valor contenido en el conjunto de valores de uso socialmente producidos. Bajo estas condiciones es indispensable indicar que existe una separación entre las condiciones materiales particulares y las condiciones generales externas a las unidades productivas.

Hirsch (1978: 91) indica que ningún capital individual, “dentro del proceso de producción basado en la división social del trabajo, produce por sí solo y en una escala suficiente las condiciones sustantivas necesarias para su proceso individual de producción”. Se requiere entonces como condición del proceso de producción capitalista de ciertas condiciones generales que permitan la reproducción del capital social acumulado y, superar cualquier barrera espacio-temporal en el proceso de proceso de producción y circulación.

La definición de las condiciones generales de la producción (CGP), parte de aquella que enunció Marx, tanto en el *Capital* como en los *Grundrisse*¹. Marx (2007: 219) plantea que las CGP son todas las “condiciones objetivas requeridas en general para que el proceso [de producción] acontezca”, “condiciones sin las cuales no es posible la producción” (Marx, 1978b: 6).

Dussel afirma que, como requisito indispensable para poder “efectuar una descripción teórica de la producción” es necesario determinar adecuadamente ¿cuáles son?

¹ Con este nombre se hace referencia de manera coloquial a la obra de Karl Marx (1978) publicada bajo el nombre de *Elementos Fundamentales para la Crítica de la Economía Política (borrador) 1857-1858*. México: Siglo XXI. En la edición Dietz publicada en Berlín, las CGP aparecen como *Allgemeinen Bedingungen aller Produktion*.

y ¿cómo se clasifican? las CGP en el capitalismo (1984: 75). El análisis de la producción capitalista y de la consecuente distribución de las actividades económicas desde la óptica de la economía política urbana, requiere entonces de entender cuáles son las condiciones materiales externas de carácter general que permiten definir y comprender los procesos productivos.

Las CGP son un concepto amplio y una categoría específica dentro de las fuerzas productivas, que al igual que éstas, se desarrollan y modifican históricamente. Las CGP forman parte del capital constante, con la peculiaridad de que son un capital constante de carácter socializado o común a todo el proceso productivo, pudiendo constituirse, inclusive, en un indicador del alto grado de desarrollo de la producción capitalista en el caso de que estas pudiesen llegar a ser producidas por el capital privado. (Marx, 1978a: 21).

Para expresarlo adecuadamente, debe entenderse que el Capital total destinado a la producción dentro de una sociedad o Capital social (K), está constituido por el capital constante (C), el capital variable o fuerza de trabajo (V) y el plusvalor producido (p). El capital constante se divide a su vez en los medios de producción (capital constante fijo) y en los objetos de trabajo (capital constante circulante). Por último, el capital constante fijo (C_f) está conformado por el valor de las obras privadas o instrumentos de trabajo de los capitales individuales y, por las CGP, que representan el valor de las obras públicas; siendo entonces un capital constante fijo de carácter socializado. El valor de este aparato infraestructural, entra en la suma total del capital constante de una sociedad (Caridad Mateo, 1974).

El avance de la ciencia y tecnología permite observar la desaparición o la invención de un gran número de elementos que conforman el capital constante, en particular el capital constante fijo socializado. Marx (2006: 195) mencionó como elementos constitutivos de las CGP en un primer momento, a los medios de comunicación y de transporte, incluyendo “las mejoras del suelo,..., los canales, las vías férreas, etc.”. Sin embargo, y como consecuencia de la revolución constante de las fuerzas productivas dentro del capitalismo, es imposible y como dijera Hirsch (1978: 92) “un sinsentido”, enumerar de forma permanente y conclusiva el total de las condiciones generales de producción.

El primer ejemplo de cómo se crean y valorizan las CGP, es enunciado por Marx en los *Grundrisse*; con la muestra de la construcción de un camino, realiza una abstracción de

la forma en que son producidas las CGP, en especial los medios de comunicación, y como “las condiciones físicas de la circulación” son categorizadas dentro del capital fijo, el cual es a su vez parte del capital constante (Marx, 1978: 16).

La reflexión de Marx indica que las CGP, las condiciones naturales y la fuerza de trabajo, son requisitos previos a la producción capitalista en particular. El surgimiento y desarrollo del capitalismo, por lo tanto, fue sólo posible con un cierto grado de desarrollo de las condiciones generales. En el caso de las condiciones naturales, las cuales participan tanto en el capital constante como en el variable, solo se constituyen en parte de las CGP cuando estas han sido modificadas y edificadas, es decir, que se les ha valorizado con el objetivo de ser incorporadas en el proceso productivo.

En el análisis realizado por Garza (1985: 204-205) se explican y analizan las CGP, como un elemento constitutivo de las fuerzas productivas. Este hecho sólo tiene sentido si éstas incrementan la productividad del trabajo. El desarrollo de las CGP, al igual que el de las fuerzas productivas, está entonces, en relación inversa al valor de cambio de las mercancías y servicios generados dentro del proceso de producción. Por lo tanto, si hacemos abstracción del proceso productivo, el desarrollo de las CGP incrementa la composición orgánica² del capital, lo que permite la generación de un plusvalor relativo social y la obtención de una ganancia mayor para los capitalistas, *cæteris paribus*.

Buscando destacar la creciente socialización del proceso de producción, Garza (1985: 204) introduce de forma hipotética una categoría que después sería analizada empíricamente: la “*composición interna del capital constante fijo*”; entendida como el cociente resultante de la participación de las CGP respecto al capital constante fijo privado³, esto es, $CiC_f = \left[\frac{CGP}{C_{fp}} \right]$.

Partiendo entonces de lo definido por Marx y Garza (1985), se busca en la presente tesis, establecer una definición positiva de las CGP que se ajuste a sus diferentes tipologías y

² Marx (2007) señala que la *composición de valor* del capital, determinada por la *composición técnica* del mismo, es lo que se denomina composición orgánica del capital. La composición de valor está dada por la proporción del capital constante entre el capital variable $\left(\frac{C}{V}\right)$. La composición técnica es la relación material y física entre los medios de producción y la fuerza de trabajo $\left(\frac{mp}{ft}\right)$.

³ No se ha encontrado en la literatura analizada un desarrollo de este concepto. Folin deja abierta la puerta para explorar esta relación entre las CGP, el capital constante fijo privado y la fuerza de trabajo, cuando menciona que debe existir “cierta composición técnica y cierta tasa de plusvalor” por ser definida (véase a este respecto Folin, 1979: 346-347).

al desarrollo mismo de las fuerzas productivas. Enunciamos esta definición de la forma siguiente: *Las CGP son todas aquellas condiciones físicas, de carácter social y colectivo, necesarias para que el proceso de producción, circulación e intercambio de mercancías y servicios se efectúe y, que no forman parte de los medios de producción privados.*

La discusión de algunos teóricos marxistas como Harvey, Lojkin, Folín u O'Connor, se ha centrado en como son producidas o empleadas las CGP. Harvey realiza un esfuerzo por ajustar la existencia de las CGP a lo que él denomina el “circuito secundario del capital”, estudiando el papel que juegan tanto el Estado como el capital en la producción de las mismas. Sin embargo el autor relega la conceptualización y tipología de las condiciones generales de la producción, ya que estas no son explicadas como un elemento esencial del proceso permanente e indispensable de valorización del capital⁴, sino como una esfera de valorización en periodos de crisis.

Las CGP como capital fijo socializado, no circulan en el proceso productivo en forma de valores de uso, sino que solo circula una parte fragmentaria de su valor, la cual se fija en las mercancías y servicios que son producidos con el empleo de la totalidad de los medios de producción. Dependiendo de su tipología, la cual como se verá es además flexible, las CGP pueden entrar tanto en el consumo productivo como en el consumo individual, como es el caso de la infraestructura hidráulica y de saneamiento o de los medios de transporte (Marx, 2006: 191-193).

Características: la transferencia de valor

Las CGP son como se ha dicho, todo aquel capital fijo de carácter social y colectivo, por lo tanto su característica principal es que estas son todos los medios de trabajo externos a las unidades productivas de carácter privado. Se constituyen como requisito previo e indispensable que permite el proceso de producción, circulación e intercambio de bienes y servicios.

⁴ La disertación de Folín (1979) sobre la producción de las CGP y su relación con el proceso productivo resulta sumamente importante, pues incorpora en su análisis los esquemas de reproducción y los circuitos del capital, elementos relegados del análisis marxista convencional, pero que son indispensables para la explicación de Marx del proceso de circulación del capital. Partiendo de esto Folín analiza adecuadamente la función de los medios de transporte como CGP, siendo riguroso en denominarlos capital-valor.

Marx (2006: 195) determina detalladamente las características del capital fijo, incluyendo a las condiciones generales, a través de un análisis riguroso del proceso de valorización y circulación del capital-valor. La característica esencial de las CGP es la transferencia secular del valor que contienen, el cual se incorpora en el proceso productivo de dos formas: indirectamente en el proceso productivo mediante su empleo en conjunción con los medios de producción privados (composición interna del capital constante fijo); o directamente, como es el caso de los medios de transporte, cuyo uso durante la circulación de mercancías permite la transferencia de valor de forma directa a las mercancías. Marx realiza una excepción con los medios de transporte, pues además de constituir una CGP, pueden a su vez funcionar como medios de servicio colectivo, sin embargo esta última característica es aplicable también a la infraestructura hidráulica y a otras CGP.

Con base en el planteamiento realizado por Garza (1985), es posible establecer que las CGP contribuyen en el proceso de valorización del capital privado al funcionar de forma indistinta como medios de producción colectivos, como condición que permite el intercambio y la circulación de productos y servicios (lo que incluye desde las redes carreteras hasta la infraestructura requerida para brindar los servicios de telecomunicaciones) y como medios de consumo colectivos que permiten la reproducción de la fuerza de trabajo y la producción de servicios generales de la producción (infraestructura hidráulica y de saneamiento, de salud, etc.).

Una característica particular de las CGP es el carácter general y social de su financiamiento. El monto dinerario requerido para la edificación, mantenimiento y operación de esta colosal infraestructura, así como los largos periodos en los que las CGP son edificadas, obligan a que su producción o incorporación al proceso productivo este organizado y dirigido por el Estado. De hecho la coordinación, producción y operación de las CGP, ha sido entendida como una de las funciones principales del estado capitalista (Altwater, 1978; Hirsch, 1978; Holloway, 1978). Marx, en los *Grundrisse*, considera que en el momento en que las CGP sean producidas, financiadas u operadas por el capital privado, este hecho se convertirá en un indicador del alto grado de desarrollo del modo de producción capitalista (Marx, 1978a). De ser las CGP privadas, como pudiera ser el caso de cierta infraestructura para las telecomunicaciones o los sistemas de agua potable en algunas ciudades, sería necesario considerar, las “contradicciones insalvables entre los intereses de

la empresa que las ofrezcan” (Marx, 1978a) y el resto de agentes involucrados en todo el proceso de producción.⁵

La última característica de las CGP importante de mencionar, es la necesidad de invertir de forma previa al proceso productivo el capital adelantado requerido para la edificación de estas; esta inversión que por su magnitud, rotación y depreciación abarca varios ciclos de reproducción del capital productivo en largos periodos de tiempo, es generalmente incosteable por los capitales privados individuales. Además es necesario observar que desde el punto de vista social, bajo una reproducción ampliada del capital, es necesaria la reposición en especie y en una escala cada vez mayor de las CGP, al igual que del capital total social. Este punto condujo a Marx a plantear también las necesidades espaciales para la edificación de las CGP; siendo en ocasiones la carencia de espacio geográfico, una restricción para la reproducción en escala ampliada, planificada y continua de las CGP (Marx, 2006: 208).

Tipología: principales CGP.

Se ha propuesto una definición de las CGP que permite articular e incluir toda la infraestructura de la cual hacen uso las ciudades, que es externa a las firmas y que es indispensable para la producción capitalista en su conjunto (considerando al proceso de circulación como una parte de éste proceso económico) y cuya creación, construcción o innovación es producto del desarrollo secular de las fuerzas productivas. Marx menciona explícitamente como “condiciones *generales* del proceso social de producción” a “los *medios de comunicación y de transporte*” (Marx, 2005: 467), los cuales podrían constituir una primera categoría dentro de los medios de producción construidos.

Los medios de trabajo adquieren la forma de capital constante fijo dentro del modo de producción capitalista. Por lo tanto, cuando Marx se refiere en su obra a los medios de

⁵ Véase el caso de Argentina durante la crisis de 2001-2002, en donde el sistema de abastecimiento de agua potable que se encontraba en manos de empresas privadas, en el momento en que dejó de ser rentable y requería de una elevada alza de las tarifas para la prestación del servicio, ocasiono protestas por parte tanto de empresarios y ciudadanos que condujo a la renacionalización por parte del Estado.

trabajo generales, se refiere a las CGP. Bajo esta denominación hace mención de “la tierra misma [como lugar donde estar]... los canales, caminos, etcétera.” (Marx, 2007: 219).

En el caso de la tierra, el agua o los recursos naturales, podemos hablar de condiciones naturales de la producción o fuerzas naturales productivas. Sin embargo la explotación de estas condiciones naturales, y su incorporación al proceso de producción y reproducción capitalistas como CGP, hace indispensable que a estas se halla incorporado trabajo humano, es decir que se hayan valorizado.

Garza (1985: 208, 1987: 243) sintetiza la clasificación de las CGP, presentándonos un esquema del cual se parte para presentar una tipología propia de las CGP (ver cuadro 1.1). Esta será contrastada con la clasificación realizada por O'Connor (2001), la cual difiere en algunos aspectos.

En una versión corregida sobre la clasificación y tipología de las CGP construidas, Garza (1987) plantea 3 categorías: condiciones generales de la circulación (sistema carretero y telecomunicaciones), medios de producción socializados (redes energéticas e hidrocarburos) y, medios de consumo colectivos (infraestructura para proporcionar servicios urbanos) (Garza, 1987: 243-244).

Para el estudio de las CGP, Garza plantea que las categorías en las que se clasifican las CGP no son excluyentes y estas pueden estar clasificadas en “más de una de ellas”. Este hecho es aplicable a la clasificación que se propone.

En el cuadro 1.1, se dividen a las CGP principalmente en dos grupos: condiciones naturales y condiciones construidas. Si bien las condiciones naturales constituyen en sí mismas una de las fuerzas productivas enunciadas por Marx, Garza indica que las CGP construidas han adquirido relevancia histórica por sobre las naturales, desde los albores de la gran industria hasta la fase neoliberal del actual modo de producción. Las CGP construidas son las que conforman secularmente el espacio urbano y que tienen en su expresión local al interior de las ciudades, el impacto más importante sobre la vida de la población urbana.

Cuadro 1. 1

Clasificación de las condiciones generales de la producción



Fuente: Elaboración propia.

O'Connor (2001: 176-179) clasifica las CGP, a diferencia del esquema que se ha presentado, en 3 rubros: condiciones personales (o fuerza de trabajo); condiciones comunales y generales: incluye aquí al “espacio público” como una condición dada que permite en sí la combinación de factores de la producción y al capital comunitario (rasgos de vida comunitaria apropiados por el capital); y por último las condiciones naturales de la producción o condiciones físicas externas⁶.

El planteamiento de O'Connor parece importante, pues incorpora a la categoría y clasificación de las CGP, aspectos que revisten un interés creciente en el debate sociológico, ambiental y urbano contemporáneos, como las condiciones ambientales, el espacio público y el capital comunitario y cultural de la sociedad; pero de manera tautológica considera como condición general de la producción social a la fuerza de trabajo (FT). La FT clasificada como condición general de la producción, solo indicaría que la producción social, humana, es necesaria para la misma existencia humana, más allá de que resulta obvia la imposibilidad de clasificarla como una parte constitutiva del capital constante fijo.

⁶ De manera sorprendente o posiblemente irónica, O'Connor (2001), atribuye a “Dios” la creación de las condiciones naturales de la producción para hacer un llamado, dentro de la crisis ecológica de la sociedad moderna, a la creciente capitalización y mercantilización de los elementos naturales.

Es también cuestionable el planteamiento que hace del espacio público construido como condición espacial previa que determina la combinación de “factores de la producción”, sin profundizar en esta propuesta.

Con el objetivo de tener un panorama más amplio sobre la diferencia e importancia de las CGP, se presentan a continuación brevemente tres CGP, que constituyen en sí, por su relevancia económica, histórica y para la constitución del espacio urbano, elementos que deben ser analizados a profundidad de forma independiente, como es el caso de la infraestructura hidráulica y de saneamiento, objeto de esta tesis y en la cual se profundizará en los capítulos subsecuentes.

Las CGP que brevemente se analizan son: comunicaciones (o medios de comunicación), hidráulicas (como parte de la infraestructura social y de consumo colectivo) y energéticas, esencialmente electricidad e hidrocarburos (como parte de los medios de producción socializados).

i) La infraestructura para comunicaciones

La importancia de este sector radica en que además de ser una CGP indispensable para el funcionamiento del proceso productivo nacional, éste por sí mismo participa con el 13.4% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional (SCT: estimación al 2007).

El énfasis puesto en los medios de comunicación y de transporte en los estudios primigenios como el de Marx de las CGP, se explica en parte por el alto grado de desarrollo que estos aparatos infraestructurales mostraban durante la primera revolución industrial y el papel relevante que desempeñaron estas condiciones en la revolución de las fuerzas productivas y para permitir el establecimiento de la gran industria.

Consideramos esencialmente cuatro rubros dentro de las comunicaciones: sistema carretero, sistema ferroviario, transportación aérea y marítima e infraestructura física para las telecomunicaciones. Esto no excluye otras condiciones que pueden ser consideradas en esta categoría, como los puertos, canales navegables o en el caso de algunos países, las instalaciones y centros de lanzamiento espacial, pero que no son indispensables en el presente trabajo. De las cuatro primeras se destaca el sistema carretero y la infraestructura física para las telecomunicaciones.

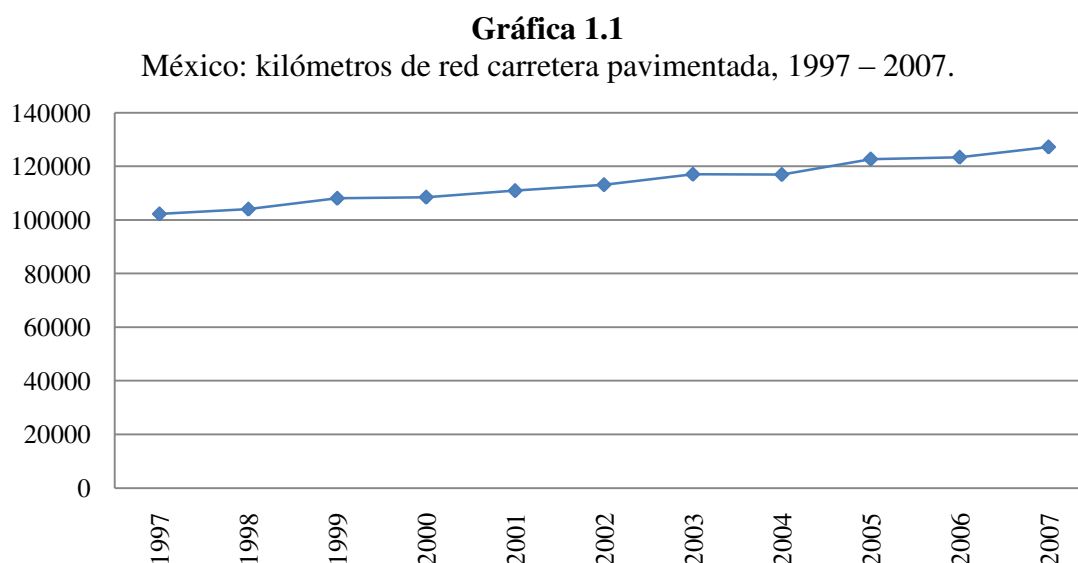
El sistema carretero mexicano ha constituido a lo largo de nuestra historia el principal medio de comunicación, exceptuando quizá el periodo dominado por el ferrocarril

a principios del siglo XX. Es indudable su importancia como condición necesaria del capital para reducir la barrera espacial y temporal para el transporte y circulación de productos y mercancías, además de que permite el acceso a las materias primas de forma más eficiente y la incorporación de nuevos mercados.

La inversión por parte del Estado en el desarrollo, construcción y mantenimiento del sistema carretero se ha convertido inclusive en una bandera del desarrollo nacional y es considerado por algunos autores como una “medida anticíclica” frente a las crisis del sistema, como en la que se encuentra inmerso nuestro país actualmente.

La red carretera nacional está constituida por caminos de terracería, brechas, caminos revestidos y por carreteras o autopistas asfaltadas. Estas últimas, que constituyen el 35.3% de la superficie de rodamiento nacional, son las que por sus características se constituyen como CGP. En México hasta el año de 2007 existían 127,713 kilómetros de carreteras y autopistas (Dirección General de Planeación y SCT, 2008), cuyo carácter colectivo y uso general en el proceso productivo es innegable.

En el sistema de autopistas de cuota, supervisado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el tránsito diario como promedio anual, de camiones de carga y autobuses fue de 185,974 y 56,827 unidades respectivamente. Mientras que la circulación de vehículos fue de 451,837 unidades.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SCT, México.

Las inversiones destinadas a la edificación, mejoramiento y mantenimiento del sistema carretero entre 1989 y 2006 alcanzan un monto de 457 236.9 millones de pesos (a precios constantes del 2007). De dicha inversión el 32.74% fue realizado en sexenio 2000-2006 (Dirección General de Planeación y SCT, 2008: 13).

Un ejemplo indiscutible de la importancia del sistema carretero como una CGP, se registró durante la última década del siglo XX, cuando se produce la primera crisis posterior a la implementación de políticas económicas de corte “neoliberal” en México. El gobierno mexicano (ca. 1994) otorgó en concesión a particulares 52 autopistas de la red federal, para su mantenimiento y usufructo. Con el quiebre de estas empresas, que no contaban con el monto de capital suficiente para enfrentar la poca rentabilidad y los periodos de rotación de las autopistas como capital fijo socializado, el gobierno federal aprobó un rescate de 57,700 millones de pesos en deuda pública y 21,100 millones en pagarés de indemnización carretera entregado a las empresas concesionarias.

En un lapso de tan sólo 9 años la deuda total producto del rescate se incrementó en un 206.7 %; de dicho monto tan solo 98,700 millones de pesos correspondían a intereses de la deuda pública contraída por el gobierno mexicano para mantener y rescatar estos medios de comunicación (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 1997: 3-5).

En el caso de las telecomunicaciones, Marx, en los Tomos I y II de El Capital ya consideraba el uso del telégrafo como una condición general de la producción (única forma desarrollada de las telecomunicaciones en su tiempo).

El proceso de servicialización como un cambio económico fundamental de la estructura productiva sugiere una “metamorfosis de las CGP al pasar de la dotación de comunicaciones [...] a nuevos servicios que requieren las crecientes empresas terciarias...” (Garza, 2008a: 312). Más adelante analizaremos este proceso y la categoría económica de Servicios Generales de la Producción, especialmente en relación con el desarrollo de la telemática e Internet. En este momento podemos plantear que todo el capital fijo socializado de uso colectivo que permite la prestación de los servicios en telecomunicaciones, son los que constituyen las CGP construidas.

Saskia Sassen en un interesante artículo plantea que una de las ironías del creciente proceso de servicialización y del uso de nuevas tecnologías de la información, es la necesidad del acceso a la infraestructura convencional, es decir a las CGP:

“...Es precisamente la naturaleza del proceso de producción industrial avanzado, que opera nacional y globalmente, [el] que permite explicar el inmenso crecimiento de los viajes de negocios [y de los servicios requeridos por las empresas] que hemos visto en todas las economías avanzadas en la última década de la nueva era electrónica [...] La infraestructura convencional –idealmente del tipo más avanzado– es una necesidad para el funcionamiento de las redes metropolitanas.”⁷ (trad. propia, Sassen, 2005: 219).

Cuando se hace referencia a la infraestructura física para las telecomunicaciones como CGP, se habla específicamente de las redes de fibra óptica, redes de cableado coaxial y telefónico, estaciones de microondas y repetidoras, antenas de transmisión e incluso de un sistema satelital para hacer posible la prestación de los servicios de telefonía, telefonía móvil, Internet, televisión y radio. Aunque es importante mencionar que dentro de las comunicaciones aun son importantes las oficinas postales, agencias y expendios que permiten la prestación del servicio tradicional de correo.

Con la edificación de 8,751 “Centros Comunitarios Digitales” en 2521 localidades (Dirección General de Planeación y SCT, 2008), donde la población tiene acceso a computadoras, impresoras e Internet de forma gratuita, es posible observar una evolución en la socialización en el uso del servicio de Internet para constituirse en un futuro como un servicio general de la producción, de carácter colectivo y proporcionado por Estado.

Este hecho es sin duda un avance, aunque es de carácter incipiente, si consideramos que México se encuentra rezagado en conectividad y acceso en el número de usuarios con respecto a países como Brasil o Chile y obviamente en comparación a las economías más desarrolladas.

Una condición material indispensable que permite la prestación del servicio de Internet de banda ancha y banda ancha móvil, es la existencia de una inmensa red de fibra óptica, la cuál es también una condición necesaria para la prestación del servicio eléctrico.

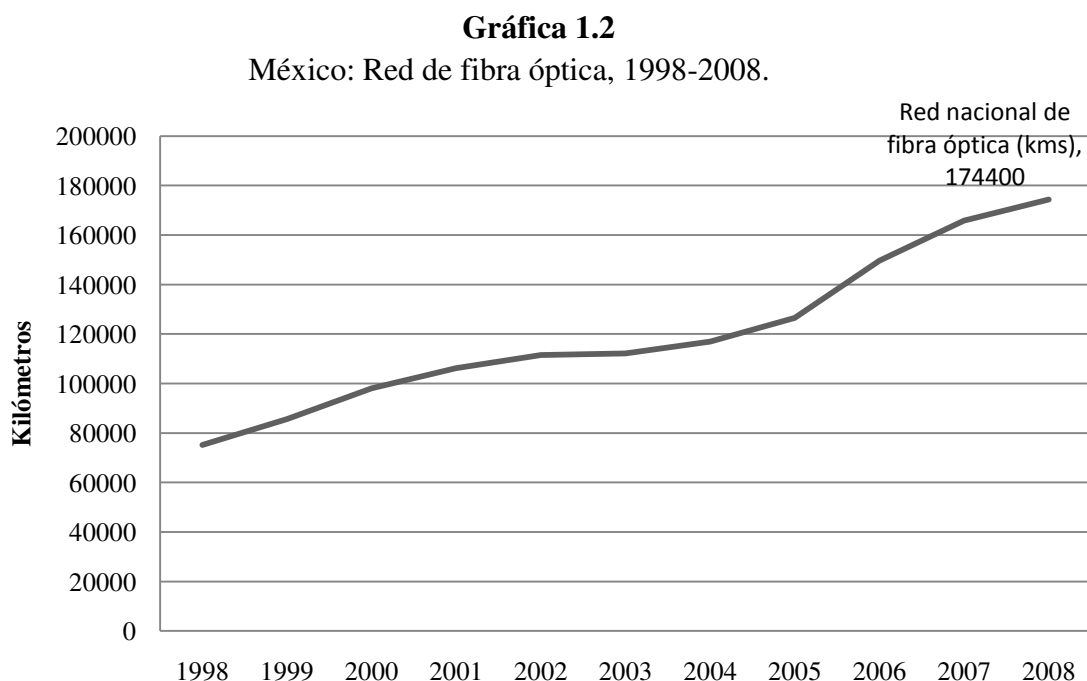
La división CFE Telecom, de la Comisión Federal de Electricidad, opera la “red de fibra óptica nacional”, la cual permite la prestación de servicios de alta conectividad para las grandes empresas e industrias que así lo requieren: Ethernet y Clear Channel (CFE,

⁷Traducción propia. El texto original de Saskia Sassen fue publicado en: Graafland, A. y D. Hauptmann (eds.), (2001). *Cities in Transition*. Rotterdam: 010 Publishers.

2009). Esta red conecta 70 ciudades, lo que permite la prestación de determinados servicios generales para la producción.

Para la prestación del resto de servicios en telecomunicaciones, incluida la telefonía fija y móvil e Internet, es requerida una red adicional de fibra óptica privada que incluye aquella que ha sido instalada por concesionarios que operan bajo autorización del Estado mexicano.

En la siguiente gráfica mostraremos la evolución de la red de fibra óptica en el ámbito nacional, la cual ha crecido 232.5% en los últimos 10 años, alcanzando una extensión de 174 400 kilómetros en 2008:



Fuente: Evolución de la red de fibra óptica en México. (Fuente: COFETEL)

Es imprescindible mencionar como un elemento importante en el desarrollo de la telemática, el uso de satélites para la prestación de diversos servicios de telecomunicaciones. Este capital fijo socializado permite que se proporcione comunicación directa a los hogares (televisión satelital) además de servicios de envío de voz y datos. A través de los satélites “Solidaridad 2” y “Satmex 5 y 6” propiedad del gobierno mexicano y operados por la empresa Satélites Mexicanos SA, circulan 5,616 MHz al año, con una

capacidad instalada ociosa de 2,273.5 MHz (Dirección General de Planeación y SCT, 2008).

Se plantea como conclusión de este punto, que las CGP construidas requeridas en el sector comunicaciones, seguirán constituyéndose como un elemento indispensable en el proceso de servicialización y como determinantes de la configuración espacial urbana.

ii) La infraestructura hidráulica en el ámbito nacional

La producción socialmente determinada sólo es posible, históricamente, gracias a la creación de obras de infraestructura hidráulica, para la producción de alimentos y el consumo humanos y, de obras de infraestructura sanitaria para la reproducción humana en el espacio geográfico. La historia del aprovechamiento de los recursos hidráulicos es también la historia de la ciudad.

Mediante la incorporación de trabajo humano objetivado en su producción, las condiciones naturales como los ríos navegables, los lagos, las radas o una elevada precipitación pluvial, se han convertido secularmente en condiciones generales de la producción.

Es impensable la historia y auge de Babilonia y Mesopotamia sin la construcción de canales, presas, diques sistemas de captación y almacenamiento de agua para la producción de alimentos; la historia de Egipto está ligada al aprovechamiento y control mediante complejos sistemas de riego y presas del río Nilo. La existencia de Roma es solo posible gracias a la edificación previa de un sistema sanitario con base en cloacas que después de 2500 años siguen en funcionamiento (Fletcher, 1996).

En la historia prehispánica, Teotihuacán fue planeada y edificada desviando el río San Juan, junto con un sistema de diques, albarradas y canales. La Ciudad de México fue edificada a partir del primer núcleo poblacional ubicado en un islote en medio de la cuenca endorreica formada por los lagos de México, Texcoco, Chalco-Xochimilco, Xaltocan y Zumpango. Para el control de las inundaciones en la prehispanidad, fue construido el “albarradón de Nezahualcoyotl” y en la época de la conquista, la ciudad contaba con un complejo acueducto de doble canal para la dotación de agua potable proveniente de Chapultepec (Instituto de Ingeniería, UNAM, SMISAAM, y GDF, 1994).

Por lo tanto, la Ciudad de México presenta como una constante histórica y como una de las condiciones generales de la producción más importantes en la configuración de su espacio urbano, todas las obras y sistemas de dotación de agua potable, sistemas de drenaje, canales y su sistema de drenaje profundo.

En el ámbito nacional, el sistema de infraestructura hidráulica, está conformado por 4,000 presas de almacenamiento, 541 plantas potabilizadoras, 1,710 plantas de tratamiento de aguas residuales (cuya administración es facultad de los municipios), 2,021 plantas de tratamiento para uso industrial y 3,000 Km de acueductos (CONAGUA, 2008a: 66).

Como un sistema de mejoras para la agroindustria, en México existen al 2008 6.46 millones de hectáreas de riego a las cuales se suma una inversión en sistemas de almacenamiento e infiltración para 2.74 millones de hectáreas de temporal. Del sistema de presas nacional existen 52 clasificadas como grandes presas, éstas representan el 70% de la capacidad total de almacenamiento nacional y se encuentran distribuidas a lo largo de todo el territorio nacional (CONAGUA, 2008a: 66-70).

Si bien gran parte de la infraestructura hidráulica está destinada a la reproducción de la fuerza de trabajo, 27 de las grandes presas son empleadas para la generación de energía eléctrica, aproximadamente una tercera parte del agua almacenada es destinada a usos industriales y se cuenta con la infraestructura de riego y drenaje de aguas excedentes en la agroindustria. A esta inmensa infraestructura hay que agregar las 2 021 plantas de tratamiento industrial con una capacidad de 29.9 m³/s (CONAGUA, 2008a: 67-71). Estos últimos elementos son los que constituyen la infraestructura hidráulica como medio de producción socializado y por lo tanto como una CGP.

Pese a su importancia creciente no solo para la producción, sino para satisfacer las necesidades de más de 112 millones de habitantes en el territorio nacional, el Gobierno Federal propone, de forma insostenible, adoptar una visión mercantil de los recursos hídricos, que en un capitalismo de corte neoliberal se refleja en la disminución sustancial desde 1994, de la inversión en infraestructura hidráulica (ver cuadro 1.2) con el objetivo implícito de privatizar los organismos operadores de agua y de incrementar el pago de tarifas por la prestación de servicio de agua (Aboites, 2009: 103-104)

Cuadro 1.2

México: inversiones en infraestructura hidráulica y saneamiento, 1991-2002.

(Millones de pesos de 2003)

<i>Año</i>	<i>Federal</i>	<i>Estados y municipios</i>	<i>Otros</i>
1991	5 119	3 739	4 288
1992	5 664	2 780	2 500
1993	6 348	4 078	2 338
1994	5 386	2 095	1 331
1995	1 527	3 093	1 667
1996	2 456	1 078	104
1997	2 219	1 758	188
1998	2 547	1 037	307
1999	2 073	1 224	208
2000	2 491	1 675	402
2001	1 160	1 162	672
2002	1 762	1 779	201
Total	38 752	25 498	14 206

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua, Estadísticas, 1993; y Aboites 2009: 103. El rubro Otros incluye fideicomisos y deuda pública.

iii) Energéticos: electricidad e hidrocarburos

Mencionaremos en este apartado las dos principales formas de producción energética en el país, cuya explotación, regulada por la Constitución y las leyes, está reservada al Estado por su carácter estratégico⁸.

La inmensa infraestructura que permite la prestación del servicio de energía eléctrica y la destinada a la explotación refinación y distribución de hidrocarburos, se constituyen como los principales medios de producción socializados que permiten la obtención de energía para el proceso productivo y para la reproducción social.

La producción y distribución de energía eléctrica, si bien se remonta a 1879 (Garza, 1985: 230), se convierte en una prioridad del Estado Mexicano con la creación de la Comisión Federal de Electricidad y con la posterior nacionalización de toda la industria eléctrica en 1960.

Los medios de producción socializados de la industria eléctrica son: las plantas de generación (con una capacidad de 50 237.62 MW); las redes de transmisión; las subestaciones de transferencia, transmisión y distribución y, las líneas de subtransmisión, elementos que permiten brindar el servicio de energía eléctrica.

⁸ Recientemente se ha modificado el régimen legal de la empresa paraestatal Petróleos Mexicanos, siendo avalada dicha reforma en el año 2010 por la Suprema Corte de Justicia, por lo que conviene explorar en un futuro como afecta dicha modificación a la provisión de la infraestructura para hidrocarburos.

Del total de la producción de energía eléctrica, tan solo el 11.88% del total de energía generada está destinada para abastecer al sector agrícola, a la industria, el comercio y los servicios. Pero las ventas a estos sectores representan para CFE el 72.13% del monto total; lo que le significó un ingreso a CFE durante 2008, por el monto de 194 521.9 millones de pesos (a precios corrientes).

En la actualidad el único ente estatal facultado para brindar este servicio público es la Comisión Federal de Electricidad, sin embargo con motivo de la modificación de la Ley del Servicio público de energía eléctrica en 1993, no se consideran como un servicio público reservado al Estado algunos aspectos, de los cuales destacamos:

- “La generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción”;
- “La generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad”;
- “La generación de energía eléctrica para su exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción”

Estas modificaciones a la ley (H. Congreso de la Unión, 1975: 1), han ocasionado que actualmente el 48.3% de la producción de energía eléctrica en el país sea realizada por productores privados, a los cuales se les han otorgado 736 permisos bajo diversas modalidades (Frente de trabajadores de la energía, 2008: 1). Sin embargo, ante este adverso panorama para la industria eléctrica mexicana, producto de la aplicación de políticas de corte neoliberal por parte del gobierno federal, la industria eléctrica seguirá constituyéndose como una de las principales CGP.

En el caso de la producción de hidrocarburos en la presente investigación únicamente se mencionara que éstos se constituyen en un sistema que forma parte de los medios de producción socializados, siendo en el actual modo de producción un elemento indispensable e inherente a todas las ramas de la economía como un medio de producción socializado. Sin embargo Garza menciona que su “uso extensivo en el sector transporte hace que presente un indudable carácter de *“condición general de circulación de mercancías”* (Garza, 1987: 258).

Con respecto a esta afirmación, es necesario realizar una investigación más detallada, pues es al menos cuestionable, si son en realidad las mercancías producidas por

esta industria las que se incorporan como una condición general de la circulación. El objetivo del presente capítulo es mucho más modesto y se limitará únicamente a señalar lo siguiente: Garza (1987: 264) realiza un análisis que confirma la relación entre éste capital fijo socializado y el privado, evidenciando el “acelerado desarrollo industrial [...] en parte gracias al crecimiento del petróleo” Además de confirmar su constitución secular como CGP.

Como conclusión preliminar en este capítulo que busca realizar un breve recuento y análisis de las CGP, es posible plantear que las condiciones generales de la producción, en la fase actual del modo de producción capitalista, tienden a constituirse de forma creciente, como elementos indispensables que permiten la prestación de todos los servicios que requiere los diferentes sectores industriales en la actualidad. Sin un análisis adecuado, se podría pensar que las CGP pierden importancia en el actual proceso de servicialización, sin embargo es posible observar el fenómeno contrario. Este hecho constituye, por lo tanto, un punto de investigación futuro en donde se dilucide correctamente la relación y composición entre las condiciones generales de la producción y los servicios que se brindan gracias a éstas.

LOS SERVICIOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN (SGP).

El papel de los servicios en la economía capitalista constituye uno de los principales puntos de reflexión en la teoría económica en la actualidad (Feketekuty, Giarini, Delaunay y Gadrey, Garza, Stanback). Hemos analizado hasta éste momento una categoría fundamental dentro de la economía política urbana, constituida por las condiciones generales de la producción.

Si bien, teóricamente el papel de los servicios en la economía capitalista no se encuentra del todo dilucidado, una multiplicidad de autores destacan la importancia creciente del sector servicios desde la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad.

El capitalismo se caracteriza por la producción generalizada de mercancías, hecho que requiere de la evolución permanente de las fuerzas productivas aunado a un cambio creciente de la composición orgánica del capital. El mismo proceso de desarrollo del sector

servicios puede ser explicado a partir del alcance de un grado de productividad tal, que requiere, por un lado, de una multiplicidad de servicios indispensables para la circulación y realización del valor de las mercancías y productos en escala global y, simultáneamente, del cambio en la composición orgánica, lo que conduce a que los sectores primario y secundario de la economía, a diferencia del terciario, reduzcan la tasa de ganancia y el valor de su producción al emplear cada vez en menor escala y proporción capital variable.

Este planteamiento requiere sin embargo de un análisis empírico que muestre el cambio en la composición orgánica del capital de los diferentes sectores económicos, secularmente y a partir de la segunda mitad de siglo XX. Una investigación de este tipo podría ayudar a comprender el posible patrón futuro del sector servicios.

El hecho es que el sector servicios es en la actualidad la mayor fuente de empleos y, su participación en el PIB alcanza cifras mayores al 70% en países como EUA. Stanback (1992: ix) menciona cuatro posibles causas de esta “revolución económica: cambios en la demanda; incremento en la demanda deservicios de salud y educación; cambios en la organización del proceso productivo y por los continuos avances en la telemática.

Uno de los análisis más notables que conviene rescatar, es el realizado por Hill (1979, revisado en 1999) sobre la definición de los servicios. Este autor menciona que “el hábito de describir los servicios como un producto intangible es un invento de la economía” (Hill, 1999: 427).

Hill establece una serie de características a partir de las cuales se han realizado definiciones más precisas:

“[Un servicio] es algún cambio en la condición de una unidad económica producida por la actividad de otra unidad... No son entidades y por ésta razón no pueden ser almacenadas [...] En contraste con las mercancías, los servicios no pueden ser intercambiados independientemente de su producción y consumo [...] los servicios pueden ser y son exportados...” (Hill, 1999: 442)⁹

Marx define en *El Capital* que: “Un servicio no es otra cosa que el efecto útil de un *valor de uso*, ya sea mercancía, ya trabajo. Pero lo que cuenta aquí es el *valor de cambio*.”

⁹ Traducción propia.

(Marx, 2007: 233). Esta definición resalta la importancia del valor de cambio contenida en los servicios, aunque es por demás ambigua en su concepción.

En la economía política y la economía neoclásica se han realizado numerosos intentos por llegar a una definición aceptada de los servicios. Garza (2008b) realiza un análisis exhaustivo de la multiplicidad de posturas de los economistas para poder establecer una definición de los servicios. Posteriormente plantea una definición positiva y de carácter general de los servicios como “todas las actividades de trabajo social”, lo cual permite la incorporación de las nuevas tecnologías de la información o de innovaciones constantes en su producción. De las características planteadas para los servicios rescatamos: la destreza y el conocimiento como una característica esencial, la “apropiación socialmente determinada” y la duración de la relación comprador vendedor durante todo el tiempo de vigencia y/o usufructo del servicio (Garza, 2008a: 81).

Definición: metamorfosis de las condiciones generales de la producción

Se ha analizado y conceptualizado a las CGP como “todas aquellas condiciones físicas... necesarias para que el proceso de producción, circulación e intercambio de mercancías y *servicios* se efectúe”. La circulación es entendida en la definición, en el sentido marxista del término, como “un proceso cualitativo de valor” y como un momento del proceso productivo (Marx, 1978a: 12). Las condiciones generales del proceso productivo son por lo tanto, también condiciones de la producción de servicios generales, públicos y privados.

El proceso de transformación o metamorfosis entre las CGP y los servicios de carácter general y socializado está dado: primero, de forma obvia, por la demanda de los mismos; segundo, porque se observa que la evolución y desarrollo de las fuerzas productivas y la creciente organización global de los procesos productivos conduce a que la mayoría de las empresas requieran de un conjunto de servicios como “la telemática... la eficiencia en la gestión pública... servicios médicos, educativos, de reparación, entre otros” (Garza, 2008a: 312); dentro de estos resulta indispensable agregar la prestación del servicio de agua, que además de ser indispensable para la reproducción de la vida misma, ante la

escasez de este líquido en la Ciudad de México, los montos de inversión requeridos para su provisión tienden a ser crecientes en el tiempo.

En este apartado es importante observar, es que este proceso de metamorfosis en los requerimientos del capital, no implica que las CGP se transformen en servicios, pues son dos categorías económicas diferentes.

El proceso de desarrollo y reproducción ampliada del modo de producción capitalista, muestra una tendencia creciente a requerir de un mayor número de servicios, los cuales adquieren secularmente un carácter general y colectivo. La demanda de estos servicios indispensables para el proceso de producción, sólo es posible cuando las CGP y las fuerzas productivas del trabajo están lo suficientemente desarrolladas.

La definición establecida por Garza (2006, 2008a) de los servicios generales de la producción (SGP) explica el proceso que hemos planteado y denota el carácter colectivo y público de los mismos:

Los SGP son “todos los servicios requeridos para que el proceso de trabajo se efectúe, pero que no forman parte de los servicios internos de la empresa, ni de los que proporcionan en forma mercantil otras empresas” (Garza, 2006: 276).

Características: el uso socializado de los SGP.

Los SGP presentan como principales características: *i)* ser de carácter público y *ii)* un uso socializado. Debido a estas características, los SGP sólo pueden ser proporcionados por el Estado y las empresas y entes de carácter público creados con éste objetivo.

Garza establece que en el caso de algunos de los servicios en telecomunicaciones o software, que son prestados en forma mercantil por empresas privadas se pueden constituir como generales al ser necesarios para todo el proceso productivo. De forma hipotética se plantea la tendencia secular a que se constituyan como servicios públicos (Garza, 2008a: 312); un ejemplo claro es el servicio de Internet, el cuál tiende a ser prestado de forma colectiva en el presente, esencialmente en lugares públicos.

El servicio de energía eléctrica presenta en México un carácter contradictorio que podría ocasionar distorsiones en el proceso productivo socialmente determinado. Las reformas económicas de corte neoliberal aplicadas a este sector desde 1993 han ocasionado

que el Estado dependa cada vez más de los excedentes de energía generada por particulares en forma privada. En la medida en que esta tendencia privatizadora continúe, se verán afectados no sólo el resto de procesos productivos, sino la reproducción social en su conjunto.

En el caso del agua potable, la prestación del servicio, una vez que existe una colosal infraestructura que permite su adecuada provisión, se ha constituido en un nicho de mercado que permite la valorización del capital. Aunque la provisión de este servicio es una facultad otorgada a los municipios por el artículo 115 de nuestra Constitución Política, existe en la actualidad un fenómeno que podría ser descrito como la mercantilización del agua (Aboites, 2009). Si bien éste no es un fenómeno reciente, si ha adquirido importancia en las últimas décadas, por lo que las importantes contradicciones que se observan, deberán ser analizadas a mayor detalle en la presente tesis.

Tipología: los SGP a principios del siglo XXI.

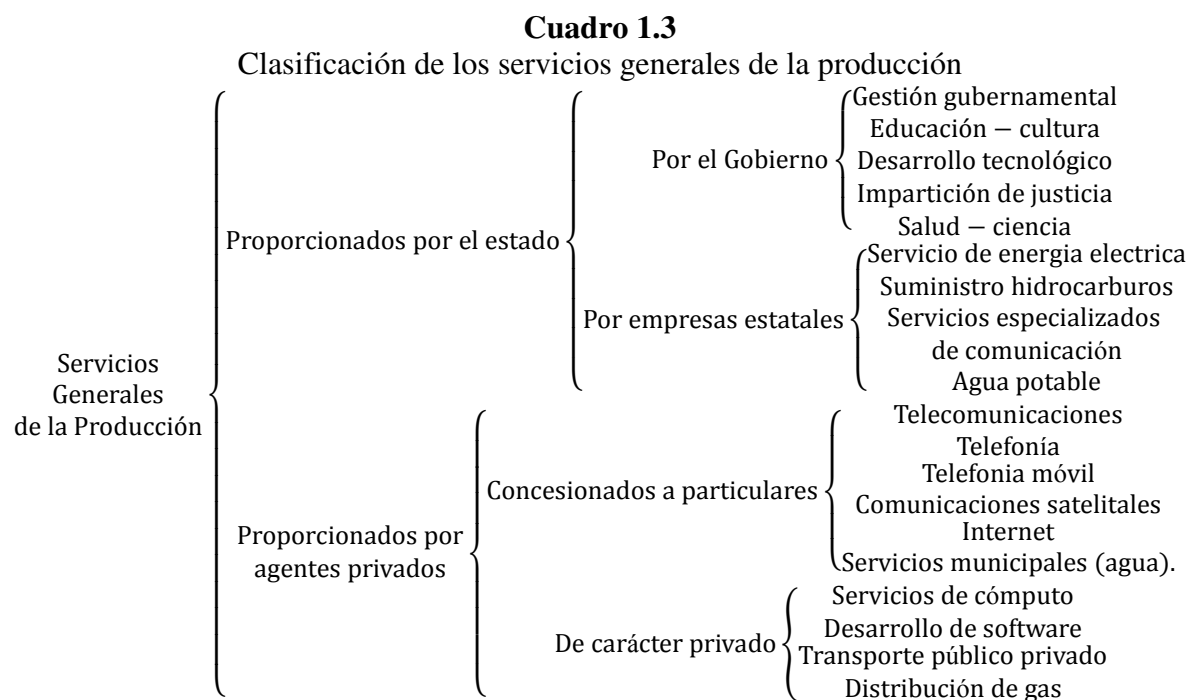
Uno de los enfoques desarrollados a principio de la década de los setentas en el siglo pasado para explicar la preeminencia del sector servicios, fue planteado por Daniel Bell. En su libro: “The Coming of Post-industrial Society. A Venture in Social Forecasting”, el autor recuerda implícitamente la importancia de considerar las relaciones sociales en la evolución económico-social y en la preeminencia industrial hacia los servicios (Delaunay y Gadrey, 1992: 86-88).

Consideramos por lo tanto que los SGP pueden ser clasificados de forma concluyente, en un primer momento, de acuerdo a las relaciones sociales que éstos presentan. Ya que estos, a diferencia de las CGP, no son una infraestructura edificada. En el cuadro 1.2 se propone una primera aproximación a una tipología de los servicios, la cual al igual que la tipología de las CGP, no es excluyente y no omite la incorporación de más servicios.

La clasificación no pretende ser de carácter universal, pues no excluye el que diversos servicios puedan participar en más de una categoría, por ejemplo el caso de los servicios de transporte de pasajeros. En el caso de los servicios proporcionados por los

municipios estos adquieren diversas modalidades dependiendo del sesgo político del respectivo gobierno en turno.

En la clasificación siguiente se enuncian únicamente los servicios educativos, de salud y en telemática, ya que la profundización en el estudio de la prestación del servicio de agua potable, que reviste la modalidad de ser prestada por empresas y organismos tanto públicos como privados en la nación, es motivo de la presente tesis y de los capítulos siguientes.



Fuente: Elaboración propia.

Educativos: La ciencia y los avances tecnológicos son una condición necesaria en el proceso de producción capitalista. De hecho el “estadio de desarrollo de la ciencia y sus aplicaciones tecnológicas”, como hemos dicho, son consideradas por Marx como una fuerza productiva en sí mismas. Resulta por lo tanto ineludible que el capital requiera de la formación y reproducción de un sector de la fuerza de trabajo que se encuentre altamente capacitado y especializado.

Dicho sector requiere por lo tanto de recibir servicios educativos que le otorguen la formación necesaria para la organización y control del proceso productivo en su conjunto,

así como para incorporarse a la generación de todas aquellas aplicaciones tecnológicas que permitan incrementar la productividad del capital.

Históricamente los estados liberales han evolucionado en diverso grado, incorporando dentro de sus funciones básicas el proporcionar servicios educativos que además de permitir la reproducción de la fuerza de trabajo, formen y capaciten a un sector de la población que permita la evolución y el desarrollo de las fuerzas productivas en su conjunto. Es por esta razón que, bajo diferentes modalidades, la educación se ha constituido como un SGP, incorporándose no sólo al proceso productivo, sino al desarrollo sistémico de las fuerzas productivas.

Salud: Se sabe que la prestación de servicios de salud permite la reproducción de la fuerza de trabajo en su conjunto. Sin embargo la tendencia hacia una cobertura universal de estos servicios permite que al constituirse en un SGP, su alcance se extienda al ejército industrial de reserva, además de atender también a la clase capitalista.

Se considera tradicionalmente que los servicios de salud que proporciona el Estado sólo atienden a la clase trabajadora, sin embargo existen diversas modalidades dentro del mismo que permiten atender a la población que carece de cobertura médica y también a la clase capitalista que necesita de su reproducción para el proceso productivo.

Existen servicios de salud que constituyen verdaderos servicios generales de la producción, al incorporar sus procesos de investigación y experimentación directamente a la industria farmacéutica. Tal es el caso de los hospitales universitarios, los centros médicos nacionales y los altamente especializados institutos médicos y de investigación.

En el caso mexicano los servicios de salud generales de la producción proporcionados por el Estado están a cargo de las siguientes instituciones: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) que es el de mayor cobertura, el Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), los servicios médicos de Petróleos Mexicanos (PEMEX), de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y de la Secretaría de Marina, todos estos en conjunto cubren entre el 50 y 55% de la población (Fuente: web SSA, México).

Existen además servicios de salud proporcionados por entidades estatales y una modalidad implementada entre 2000 y 2006 denominada “Seguro Popular”, por la cual la

población sin cobertura de seguridad social, realiza un pago en función de sus características socioeconómicas en contraprestación por el acceso a los servicios de salud que brinda el Estado.

Telemática. La palabra telemática es un término francés acuñado en 1978 y que es explicado por Graham (1996: 2) como: “los servicios e infraestructura que relacionan las computadoras y los medios de comunicación digitales y su enlace con las telecomunicaciones”.

La revolución de las fuerzas productivas y del capitalismo en sí, han conducido a las telecomunicaciones en general e Internet en particular a desempeñar un papel esencial en la organización del proceso productivo, en el proceso de servicialización y por lo tanto en la organización del espacio urbano.

La telemática, con el uso de toda la infraestructura requerida para las telecomunicaciones y que hemos considerado como una condición general de la producción, permite la prestación de un conjunto de servicios tanto generales como altamente especializados para el proceso productivo, que parecen llevar al límite la necesidad planteada por Marx (1978b) de abolir el espacio y el tiempo en el proceso de circulación.

Este breve apartado no pretende hacer un recuento histórico de la evolución de las telecomunicaciones, sino más bien plantear que existen tres procesos que vinculan el uso de Internet y la importancia de la telemática como SGP a escala global: La necesidad creciente de recursos tecnológicos por el capital, el proceso de servicialización de la economía y el papel de las telecomunicaciones en la formación de las llamadas “redes mundiales”.

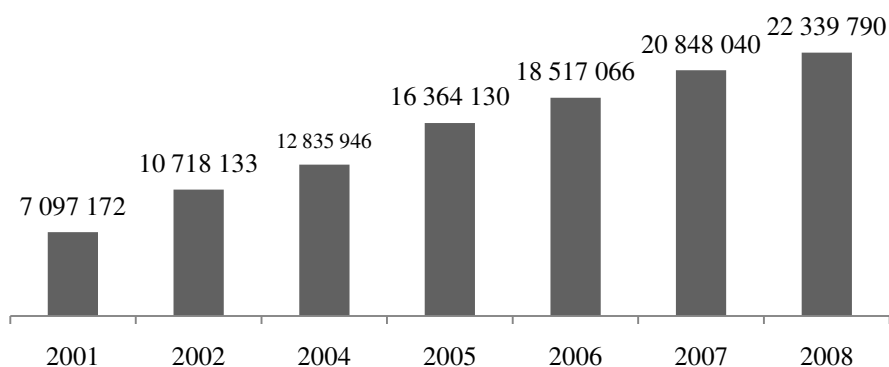
El proceso económico de globalización y la expansión del capital financiero conducen a una creciente concentración de recursos en un proceso ampliado de acumulación de capital. La fusión de empresas, acentuadas en los periodos de crisis económicas, conduce a la creación de “megafirmas” que requieren de un control global y de una organización y dirección del proceso productivo, de información y de control de los mercados globales en tiempo real.

Este proceso de acumulación inherente a capital, obliga a que los servicios generales requeridos por estas empresas, se consoliden globalmente. Servicios financieros, bancarios,

contables, legales o de seguros (Sassen, 2005: 197), son servicios generales de la producción, que paradójicamente requieren de un servicio común a todos para su funcionamiento: el Internet.

Internet, como producto de la telemática y considerado como factor esencial de las nuevas tecnologías de la información y comunicaciones (NTIC), muestra una tendencia creciente a una cobertura universal, como servicio de consumo privado y como servicio general de la producción. De acuerdo a cifras oficiales la tasa de crecimiento en el número de usuarios de Internet en los últimos siete años es de 17.8% (INEGI, 2008: 2).

Gráfica 1.3.
México: usuarios de Internet, 2001-2008.



Fuente: INEGI (2008). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares, 2001-2008.

Sin embargo, considerado sólo solo por los datos del número de usuarios, no podría suponerse que Internet constituyera un SGP. Este solo puede denominarse como tal si su uso, de carácter socializado y general, resultara indispensable para el proceso productivo y para la prestación de otros servicios.

INEGI apunta que para el año 2008 Internet fue utilizado en un 43%, de forma específica para consultas de corte académico, lo cual representa aproximadamente %, superando al correo electrónico y la búsqueda de información en general.

En México la mayoría de los usuarios no utiliza Internet con fines de intercambio comercial, a diferencia de economías más desarrolladas, del 7.8% que sí lo hace, 43% realiza compras y pagos por Internet. Esta tendencia tenderá a incrementarse en el futuro, debido a la reorganización del aparato productivo y por el hecho de que la creciente servicialización, hace uso de Internet para prestar una multiplicidad de servicios particulares.

En el futuro por lo tanto, Internet y la telemática tenderán a constituirse en escala global dentro del modo de producción capitalista, como servicios generales de la producción, con la salvedad de que estos, al constituirse como fuerzas productivas sociales, deben revolucionarse permanentemente, por lo cual no es posible en este documento prever la forma que adopten las modernas telecomunicaciones en el futuro.

Lo que sí es previsible, es la tendencia a la creciente cobertura y acceso a este servicio por parte de empresas, fuerza de trabajo y en sí, por todo el proceso productivo. Hace 30 años la palabra Internet no era conocida en el idioma castellano. Hace veinte años no existían prestadores de éste servicio en México y hoy podemos hablar de Internet como un servicio general de la producción.

2. CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 1970-2010.

La Ciudad de México, principal centro económico y poblacional de la nación, ha requerido de la construcción de extraordinarias obras de infraestructura hidráulica y sanitaria a lo largo de toda su historia, estas han permitido la expansión de su tejido urbano y una acelerada dinámica económica y demográfica, además de complejizarse al adquirir la ciudad un carácter “metropolitano” en la última mitad del siglo XX (Garza, 2000a: 239).

El crecimiento de la ciudad ha estado acompañado de cuantiosas inversiones en una compleja red infraestructural que permite el abastecimiento de agua potable y el desalojo de aguas servidas. Este hecho, sin duda, permite que la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) produzca casi un tercio de la riqueza del país¹⁰ y que en ella habite aproximadamente una quinta parte de la población total nacional.¹¹

La evolución histórica de la infraestructura hidráulica de la Ciudad de México, más allá de constituir una CGP y de servir como un medio de consumo colectivo, ha absorbido durante su edificación una cantidad importante de los recursos públicos erogados por los diferentes órdenes de gobierno. Lo anterior ha estado dictado no solo con la intención de asegurar la existencia de la capital del Virreinato o de la República, o de ser el principal centro industrial o de servicios de la nación, según sea el momento histórico, sino por las peculiares condiciones geográficas de la cuenca en donde se asienta la ZMCM.

Por lo tanto, para poder realizar un análisis del valor de la infraestructura hidráulica y conocer la forma en que esta se ha constituido en una CGP que permite a su vez la

¹⁰ De acuerdo con Sobrino (2006: 362) el valor bruto de la producción de la industria manufacturera y los ingresos de actividades comerciales y servicios privados en 2003 ascendían al 32.2 por ciento del total nacional.

¹¹ Con base en los resultados preliminares del Censo 2010, se ha estimado en 19 530 764 el número de habitantes de la ZMCM, para la delimitación establecida por Garza (2000b).

prestación de determinados servicios generales, es necesario analizar en primer término, las características del área de estudio, la expansión de la ZMCM y el desarrollo cronológico y la edificación de los elementos que constituyen la infraestructura hidráulica y de saneamiento que sirven a la Ciudad de México en el presente.

EVOLUCIÓN DE LA HIDRAULIZACIÓN EN LA METRÓPOLI

El desarrollo urbano de la Ciudad de México ha estado acompañado a lo largo de toda su historia, desde su fundación como México-Tenochtitlán en 1325, de un proceso que algunos autores han denominado como *hidraulización*¹², entendido este fenómeno como la “organización del agua en el espacio urbano a partir de obras hidráulicas de mediana y gran magnitud (canales, presas)” (Cirelli citada en Sheridan Prieto, 2010).

Para hacer un recuento de la evolución de esta compleja infraestructura que hoy abastece la ZMCM y que hidraulizó su medio geográfico, es necesario entender en primer término la complejidad del sitio en que la ciudad se asienta, puesto que de no ser así, no podrían ser explicadas las cuantiosas inversiones públicas destinadas para la creación de la infraestructura hidráulica, así como que este hecho represente un problema ambiental, social y de política pública en la actualidad.

La ZMCM¹³ se asienta en la parte sur de la Cuenca de México, la cual a su vez tiene una extensión de 10, 000 km² y se ubica en la parte central de la cadena montañosa denominada Eje Neovolcánico Transversal (ver mapa 2.1). La Cuenca de México en realidad está conformada por once zonas hidrológicas. La amplia planicie de esta cuenca endorreica tiene altitudes que van de los 2 240 a los 2 390 msnm y se encuentra delimitada de la siguiente forma: al norte por las sierras de Tepotzotlán, Tezontlalpan y Pachuca; al oriente por el cerro Tepozán, la sierra de Rio Frio y la Sierra Nevada; mientras que al sur y

¹² El término *hidraulización* fue acuñado originalmente por Michelle Marié (2004) para explicar la transformación ecológica de territorios europeos mediante las grandes obras de ingeniería hidráulica del siglo XX, como grandes canales, presas o la transferencia de agua de una cuenca a otra.

¹³ Se define una zona metropolitana como aquel territorio comprendido por un área urbana, en México mayor a 100,000 habitantes, junto con los municipios que envuelven o tienen límites políticos con dicha área y que “presentan ciertas características de tipo urbano, determinadas estadísticamente” (Garza, 2000a: 238 y véase Unikel, Ruíz y Garza, 1976: 125).

sur poniente se encuentra delimitada por la sierra del Chichinautzin, la sierra de las Cruces y la sierra de Zempoala.

Mapa 2. 1. Localización de la Cuenca de México



Fuente: Elaboración propia. Coberturas obtenidas de la Comisión Nacional Forestal, México, 2010

En la Cuenca de México se ubicaban 5 grandes lagos: Texcoco, Zumpango, Xaltocán, Chalco y Xochimilco, los cuales durante el periodo de lluvias llegaban a formar un solo cuerpo de agua, pues no contaban con una salida natural de esta cuenca endorreica. El lugar elegido para la fundación de México–Tenochtitlán fue un islote en una zona pantanosa a mitad del lago de Texcoco. La elección de este peculiar sitio por motivos históricos y estratégicos, forzó la creación de importantes obras de infraestructura hidráulica para edificar la ciudad misma, permitir un adecuado abastecimiento de agua potable, evitar las inundaciones durante el crecimiento del nivel de los lagos en época de lluvias y para la creación de superficies de suelo artificial para sembrar y cosechar los alimentos que la población requería (Joint Academies Committee on the Mexico City Water Supply et al., 1995)

Se podría afirmar entonces que las primeras obras de infraestructura hidráulica y de saneamiento con que contó la Ciudad de México, que hidraulizaron su territorio y que durante la existencia de la ciudad prehispánica fueron sus primeras CGP, son: el acueducto

que surtía agua potable proveniente de Chapultepec; las chinampas, en donde habitaba la población y se producían permanentemente los alimentos que la ciudad requería; diferentes caminos o calzadas, las cuales servían como diques de control del nivel de los lagos y como condiciones generales de la circulación; el albarradón de Netzahualcóyotl que fungía como muro de represamiento, “de 12 km de largo y 7 m de ancho; con éste se evitaban las inundaciones y al mismo tiempo se impedía que las aguas saladas del lago de Texcoco se mezclaran con las dulces de Xochimilco y Chalco”, los embarcaderos e incluso una laguna de regulación en Culhuacán para controlar los niveles diferenciales de los lagos en la zona oriente de la otrora Tenochtitlán (Instituto de Ingeniería, UNAM et al., 1994: 29-31).

Palerm (1973: 19-20), haciendo notar la complejidad del aparato hidráulico prehispánico en la Cuenca de México, tanto en su dimensión como por los sistemas tecno-constructivos empleados, indica que el sistema lacustre en que se asentaba la ciudad de México-Tenochtitlán estaba “cruzado por una verdadera red de canales y acequias profundas [...] contruidos artificialmente”, que constituían un complejo sistema de control de avenidas y de abastecimiento de agua. De la infraestructura construida en este periodo, Palerm propone clasificarla en cuatro diferentes tipos: I) sistemas menores de irrigación en las laderas de la cuenca; II) sistemas mayores de irrigación a través de los ríos de la cuenca, “mediante presas, grandes canales de desviación y [...] acequias”; y por último, siendo quizá los más importantes en el proceso temprano de hidraulización de la cuenca, los tipos III) y IV) los sistemas de la zona lacustre: chinampas, “calzadas-dique y albarradones, [...] drenaje, [...] suelos artificiales para la agricultura y poblamiento” y los vitales sistemas de provisión de “agua dulce” a través de “canales, acequias y acueductos”.

De los elementos de este complejo sistema, que a juicio de Palerm (1973: 22) “eran manejados como una unidad”, las obras para el abastecimiento de agua potable a la ciudad, pese a que ésta se asentaba sobre un lago, eran consideradas como un verdadero problema desde tiempos prehispánicos, hecho que persiste como tal en la actualidad para la hoy ZMCM. Las primeras fuentes de abastecimiento de agua potable en la ciudad prehispánica fueron los manantiales en Chapultepec, Coyoacán y Churubusco, cuya agua potable era llevada a la ciudad por los acueductos de Chimalpopoca (que funcionó de 1418 a 1449), el acueducto de Chapultepec (que funcionó de 1465 hasta años después de la conquista) y el

acueducto de Ahuízotl (funcionando de 1508 hasta la conquista) (Instituto de Ingeniería, UNAM et al., 1994: 37-38).

A partir de la conquista del Imperio Mexica por el Reino de España en 1521, se inicia la edificación de la Ciudad de México. Las primeras modificaciones a la infraestructura hidráulica devinieron en el paulatino cegado de canales y acequias, y en la modificación de la traza existente, obra de Alonso García Bravo, bajo órdenes del conquistador Hernán Cortés. La falta de mantenimiento de las CGP destinadas al abastecimiento de agua y control de inundaciones de origen prehispánico, ocasionaron que por primera vez fuera registrada históricamente la escasez del vital líquido en el año de 1524, lo que obligó al cabildo de la Ciudad de México a girar instrucciones y a erogar recursos públicos para reparar el acueducto de Chapultepec y construir nuevas cajas repartidoras (Espinosa, 2003: 33-35).

Es así que desde aquel momento, el abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México le ha representado a la población y gobierno de la misma, importantes costos, los cuales persisten en la actualidad. El Ayuntamiento de la Ciudad de México era la institución política encargada de las obras de provisión de agua potable y de su mantenimiento. Para el siglo XVII debía erogar importantes recursos para el mantenimiento de “los dos acueductos que traían líquido a la ciudad y conservar en buen estado las 28 fuentes públicas y las 505 tomas privadas” (Rubial, 1990: 17).

Un ejemplo notable de la compleja edificación de las condiciones materiales de carácter general al proceso productivo de la Ciudad de México es el de la construcción del acueducto de la Tlaxpana, para la provisión de agua potable desde los manantiales de Santa Fe. Esta obra iniciada en 1571 y terminada entre 1612 y 1621, siendo Virrey el Marqués de Guadalcazar, benefició a 30,000 habitantes con un caudal de diez mil litros por minuto distribuidos desde una “caja real” de repartición hacia 3 ramales al interior de la ciudad. De acuerdo con uno de los tratados de la época, este acueducto se formaba con más de novecientos arcos de 6.7 metros de claro y 5 metros de altura cada uno, alcanzando una longitud total de aproximadamente 8 kilómetros¹⁴ (Instituto de Ingeniería, UNAM et al., 1994: 85; Vetancurt, 1990: 44).

¹⁴ Vetancurt (1990: 44) narra que el acueducto nació en el “Pueblo de Santa Fee dos leguas de Mexico” y los arcos tenían una medida “cada qual es de ocho varas, seis de alto”. De acuerdo con Carrera Stampa (1949:

El costo total de la obra había ascendido para 1697, de acuerdo con Vetancurt (1990), a “ciento y cincuenta mil pesos” (150 000 “pesos fuertes” de 1697). En tan sólo un año de construcción el cabildo erogó 35 000 pesos. Al ser insuficiente el monto presupuestado para concluir la obra, fueron necesarios recursos extraordinarios adicionales: 8 000 pesos préstamo personal del Virrey, más un préstamo adicional de 125 000 pesos realizado por “Balthazar Rodríguez de los Rios”, a un cinco por ciento de interés anual. De este préstamo se pagaron, por el gobierno de la Ciudad de México, 6 500 pesos anuales a la descendencia de Baltasar Rodríguez, siendo cubierto el empréstito en su totalidad hasta entrado el siglo XIX, es decir, unos 300 años después de que fuera edificado el acueducto (Instituto de Ingeniería, UNAM et al., 1994: 85; Vetancurt, 1990: 45).

Con el objetivo de tener una aproximación de la extraordinaria magnitud de los recursos erogados en infraestructura hidráulica durante el virreinato, tan solo de esta obra se destaca lo siguiente: Garza (1985: 64) estima que los egresos de la Caja Real de la Ciudad de México entre 1576 y 1599 fueron de 16 838 828 reales¹⁵, es decir de 2 104 853.5 pesos. De estos, se enviaron a España y las Filipinas 8 563 640 reales, que equivalen a 1 070 455 pesos. Por lo tanto, podría considerarse que el ingreso promedio anual en este periodo de 24 años de la Caja Real, y que permanecía en la Ciudad de México, era de aproximadamente 43 100 pesos. Si se toma en cuenta que en el primer año de construcción del acueducto de la Tlaxpana, el Cabildo erogó 35 000 pesos, esto equivaldría al 83% de los recursos disponibles de la Caja Real, superando incluso el monto anual enviado por esa institución hacia España.

Aún más sorprendente resultan las siguientes estimaciones: Considerando que el Ayuntamiento de la Ciudad de México a partir de 1572 pagó 6 500 pesos anuales a Baltasar Rodríguez y a sus herederos para cubrir el préstamo realizado para concluir el acueducto de la Tlaxpana, para 1746 el costo total de la obra ascendía, debido a los intereses, a 1 172 500 pesos. Esta cifra equivale al 34.6% de los ingresos totales del Virreinato en aquel entonces, pues de acuerdo con las cifras de Romero y Jauregui (1986: 131) los ingresos que recaudaba la Nueva España eran del orden de 3 381 800 pesos.

10), la vara como unidad de medida usada en la Nueva España, y que derivaba de la “vara de Burgos”, equivalía a 0.898 metros, mientras que la legua media 5 000 varas o 4 190 metros.

¹⁵ Durante gran parte del periodo virreinal, el Peso o “peso fuerte” tuvo una equivalencia en la Nueva España a 8 reales, mientras que en la metrópoli era equivalente a veinte reales de vellón (San Vicente, 1990: 147).

Sin embargo, pese al esfuerzo y a las costosas inversiones destinadas a proveer de agua potable a la Ciudad de México, el verdadero problema y peligro potencial que amenazó la continuidad y existencia de la ciudad misma, fue la falta de mantenimiento en las obras de drenaje y para el control de inundaciones que habían sido realizadas en el periodo prehispánico, como los albarradones y diques, o la escasa edificación de obras nuevas acordes a la modificación ecológica de la ciudad realizada por los españoles. Estos hechos ocasionaron frecuentes y diversas inundaciones en el periodo virreinal, la primera registrada en 1553¹⁶. Las constantes inundaciones durante los subsecuentes periodos de lluvias, forzaron al gobierno de la ciudad y del virreinato a realizar una importante erogación de recursos públicos para edificar un nuevo albarradón conocido con el nombre de “San Lázaro”, del cual Palerm (1973) afirma que se trata una reconstrucción del viejo albarradón de Ahuizótl, y que en realidad solo resolvió temporalmente este problema.

La ciudad virreinal siguió padeciendo grandes inundaciones en los años de 1580 y 1604 pese a la reconstrucción del albarradón, dando pie a diversos proyectos que buscaron resolver el problema, así como al inicio de las primeras obras para desaguar de forma directa los ríos y lagos fuera de la cuenca, a través del llamado socavón de Huehuetoca y del tajo de Nochistongo. En medio del auge que a lo largo del siglo XVII habían tenido en la capital del virreinato las obras civiles, tanto públicas como privadas, la gran obra del desagüe de la Cuenca de México destacó por su costo de entre todas las demás. La dirección y el financiamiento del desagüe estuvieron a cargo del Tribunal del Consulado, a diferencia del resto de las obras públicas, fuesen de abastecimiento de agua o saneamiento, y que estaban a cargo del Ayuntamiento (Rubial, 1990: 16).

A raíz de la inundación de 1629, durante la cual se llega a replantear incluso la ubicación de la Ciudad de México, se obtiene una primera aproximación del valor de las obras de infraestructura hidráulica y de todas las edificaciones existentes que conformaban la ciudad. Ante la propuesta del Rey Felipe IV en 1631 de mudar el asentamiento de la ciudad, el Cabildo rechazó tajantemente la proposición, pues consideraba que hasta ese momento se habían invertido en la edificación de la ciudad cincuenta millones de pesos de la época.

¹⁶ Algunas fuentes revisadas refieren que la primera inundación de la ciudad virreinal fue en 1555. Aquí se toma como fuente la Relación sucinta de Ordoñez de 1779, citada en Palerm (1973: 223).

Respecto a esta cifra convendría aclarar que tanto Vetancurt (1990: 48) cómo San Vicente, narran que el avalúo realizado por el Cabildo en el año de 1607 estimaba el valor de la ciudad en veinte millones, y que tan sólo treinta años después se habían invertido otros treinta. San Vicente (1990: 147) afirma que en la construcción de la Ciudad de México, desde el avalúo realizado por el Cabildo en 1637 y hasta 1768, se había invertido en promedio medio millón anual en la construcción de edificios, afirmando que el valor de la ciudad era de “ciento quince millones y quinientos mil pesos”. El valor estimado de la ciudad en 1768 equivalía entonces, a más de 220 veces lo recaudado anualmente por la Real Hacienda en la Nueva España durante la misma década.¹⁷

La ciudad, más allá de las cuantiosas inversiones requeridas para su construcción, perduró gracias al inicio de las obras del desagüe. Para la construcción del mismo se contemplaba una inversión aproximada de cuatro millones de pesos¹⁸, que se reflejarían en el socavón de Huehuetoca y el posterior tajo de Nochistongo, obras que se pensaban solucionarían de forma entonces definitiva el problema de las inundaciones, del drenaje de los lagos y el saneamiento de la ciudad (Espinosa, 2003; Instituto de Ingeniería, UNAM et al., 1994).

Aunque la obra demoró y costó mucho más de lo planeado, el canal de Huehuetóca y el tajo de Nochistongo fueron terminados durante el Virreinato tras 178 años de obras en el año de 1786, contando la Ciudad de México para entonces con una superficie aproximada de 210 hectáreas (Espinosa, 2003: 87-89).

Situados ya en el México independiente, el Distrito Federal, como entidad política que albergaría a la Ciudad de México, fue creado por primera vez el 18 de noviembre de 1824, y su superficie establecida en el año de 1826 era de 390 km², mientras que el área urbana ocupaba aproximadamente 378 hectáreas (Sayeg, 1975, citado en Espinosa, 2003: 99). Esta nueva delimitación política, que se fue modificando a lo largo del siglo XIX y del XX, estuvo marcada por la evolución de la ciudad, la cual fue sólo posible mediante la hidraulización de su medio geográfico.

¹⁷ Del Valle (2009: 106) describe que en el año de 1754 la hacienda virreinal recaudó 716 408 pesos, aunque este monto se reduce a 523 000 pesos anuales en la década entre 1760 y 1770.

¹⁸ Garza (1985), citando a Humboldt, refiere que el costo de las obras del desagüe fueron de 800 000 pesos.

En el siguiente cuadro se presentan cronológicamente las principales obras hidráulicas que permitieron el funcionamiento de la Ciudad de México durante el siglo XIX e incluso del XX y que se constituyeron como CGP. Destacan por su magnitud e importancia el Gran Canal del desagüe, que junto con el túnel de Tequixquiac, siguen a la fecha en operación y, las obras de abastecimiento de agua desde Xochimilco.

Cuadro 2. 1
Principales obras de infraestructura hidráulica en el siglo XIX

<i>Año</i>	<i>Obra Realizada</i>	<i>Objetivo</i>
1825	Desviación del Río Tacubaya al Xola, creando el Río de la Piedad.	Evitar inundaciones.
1830	Abastecimiento de agua potable a la Ciudad mediante los acueductos de Santa Fe, Chapultepec, Xancopinca, Deserto de los Leones y de Guadalupe; distribución de agua potable mediante 9 km de cañerías o redes principales, 43 km de redes secundarias; 42 fuentes y 384 mercedes o tomas gratuitas.	Abastecimiento de agua potable.
1857	El abastecimiento de agua potable a la ciudad era de 1,237 m ³ y se realizaba mediante los acueductos de la Tlaxpana y el Salto del Agua. Se contabilizan además 144 pozos artesianos para extraer agua del subsuelo, de los cuales 24 eran para riego y 120 servían como medio de consumo colectivo	Abastecimiento de agua potable.
1889	Sustitución de los acueductos de agua potable por tuberías de fierro fundido, La ciudad recibía 750 l/s de 3 fuentes distintas y se explotaban 1 070 pozos artesianos. Se incrementa la red principal de abastecimiento a 15 km de longitud.	Modernización del sistema existente de suministro de agua potable.
1867 a 1900	Se construye el sistema de drenaje de la ciudad y el Gran Canal del desagüe, conformado por atarjeas y tres colectores generales que desembocaban en el Gran Canal, el primer túnel de Tequixquiac (segunda salida artificial de las aguas de la cuenca), puentes canal, puentes de cruce de caminos y ferrocarril, compuertas de regulación y el tajo de desemboque. Extensión del Gran Canal: 47 kilómetros.	Saneamiento de la cuenca y de la Ciudad de México.
1903- 1912	Se realizan las obras para extraer agua potable de los manantiales de Xochimilco, con una capacidad de 2,300 l/s. Se contabilizaban además once mil tomas domiciliarias, con una cobertura de agua potable de casi 100%	Suministro de agua potable.

Fuente: Elaboración propia con base en Espinosa (2003), Instituto de Ingeniería UNAM, et al (1994) y SARH (1988).

Al comenzar el siglo XX, como se ha descrito brevemente, la ciudad había edificado un importante conjunto de obras de infraestructura con el objetivo de resolver sus dos grandes problemas paradójicos e históricos: las inundaciones y el abastecimiento del agua potable. Este capital constante acumulado históricamente, si bien había permitido la hidraulización del territorio en el que se asentaba la Ciudad de México, al iniciar el siglo pasado y una vez concluida la Revolución Mexicana, no fue suficiente a la luz del crecimiento demográfico y territorial.

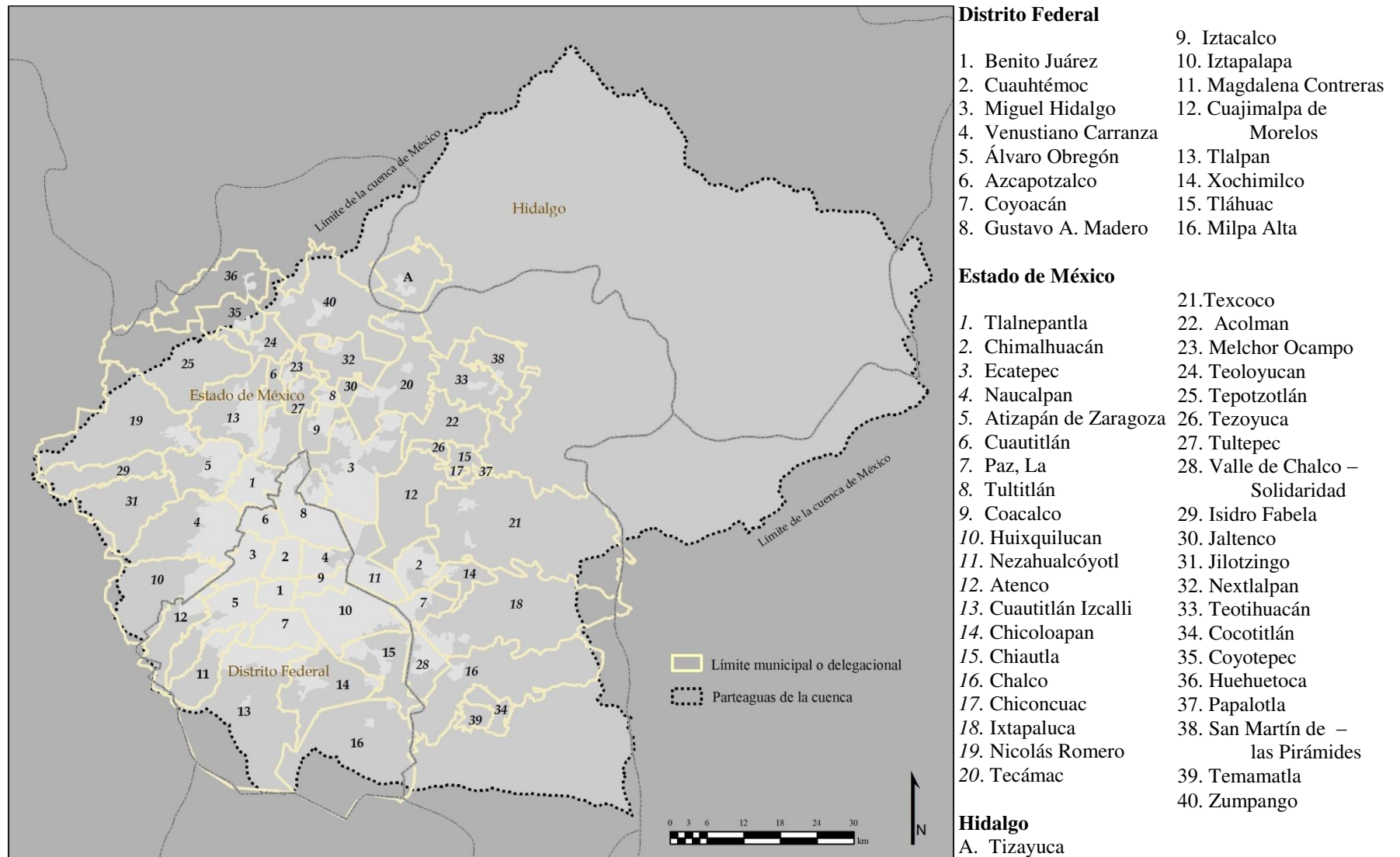
De acuerdo con los gobernantes en turno, las obras antes mencionadas pretendían resolver de forma “permanente” los problemas de abastecimiento de agua potable y de saneamiento, sin embargo y cómo se ha mencionado, el crecimiento de la Ciudad de México les otorgó a todas estas obras un carácter de solución temporal; a este respecto Garza (1985: 266) comenta: “... las soluciones ‘definitivas’ se desplomaban una tras otra. Esta es la historia de todos los servicios públicos y obras de infraestructura para la capital del país en lo que va del siglo XX”. Pudiéndose agregar: y también en lo que va del XXI.

CRECIMIENTO E INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.

Como se mencionó anteriormente, la búsqueda por dotar eficientemente de agua potable a la población de la Ciudad de México, se ha visto opacada constantemente por la expansión de la ciudad misma, tanto en términos demográficos como en su extensión territorial.

De forma previa a detallar que elementos edificados en el siglo XX han ido consolidando la infraestructura de agua potable y saneamiento de la Ciudad de México como una de sus principales CGP, es necesario hacer algunas precisiones. La unidad territorial de análisis que se utiliza a lo largo de esta tesis es la de Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) constituida en la actualidad por las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal, 40 municipios del Estado de México y el municipio de Tizayuca del Estado de Hidalgo (mapa 2.2 y cuadro 2.2).

Mapa 2. 2. Zona Metropolitana de la Ciudad de México: localización en la cuenca, extensión y área urbana.



Fuente: Elaboración propia.

Estas 57 diferentes entidades locales, que a su vez dependen de 3 órdenes de gobierno subnacionales organizados de forma distinta, “presentan grandes desigualdades en términos de integración al área urbana y en su dotación de infraestructura, equipamiento y servicios” (Garza, 2000a: 241). Lo cual obliga a revisar en esta tesis la evolución de la provisión de infraestructura hidráulica y sanitaria, a la par del crecimiento demográfico, económico y territorial de la ciudad.

El crecimiento de la Ciudad de México a lo largo del siglo XX, ha sido clasificado en diferentes etapas que muestran una dinámica demográfica diferenciada. Negrete (2000: 247) plantea que dicho crecimiento se dio en 3 periodos: el primero que va de 1900 a 1940, en donde hay un crecimiento irregular de la población capitalina; el segundo, considerado de 1940 a 1970, en donde se observa un acelerado crecimiento poblacional, acompañado de “ la expansión industrial y económica del país” y el inicio del proceso de metropolización de la ciudad; y una última etapa que se considerará de 1970 al presente, en donde se alcanza el grado máximo de concentración poblacional, en la ahora denominada ZMCM, con respecto al total nacional y se inicia un proceso de “estabilización de su dinámica demográfica”.

Durante este mismo periodo se observó una expansión del tejido urbano de la ciudad, la cual que pasó de 2 714 ha a 154 710, con una densidad poblacional relativamente estable, que disminuyó de 127 hab/ha en el año de 1900, a 116 hab/ha en el año 2000 (Garza, 2000a: 242; Negrete Salas, 2000: 248). La disminución en la densidad de población de la ZMCM, y el incremento absoluto del número de habitantes, al pasar estos de 344 721 en 1900 a 8 623 157 en 1970 y 19 530 764 en el año 2010, ha incrementado la problemática de contar con una distribución homogénea y adecuada de servicios urbanos como el agua potable, además de que impide una dotación adecuada de infraestructura sanitaria en los municipios periféricos que se han incorporado recientemente a la Metrópoli.

Cuadro 2. 2

Zona Metropolitana de la Ciudad de México: población total por delegaciones y municipios, 1950- 2010

Unidad administrativa	Población									Tasa de crecimiento ¹							
	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010	1950-1960	1960-1970	1970-1980	1980-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010
ZMCM	2 952 199	5 125 447	8 603 157	12 994 450	15 275 356	16 880 945	17 821 732	18 721 356	19 530 764	5.66	5.52	4.06	1.67	1.78	1.28	0.87	0.92
Distrito Federal	2 923 194	4 816 617	6 820 471	8 362 711	8 352 045	8 489 007	8 591 309	8 720 916	8 873 107	5.11	3.67	1.99	-0.01	0.29	0.28	0.26	0.38
1 Benito Juárez	291 633	442 374	501 363	514 404	413 520	369 956	359 334	355 017	389 140	4.25	1.31	0.25	-2.21	-1.95	-0.68	-0.21	2.01
2 Cuauhtémoc	935 059	980 111	833 550	769 097	604 303	540 382	515 132	521 348	539 104	0.47	-1.67	-0.77	-2.44	-1.96	-1.11	0.21	0.73
3 Miguel Hidalgo	467 754	661 109	656 647	515 275	412 564	364 398	351 846	353 534	372 050	3.52	-0.07	-2.31	-2.25	-2.17	-0.82	0.08	1.11
4 Venustiano Carranza	540 349	748 539	891 409	654 360	526 903	485 623	462 089	447 459	430 022	3.31	1.83	-2.94	-2.19	-1.43	-1.15	-0.57	-0.86
5 Álvaro Obregón	93 176	220 011	456 709	604 643	651 752	676 930	685 327	706 567	729 193	8.96	7.87	2.75	0.77	0.67	0.29	0.54	0.68
6 Azcapotzalco	187 864	370 724	534 554	568 701	481 334	455 131	440 558	425 298	413 875	7.02	3.87	0.60	-1.69	-0.99	-0.76	-0.62	-0.59
7 Coyoacán	70 005	169 811	339 446	566 252	649 027	653 489	639 021	628 063	628 420	9.25	7.44	5.07	1.41	0.12	-0.52	-0.30	0.01
8 Gustavo A. Madero	204 833	579 180	1 186 107	1 431 919	1 285 821	1 256 913	1 233 922	1 193 161	1 184 099	10.94	7.71	1.84	-1.09	-0.40	-0.43	-0.59	-0.16
9 Iztacalco	33 945	198 904	477 331	539 476	454 599	418 982	410 717	395 025	383 421	19.31	9.50	1.19	-1.74	-1.43	-0.46	-0.68	-0.64
10 Iztapalapa	76 621	254 355	522 095	1 199 582	1 511 366	1 696 609	1 771 673	1 820 888	1 815 596	12.73	7.74	8.36	2.39	2.07	1.02	0.48	-0.06
11 Magdalena Contreras	21 955	40 724	75 429	164 558	197 772	211 898	221 762	228 927	239 595	6.36	6.60	7.82	1.90	1.23	1.07	0.56	0.99
12 Cuajimalpa de Morelos		19 199	36 200	86 725	121 344	136 873	151 127	173 625	187 206		6.80	8.80	3.50	2.15	2.34	2.48	1.64
13 Tlalpan		61 195	130 719	350 934	491 654	552 516	580 776	607 545	651 839		8.19	10.01	3.51	2.09	1.17	0.80	1.54
14 Xochimilco		70 381	116 493	206 402	274 947	332 314	368 798	404 458	418 022		5.36	5.68	2.98	3.41	2.47	1.64	0.72
15 Tláhuac			62 419	139 595	209 594	255 891	302 483	344 106	361 014			8.08	4.25	3.59	3.99	2.30	1.04
16 Milpa Alta				50 788	65 545	81 102	96 744	115 895	130 511				2.64	3.84	4.21	3.24	2.60
Estado de México	29 005	308 830	1 782 686	4 631 739	6 923 311	8 391 938	9 230 423	10 000 440	10 657 657	26.64	19.93	9.66	4.20	3.46	2.25	1.42	1.39
1 Tlalnepantla	29 005	105 447	366 935	713 614	716 963	713 143	720 755	683 808	664 160	13.76	13.80	6.63	0.05	-0.09	0.25	-0.92	-0.63
2 Chimalhuacán		76 740	19 946	56 766	247 163	412 014	412 014	525 389	602 079		-13.04	10.63	16.24	9.46	0.00	4.38	2.99
3 Ecatepec		40 815	216 408	721 979	1 242 498	1 457 124	1 620 303	1 688 258	1 658 806		18.88	12.34	5.71	2.86	2.51	0.73	-0.38
4 Naucalpan		85 828	382 184	669 159	802 282	839 723	857 511	821 442	833 782		16.75	5.56	1.87	0.81	0.49	-0.75	0.32
5 Atizapán de Zaragoza			44 322	186 394	321 496	427 444	467 262	472 526	489 775			14.88	5.73	5.17	2.10	0.20	0.78
6 Cuautitlán			41 156	36 056	49 835	57 373	75 831	110 345	139 025			-1.27	3.37	2.52	6.74	6.84	5.13
7 Paz, La			32 258	91 431	137 478	178 538	213 045	232 546	253 843			10.58	4.26	4.73	4.22	1.56	1.92
8 Tultitlán			52 317	125 643	251 393	361 434	432 411	472 867	523 778			8.83	7.35	6.63	4.28	1.59	2.24
9 Coacalco			13 197	90 078	155 124	204 674	252 270	285 943	278 203			20.38	5.72	5.02	5.01	2.23	-0.59
10 Huixquilucan			33 527	71 710	134 565	168 221	193 156	224 042	242 166			7.62	6.65	4.03	3.29	2.65	1.70
11 Nezahualcóyotl			580 436	1 230 604	1 281 237	1 233 868	1 224 924	1 140 528	1 109 363			7.53	0.41	-0.66	-0.17	-1.25	-0.60

12	Atenco	14 976	21 643	27 988	34 393	42 739	56 085	3.84	4.65	4.94	3.91	6.06
13	Cuaautitlán Izcalli	157 717	333 285	417 647	452 976	498 021	511 703	7.95	4.07	1.92	1.69	0.59
14	Chicoloapan	25 138	58 452	71 351	77 506	170 035	187 335	9.02	3.59	1.95	14.86	2.12
15	Chiautla	9 672	15 059	16 602	19 559	22 664	26 197	4.63	1.74	3.91	2.63	3.19
16	Chalco	71 817	108 829	175 521	222 201	257 403	310 124	4.34	8.82	5.67	2.63	4.12
17	Chiconcuac	10 296	14 463	15 448	17 977	19 656	22 807	3.54	1.17	3.61	1.59	3.27
18	Ixtapaluca	71 350	140 104	187 690	293 160	429 033	467 360	7.15	5.31	10.99	6.95	1.87
19	Nicolás Romero	103 291	187 817	237 064	269 393	306 516	366 604	6.31	4.20	3.03	2.30	3.95
20	Tecámac	77 432	125 682	148 432	172 410	270 574	364 589	5.08	2.99	3.56	8.27	6.67
21	Texcoco	96 616	143 175	173 106	203 681	209 308	235 315	4.11	3.41	3.88	0.48	2.57
22	Acolman		44 142	54 468	61 181	77 035	133 895		3.79	2.76	4.15	12.71
23	Melchor Ocampo		26 677	33 455	37 724	37 706	50 452		4.08	2.85	-0.01	6.51
24	Teoloyucan		42 803	54 454	66 486	73 696	63 924		4.35	4.78	1.83	-3.03
25	Tepotzotlán		40 440	54 419	62 247	67 724	87 847		5.39	3.19	1.50	5.79
26	Tezoyuca		12 664	16 338	18 734	25 372	35 181		4.61	3.25	5.49	7.33
27	Tultepec		48 269	75 966	93 364	110 145	92 244		8.35	4.94	2.96	-3.77
28	Valle de Chalco Solidaridad		219 773	287 073	323 113	332 279	357 637		4.84	2.80	0.49	1.60
29	Isidro Fabela			6 606	8 161	8 788	10 308			5.07	1.31	3.51
30	Jaltenco			26 238	31 608	26 359	26 323			4.45	-3.15	-0.03
31	Jilotzingo			12 412	15 075	13 825	18 079			4.65	-1.51	5.98
32	Nextlalpan			15 053	19 755	22 507	34 283			6.56	2.33	9.54
33	Teotihuacán			39 183	44 556	46 779	52 964			3.05	0.86	2.72
34	Cocotitlán			9 290	10 220	12 120	12 142			2.26	3.05	0.04
35	Coyotepec			30 619	35 289	39 341	39 672			3.38	1.94	0.18
36	Huehuetoca			32 718	38 393	59 721	100 052			3.81	8.10	11.82
37	Papalotla			2 998	3 469	3 766	4 144			3.47	1.46	2.09
38	San Martín de las Pirámides			16 881	19 689	21 511	24 604			3.66	1.57	2.95
39	Temamatla			7 720	8 840	10 135	11 207			3.22	2.44	2.20
40	Zumpango			91 642	99 781	127 988	159 600			2.01	4.49	4.89
Hidalgo												
1	Tizayuca			39 357	46 350	56 573	97 461			3.90	3.58	12.50

Fuente: de 1950 a 2000, Garza (2000b: 241); 2005, INEGI, *II Censo de Población y vivienda*, y 2010, INEGI, *XIII Censo General de Población y Vivienda*, *Resultados preliminares*.

¹Tasa geométrica de crecimiento. Las diferencias de años entre los censos y conteos de población de 1950 a 2000 se retomaron de Garza (2000:241); para 2000-2005 se consideraron 5.6712 años y, para 2005-2010 4.6192 años, de acuerdo con las fechas de los respectivos censos y conteo.

Como parte constitutiva de las CGP, se han clasificado previamente a las obras hidráulicas y de saneamiento como Infraestructura Social, puesto que se considera que mediante su uso urbano se integra primordialmente al proceso productivo y reproductivo urbano como un medio de consumo colectivo destinado a satisfacer básicamente las necesidades indispensables de la fuerza de trabajo, aunque indistintamente funciona también como un medio de producción socializado. Los cambios observados en la dinámica de crecimiento poblacional, junto con aquellos registrados en la estructura económica y que ha presentado diferentes etapas de industrialización y servicialización de la producción, han estado acompañados de cambios en los objetivos de abastecimiento e inversión en infraestructura hidráulica y que se reflejen en diferentes proyectos de la misma, es decir, ha habido una verdadera evolución de esta CGP como una fuerza productiva.

Esta relación del agua con un determinado modo de producción o mejor dicho, la relación entre la evolución de la infraestructura hidráulica y las características de un modo de producción en específico, ha sido estudiada desde un punto de vista histórico-económico por autores españoles o europeos como Pérez Picazo y Lemeunier (1990), entre otros.

La reflexión crítica de la que parten estos y otros autores, aunque es por demás heterogénea, está basada conceptualmente en la reflexión histórica realizada, en primer lugar por Marx y Hobsbawn (1985) en *Formaciones económicas precapitalistas*, en donde se hace un análisis de la importancia del control estratégico sobre los recursos hídricos dentro del modo de producción asiático; y en la obra de Wittfogel (1966) sobre el despotismo oriental. A partir de estas obras, el objetivo que persiguen Picazo, Lemeunier, entre otros, es el de relacionar y observar la evolución de las relaciones sociales de producción junto a la edificación de sus respectivas obras hidráulicas en el territorio de Cataluña y en el resto de España.

Aunque el objetivo de la presente tesis difiere de aquel perseguido por los autores españoles, y si bien no se pretende hacer un análisis histórico de la evolución de la infraestructura hidráulica, es importante realizar un recuento del proceso de edificación y valorización de aquellas obras que a lo largo del siglo XX, fueron constituyendo a la infraestructura hidráulica y de saneamiento como una CGP.

Las obras edificadas en el siglo XX y en lo que va del XXI permitieron, en un primer momento, el acelerado proceso de industrialización y expansión de la Ciudad de México observado durante gran parte del siglo pasado, para en la actualidad ser parte del soporte material y físico que permite la producción y reproducción del capital y de su fuerza de trabajo, dentro de un capitalismo de corte neoliberal, en donde existe una primacía económica del sector servicios.

Al analizar la evolución de las obras hidráulicas dentro de este periodo de industrialización o dígase, de afianzamiento y auge del capitalismo industrial, se suele emplear el término de “la era de la gran hidráulica”. Abundando en este concepto, Herín (1990: 54-55) define gran hidráulica como “el conjunto de innovaciones tecnológicas que contribuyen a un control eficaz y de envergadura de los recursos hídricos, [Como lo son] los grandes embalses de retención, [...] las superficies regadas y [...] los artefactos elevatorios de gran capacidad”.

Todo este conjunto de elementos de infraestructura y tecnologías que permiten el aprovechamiento en gran escala de los recursos hídricos, son producto a su vez, del desarrollo de la tecnología misma en su conjunto; habiendo incorporado en un primer momento las máquinas de vapor, seguidos por motores de combustión interna y por modernos motores eléctricos junto a sofisticados sistemas de cómputo. Gracias a este desarrollo de las fuerzas productivas “se han podido explotar [por ejemplo] los acuíferos profundos” para riego o abastecimiento de agua potable (Herín, 1990: 61).

En el caso de la Ciudad de México, si bien se ha descrito el proceso de hidraulización del territorio sobre el cual se asienta la ZMCM entre los siglos XIV y XIX, es importante indicar que las actuales transformaciones tecnológicas que se observan en la evolución de esta CGP, son elementos propios del modo de producción capitalista. La gran hidráulica aparece a fines del siglo XVIII en Europa y los EUA, pero como se indica adecuadamente, la incorporación y creación de esta “ha tenido lugar en periodos y contextos económicos y políticos diferentes, según las diversas regiones y países” (Herín, 1990: 64). En el territorio mexicano, y en particular en la ZMCM, durante el proceso de industrialización del siglo XX, de expansión urbana y metropolización, ante las crecientes necesidades de la industria, y posteriormente del turismo y los servicios como nuevos usos del agua, se han edificado una serie de obras que escaparían a la imaginación de los

habitantes del siglo pasado, como el trasvase de cuencas, el drenaje profundo, un complejo sistema de interceptores de agua pluvial y emisores profundos hacia otras cuencas de aguas servidas.

Estas y otras obras que forman parte del sistema hidráulico, que fueron construidos a partir de finales del siglo XIX y a lo largo del siglo XX, y que constituyen una condición general al proceso productivo capitalista, en el caso de la ZMCM al igual que en el europeo, han abierto “perspectivas radicalmente nuevas a la valorización” (Herín, 1990: 64) ya que las inmensas inversiones de largo plazo que han sido realizadas por el Estado y que le confieren un valor acumulado de dimensión colosal a todas estas obras, han creado un inmenso medio de producción socializado que transfiere secularmente su valor a toda la producción de la urbe.

Partiendo de esta evolución de la llamada “gran hidráulica” y para tener una claridad de la forma en que se han ido edificando los elementos que constituyen la infraestructura hidráulica que sirve y abastece a la ciudad de México, clasificaremos la construcción de estas obras en 2 etapas: la primera de 1910 a 1970; y la segunda, que es propia de esta tesis, de 1970 al 2010. Esta división se realiza con el objetivo de explorar, más adelante, si existe una relación entre la dinámica de inversión y constructiva de la infraestructura hidráulica, con el uso que se hace actualmente del agua y con los procesos demográficos y económicos observados nacionalmente y en la urbe.

En el ámbito nacional, los elementos que constituyen la infraestructura hidráulica y de saneamiento son de acuerdo con la CONAGUA (2008a: 66): todas aquellas presas de almacenamiento, hectáreas con riego, hectáreas con temporal tecnificado, plantas potabilizadoras en operación, plantas de tratamiento de aguas residuales industriales y acueductos. En el caso de la ZMCM, la red hidráulica y de drenaje que abastece y permite el adecuado funcionamiento de la urbe es mucho más compleja, pues incluye desde obras que responden a la problemática propia de su medio geográfico, como el Drenaje Profundo o el complejo sistema de abastecimiento de agua potable Lerma-Cutzamala, hasta complejas redes de abastecimiento de agua, sistemas de micromedición o pozos de infiltración de agua tratada o de lluvia al subsuelo.

La ZMCM está considerada en la actualidad por la CONAGUA, con fines de planeación y administrativos como parte integrante de la Región hidrológico-administrativa XIII “Aguas del Valle de México [sic] y Sistema Cutzamala”, la cual considera municipios y delegaciones de los Estados de México, Hidalgo, Tlaxcala y del Distrito Federal. Esta región se divide a su vez en dos subregiones, la primera llamada Valle de México y la otra llamada subregión Tula. La ZMCM se asienta en su totalidad en la primera región, sin embargo la delimitación que se adopta de zona metropolitana en este caso de estudio, difiere de aquella retomada por la CONAGUA y que incluye 59 municipios del Estado de México (CONAGUA, 2009a: 57-58).

En la presente investigación no se considerarán como elementos de infraestructura hidráulica que constituyen una CGP de la ZMCM, a los distritos de riego o infraestructura que no se integra al complejo sistema metropolitano como la ubicada en municipios como Villa del Carbón, Tonanitla o Tepetlixpa, en donde la población rural es aun mayoritaria o altamente significativa.

Con el objetivo de hacer una adecuada clasificación e inventario de la forma en que se constituyó la actual red infraestructural de abastecimiento de agua potable y de saneamiento, se hará referencia en primer término, a las obras de abastecimiento de agua, para concluir con aquellas destinadas al saneamiento de la ZMCM.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

Al igual que el resto de las fuerzas productivas, la infraestructura hidráulica ha evolucionado históricamente, incorporando todos aquellos desarrollos de ingeniería y tecnológicos disponibles en un determinado momento histórico; pero siempre con el objetivo de permitir un adecuado abastecimiento de agua potable, ya sea para el consumo y reproducción de la fuerza de trabajo o para incorporarla al proceso productivo.

Es importante destacar que el conjunto de obras de infraestructura que permiten el abastecimiento de agua potable de la ZMCM constituyen en realidad un monumental

sistema¹⁹, cuya función es permitir la provisión eficaz del vital líquido. En la actualidad, el denominado “sistema” de agua potable de la ZMCM, se considera que está integrado “por las fuentes internas y externas al valle [sic], así como por distintos componentes de infraestructura que permiten conducir, regular y distribuir hasta los domicilios el caudal que requieren los diversos usuarios de la ciudad” (Merino, 2000: 344).

Los antiguos sistemas de acueductos de caños abiertos que transportaban agua potable a la Ciudad de México entre los siglos XIV y XVIII, sustituidos posteriormente por ductos de fierro fundido; así como las obras que se realizaron para conducir el agua de los manantiales de Xochimilco hacia la capital, a principios del siglo XX, fueron rebasados con el paso del tiempo, resultando prácticamente obsoletos para el abastecimiento de agua potable ante el acelerado crecimiento demográfico e industrial a lo largo del siglo pasado.

El periodo de 1910 a 1970

El sistema hidráulico requirió extenderse y responder a las cambiantes necesidades de la metrópoli, siguiendo generalmente, al vertiginoso crecimiento poblacional y de superficie de la Ciudad de México. Para el año de 1910 se ha considerado que la ciudad ocupaba una superficie urbana de 962 hectáreas, habiéndose desbordado hacia el poniente y rebasando la traza urbana casi inmutable desde el periodo virreinal hasta el siglo XIX. Una vez iniciado este proceso de expansión, se urbanizaron en ese periodo colonias emblemáticas de la Ciudad de México como la Roma, Juárez y Escandón (Espinosa, 2003).

La construcción de infraestructura hidráulica se extendió desde ese momento, de forma paulatina, primero sobre la superficie urbana del Distrito Federal, y al comenzar e intensificarse el proceso de metropolización, sobre el Estado de México. Generalmente la construcción del sistema hidráulico fue posterior al desarrollo de nuevos barrios y colonias populares, respondiendo al incremento sostenido de la demanda de agua durante todo el siglo pasado. Este hecho, junto con la insuficiencia de las fuentes existentes dentro de la

¹⁹ Dentro de la llamada ingeniería de sistemas se considera lo siguiente: un sistema está integrado por “un conjunto de componentes y sus interrelaciones”, en donde “el enfoque se sistemas [se aplica] cuando se visualiza el todo y no sólo las partes” (Ochoa Rosso, 2010: 293).

Cuenca de México, obligó a que se buscaran y explotaran fuentes de abastecimiento externas a la cuenca, lo que representa grandes retos no sólo de ingeniería, sino sobre todo económicos.

En el siguiente cuadro se hará un recuento en orden cronológico de las principales obras de abastecimiento de agua potable en dos periodos: en primer término, las construidas una vez concluidas las obras de abastecimiento de agua desde Xochimilco hasta 1970, y en un segundo periodo, aquellas realizadas entre 1970 y el presente.

Cuadro 2. 3²⁰

Principales obras de infraestructura para abastecimiento de agua potable, 1906-1970

<i>Año</i>	<i>Obra realizada</i>	<i>Periodo</i>
1906	Se perfora el primer pozo profundo (9m) para extracción de agua en Nativitas.	
1912	Entra en funcionamiento la estación de bombeo de La Condesa, con 4 bombas centrífugas de 1.060 l/s c/u, para distribuir el agua proveniente de Xochimilco.	
1913	Se registran once mil tomas domiciliarias al concluirse las obras de abastecimiento de agua potable desde Xochimilco.	1913-1923
1913	Se autorizan 1 503 tomas de agua potable. Se instala dos bombas para alimentar los barrios altos de Tlalpan y la Huerta del Carmen. Se construyen 4 690 m de atarjeas en las colonias Romero Rubio y La Bolsa. Se introducen tuberías para conducir agua potable de Xochimilco a Guadalupe-Hidalgo. Se construyen 3 500 m de atarjeas en la col. Tlaxpana.	
1916	Se reconstruye el acueducto del Desierto de los Leones a México.	
1918	Se reparan los antiguos acueductos de Santa Fe, Molino del Rey y los que abastecen a Cuajimalpa.	
1920	La red de distribución de la ciudad alcanza los 300 km de longitud.	
1923	Se construye un acueducto de concreto para abastecer a Mixcoac y Tacubaya desde el desierto de los Leones, de 8 km de longitud.	
1924	Se incrementa en un 80% el número de tomas domiciliarias, alcanzando 16 669.	1924-1927

²⁰ La red de abastecimiento de agua potable de la ZMCM se clasifica de la siguiente manera: “Primaria [...] formada por conductos cuyo diámetro varía entre 50 cm y 1.83 m; en tanto que en la red secundaria los diámetros son inferiores a 50 cm” (Instituto de Ingeniería, UNAM et al., 1994: 330).

- 1925** Deja de operar el acueducto de Belem.
- 1927** Se instalan en 3 años 2 783 tomas de agua domiciliarias, alcanzando 22 452. Ante la creciente demanda de agua, se reduce el horario de distribución de las 6 a las 17 hrs.
- Se abren nuevas captaciones en el manantial de San Luis (Xochimilco) y se instalan bombas de mayor capacidad, con un costo de dieciocho millones de pesos.
- 1927** Se construyen 21 mil metros adicionales de tuberías, alcanzando la red de distribución una extensión de 313 085 metros.
- Entra en funcionamiento el sistema de agua potable a Mixcoac y las periferias a través de acueductos, tanques de almacenamiento y tuberías desde el Desierto de los Leones, con un costo de 5 256 pesos.
- 1930** Se perforaron 350 pozos profundos para extracción de agua. 1906-1930
- 1933** Finaliza el abastecimiento de agua potable desde los manantiales de Chapultepec. Entra en desuso la tubería y los acueductos virreinales y del s. XIX 1889-1933
- 1936** Se perforan los primeros 18 pozos cuya profundidad oscila entre 100 y 200 metros.
- 1941** Se realizan los primeros estudios para abastecer agua potable a la Ciudad de México desde el Alto Lerma. 1941-1951
- 1942** Inician las obras de captación y conducción de agua de los manantiales del río Lerma en el valle de Toluca hacia el Distrito Federal.
- 1951** Se concluyen las obras de conducción de agua potable al Distrito Federal desde el Alto Lerma a un costo aproximado de 90 millones de pesos. En un principio estaba integrado por 234 pozos y proporcionaba un caudal de 4 m³ por segundo.
- El acueducto desde el Lerma tiene una longitud de 60 kilómetros, de los cuáles 14 forman parte del túnel Atarasquillo-Dos Ríos que atraviesa la Sierra de las Cruces.
- Inicia el proceso de metropolización de la Ciudad de México. Se crea la Comisión Hidrológica del Valle de México.
- 1952** Se construyó la planta de bombeo Xotepingo para el abastecimiento de las delegaciones Benito Juárez y Coyoacán. 1946-1952
- Se rehabilitaron 33 pozos artesianos que proveían dos mil litros por segundo.
- Se tendieron 538 722 metros lineales de tubería de las redes primaria y secundaria.
- Fueron concluidas las presas Valle de Bravo y Villa Victoria como parte del sistema hidroeléctrico Miguel Alemán y que tres décadas

	después formarían parte del sistema Cutzamala.	
1953	Se inician las obras para abastecer la zona norte y oriente de la ZMCM con agua proveniente del río Chiconautla. Benefició a 99 colonias de las zonas norte y oriente de la Ciudad de México.	1953-1959
1958	Comienza la ampliación del sistema Xochimilco para abastecer la zona sur de la zona metropolitana con el proyecto Chalco.	1958-1960
1966	Se perforan 100 nuevos pozos profundos para explotar los mantos acuíferos de la zona alta del Río Lerma.	1951-1968
1966	Se adquirieron en un año 65 273 medidores de agua, se instalaron 46 393 y se rehabilitaron 66 140. Se detectaron 35 098 fugas en la red de abastecimiento.	1966-1969
1967	Se extinguen casi en su totalidad las lagunas del Lerma. Se extiende el sistema de agua de la Ciudad de México al valle de Ixtlahuaca.	1951-1967
1969	Se concluye la expansión de obras del Alto Lerma. Se integraba por 207 pozos que captaban entre 8 y 12.5 m ³ por segundo, y el acueducto metropolitano de 170 kilómetros de longitud. Se tiende una red de 20 km para abastecer la zona norte a través de los sistemas Lerma y Chiconautla. Se construyeron más de 106 900 metros lineales de redes primarias y secundarias.	

Fuente: Elaboración propia con base en Garza (1985), Instituto de Ingeniería, UNAM et al (1994), Merino (2000), Espinosa (2003), CONAGUA (2006a, 2009a) y Aboites (2009).

De acuerdo con el cuadro 2.3, para el año de 1970, la Ciudad de México²¹ había expandido su sistema hidráulico de forma vertiginosa, además de que en el transcurso setenta años se incrementó su superficie urbana de 13.7 a 468.53 km². La ciudad rebasó además los límites políticos del Distrito Federal, transformándose en lo que hoy se denomina ZMCM. En ese momento el sistema hidráulico evolucionó radicalmente, abandonando no sólo los viejos acueductos y fuentes de abastecimiento, sino que incorporó elementos de la gran hidráulica en su desarrollo, extendiendo sus redes y sistemas de bombeo y extracción hacia fuentes distantes y cuencas alternas, con el objetivo de abastecer a una población que pasó de alrededor de 716 000 a 8.6 millones de habitantes.

²¹ Cuando se hace referencia a la Ciudad de México a partir del año 1950, se utilizan indistintamente los términos ZMCM o Ciudad de México, diferenciándose claramente de los términos y delimitaciones Distrito Federal, Estado de México y Zona metropolitana en el Estado de México.

En este periodo, quizá las obras más importantes hayan sido aquellas realizadas para abastecer a la zona metropolitana con agua desde el Lerma. Este proyecto que en su primera fase fue terminado en 1951, y que coincide con la expansión metropolitana de la ciudad cuando esta desborda sus límites políticos, fue sin duda sólo posible mediante la decidida intervención de todos los órdenes de gobierno. De acuerdo con Castro (2006: 94) la inversión realizada en el sistema de agua potable entre 1946 y 1952 representó más del 50% de la inversión total en infraestructura realizada por el Distrito Federal, duplicando el gasto ejercido en el resto de servicios públicos.

Tan solo la inversión realizada en el sistema Lerma en la década de los cincuenta, significó aproximadamente el 22% del gasto en agua potable, monto que duplicó aquel destinado a construir, reparar y mantener el resto de la red de abastecimiento de agua potable. En la década siguiente, comprendida entre 1960 y 1970, aun en pleno “milagro” económico mexicano, en donde se observaba una tasa de crecimiento promedio del PIB de 6.5% (Garza, 2008a: 174) y el incremento de la población a una TCPA de 3.6, la inversión constante en infraestructura hidráulica permitió que se abastecieran 36 m³ por segundo de agua potable a la ZMCM, principalmente a través de los sistemas Lerma, Xochimilco, Chiconautla, Chalco, Xochimilco y pozos municipales.

En el Plan Nacional Hidráulico de 1975 (Secretaría de Recursos Hidráulicos, 2001: 35), primer programa y estudio a profundidad realizado por el gobierno federal para conducir su política de inversión y construcción de infraestructura hidráulica y sanitaria, se registraba el enorme problema que representaba lograr proveer adecuadamente de agua potable a la creciente población de la Ciudad de México, especialmente ante la acelerada dinámica demográfica observada para ese momento, la cual se acentuaba por una fuerte migración rural-urbana, una tasa de urbanización de las más elevadas en el mundo y una creciente demanda del vital líquido por parte de la industria.

Pese a los esfuerzos técnicos y a las cuantiosas inversiones realizadas entre 1900 y 1970, los retos que se les presentan a los habitantes y a los diferentes gobiernos de la ZMCM a partir de 1970, al no sólo agotarse algunas de las fuentes de abastecimiento de agua, sino frente a cambios en el modelo económico, crisis recurrentes y al duplicarse la población en los últimos cuarenta años, han forzado la edificación de nuevos sistemas de abastecimiento, lo que ha requerido de fuertes y cuantiosas inversiones.

Construcción del sistema hidráulico entre 1970 y 2010.

El sistema hidráulico de la ZMCM construido a partir de la década de los setentas del siglo pasado, y el cual en gran parte sigue en operación, fue realizado de acuerdo con las previsiones políticas y económicas que quedaron plasmadas, entre otros documentos, en los respectivos planes nacionales hidráulicos.

De acuerdo con estos instrumentos, la ZMCM continuaría desempeñando hasta el año 2000 un rol económico central en el ámbito nacional, consolidándose como el principal centro poblacional y de atracción migratoria. En las proyecciones gubernamentales de 1970, se estimaba que la población nacional alcanzaría los 140 millones de habitantes en el año 2000 (Rovirosa Wade, 1974: 37), cifra que fue corregida en el Plan Nacional Hidráulico de 1975, ajustándose a 125 millones de habitantes en su hipótesis más probable y considerando 25 309 400 habitantes para la ZMCM, todo esto enmarcado en un prometedor panorama económico que preveía un crecimiento promedio anual del PIB del 8.5% (Secretaría de Recursos Hidráulicos, 2001: 34-39).

A cuarenta años de distancia de la elaboración de los planes que rigieron la edificación de la infraestructura hidráulica y de saneamiento, la realidad económica y social del país fue significativamente diferente a lo previsto. Por un lado, México a través de una exitosa política de población, redujo sustancialmente sus tasas de crecimiento poblacional y la ZMCM alcanzó en el año 2000 una población de un poco menos de dieciocho millones de habitantes, siete menos de lo previsto; en segundo lugar, la economía nacional estuvo muy lejos de mantener un elevado crecimiento sostenido, como aquel ocurrido entre 1960 y 1980, por lo que, y con el objetivo de relacionar en los siguientes capítulos la inversión en construcción de infraestructura hidráulica y de saneamiento con la dinámica económica del país, se retomará una periodización que se ajusta adecuadamente a los objetivos de la tesis.

Garza (2008a: 173) afirma que “el crecimiento económico de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México [...] está subordinado al nacional en cuanto las políticas monetarias, fiscales, de inversión pública, [...] etc., que implementa el gobierno federal” aunque también obedece a los “recursos y acciones del gobierno de las dos entidades en donde se ubica”.

Considerando esto, y debido a que en el cuarto capítulo de la presente tesis se analizará la inversión en infraestructura hidráulica y de saneamiento como una variable asociada con el desarrollo económico del país, puede periodizarse en 5 etapas que vayan acorde a aquellas propuestas por Garza y que reflejan la dinámica económica.

Las cinco etapas²² a considerar en el análisis posterior, esencialmente en el capítulo 4, serán: 1) la última década del periodo del “milagro económico”, es decir de 1970 a 1980 y en donde la tasa anual del PIB fue de 6.6%, 2) la llamada “década perdida” de 1980 a 1988, durante la cual el PIB aumento al 0.09% anual, 3) el “periodo de recuperación relativa” de 1988 a 1993 y en donde el PIB creció al 3.8% anual, 4) el periodo de “recuperación-recesión”, que va de 1993 a 2003 y que tuvo una tasa de crecimiento anual del 2.7% y 5) la etapa 2003-2008 que se denominará “camino a la crisis nacional”, con una tasa de crecimiento promedio del PIB de 3.4%. De manera independiente se analizarán los años de crisis de 2009 y 2010, ya que en el año 2009 se estima que el PIB se desplomó en un 6.54%²³, acompañado por un desplome aun mayor en las inversiones realizadas en infraestructura en la Ciudad de México.

Como se observará en el cuadro 2.4, entre 1970 y 1980 se inician las que probablemente sean las obras más importantes para el abastecimiento de agua a la Ciudad de México, mediante un ambicioso plan en dos etapas, la primera de acción inmediata y la segunda de acción mediata, y que derivó en la creación de una compleja red infraestructural conocida como sistema Cutzamala. Este último fue construido en tres etapas entre 1982 y 1993, previendo un gasto de diseño de 19 m3/s (CONAGUA, 2006a).

Cuadro 2. 4

Principales obras de infraestructura para abastecimiento de agua potable, 1970-2010

<i>Año</i>	<i>Obra realizada</i>	<i>Periodo</i>
1970	Se finaliza la construcción de 21 tanques de regulación con una capacidad de 484 000 m ³ y un tanque de oscilación.	1966-1970
1973	De acuerdo con el Plan General para el abastecimiento del área metropolitana, se inicia la implementación del Plan de Acción Inmediata (PAI), consistente en explotar las fuentes de abastecimiento dentro de la Cuenca de 1973 a 1980. Se propone también un Plan de Acción Mediata (PAM) de 1980 a 2020 para importar caudales excedentes de otras cuencas.	

²² Las cuatro primeras etapas se retoman de Garza (2008a: 173-183).

²³ Se toman como referencia las cifras proporcionadas por el Banco de Información Económica del INEGI.

- Se concluye la construcción del Sistema Sur, que consta de 32 pozos profundos y 13.5 km de acueductos en sus ramales Tulyehualco, Zapata y Xochimilco.
- Se perforan 12 pozos para el abastecimiento de la zona de Chalco.
- Se concluye el ramal Teoloyucan, con 31 pozos y estaciones de bombeo y 12.7 km de redes primarias.
- Entra en operación el pozo 10 del ramal Atlamica, junto con un acueducto de 2.5 km para abastecer de agua a Cuautitlán Izcalli.
- Se perforan 25 pozos en el ramal Los Reyes-línea de ferrocarril.
- Está en construcción el centro de distribución Barrientos, para abastecer a la ZMCM con agua de las presas Tepeji, Tlautla y Rosas.
- Se perforaron 18 pozos del ramal Los Reyes-Ecatepec para abastecer esta zona.
- Se perforan 3 pozos de abastecimiento para Ciudad Satélite y 2 pozos para el abastecimiento de Huehuetoca.
- 1974** Entra en operación la batería de pozos del PAI.
- 1977** Se concluye la Presa Madin.
- 1979** Durante 1979 la red primaria de agua potable se aumentó en 115,709 metros. Tan solo en Iztapalapa se tendieron 50 860 metros de tubería.
- Se instalaron 973 953 metros de tubería en 264 colonias, beneficiando a 738 920 habitantes.
- 1980** Derivado del PAM, se inician las obras de abastecimiento de agua desde el Río Cutzamala, afluente del Río Balsas, buscando captar 19 m³ por segundo.
- Se rehabilitaron 62 pozos del acueducto 'Alto Lerma', de los cuales 32 fueron nuevamente equipados.
- 1982** Entra en funcionamiento en sistema Cutzamala en su primera etapa.
- 1985** Comienza a operar la segunda etapa del sistema Cutzamala.
- Entra en operación el sistema Sureste para abastecer ocho municipios de la ZMCM en el Estado de México mediante cuatro pozos profundos.
- 1988** Se construyeron 17.7 km de la red primaria en la zona sur de la Ciudad y 60.3 km de red secundaria en las distintas Delegaciones. Se terminaron las líneas de derivación Las Torres y Picacho del ramal sur del acueducto Periférico (ACUAFÉRICO).
- Del acueducto perimetral se construyeron 1 111 metros de túnel y sifones. El caudal de abastecimiento es de 36.5 m³ por segundo.
- Fueron perforados 10 pozos de agua potable y se rehabilitaron 27 en los Valles de México y Lerma; se concluyeron los tanques de almacenamiento La Estación, López Portillo y Tlayacapa (Se amplió la capacidad en 950 m³.) Se colocaron 164 992 medidores en el Distrito Federal.

- 1989** Se explotan 425 pozos concesionados para el abastecimiento de agua en el Distrito Federal. Mismo número existente hasta la actualidad.
- Se inicia la segunda etapa del acueducto perimetral de 2.01 km, del cerro del Judío a La Providencia. Se continúa el acueducto periférico ramal sur.
- Se construyen 15.3 km de líneas primarias de conducción: 3.6 en Miguel Ángel de Quevedo-Picacho y 11.7 de líneas que van de pozos a tanques de almacenamiento y rebombear. Se construyen obras para proteger la línea de interconexión a Villa Verdu.
- Se construyen 20.5 km de red primaria y 3.2 km de red secundaria. Las delegaciones construyeron 66 km.
- En San Pedro Zacatenco se construyó un tanque de almacenamiento con capacidad de 500 metros cúbicos y se construyó otro denominado Zacatépetl (40%).
- Se construyeron 1.4 pozos y 9 cárcamos de bombeo. Se realizaron 51 proyectos y se compraron 54 780 metros cuadrados de terreno.
- Por medio de pipas se repartieron 2 410 845 metros cúbicos y se compraron 55.
- Inicia la sustitución de muebles sanitarios por modelos de bajo consumo.
- 1993** Entra en operación la tercera etapa del sistema Cutzamala. Se construyeron una planta cloradora, ocho tanques de almacenamiento, 17 plantas de bombeo, 124 km de redes de distribución y líneas de interconexión entre acueductos. 1989-1993
- Se remplazaron 506 mil retretes por muebles de bajo consumo.
- 1994** Se concluye la primera etapa del “MACROCIRCUITO” que distribuye agua del sistema Cutzamala a los diez municipios más poblados de la ZMCM en el Estado de México.
- Entra en operación la segunda etapa del ACUAFÉRICO.
- 1995** Comienza a operar la segunda etapa del MACROCIRCUITO.
- 1996** Entra en operación la tercera etapa del MACROCIRCUITO.
- 1999** Concluyen los trabajos de la tercera etapa del ACUAFÉRICO. El túnel cuenta con 4m de diámetro y 34 km de longitud.
- 2004** Se perforan 49 pozos al implementar el Programa de recarga del acuífero en el Distrito Federal, en las delegaciones Xochimilco, Tlalpan y Milpa Alta.
- Inicia el Programa de sectorización de la red de agua potable del Distrito Federal.
- 2005** Se perforan 25 pozos adicionales para recarga del acuífero en Tlalpan.

Se concluye la cuarta etapa del MACROCIRCUITO, que corresponde al tramo tanque Bellavista – tanque la Caldera.

Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (2009a); GDF y SACM (2007); Escolero et al (2009); Instituto de Ingeniería – UNAM et al (1994); DDF, Informes de la Cuenta Pública (diversos años) y Rovirosa Wade (1974).

Tras 500 años de edificación continua de obras de abastecimiento y del sistema hidráulico de la Ciudad de México, 100 de los cuáles entran en la era de la “gran hidráulica”, las obras de infraestructura alcanzan proporciones que escapan a la imaginación de generaciones pasadas. El sistema de abastecimiento de agua potable a la ZMCM está constituido, casi en su totalidad, por aquellas obras realizadas en los últimos sesenta años, situación que se torna compleja ante la elevada depreciación de este capital constante y los costos crecientes requeridos para su operación y mantenimiento.

En el ámbito regional la infraestructura hidráulica de la cual hace uso la ZMCM es de 76 presas, bordos o abrevaderos; 38 plantas potabilizadoras y 533 kilómetros de acueductos de los sistemas Cutzamala y PAI²⁴.

Posiblemente el elemento más importante de esta red infraestructural es el sistema Cutzamala, principal fuente de abastecimiento de agua potable a la ZMCM, y que se compone en la actualidad de siete presas, seis plantas de bombeo y una planta potabilizadora. Construido a partir del PAM para cubrir el déficit de abastecimiento de la ZMCM, fue planeado para edificarse en tres etapas utilizando el agua de la cuenca alta del río Cutzamala, con un gasto total de diseño de 19 m³/s. El agua que abastece el sistema, proviene de las presas “Tuxpan” y “El bosque”, en el estado de Michoacán y “Colorines”, “Ixtapan del Oro”, “Valle de Bravo”, “Villa Victoria” y “Chilesdo” en el Estado de México (CONAGUA, 2006a: 114-126; SARH, 1988: 161). Con excepción de esta última presa, los otros embalses formaban parte del sistema hidroeléctrico Miguel Alemán, construidos previamente (ver mapa 2.3).

En la primera etapa de su construcción, concluida en 1982, se buscó surtir un caudal de 4 m³/s. En este periodo se construyó la planta de bombeo 5 y se interconectó la presa Villa Victoria, la cual es indispensable al funcionamiento conjunto del sistema, pues es la única que abastece por gravedad y no por bombeo. Se construyeron además la primera

²⁴ Se desagregó la información proporcionada por la CONAGUA (2009a). No se consideran las presas destinadas a irrigación u otros usos que no sean de uso público urbano o derivadoras. No se considera la infraestructura de los distritos de riego o para uso agrícola.

etapa de la planta potabilizadora de todo el sistema denominada “Los Berros”, y el laboratorio de análisis físico-químicos y bacteriológicos, el tanque de aguas claras, la torre de oscilación y la subestación “Donato Guerra” (CONAGUA, 2006a: 114-118; SARH, 1988).

Mapa 2. 3
Sistema Cutzamala.



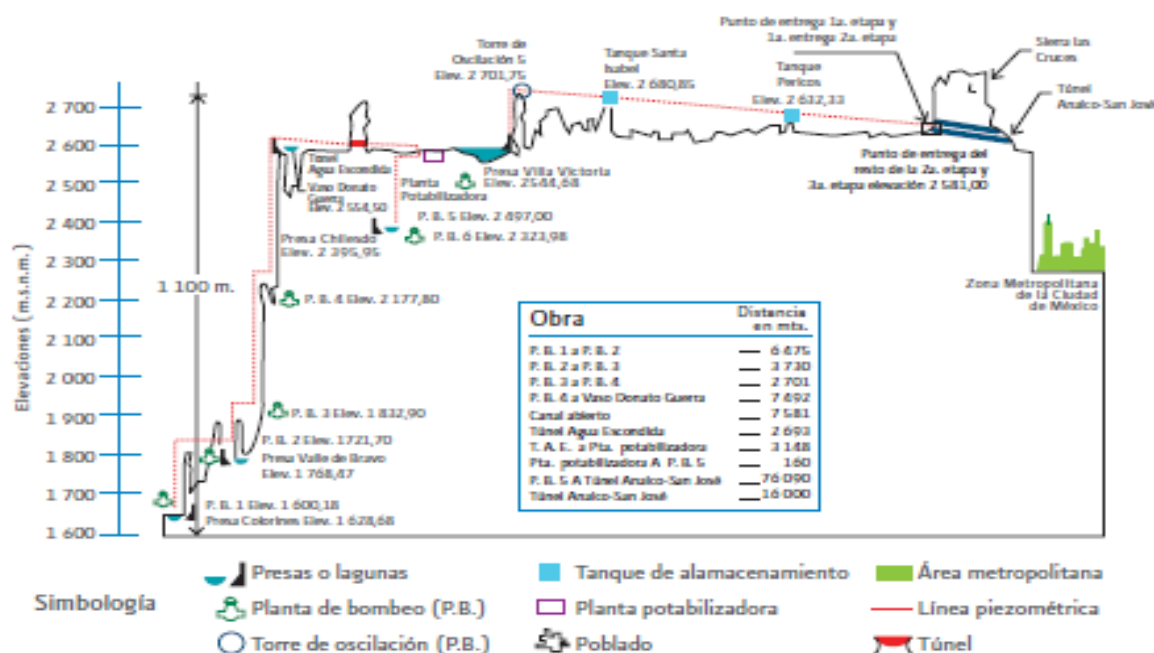
Fuente: Modificado de SARH (1988: 236)

En la segunda etapa, concluida en 1985, se buscaba incrementar el caudal en 6 m³/s desde la presa Valle de Bravo, la cual se conectó a través de una línea de conducción y de las plantas de bombeo, 2 3 y 4, venciendo en conjunto un desnivel de 800 metros para llevar el agua de esta presa a la planta potabilizadora de Los Berros (ilustración 2.1). La SARH registró problemas económicos tanto en la conclusión de la segunda etapa como en el inicio de la tercera, además de una reducción en el aporte de la presa Valle de Bravo a 2 m³/s hacia finales de 1980, a consecuencia de prolongados periodos de estiaje (CONAGUA, 2006A; SARH, 1988).

En la tercera etapa se sumó el caudal de las presas Chilesdo y Colorines, obteniendo de la primera 1 m³/s y de la segunda 8 m³/s. La presa Chilesdo se edificó en esta etapa para interceptar el río Malacatepec, con lo cual se evita que el agua de este río baje hasta la presa colorines. Desde la presa Chilesdo es necesario bombear su caudal tan solo 275 metros, en lugar de los 800 m que se requerirían desde la presa Los Colorines.

Esta última presa constituye en sí un verdadero subsistema que aprovecha las presas Tuxpan y El Bosque en Michoacán e Ixtapan del Oro en el Estado de México. Así mismo, para poder abastecer del agua del sistema Cutzamala al Estado de México, se construyó parcialmente el Ramal Norte (posteriormente MACROCIRCUITO) y su conexión con los tanques Bellavista y Emiliano Zapata. Actualmente, este impresionante conjunto de obras permite que en el sistema Cutzamala envíe en promedio 15.6 m³/s a la ZMCM, de estos, dos terceras partes se conducen al Distrito Federal, beneficiando a 11 delegaciones políticas y el resto al Estado de México (ilustración 2.1).

Ilustración 2. 1 Alzado esquemático del sistema Cutzamala



Fuente: CONAGUA (2009).

Si bien uno de los objetivos expresados en el programa de desarrollo de la de la ZMCM y la región centro de 1983, era la reducción de la extracción de agua del subsuelo de la Cuenca de México y terminar con la sobreexplotación del acuífero del Lerma mediante la edificación del sistema Cutzamala, ante la creciente demanda de la población y de la extensión de la ZMCM, esto no ha sido posible. Por el contrario, a futuro se tiene contemplada la edificación del Proyecto Temascaltepec con el objetivo de ampliar a 24 m³/s la aportación de este sistema y la extensión del Ramal Norte o MACROCIRCUITO de

distribución de agua potable, el cual abastece a los municipios conurbados del Estado de México¹² de los 24 m³ que se estiman se alcanzará en un futuro.

En el cuadro 2.5 se hace un resumen de la cobertura de servicios e infraestructura existente y en uso por Entidad Federativa. Es importante considerar que la capacidad instalada difiere de la que es efectivamente explotada y, más aun, el estado de conservación de las redes primarias y secundarias es claramente deficiente, puesto que la edad promedio de la red supera los 25 años y, en algunas zonas alcanza los sesenta años de antigüedad. Desde la década de los ochentas, junto con el problema de sobre explotación de los acuíferos y de agotamiento de las fuentes de abastecimiento, se tenía un diagnostico claro de causas asociadas al rápido deterioro de las redes de conducción como el provocado por los “hundimientos diferenciales del suelo, afectando el funcionamiento de los componentes del sistema hidráulico”, se consideraba que la Ciudad de México había llegado a “una situación límite [pues] había riesgo de que se agotaran las fuentes de abastecimiento”, lo que ha devenido en “la necesidad de traer el liquido de cuencas lejanas al Valle de México [sic], a elevados costos” (Departamento del Distrito Federal, 1989: 15-19).

Cuadro 2. 5
Infraestructura de abastecimiento de agua y cobertura existente.

	<i>Unidad</i>	<i>Distrito Federal</i>	<i>Municipios Mexiquenses</i>
Población	hab	8 873 107	10 657 657
Superficie	km ²	1 504	3 230
Viviendas	viv	2 215 451	2 256 181
Viviendas con agua	viv	2 152 009	2 149 183
Viviendas con drenaje a red	viv	2 064 147	2 022 309
Habitantes con agua	hab	8 177 634	8 695 929
Red primaria de agua potable	km	1 057	1 255*
Red secundaria de agua potable²⁵	km	12 287	17146*
Acueductos y líneas de conducción	km	758	1 087*
Pozos del Lerma²⁶	pozo	384	0
Pozos del PAI²⁷	pozo	84	70

²⁵ Tanto el SACM (2010: 5), como Encinas (2006), registran una cifra menor a los 13 483 km de red secundaria registrados por Merino (2000).

²⁶ Operados por el SACM , están en funcionamiento solamente 297 de los 384 pozos existentes en el Lerma (Escolero et al., 2009)

²⁷ De acuerdo con el GDF (2007: 11), el número de pozos en operación en la ZMCM es el mismo que en 1989, debido a la sobreexplotación de los acuíferos.

Pozos de la cuenca.	pozo	588	400
Pozos del Chiconautla	pozo	41	0
Manantiales	manantial	18	71
Tanques de almacenamiento	tanque	355	240
Plantas de bombeo	planta	267	120
Plantas potabilizadoras	planta	37	8
Caudal potabilizado	l/s	2 231	16 620

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2003, 2009a), Encinas (2006), Escolero et al. (2009), GDF (2007: 11), Merino (2000: 350) y SACM (2010).

* El INEGI en su Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana (2002) estima una cifra de tan solo 162 km para la red primaria de abastecimiento de agua potable en los municipios mexicanos de la ZMCM. Fue imposible verificar o actualizar las cifras presentadas por Merino (2000).

Para mantener este impresionante capital social que permite la provisión de agua potable a mas de 19 millones de habitantes, se ha requerido también de la modificación y evolución de las estructuras de gobierno y los instrumentos de gestión que han coordinado el proceso de administración y construcción de la infraestructura hidráulica. En 1972, por ejemplo, ante los problemas y déficit de abastecimiento a la ZMCM, en el ámbito federal se creó la Comisión Hidrológica del Valle de México” (SARH, 1988: 156), dependiente de la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) y que fuera sustituida por la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) en 1976. Estos organismos anteceden a la actual Comisión Nacional del Agua, encargada de “administrar y preservar las aguas nacionales y sus bienes inherentes” (CONAGUA, 2011).

En el Estado de México de 1970 a la fecha han existido 2 organismos: “la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS), [que] en 1974 se le transformó en organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio” (Estado de México, 1998: 91 T. II) y que en el año de 1999 mediante el decreto 101 de la LIII Legislatura, fue sustituida por la actual Comisión del Agua del Estado de México (CAEM).

Por último, en el caso del Distrito Federal, han sido 4 los organismos encargados de la operación y construcción del sistema hidráulico: La Dirección General de Obras Hidráulicas y la Dirección General de Aguas y Saneamiento que dependían del DDF y que operaron hasta el año de 1978, siendo fusionadas en una dependencia única denominada Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), la cual fue sustituida en 2003, durante el sexenio del Jefe de Gobierno Andrés Manuel López Obrador, por el

actual Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), que operó primero como organismo público descentralizado y actualmente como organismo público desconcentrado.

Es importante subrayar que dentro de los estudios urbanos y ambientales se han estudiado los instrumentos de gestión del agua y los límites y posibilidades a la participación del capital privado en el manejo, distribución y cobro por la provisión de este vital recurso. Análisis desde esta perspectiva adquieren relevancia ante la presentación de propuestas que buscan privatizar este servicio (R. González, 2011), como la realizada por el actual gobernante del DF, Marcelo Ebrard; sin embargo al ser este tema en sí motivo de otra posible investigación, escapa a los alcances y objetivos de la presente tesis.

PRINCIPALES OBRAS DE SANEAMIENTO.

El proceso de hidraulización de la Ciudad de México se traduce actualmente en un delicado balance entre las condiciones naturales existentes y las condiciones generales de la producción que en materia hidráulica y sanitaria se han edificado en los últimos 100 años.

Cada año la ciudad se ve sometida a intensas lluvias, especialmente entre los meses de junio y septiembre. Tan sólo en este periodo cae el setenta por ciento de la precipitación media anual observada históricamente²⁸ (CONAGUA, 2009a: 63). Este hecho, junto con la ubicación de la ZMCM sobre un lecho lacustre, y la inexistencia de salidas naturales a las aguas servidas que se producen en la extensa mancha urbana, han forzado la edificación histórica de inmensas obras de ingeniería para evitar las constantes inundaciones que han azotado a la Ciudad.

Para este efecto, se han construido a la fecha cuatro salidas artificiales a las aguas de la cuenca, constituyendo en sí mismas, las obras más importantes de todas aquellas que integran el complejo sistema de drenaje de la ciudad. Estas son el tajo de Nochistongo (1607-1786), los dos túneles de Tequixquiac (1900 y 1954) y el Emisor Central del Drenaje Profundo (1975) (AHA, 2011; Castañeda, 1997: 85; CONAGUA, 2006a: 36).

²⁸ De acuerdo con la CONAGUA (2009a: 63), la precipitación media anual histórica (1980-2004), para la subregión de planeación “Valle de México”, se estima en 700.9 mm, de los cuales 493.1 caen entre los meses de junio a septiembre, lo que equivale al 70.1 por ciento del total anual.

Sin embargo, estas colosales obras forman parte de un sistema por demás complejo, que de forma combinada elimina las aguas residuales y pluviales de la ZMCM. Este denominado “Sistema Metropolitano de Drenaje y Control de Avenidas” si bien está compuesto en términos generales por todas aquellas “atarjeas que recolectan las aguas residuales y pluviales” (Merino, 2000: 346) , es en realidad un sofisticado y complejo sistema de instalaciones muy diversas, que van desde redes primarias y secundarias a colectores o estaciones pluviográficas. En el cuadro 2.6 se especifican los elementos que integran a la fecha este sistema.

Cuadro 2. 6
Infraestructura del sistema de drenaje y control de avenidas.

	<i>Unidad</i>	
Red primaria	km	2 087
Red secundaria¹	km	12 280
Plantas de bombeo²	planta	91
Presas de almacenamiento del sistema de desagüe	presa	20
Cauces a cielo abierto	km	112
Cauces entubados³	km	54
Área servida por colectores	km ²	540
Drenaje profundo	km	166
Estaciones pluviográficas	estación	78

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CONAGUA (2009a: 109), Merino (2000), Castañeda (1997) y SARH (1988).

¹Se incluye la longitud de colectores marginales. La CONAGUA registra una red de drenaje secundaria menor a la informada por la SARH en 1988.

²Existe una fuerte discrepancia en las cifras consultadas: mientras la CONAGUA (2009a) contabiliza 91 plantas, Merino (2000) habla de la existencia de 293, aunque no hace la distinción entre plantas de bombeo para abastecimiento de agua o drenaje; por otra parte Castañeda (1997) considera la existencia de 172, de las cuales 93 se ubicaban en pasos a desnivel.

³La CONAGUA considera únicamente 49.3 km de cauces o ríos entubados.

Este conjunto de obras, verdadera condición general de la producción de la ZMCM, requiere de una operación coordinada y compleja, especialmente en tiempo de lluvias, cuando es necesario emplear al cien por ciento de su capacidad tanto el sistema de drenaje profundo, como el canal de desagüe y el interceptor poniente, debido a la elevada afluencia de aguas tanto servidas como pluviales.

Al evitar las inundaciones que históricamente afectaban a la Ciudad de México, el Sistema de Drenaje y Control de Avenidas brinda un servicio de carácter general a todos los habitantes que en ella habitan y, permite a su vez el uso en las actividades productivas

de la urbe. Pese al esfuerzo realizado para la construcción de este sistema, al día de hoy la cobertura en la ZMCM alcanza sólo el 90.07%, aunque con variaciones importantes de acuerdo a la entidad federativa, pues mientras en el DF es de 90.88%, en los municipios de la ciudad en el Estado de México es de únicamente de 89.63% y en el municipio de Tizayuca en el Estado de Hidalgo es de aproximadamente 95%²⁹.

Con el objetivo de conocer de la manera más detallada posible la forma en que fue edificado el Sistema de Drenaje y Control de Avenidas, se realizara una división cronológica de las principales obras construidas a través de 2 periodos: el primero de 1900 a 1967, que inicia con la inauguración del monumental Gran Canal de Desagüe, que beneficiaría a una ciudad de 344 721³⁰ habitantes, hasta el año en que inician las obras del Sistema de Drenaje Profundo; el segundo periodo, de 1970 a 2010, y que es del cual se estimará el valor de este sistema infraestructural en la presente tesis, está marcado por la culminación de las obras del Drenaje Profundo y la modernización de los sistemas de bombeo del resto del sistema.

Del Gran Canal del desagüe al Interceptor Poniente, 1900-1967.

Durante dos terceras partes del siglo XX la obra principal del sistema de drenaje de la Ciudad de México fue el Gran Canal del desagüe. Este elemento indispensable para la reproducción económica y social de la capital de la República, en términos generales, sigue aun en funcionamiento. De no ser por el hundimiento constante de la mayor parte de la ZMCM a causa de la sobreexplotación de su acuífero, su capacidad de desalojo original, estimada en 80 m³ por segundo (CONAGUA, 2009b), equivaldría a casi la mitad de la capacidad de desalojo de aguas pluviales y servidas de todas las obras de infraestructura de saneamiento que se encuentran hoy en funcionamiento.

²⁹ Las cifras fueron calculadas de acuerdo con el INEGI (2010). Este análisis se presenta con mayor detalle en el próximo capítulo. En la presente tesis, con el objetivo de analizar el número de viviendas que utilizan efectivamente la infraestructura de drenaje, se consideran únicamente las viviendas particulares conectadas a la red pública; esto a diferencia del INEGI, que considera que las viviendas que disponen de drenaje son aquellas conectadas a la red pública, fosa séptica, barranca o grieta, río mar o laguna.

³⁰ Se retoma esta cifra de Negrete (2000: 248). Los habitantes del Distrito Federal sumaban 541 516.

La vigencia del Gran Canal, y por lo tanto su transferencia secular de valor, deberá seguirse hasta la década de los sesentas, cuando se inician, ante la pérdida de su pendiente, las obras del Drenaje Profundo. En el cuadro 2.7 se busca mostrar la forma en que se fue edificando el sistema de drenaje de la Ciudad de México, gran parte del cual, opera aun en la actualidad.

Cuadro 2. 7

Principales obras del sistema de drenaje y control de avenidas, 1900-1967

<i>Año</i>	<i>Obra realizada</i>	<i>Periodo</i>
1900	Se inaugura el Gran Canal del Desagüe, tras 12 años de construcción. Fue diseñado para desalojar un caudal de 80m ³ por segundo.	1888-1900
1913	Se construyen 1 233 m de colectores, 4 690 de atarjeas, 113 pozos de visita, 42 colectores pluviales y 260 m de albañales.	
1926	Se reconstruye y desazolva el canal de San Lázaro.	
1935	Se construyeron los colectores de drenaje 9 (7.5 km), 10 (5 km), 12 y 14, que beneficiaron en total a 16 colonias de la zona centro y norte de la ciudad. Se construyeron 45 km de atarjeas y 28 km de albañales. Se reconstruyeron 34 km de atarjeas y albañales.	
1940	Se elevan los bordos del Gran Canal del desagüe y se realizan obras de desazolve y mantenimiento.	1940-1946
1942	Se concluye la construcción del colector 11 del sistema de drenaje, beneficiando las zonas norte y poniente de la ciudad. Son terminados los sistemas de drenaje para las zonas de Tacubaya, Mixcoac y La Condesa.	
1943	Se construye la Prolongación Sur del Gran Canal del Desagüe, para proporcionar drenaje a las zonas de Xochimilco, Tepepan, Coyoacán, Tlalpan y a la calzada de Tlalpan. Se construyen 2 atarjeas para el drenaje de Xochimilco hacia la Prolongación Sur.	1943-1944
1944	Se entuba el cauce del río Consulado, desde su nacimiento hasta Nonoalco. Se proporciona drenaje a la zona de Tláhuac, Chalco, Xico, Mixquic, Tlaltenco y Tulyehualco. En los primeros 5 años de esta década se construyeron 12 500 metros de colectores y un túnel de 700 metros; 110 kilómetros de atarjeas y 43 km de albañales para conectar 9 800 viviendas.	1943-1944
1945	Finaliza la construcción de los colectores 13, 16, 24 y 26, proporcionando drenaje a las zonas de la Del Valle, Nativitas, Gustavo	

- A. Madero y Tacuba.
- 1946** Inicia la construcción del segundo túnel de Tequixquiac ante la destrucción parcial del revestimiento del primero y los riesgos de derrumbe. La longitud del túnel es de 11 238 metros. 1946-1952
- Son entubados los ríos Tacubaya, Piedad y Becerra, lo que permitió la construcción de una avenida confinada denominada Viaducto.
- Para evitar el desbordamiento de los lagos de Xochimilco, Tláhuac y Mixquic, se desvía el cauce del río Churubusco.
- 1951** Se construyen las primeras plantas de bombeo a lo largo del Gran Canal en las cabezas de los colectores de la red primaria de drenaje de la ciudad.
- 1954** Se concluyó el segundo túnel de Tequixquiac, diseñado con una capacidad teórica para desaguar 60 m³/s. 1960-1962
- 1963** Es inaugurado el Interceptor Poniente del sistema de desagüe de la Ciudad de México.
- 1967** Inician los trabajos de construcción del sistema de Drenaje profundo de la Ciudad de México. 1967-1975
- En la primera etapa se realizan los trabajos de excavación del emisor central de 49 792 metros de longitud, el interceptor central de 7 885 metros y el interceptor oriente de 10 286 metros.
- Fueron entubados el río San Juan de Dios y el canal de Miramontes en Tlalpan, el río Tacubaya y el Tizapán o río San Ángel.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2009a), Espinosa (2003) Instituto de Ingeniería, UNAM (1994) y SARH (1988).

El sistema adoptado, a lo largo de los setenta años que se muestran, en el cuadro 2.7, para la construcción del sistema de drenaje, consistía en una red de colectores y atarjeas que conducían de forma mixta por gravedad las aguas pluviales y servidas hacia el Gran Canal de desagüe y hacia el Interceptor Poniente, evacuándolas de la Cuenca de México hacia los ríos Salado y Tula en su respectivo valle.

Sin embargo, ya en 1952 en el Informe de las Obras realizadas por el Distrito Federal se consignaba el peligro que representaba, tanto para la población en general como para las actividades económicas de la urbe, la pérdida de pendiente del Gran Canal, ocasionada por el hundimiento de la Ciudad de México. Este fenómeno derivaba en la insuficiencia de la red desalojar en forma adecuada las aguas servidas, especialmente en temporada de lluvias, y por el incremento del caudal que esto representaba. La solución planteada a este problema, condujo a que en el año de 1954 se construyera “el segundo

túnel de Tequixquiac [correspondiente] a la segunda salida” artificial de las aguas desde la Cuenca de México. (CONAGUA, 2006a: 36).

Al no ser esto suficiente, y ante las enormes avenidas en temporadas de lluvias desde la cordillera poniente de la cuenca, fue construido el Interceptor Poniente, el cual posee una longitud de 16.2 km, su profundidad va de los 12 a los 25 metros y posee una capacidad de desalojo de 25 m³/s, que se realiza a través de la desviación del río Cuautitlán y del viejo Tajo de Nochistongo (CONAGUA, 2006b).

Estos elementos, junto con la intensa actividad constructora del gobierno del DDF en la década de los cuarenta del siglo pasado, fueron estructurando un Sistema de Drenaje y Control de Avenidas que daba servicio a aproximadamente 8 millones y medio de habitantes. Pese a este esfuerzo, la dinámica demográfica y económica de la urbe se impuso de nueva cuenta, requiriendo la edificación en las siguientes décadas, de obras que hubieran sido imposibles de construir previamente, como el Sistema de Drenaje Profundo.

Sistema de drenaje, 1970–2010.

Al iniciar 1970 se encontraba en construcción un nuevo sistema para el desalojo del agua desde la Cuenca de México. Conocido como el Drenaje Profundo, este sistema de colectores y túneles ha marcado sin duda la historia del saneamiento de la cuenca y de las monumentales obras de ingeniería realizadas en México en tiempos recientes.

La colosal obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México ha sido por lo tanto, y a lo largo de 35 años, el principal sistema para el control y desalojo de agua pluvial desde la Cuenca de México. Los motivos para su realización obedecen al continuo hundimiento de la Ciudad de México debido a la extracción y sobreexplotación de los acuíferos subterráneos para el consumo de agua. Este severo problema ha ocasionado que el centro de la ciudad haya pasado de ubicarse a 1.9 metros sobre el nivel del lago de Texcoco en 1910, a 1.6 por debajo en 1970 y a 5.5 en 1970. Ante este problema, se ideó un sistema de colectores de gran profundidad que no se viesen afectados por los hundimientos del subsuelo y que vertieran el agua a través de un emisor hacia el valle del río Tula.

La evolución cronológica de las obras de saneamiento realizadas entre 1970 y 2010 se muestra en el cuadro 2.8, y si bien no han sido tan numerosas como aquellas realizadas en periodos previos, exceden por mucho la escala de la infraestructura previa.

Cuadro 2. 8
Principales obras del sistema de drenaje y saneamiento, 1970 -2010

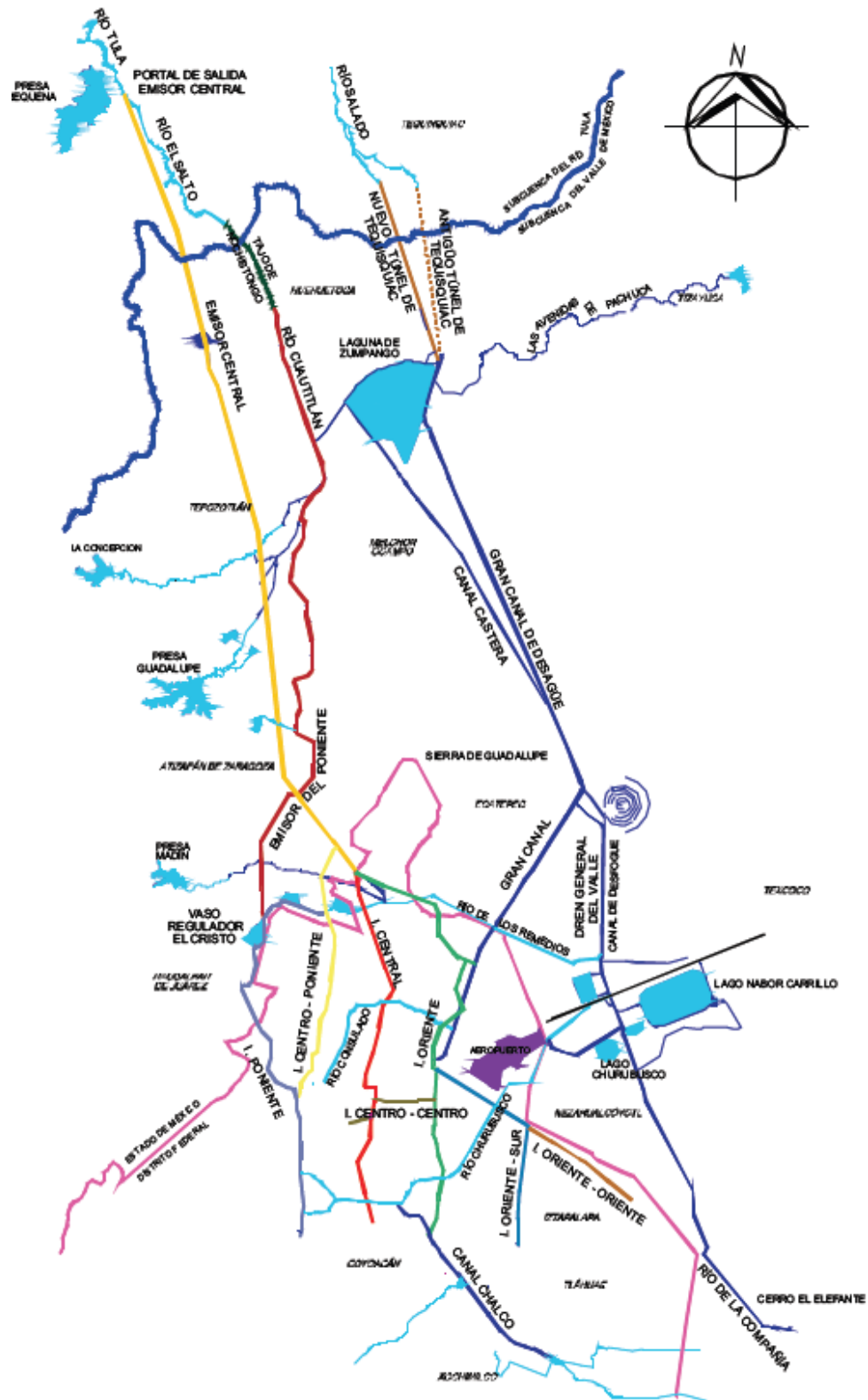
<i>Año</i>	<i>Obra realizada</i>	<i>Periodo</i>
1975	Culminan los trabajos del Drenaje Profundo. La obra fue inaugurada por los presidentes de México y la República Socialista de Rumania.	1967-1975
1977	Se inaugura la presa Madin, que además de abastecer de agua potable, sirve de protección contra escurrimientos e inundaciones en el Estado de México.	
2002	Ante la pérdida de pendiente del Gran Canal, se inaugura una planta de bombeo con capacidad de 42 m ³ /s. Se inaugura también una planta de bombeo en el Río Hondo con capacidad de 24 m ³ /s.	2002-2003
2007	Es entubado en su totalidad el Gran Canal. Se inicia la construcción de un interceptor en Río de los Remedios. Son concluidas 4 plantas de bombeo para el Sistema de Drenaje: Vaso de Cristo, Casa Colorada, Canal de Sales y Gran Canal km 11+600.	
2008	Se lleva a cabo la rehabilitación y reparación por parte del GDF del Emisor Central y del Interceptor Poniente del Drenaje Profundo. Inician los trabajos de un nuevo “Emisor Oriente” del drenaje profundo, próxima salida de aguas de la cuenca. Se estima que su costo supere los 19 mil millones a precios corrientes.	

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2009a), Espinosa (2003) Instituto de Ingeniería, UNAM (1994) y SARH (1988).

Como se ha mencionado, la tercera salida artificial de agua desde la Cuenca de México se creó con la construcción del Sistema de Drenaje Profundo. Éste está conformado a la fecha por un emisor central de 14 interceptores con diámetros entre los 3 y los 5 metros y alcanzan en conjunto una longitud de 192.05 km, de los cuales se encuentran en operación 166.14 km.

Esta obra, en conjunto con todas aquellas realizadas desde 1900, conforman un inmenso sistema de drenaje que cubre prácticamente toda el área metropolitana y se extiende más allá de sus límites (ver mapa 2.2). Sin embargo, pese a este esfuerzo colectivo, no se ha logrado resolver del todo el problema histórico de las inundaciones de

Mapa 2. 4. Sistema de Drenaje y Control de Avenidas.



Fuente: CONAGUA (2009)

la ZMCM. En 2000, 2010 y 2011 como un ejemplo, el desbordamiento del río de La Compañía causó serias afectaciones a zonas de los municipios de Chalco e Ixtapaluca.

La vulnerabilidad de metrópoli ante las inundaciones, ha marcado y motivado permanentemente la edificación de nuevas y cada vez más costosas obras de drenaje. Posteriormente a las inundaciones de 1910 se construyeron durante los siguientes 40 años un vasto conjunto de colectores generales a lo largo de toda la ciudad, para conducir aguas mixtas al Gran Canal.

Ilustración 2. 2
Inundación de la Ciudad de México, 1951



Fuente: DDF (1975)

Las inundaciones de 1941, 1942, 1944, 1950, y especialmente la de 1951, combinada con el hundimiento constante de la Ciudad de México y la consiguiente pérdida de pendiente de la segunda salida artificial de agua de la cuenca, condujo a la instalación de grandes plantas de bombeo en el Gran Canal, a la rectificación o entubamiento de cauces como el del río Churubusco y a la construcción del segundo túnel de Tequixquiac. Sin embargo, al continuar el crecimiento de la ciudad y repitiéndose el mismo “modelo” de explotación de acuíferos de la cuenca–subsistencia, todas las obras, incluido el drenaje profundo, llegarán a ser insuficientes de no modificarse la visión sobre el manejo de los recursos hídricos de la ZMCM.

El riesgo a las inundaciones al que está sujeta la capital de la República, principal motor económico y generador de empleos de la nación, requiere del funcionamiento óptimo del conjunto de elementos de esta CGP, siendo imperante la asignación de recursos públicos para proporcionar un mantenimiento constante, y que ante lluvias eventuales o extraordinarias, permita que el sistema de drenaje metropolitano opere de forma óptima. Adicionalmente se requiere de grandes inversiones a futuro, por parte de los tres órdenes de gobierno, para solucionar problemas inmediatos mediante la construcción de obras nuevas, como lo será sin duda el Emisor Oriente.

El cálculo del valor de este capital constante fijo de carácter socializado, que permite la producción social y la reproducción en la metrópoli, reviste entonces una importancia mayúscula, esencialmente para conocer en investigaciones posteriores, tanto el valor que transfieren estas obras de infraestructura secularmente, como el monto dinerario requerido para su reposición en especie. Esta estimación será la parte constitutiva esencial del capítulo 3.

3. INVERSIÓN EN EL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 1970–2010

El agua es un elemento natural indispensable para toda forma de vida en nuestro planeta, incluyendo obviamente al *homo sapiens* que vive y trabaja en sociedad. Una parte importante del debate académico sobre el agua, en términos generales, polemiza sobre si este recurso natural debe ser considerado como un derecho humano³¹ o como una mercancía. No obstante, el acceso al agua potable y al saneamiento está reconocido como un derecho humano esencial “para el disfrute pleno de la vida y de otros derechos humanos”³² (United Nations, 2010), a la vez que se reconoce su papel “central para el desarrollo socio-económico y la superación de la pobreza” (Guerquin et al., 2003: 15).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estima que 886 millones de personas en el planeta no tienen acceso a fuentes seguras de abastecimiento de agua potable, mientras que 2 600 millones no cuentan con sistemas básicos de saneamiento (United Nations, 2010). La Ciudad de México con sus 19.5 millones de habitantes es la quinta urbe más poblada del planeta, superada únicamente por las aglomeraciones de Tokio, Delhi, Sao Paulo y Mumbai.³³ En su zona metropolitana, de acuerdo con datos censales, 6.2% de sus habitantes carecen de acceso al agua potable desde las redes de abastecimiento mientras que casi un 10% de la población habita en viviendas no conectadas a las redes de drenaje (cuadro 3.3). Si bien estas cifras se han incrementado en los últimos diez años, aún son ligeramente inferiores a la media urbana latinoamericana, que de acuerdo con el Banco

³¹ Fuentes importantes sobre esta discusión pueden encontrarse en *Water as a Human Right?* (Scanlon, Cassar, y Nemes, 2004)

³² Traducción propia.

³³ Esta clasificación se obtuvo de los cuadros presentados en la *2009 Revision of World Urbanization Prospects* (United Nations, Department of Economic and Social Affairs y Population Division, Population Estimates and Projections Section, 2009). En este documento se estimó que la población de la ZMCM alcanzaría los 19.46 millones, ligeramente inferior a los 19.53 calculados con los resultados del Censo de Población y Vivienda, 2010 (INEGI, 2010).

Mundial alcanza el 7% para la población sin acceso a agua potable y el 13% sin acceso a saneamiento (Mejía Betancourt, 2003: 7).

En la presente tesis no se plantea analizar el cumplimiento de este derecho humano, ni tampoco adentrarse en el debate que gira en torno a los diversos valores de uso, que se le otorgan al agua, pudiendo ser estos, de acuerdo con la “Declaración de la Haya”, económicos, sociales, culturales y ambientales (Council of Ministers, 2000). El objetivo principal de la presente investigación, es realizar una estimación rigurosa del valor monetario de la infraestructura hidráulica y de saneamiento, conceptualizada como una CGP.

Diversos documentos, planes y programas, tanto en el ámbito nacional como internacional, le otorgan al agua un valor económico, llegando incluso en algunos extremos a suponer un valor monetario a pesar de que este elemento se encuentra en su forma natural en ríos o arroyos, aunque no fuese explotada mediante el trabajo y la intervención humana³⁴. La visión más aceptada sobre el valor económico del agua lo refiere a su incorporación en diversas actividades que van desde la “agricultura, [...], la generación de energía” (Guerquin et al., 2003: 16) o cuando se integra en procesos productivos de diferentes industrias, ya sea como materia prima, medio de trabajo o incluso como mercancía. Guerquin (2003: 16-17) agrega un punto relevante: “El agua también recibe y permite el desalojo de los desechos. Es posible por lo tanto estimar el valor económico para todos sus usos. [...] Cada vez más se reconoce que los sistemas de abastecimiento de agua son insustentables si no se le fija un precio al agua suministrada – [precio] que también no todo mundo puede pagar”.

El valor económico total del agua ha sido definido como “el monto máximo que un usuario está dispuesto a pagar por el uso de este recurso [y] ante la ausencia de precios de equilibrio de mercado, existen diversos medios alternativos para estimar el valor de este recurso” (Gibbons, 1986: 3). Cuando se busca calcular el valor del agua, se reconoce que en la mayoría de los casos el precio del agua refleja únicamente los costos de abastecimiento,

³⁴ Baste ver incluso la clasificación propuesta por Desvougues y Smith (1986: 124) sobre el agua como un valor de no uso, visión adoptada a partir del trabajo de Krutilla, en el que se le otorga un valor económico a ciertos bienes naturales solo por tener la “certeza” de que existen, independientemente de que nunca se haga uso de estos.

que a su vez se integran por los costos de operación, mantenimiento e intereses del capital (Gibbons, 1986: 15; Saldívar, 2007: 292). La importancia de calcular el valor de la infraestructura hidráulica y de saneamiento radicaría en que precisamente su depreciación es “la parte de valor que [este] capital fijo, al usarse y consumirse, va transfiriendo poco a poco al producto, en la misma medida promedial en que va perdiendo su valor de uso” (Marx, 2006: 206).

La inversión monetaria en la infraestructura de agua potable y saneamiento ha sido realizada históricamente por el Estado, la cual se traduce en un inmenso capital constante fijo de carácter social, del cual solo se “transfiere parte de su valor” al proceso productivo urbano (Marx, 2006: 222). Dicha transferencia y depreciación ocurre cuando esta infraestructura es utilizada al prestarse los servicios de agua potable y saneamiento, es decir, mediante su uso efectivo.

La prestación de los servicios de agua potable y de saneamiento y, por ende, la inversión en sus condiciones generales “comparadas con las inversiones en los sectores tales como las telecomunicaciones y energía [...] tienen una baja tasa de retorno y producen bajos rendimientos, [...] pero desde una perspectiva nacional y regional [son] enormemente productivos” (Guerquin et al., 2003: 73). Es decir, bajo las actuales condiciones económicas y de desarrollo del capital, invertir en la edificación de dichas infraestructuras no constituye un espacio de valorización para los diferentes capitales individuales, pero al ser indispensables para el proceso productivo se requiere de una intervención decidida por parte del Estado, incluido su financiamiento.

Los capitales individuales privados encuentran el límite a su participación en la construcción de estas complejas infraestructuras en el financiamiento a los contratos que otorga el Estado para la edificación de las mismas, y el límite en su participación en la provisión del servicio de agua potable está dado solo si las tarifas además de cubrir los costos de operación y mantenimiento, le permitieran obtener ganancias adicionales a las empresas a las que se entrega el usufructo de este capital constante edificado previamente.

En este documento, el valor de esta infraestructura es considerado como un reflejo del capital dinerario adelantado que se invierte en la edificación de la infraestructura hidráulica. Para la correcta estimación del valor de este capital, deberán ser consideradas

todas aquellas inversiones que bajo la forma dineraria del valor se hacen en este capital fijo (Marx, 2006: 222), identificando los montos destinados a la administración, operación y mantenimiento de aquellos destinados a la construcción efectiva de dicha infraestructura.

En el ámbito nacional, en el Programa Nacional Hídrico vigente (CONAGUA, 2008b: 112) se asevera que “...el agua es un recurso natural fundamental para el desarrollo de todas las ramas productivas, que tiene un valor económico en razón de su uso y de acuerdo a las necesidades sociales y es administrado por el Estado”. Esta afirmación permite considerar que el suministro de agua y el saneamiento son servicios de carácter general a diversas actividades productivas y económicas y para la prestación de estos es una condición necesaria la edificación y existencia de la compleja red infraestructural constituida por los sistemas de agua potable y de saneamiento.

Vislumbrar la importancia económica y conocer el valor de esta compleja red permitirá, por lo tanto, que en futuras investigaciones se avance en un mejor entendimiento de la organización espacial y de la dinámica de las actividades productivas de la Ciudad de México; además de coadyuvar a enfrentar la cuestión establecida por las políticas de desarrollo nacionales que indican que “la mejor forma de garantizar la sustentabilidad del recurso se da a través de su correcta valoración económica” y con una “estructura tarifaria [que refleje] el costo real de llevar el agua desde su fuente hasta el lugar en donde será utilizada” (CONAGUA, 2006c: 52).

Investigaciones como ésta, resultan entonces indispensables para fundamentar la crítica a ciertas decisiones gubernamentales, especialmente cuando las directrices nacionales referentes a la prestación de este servicio consideran como indispensable que sus organismos operadores “implanten sistemas adecuados de medición, facturación y cobro, que les permitan incrementar su eficiencia financiera para cubrir sus costos de operación y mantenimiento, además de generar los recursos necesarios para renovar la infraestructura hidráulica, que en muchas ciudades se caracteriza por su antigüedad y obsolescencia” (CONAGUA, 2008b: 32).

EL SISTEMA HIDRÁULICO COMO MEDIO DE CONSUMO COLECTIVO.

El proceso de industrialización y la acelerada dinámica demográfica de la Ciudad de México observados a partir de la década de los años treinta del siglo pasado, han sido considerados los principales factores que explican el incremento constante en la demanda de agua potable (Aboites, 2009: 38; Garza, 1985: 266; Perló y A. González, 2005: 51).

La sobreexplotación de los acuíferos ubicados en la Cuenca de México observada desde el siglo pasado y hasta el presente, junto con otros problemas ambientales asociados al vertiginoso crecimiento urbano de la ciudad, han motivado la edificación de inmensas obras de infraestructura hidráulica para el abastecimiento de agua potable desde cuencas externas y lejanas, como se ha descrito en el capítulo anterior. Todas estas obras han sido consideradas en su momento como soluciones definitivas al enorme reto que es abastecer esta metrópoli, de dimensiones colosales y con características geográficas muy particulares.

Las actuales fuentes de abastecimiento de agua a la ciudad pueden clasificarse básicamente en 2 rubros: en internas a la cuenca y en externas a esta. Mientras que las primeras pueden subdividirse a su vez en superficiales y en agua extraída de pozos, clasificados los últimos de acuerdo a la entidad política en que se localizan. De las fuentes de abastecimiento externas a la cuenca, básicamente se habla de dos grandes obras: que son el sistema Lerma y Cutzamala. El principal problema del abastecimiento a la ZMCM, radica en que bajo el actual modelo de manejo del sistema hidráulico, se requiere importar volúmenes considerables desde cuencas lejanas, ubicadas generalmente a altitudes muy inferiores a la ciudad. Además de las cuantiosas inversiones realizadas para la edificación de estas obras este modelo de provisión del vital líquido ocasiona costos muy elevados de operación y mantenimiento, además de los problemas de sustentabilidad económica y ambiental, tanto presentes como futuros.

Pese a la multiplicidad de estudios sobre el abastecimiento de agua a la Ciudad de México, existen pocos documentos consistentes que muestren la evolución de las fuentes de provisión del vital líquido en el largo plazo, esto quizá debido a los cambios observados en las últimas décadas en la gestión de este recurso. La importancia de poder contar con una serie temporal extensa en este rubro, radica en que solo de esta forma es posible analizar si

las cuantiosas inversiones y la magnitud de las obras de infraestructura realizada se traducen en una prestación adecuada de este SGP y en un aumento de los caudales suministrados a la población.

En el cuadro 3.1 se ha hecho un esfuerzo por sistematizar y homologar una multiplicidad de fuentes de información con respecto a los volúmenes de agua suministrados a la ZMCM. Se han omitido datos que no permitieran su desagregación o que no indicaran las fuentes de su obtención. Tal es el caso del análisis realizado por Metrópoli / 2025 (2006: 135), en donde se indica que “el abastecimiento actual de agua a la cuenca del valle [sic] de México es de 72.5 m³/s”, cifra cercana a los 70.52 m³/s que se ha obtenido en este documento para la ZMCM.

Cuadro 3. 1
Zona Metropolitana de la Ciudad de México: volúmenes de agua según fuentes de abastecimiento, 1930-2010

	(m ³ /s)								
<i>Fuentes de abastecimiento</i>	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
<i>Total</i>	3.10	4.30	10.80	21.00	36.00	50.26	60.30	67.30	70.52
Distrito Federal	3.10	4.30	10.80	21.00	28.10	38.26	35.30	35.10	35.41
Municipios mexiquenses metropolitanos					7.90	12.00	25.00	32.20	35.11
<i>Distrito Federal</i>	<i>3.10</i>	<i>4.30</i>	<i>10.80</i>	<i>21.00</i>	<i>28.10</i>	<i>38.26</i>	<i>35.30</i>	<i>35.10</i>	<i>35.41</i>
Xochimilco - Chalco - Xotepingo	2.10	2.10	1.60	4.40	6.50	7.06			
Pozos en acuífero de la Cuenca de México, dentro del Distrito Federal		1.20	6.50	5.20	4.90	10.28	16.60	13.30	15.60
Manantiales locales y pozos particulares	1.00	1.00	2.70	3.10	2.90	2.49	1.60	1.30	0.80
Pozos en municipios mexiquenses dentro de la Cuenca de México				3.90	3.80	2.90	2.20	3.30	3.00
PAI						7.09	3.00	2.20	2.61
Sistema Lerma				4.40	10.00	8.44	4.30	5.00	3.83
Sistema Cutzamala							7.60	10.00	9.57
<i>Municipios mexiquenses</i>					<i>7.90</i>	<i>12.00</i>	<i>25.00</i>	<i>32.20</i>	<i>35.11</i>
Pozos en el acuífero de la Cuenca de México en los municipios mexiquenses					6.90		9.80	20.10	23.20
Sistema Cutzamala							3.00	5.70	5.61
Sistema Lerma					1.00		1.00	1.00	0.90
PAI							11.00	5.40	5.00
Manantiales locales y pozos particulares							0.20		0.40

Fuente: Hank, C. (1971: 157), *Segundo Informe de Gobierno*; Garza, G. (1985: 268, 387-389), *El proceso de industrialización en la Ciudad de México*; The Joint Academies Committee on the Mexico City Water Supply et al. (1995: 22-27), *Mexico City's Water Supply: Improving the Outlook for Sustainability*; DDF (1997: 3-2-3-12), *Plan Maestro de Agua Potable del Distrito Federal, 1997-2010*; CONAGUA (2005: 8), *Hacia una Estrategia de manejo Sustentable del*

Agua en el Valle de México y su Zona Metropolitana; Perló, M. y González, A. (2005: 59-61), *¿Guerra por el agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*; Encinas, A (2006), *La Ciudad de México: los retos del agua*; CONAGUA (2009a) *Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México*.

Los volúmenes de abastecimiento a la ZMCM entre 1930 y 1980, se obtuvieron básicamente de Garza (1985: 268), aunque fue necesario reclasificar las fuentes de abastecimiento para homologarlas y simplificarlas ante la evolución de las mismas en los últimos treinta años. En el periodo comprendido entre 1970 y 1980 se revisó el abastecimiento a los municipios metropolitanos mexiquenses, a partir de información obtenida en los informes de gobierno, sin que esto modificara el volumen total abastecido.

En el periodo 1970-2010 el caudal suministrado a la Ciudad de México prácticamente se ha duplicado, pasando de 36 a 70.52 m³/s; pese a esto, la tasa a la cual se incrementa el abastecimiento de agua potable a la ZMCM es inferior al ritmo de crecimiento de su población. Aunque las cifras del cuadro 3.1, referentes al volumen total abastecido, permiten apreciar la relación que guardan las fuentes internas y externas a la Cuenca de México, es necesario advertir que la dotación neta de agua potable por habitante (litros/habitante/día) desciende de forma casi constante a lo largo de los últimos cuarenta años, esto a pesar de la edificación del monumental sistema Cutzamala, que aporta únicamente alrededor del veinte por ciento del volumen abastecido a la metrópoli.

Hasta el momento, la extracción de agua de los acuíferos subterráneos mediante pozos profundos es la principal fuente de abastecimiento a la ZMCM. Relacionado con esto se presenta uno de los principales problemas de la Ciudad de México: el hundimiento y consolidación del subsuelo ocasionado por la sobreexplotación de los acuíferos localizados en la cuenca sobre la cual se asienta (Ezcurra, Mazari-Hiriart, Pisanty, y Aguilar, 1999: 85). Dicha “solución” al problema del abastecimiento de agua potable de la ciudad, es quizá la más costosa en términos tanto económicos como ecológicos, por los problemas y riesgos que este fenómeno ocasiona. Uno de éstos son los constantes daños y ruptura de las redes de distribución de agua potable al interior de la metrópoli, tanto primaria como secundaria.

Diversas fuentes indican que las fugas de agua potable en la red alcanzan hasta el cuarenta por ciento del volumen abastecido (CONAGUA, 2005: 13; Joint Academies Committee on the Mexico City Water Supply et al., 1995: 21; Metrópoli / 2025 y , Centro

de Estudios para la Zona Metropolitana A. C., 2006: 136), lo que revela un serio problema en cuanto al manejo del sistema mismo y por los altos costos de operación y mantenimiento que se generan

Considerando que del volumen abastecido a la Ciudad de México, sólo el 57% del mismo tiene un uso doméstico, y si a esto se le agrega el caudal perdido a través de las fugas en la red de distribución, podemos desprender del cuadro 3.1 que la población de la ZMCM ha ido viendo disminuida su dotación diaria de agua potable sostenidamente en las últimas cuatro décadas, observándose la siguiente evolución de su consumo promedio o dotación real (l/hab/día): 149.6 en el año de 1970, 133.3 en 1980, 126.4 en 1990, 117.2 en el año 2000 y finalmente 106.7 en el presente. Estas cifras son sumamente alarmantes, especialmente si consideramos que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que la dotación real de agua debiese oscilar entre los 150 y los 170 l/hab/día.

Este grave problema en lo referente al abastecimiento y prestación de este SGP proporcionado por el Estado, está acompañado por una distribución del vital líquido sumamente inequitativa en el ámbito intrametropolitano. Mientras algunas zonas y municipios alcanzan dotaciones reales de que van de los 491 a los 567 l/hab/día, municipios conurbados o la zona oriente de la ciudad reciben cifras por debajo de la dotación promedio (Metrópoli / 2025 y , Centro de Estudios para la Zona Metropolitana A. C., 2006: 137; Perló y A. González, 2005: 72).

Esta disminución en la dotación de agua potable no ha seguido, sin embargo, el mismo ritmo que el de la provisión de infraestructura hidráulica, es decir de la edificación de esta CGP, que por su uso funciona primordialmente como un medio de consumo colectivo. Para mostrar dichos niveles de provisión de infraestructura hidráulica se ha elaborado el cuadro 3.2 a partir de una desagregación de los datos censales entre 1970 y 2010. En éste se consideran viviendas con acceso a agua potable a aquellas que la reciben de la red pública dentro de la vivienda o fuera de la vivienda pero dentro del terreno, por lo tanto se excluyen hidrantes localizados en la vía pública o cualquier otra forma de abastecimiento, como lo sería la distribución de agua potable mediante carros-tanque.

Al considerar de esta forma los datos, es posible tener una aproximación real de cuál es el porcentaje de viviendas que hacen un uso efectivo de la infraestructura hidráulica y

por lo tanto un porcentaje muy aproximado de la población de la ZMCM que tiene acceso a esta CGP.

Cuadro 3. 2^a

Zona Metropolitana de la Ciudad de México: viviendas con acceso a la red de agua potable y porcentaje con respecto al total de viviendas particulares habitadas.

<i>Unidad administrativa</i>	1970		1980		1990		2000		2010	
	No. de viviendas	%	No. de viviendas	%	No. de viviendas	%	No. de viviendas	%	No. de viviendas	%
Total Zona Metropolitana	1 044 460	69.40	2 150 404	84.94	2 907 896	93.52	3 945 471	95.63	4 867 033	93.72
Distrito Federal	902 949	74.34	1 536 785	87.96	1 722 850	96.29	2 038 157	96.93	2 312 839	94.26
Benito Juárez	66 374		94 530		112 715	98.87	112 333	98.76	130 685	92.55
Cuauhtémoc	110 352		141 334		154 390	98.29	144 117	98.59	165 178	94.98
Miguel Hidalgo	86 932		94 690		96 647	98.57	93 226	98.68	110 714	92.12
Venustiano Carranza	118 012		120 249		116 158	98.74	115 672	98.88	117 831	95.54
Álvaro Obregón	60 463		111 113		129 699	96.84	159 676	97.67	190 410	96.20
Azcapotzalco	70 769		104 508		101 892	98.80	107 707	98.60	112 763	96.16
Coyoacán	44 939		104 058		140 802	98.79	161 184	98.86	171 976	95.04
Gustavo A. Madero	157 026		263 139		257 126	97.80	290 136	98.24	312 305	97.37
Iztacalco	63 193		99 138		92 591	98.70	96 873	98.61	100 831	96.58
Iztapalapa	69 119		220 443		276 907	93.95	390 748	96.74	445 620	96.72
Magdalena Contreras	9 986		30 240		38 679	96.10	49 694	95.88	59 527	94.09
Cuajimalpa de Morelos	4 792		15 937		22 039	94.10	31 724	95.66	44 708	93.34
Tlalpan	17 306		64 490		88 279	85.59	124 733	89.00	147 575	83.81
Xochimilco	15 422		37 930		47 901	90.44	74 300	90.52	89 446	87.03
Tláhuac	8 264		25 653		36 930	93.94	67 459	96.97	86 979	95.32
Milpa Alta			9 333		10 095	82.35	18 575	87.00	26 291	82.62
Municipios mexiquenses	141 511	48.74	613 619	78.21	1 185 046	89.77	1 897 267	94.27	2 530 419	93.20
Tlalnepantla					140 463	97.53	161 323	97.18	166 572	93.94
Chimalhuacán					36 994	84.18	83 778	84.31	131 264	88.83
Ecatepec					210 764	88.51	325 169	93.73	395 255	94.31
Naucalpan					155 554	97.97	190 317	95.62	206 735	94.27
Atizapán de Zaragoza					55 239	85.60	101 827	97.18	125 805	97.29
Cuautitlán					9 397	97.10	15 672	97.48	35 488	96.20
Paz, La					22 087	87.79	39 740	87.60	53 377	85.41
Tultitlán					43 790	88.12	88 903	97.02	130 214	96.56
Coacalco					30 955	97.21	55 206	98.73	73 317	97.68
Huixquilucan					22 447	88.87	36 855	91.19	56 002	89.73
Nezahualcóyotl					231 189	96.93	269 957	98.17	276 877	97.13
Atenco					3 291	89.07	5 769	85.64	10 913	87.42
Cuautitlán Izcalli					65 271	96.58	97 187	96.98	127 581	94.49
Chicoloapan					10 181	94.82	15 657	96.06	42 974	96.21

Chiautla	2 337	89.75	3 180	84.44	5 419	91.18
Chalco	15 430	28.58	37 852	87.92	66 119	88.42
Chiconcuac	2 021	93.61	2 804	92.79	4 391	93.29
Ixtapaluca	18 775	71.18	55 679	90.82	108 546	91.45
Nicolás Romero	28 716	82.91	50 194	88.31	82 778	90.61
Tecámac	21 181	88.11	34 776	95.43	93 704	96.45
Texcoco	23 755	91.75	37 482	90.38	48 033	85.04
Acolman	7 237	90.91	11 626	90.84	25 108	74.33
Melchor Ocampo	4 321	93.98	6 669	90.27	10 312	91.19
Teoloyucan	6 443	87.51	12 447	93.35	14 028	95.87
Tepotzotlán	6 715	87.48	11 518	87.30	18 157	72.25
Tezoyuca	1 983	85.33	3 555	91.41	5 118	61.41
Tultepec	8 510	94.47	18 397	94.51	21 752	95.64
Valle de Chalco Solidaridad			64 945	97.08	86 825	96.94
Isidro Fabela			1 361	84.96	2 297	93.34
Jaltenco			5 402	83.02	5 998	93.02
Jilotzingo			2 566	88.73	4 133	96.72
Nextlalpan			3 282	84.96	7 529	88.49
Teotihuacán			7 694	83.07	10 671	82.49
Cocotitlán			1 880	94.09	2 832	92.67
Coyotepec			6 135	91.32	7 745	91.15
Huehuetoca			6 781	89.58	23 946	95.07
Papalotla			684	96.20	876	91.06
San Martín de las Pirámides			3 901	93.33	5 604	92.32
Temamatla			1 758	92.24	2 506	90.40
Zumpango			17 339	92.68	33 618	89.30
Hidalgo						
Tizayuca			10 047	95.31	23 775	98.19

Fuente: 1970, INEGI, IX *Censo General de Población*; 1980, INEGI, X *Censo General de Población y Vivienda*; 1990, INEGI, XI *Censo General de Población y Vivienda*; 2000, INEGI, *Censo General de Población y Vivienda*; 2010, INEGI, XIII *Censo de Población y Vivienda*.

- ^a Porcentaje de viviendas conectadas a la red de agua potable respecto al total de viviendas particulares habitadas en la ZMCM. En 1970 y 1980 ante la falta de información censal se consideró el mismo nivel de cobertura en todas las delegaciones y municipios respectivamente. En el caso del Estado de México, tanto en 1970 como en 1980 se estimó el número de viviendas localizadas en los municipios metropolitanos, pero suponiendo el mismo nivel de cobertura que en el resto del Estado.

Al analizar el cuadro 3.2 es posible concluir que se existió un esfuerzo creciente por incrementar la cobertura de agua potable entre 1970 y 2000, cuadruplicándose el número de viviendas conectadas a la red de agua potable en estos años, lo que permitió que el número de viviendas metropolitanas conectadas a la red de agua potable se elevara del 69.4% a 95.63% en 2000, alcanzándose una cobertura casi universal.

También es posible observar que en el ámbito intrametropolitano, la cobertura de la red de agua potable ha sido mucho mayor históricamente en el Distrito Federal que en los municipios mexiquenses. Esta diferencia casi alcanzó a cerrarse para el año 2000, sin embargo continuó siendo menor el número de viviendas conectadas a la red en los municipios metropolitanos que en las delegaciones capitalinas, tanto en términos porcentuales como absolutos, Los municipios de la ZMCM tienen sin embargo coberturas superiores de entre 4 y 5% a la media del Estado de México, de acuerdo con la información de los censos de 1990, 2000 y 2010.

El dato más revelador de los obtenidos al realizar el cuadro 3.2, es la disminución que se observa por primera vez en décadas en el porcentaje de viviendas conectadas a la red hidráulica, tanto en el Distrito Federal como en el resto de la ZMCM. Si bien el número de viviendas conectadas a la red hidráulica se incremento en más de 900 000, de las cuales casi una tercera parte están dentro del Distrito Federal y el resto en el Estado de México, la cobertura disminuyó con respecto al total de viviendas habitadas en la ZMCM al pasar de 95.63 a 93.72%.

Futuras investigaciones deberán indagar acerca de la importante disminución en las cuatro delegaciones centrales del porcentaje de viviendas conectadas a la red hidráulica, especialmente Benito Juárez en donde se observó una caída del 6%. La atención a la cobertura en el núcleo central de la Ciudad de México se da en el marco de las políticas de repoblamiento y densificación de la zona central del Distrito Federal, puestas en marcha a partir de la promulgación del “Bando” administrativo 2 por parte del anterior Jefe de Gobierno Andrés Manuel López Obrador³⁵. En dicho instrumento jurídico se establecieron los lineamientos bajo los cuales se han construido cerca de ochenta y siete mil viviendas, además de que en este se expresaba la conveniencia y necesidad de construir viviendas en esta área debido a que ya se contaba con la infraestructura necesaria para la adecuada prestación del servicio de agua potable. A la luz de los datos censales podría cuestionarse

³⁵ El objetivo principal de este acto administrativo, y que fue expresado desde la toma de posesión del anterior Jefe de Gobierno (López Obrador, 2000) hasta el momento en que fue promulgado dicho bando, era frenar el crecimiento del área urbana hacia la zona sur del Distrito Federal, considerada de alto valor ecológico y estratégica para la recarga del acuífero. El “Bando 2”, sin embargo, no ha estado exento de críticas en las que se manifiestan sus contradicciones (véase *Metrópoli* / 2025, 2011), enfatizándose el problema del abastecimiento de agua. La administración actual ha eliminado casi por completo dicho ordenamiento, permitiendo a grandes consorcios edificar viviendas en zonas antes restringidas por el Bando (Milenio, 2008).

dicha aseveración, pues de las viviendas edificadas en la última década, solo dos terceras partes reciben el servicio de agua potable (cuadro 3.2).

Un análisis minucioso de los factores asociados con esta reducción en la cobertura de esta red podría revelar problemas de gestión, políticos, geográficos o económicos, entre otros, sin embargo un estudio de esta magnitud escapa por mucho de la contribución que se busca alcanzar en esta tesis, en donde se analizan las inversiones realizadas en el ámbito metropolitano y se busca calcular el valor actual de la infraestructura hidráulica en la Ciudad de México.

La importancia de conocer el destino del volumen de agua abastecido a la ZMCM, no está dada únicamente por los fines de una correcta planeación o para fomentar la “eficiencia económica” del servicio. Interesa conocer también los usos que se le dan al agua abastecida a través de la red hidráulica, para conocer en qué porcentaje el valor de la infraestructura hidráulica se incorpora al proceso productivo urbano como medio de producción socializado y como medio de consumo colectivo.

A pesar de la implementación por la CONAGUA de importantes instrumentos de gestión, como el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa), en donde se “registran los volúmenes concesionados o asignados a los usuarios de aguas nacionales” (CONAGUA, 2009a: 84), es sumamente complejo encontrar datos consistentes que permitan observar los niveles del consumo de agua potable surtida a través de las redes y su uso por sector, especialmente en el ámbito metropolitano. La mayoría de las fuentes consultadas para la elaboración del cuadro 3.3 registraron datos dispares y poco consistentes entre sí respecto al uso y consumo de agua, principalmente cuando se analizan el uso doméstico, industrial, comercial y público urbano. Algunas fuentes que buscan hacer un análisis de la zona metropolitana presentan incluso datos que son difícilmente comparables temporalmente, presentando incluso cuadros de los usos y consumo con “cifras no publicables” (INEGI, 2002: 100).

En el ámbito nacional se reconoce que “no se sabe con exactitud cuánta agua se usa en el país” (CONAGUA, 2004), mientras que para la Ciudad de México en el diagnóstico realizado por la Asociación Metrópoli / 2025 (2006: 138) se concluye lo siguiente: “La medición de los caudales [...] es insuficiente para conocer con precisión la demanda, el

abastecimiento y las pérdidas en la redes, por lo que su cuantificación, en muchas ocasiones, es sólo estimada”. Pese a lo anterior, es necesario hacer notar que la compleja infraestructura hidráulica conceptualizada como una CGP, se integra en el proceso productivo urbano principalmente como un medio de consumo colectivo, al ser utilizada principalmente con fines de uso doméstico.

Cuadro 3. 3
Usos del agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

<i>Uso</i>	<i>1966</i>	<i>1970</i>	<i>1980</i>	<i>1990</i>	<i>2000</i>	<i>2010*</i>
domestico	33.1%	61.5%	55.0%	72.5%	73.7%	61.6%
industrial	18.8%	14.2%	14.0%	15.7%	15.0%	18.2%
comercio y servicios	15.8%	15.1%	14.0%	7.5%	7.2%	-
público	32.3%	9.2%	17.0%	4.3%	4.1%	20.2%

Fuente: DGCOH (1979: 31); Garza, G. (1985: 272-273); Guerra, L y J. Mora (1989: 105); Delgadillo (1993: 81) The Joint Academies Committee on the Mexico City Water Supply (1995: 21); DDF (1997: 2-14); Ezcurra, E. *et al.* (1999: 99); CONAGUA (2005: 13); Metrópoli/2025 (2006: 136).

*El porcentaje asignado al consumo industrial en ese año incluye el utilizado por los comercios.

Para el análisis de los usos del agua en la ZMCM se han reducido los mismo a sólo cuatro categorías: uso doméstico, industrial, para comercio y servicios, y público, entendiéndose en este último el abastecimiento necesario para limpieza de la vía pública, riego de áreas verdes, parques, jardines y para el abastecimiento a edificios de gobierno e institucionales. A diferencia de lo que ocurre nacionalmente, en donde el principal uso del agua es el agrícola, en la ZMCM este es prácticamente nulo, por lo que desde las primeras estimaciones en la segunda mitad del siglo XX se ha omitido prácticamente su contabilización.

Los datos de 1966 a 1980 recabados para elaborar el cuadro 3.3, se obtuvieron básicamente de Gustavo Garza (1985: 272-273), quien analizó las diferentes fuentes disponibles en su momento para estimar en que porcentaje el valor del sistema hidráulico como CGP fungía como medio de producción socializado o como medio de consumo colectivo. De los datos presentados se eliminaron los porcentajes imputados a las pérdidas de las redes y se analizaron los datos más consistentes que permitieran observar el uso efectivo del agua y por lo tanto de su red hidráulica. Esta consideración metodológica fue aplicada también para 1990, 2000 y 2010.

Para 1990 se consultaron tres diferentes fuentes: Guerra (1989), The Joint Academies Committee on the Mexico City Water Supply (1995), y Ezcurra (1999). Se optó por estimar los usos del agua con base en la primera, esencialmente por ser la única que consideraba por primera vez el consumo total metropolitano. Adicionalmente, las otras dos fuentes remitían a documentos del Departamento del Distrito Federal, omitiéndose por lo tanto los niveles de consumo en el resto de la ZMCM. El importante cambio observado para este año con respecto a los anteriores, se explica en gran medida al incluir el alto porcentaje destinado al consumo doméstico en los municipios metropolitanos mexiquenses, en donde también, de acuerdo con el REPDA, se observa un volumen concesionado a la industria autoabastecida muy superior al observado en el Distrito Federal.

Para 2000 se realizó una comparación entre los datos presentados por el DDF en el Plan maestro de Agua Potable del Distrito Federal, con los de la CONAGUA y Ezcurra, observándose cifras muy similares en los tres casos, y las cuales son consistentes con los datos estimados para 1990. Es importante observar como entre 1961 y 1990 se consolida la infraestructura hidráulica, primordialmente, como un medio de consumo colectivo. La disminución del volumen abastecido dedicado a los servicios públicos y urbanos puede explicarse tanto por el incremento sostenido del porcentaje de cobertura de la red hidráulica y por la disminución del consumo de agua potable de primer uso para este rubro, ante el crecimiento de la dotación de agua tratada para el riego de áreas verdes. Para el año 2000, Tanto la CONAGUA como el DDF llaman la atención de que no se están considerando los volúmenes autoabastecidos por la industria, ni pozos no registrados ante los organismos correspondientes, por lo que el uso que se hace de esta CGP como medio de producción socializado no es necesariamente equivalente a los volúmenes reales de agua utilizados por la industria en la ZMCM, pudiendo ser mayores.

La cifra más importante es quizá, para los fines de esta investigación, la correspondiente a 2010, ya que con estos porcentajes es con los que es posible estimar en qué medida la infraestructura hidráulica funciona como un medio de consumo colectivo y como medio de producción socializado. Sin embargo, es el año en que se han encontrado el menor número de fuentes y cuando se observan los datos más inconsistentes. Entre 2000 y 2006 se redujo la dotación real por habitante en el Distrito Federal, como un objetivo planteado por el mismo gobierno, además de que se redujeron las pérdidas en tres m^3/s , en

las redes primaria y secundaria, que además alcanzan los 50 años de antigüedad en promedio (Encinas, 2006).

El inconveniente de las cifras de 2010 radica, por un lado, en que no ha sido posible desagregar el porcentaje asignado a la industria del destinado al uso comercial, sumando entre ambos 24%, cifra que no refleja el consumo creciente de agua tratada y de reúso por la industria en su proceso productivo. Otro segundo inconveniente de utilizar una sola fuente de información para 2010 es que ésta estima que se abastece un volumen de 10 m³/s a través de las redes primaria y secundaria destinados al riego agrícola en la Ciudad de México. Esta cifra además de ser muy elevada presenta inconsistencias importantes no solo con los datos históricos, sino con los datos reportados por la CONAGUA (2010: 215) a partir de los volúmenes concesionados y reportados al REPDA.

Sin embargo, al observar los datos históricos de los usos del agua para la ZMCM en su conjunto, es posible concluir que el uso primario del agua potable es principalmente para consumo doméstico, consolidándose como un medio de consumo colectivo. Este hecho depende entre otros factores de una correcta asignación de los volúmenes crecientes de agua tratada a la industria y algunos servicios, con el fin de subsanar el enorme déficit existente en la dotación real de agua por habitante en la zona metropolitana. La dotación de agua potable a la población ha tendido a consolidarse como un servicio de carácter general que permite la correcta reproducción de la fuerza de trabajo de la urbe, además de que históricamente la red hidráulica ha sido una CGP que ha coadyuvado “decisivamente a la creación de la gran urbe que es hoy la Ciudad de México” (Bassols Batalla, 1993: 29). Avanzar en fórmulas que plantean la mercantilización de este vital recurso podría acrecentar las desigualdades existentes al interior de la metrópoli tanto en la calidad del servicio como en los volúmenes abastecidos en las diferentes zonas a su interior.

Aunado a esto es necesario mejorar el sistema de distribución de agua potable mediante la reparación de las fugas de la red, tal y como se ha establecido desde el Plan Maestro para el Distrito Federal en 1997, ya que pese a la implementación de programas casi permanentes para corregir este problema, no se ha reducido el porcentaje estimado de pérdidas en la red, fluctuando a lo largo de los últimos 20 años entre 30 y 40%. El caudal perdido a través de las redes primaria y secundaria de agua potable es de aproximadamente 24.6 m³/s, con el cual se podría satisfacer la demanda de agua potable de una población

superior a los 14 millones, suponiendo una dotación de 150 l/hab/día como lo recomiendan los estándares internacionales.

Las fugas de agua potable si bien impactan en los costos de operación y mantenimiento de la red hidráulica, así como en una adecuada dotación del servicio, es una de las formas de recarga del acuífero inducida por procesos antropogénicos. En el caso del suministro de agua desde fuentes como el Lerma se considera que “la limitante para incrementar el abastecimiento no está dada por la capacidad de la infraestructura, si no por el balance de los acuíferos” (Escolero et al., 2009: 38). Futuras investigaciones deberán hacer, por lo tanto, una evaluación de los montos destinados a la inversión en infraestructura que permitan la sustentabilidad y recarga de las fuentes de abastecimiento de agua de la ZMCM en el largo plazo, a la vez que contemplen una distribución eficiente del servicio.

De adquirir conciencia de la importancia económica, social y ambiental que representa contar con un adecuado sistema hidráulico, considerado tanto medio de consumo colectivo como un medio de producción socializado para la adecuada provisión de agua potable como un servicio de carácter general, depende en gran medida la reproducción económica ampliada y el futuro de la Ciudad de México.

COBERTURA METROPOLITANA DE LA RED DE DRENAJE

Bajo el actual modelo de manejo de los sistemas hidráulico y sanitario de la ZMCM, es necesario importar un caudal aproximado de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ desde el sistema Lerma-Cutzamala, para después expulsar de la cuenca volúmenes equivalentes al 60% del total abastecido, oscilando estos entre los 42.3 y $47.7 \text{ m}^3/\text{s}$ (CONAGUA, 2005: 12; Ezcurra et al., 1999: 82).

Los altos costos económicos y ambientales que se desprenden de este manejo inadecuado de la cuenca han afectado significativamente al sistema de drenaje y saneamiento de la Ciudad de México, el cual ha sido edificado a lo largo de los últimos 400 años. Las grandes obras de drenaje, cuya proceso de construcción fue explicado con mayor detalle en el capítulo anterior, han sido edificadas buscando responder a la gravedad de las pasadas inundaciones de la capital de la república, y procurando evitar futuras afectaciones. La red de drenaje permite que hoy más de 4 millones y medio de viviendas cuenten con un

saneamiento adecuado, no exento de riesgos, especialmente ante el casi permanente efecto de subsidencia observado en la cuenca ante la sobreexplotación de sus acuíferos.

Con la misma metodología que en el cuadro 3.2, en el cuadro 3.4 se muestran aquellas viviendas conectadas a la red de drenaje de la ZMCM y el porcentaje que estas representan con respecto al total de viviendas habitadas. Se han omitido todas aquellas no conectadas a la red, pero que de acuerdo a cifras oficiales contarían con drenaje al realizar sus descargas en grietas, barrancas, ríos, lagunas o mediante fosas sépticas. Al hacer esta distinción, la cobertura de drenaje es menor a la de las viviendas que cuentan con el servicio de agua potable.

Cuadro 3. 4

Zona Metropolitana de la Ciudad de México: viviendas conectadas a la red de drenaje y porcentaje con respecto al total de viviendas particulares habitadas.

<i>Unidad administrativa</i>	<i>1970</i>		<i>1980</i>		<i>1990</i>		<i>2000</i>		<i>2010</i>	
	No. de viviendas	%	No. de viviendas	%	No. de viviendas	%	No. de viviendas	%	No. de viviendas	%
Total Zona Metropolitana	1 069 614	71.07	1 845 182	72.88	2 791 174	89.77	3 712 361	89.98	4 677 306	90.07
Distrito Federal	953 951	78.54	1 372 580	78.56	1 677 692	93.77	1 957 862	93.11	2 229 914	90.88
Benito Juárez	70 124		84 430		112 378	98.58	112 808	99.18	130 618	92.50
Cuauhtémoc	116 585		126 233		153 829	97.93	144 536	98.87	165 051	94.91
Miguel Hidalgo	91 843		84 573		95 831	97.74	93 419	98.88	111 350	92.65
Venustiano Carranza	124 678		107 401		115 894	98.52	115 870	99.05	117 715	95.45
Álvaro Obregón	63 878		99 241		128 275	95.77	148 270	90.70	182 879	92.40
Azcapotzalco	74 766		93 341		101 194	98.12	108 145	99.00	113 075	96.43
Coyoacán	47 477		92 939		134 442	94.32	152 046	93.26	163 510	90.36
Gustavo A. Madero	165 896		235 022		255 491	97.18	291 323	98.64	312 410	97.40
Iztacalco	66 762		88 545		92 083	98.15	97 075	98.82	100 781	96.53
Iztapalapa	73 023		196 889		262 309	89.00	394 478	97.66	447 884	97.21
Magdalena Contreras	10 550		27 009		37 728	93.74	45 580	87.94	57 077	90.22
Cuajimalpa de Morelos	5 063		14 234		20 761	88.64	28 979	87.38	42 625	88.99
Tlalpan	18 283		57 599		86 853	84.21	87 949	62.75	108 469	61.60
Xochimilco	16 293		33 877		42 692	80.60	60 726	73.99	74 601	72.58
Tláhuac	8 730		22 912		30 199	76.82	62 169	89.37	81 366	89.16
Milpa Alta			8 336		7 733	63.09	14 489	67.86	20 503	64.43
Municipios mexiquenses	115 663	39.84	472 602	60.24	1 113 482	84.34	1 745 795	86.75	2 424 377	89.29
Tlalnepantla	23 807		72 814		138 055	95.86	161 331	97.18	169 629	95.66
Chimalhuacán	1 294		5 792		18 817	42.82	66 970	67.39	122 187	82.69
Ecatepec	14 041		73 668		203 949	85.65	314 392	90.62	396 821	94.68
Naucalpan	24 796		68 278		152 703	96.17	176 915	88.89	197 144	89.89
Atizapán de Zaragoza	2 876		19 019		53 420	82.78	98 001	93.53	124 282	96.11

Cuaautitlán	2 670	3 679	8 853	91.48	13 860	86.21	33 243	90.11
Paz, La	2 093	9 329	20 169	80.16	35 012	77.18	50 401	80.65
Tultitlán	3 394	12 820	40 801	82.11	84 571	92.29	127 809	94.78
Coacalco	856	9 191	31 106	97.69	55 018	98.39	73 199	97.52
Huixquilucan	2 175	7 317	19 940	78.94	28 411	70.29	49 681	79.61
Nezahualcóyotl	37 659	125 565	234 024	98.12	268 211	97.54	277 822	97.47
Atenco		1 528	2 272	61.49	2 988	44.36	5 778	46.29
Cuaautitlán Izcalli		16 093	61 605	91.16	93 944	93.74	125 233	92.75
Chicoloapan		2 565	6 453	60.10	13 101	80.37	42 621	95.42
Chiautla		987	1 497	57.49	1 619	42.99	4 118	69.29
Chalco		7 328	12 802	23.72	29 151	67.71	57 811	77.31
Chiconcuac		1 051	1 794	83.09	2 229	73.76	3 460	73.51
Ixtapaluca		7 280	15 504	58.78	50 014	81.58	101 853	85.81
Nicolás Romero		10 539	24 749	71.46	40 037	70.44	69 923	76.54
Tecámac		7 901	18 784	78.14	30 543	83.81	91 878	94.57
Texcoco		9 858	19 522	75.40	28 525	68.78	41 243	73.02
Acolman			5 140	64.56	6 325	49.42	20 544	60.82
Melchor Ocampo			3 255	70.79	5 445	73.70	9 167	81.07
Teoloyucan			4 429	60.15	7 370	55.28	10 268	70.17
Tepotztlán			5 379	70.08	8 027	60.84	12 662	50.39
Tezoyuca			1 523	65.53	1 651	42.45	3 656	43.87
Tultepec			6 937	77.01	15 787	81.10	21 266	93.51
Valle de Chalco Solidaridad					61 078	91.30	86 655	96.75
Isidro Fabela					47	2.93	26	1.06
Jaltenco					5 740	88.21	6 176	95.78
Jilotzingo					169	5.84	55	1.29
Nextlalpan					1 897	49.11	5 385	63.29
Teotihuacán					7 022	75.82	9 782	75.62
Cocotitlán					1 060	53.05	1 971	64.50
Coyotepec					4 840	72.05	6 944	81.72
Huehuetoca					6 183	81.68	23 330	92.62
Papalotla					541	76.09	814	84.62
San Martín de las Pirámides					2 814	67.32	4 711	77.61
Temamatla					1 369	71.83	2 239	80.77
Zumpango					13 587	72.62	32 590	86.57
Hidalgo								
Tizayuca					12 022	90.53	23 015	95.05

Fuente: 1970, INEGI, IX *Censo General de Población*; 1980, INEGI, X *Censo General de Población y Vivienda*; 1990, INEGI, XI *Censo General de Población y Vivienda*; 2000, INEGI, *Censo General de Población y Vivienda*; 2010, INEGI, XIII *Censo de Población y Vivienda*.

En el caso de gran parte de los municipios conurbados, las redes de drenaje municipales al irse extendiendo, se han conectado a las tres grandes salidas de agua desde la Cuenca de México, esto es: al tajo de Nochistongo, los túneles de Tequisquiac y el emisor del drenaje profundo. Esto implica en primer término que el Estado de México haya realizado menores inversiones históricamente en este rubro a las que erogó el Distrito Federal para la construcción de estas monumentales obras, como se observará más adelante, pero implica que en la actualidad se cuente con casi los mismos niveles de cobertura en toda la ZMCM; en segundo lugar esta situación ha generado un déficit en la capacidad requerida de emisión de aguas servidas desde la cuenca de aproximadamente 120 m³/s (CONAGUA, 2009c: 4).

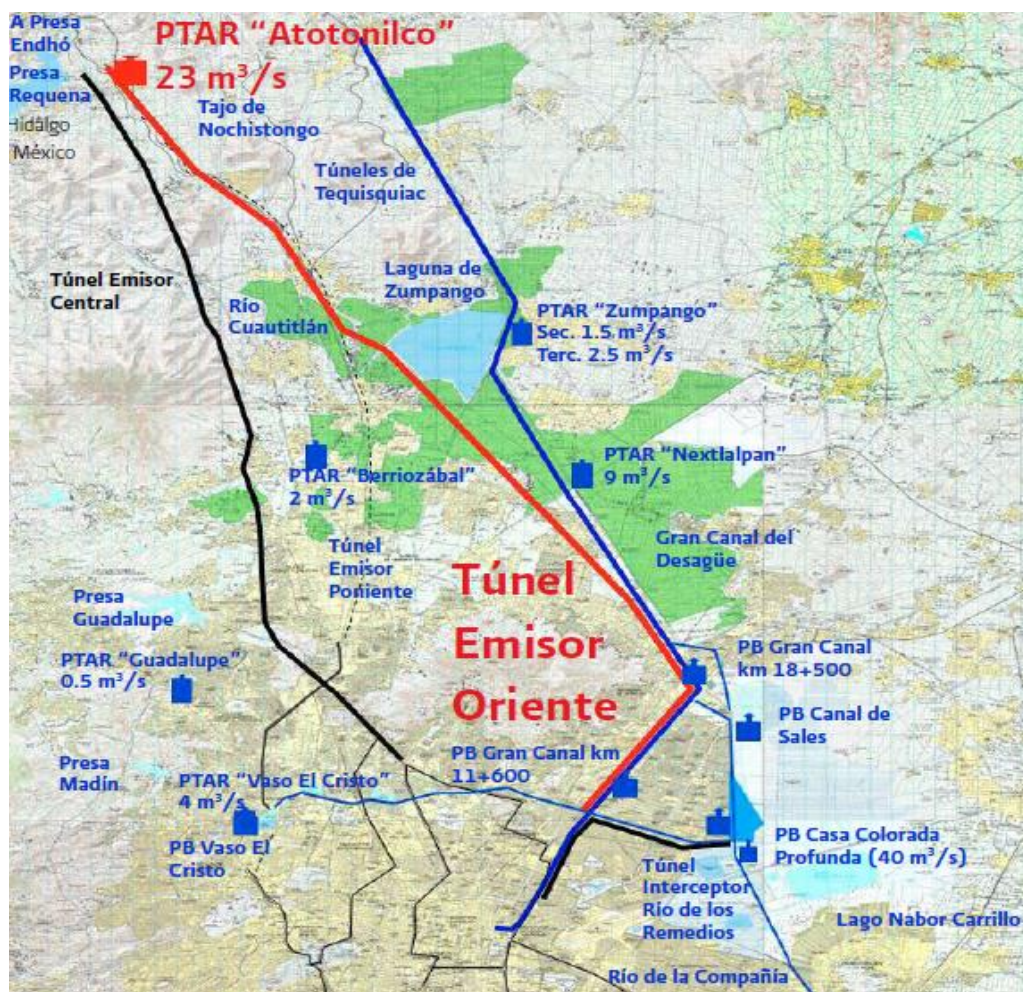
Para subsanar este déficit y evitar inundaciones catastróficas, se construyeron obras emergentes como las cuatro grandes plantas de bombeo ubicadas a lo largo del gran canal para incrementar su gasto instantáneo ante la pérdida de pendiente de esta obra por el hundimiento de la Ciudad de México. De forma paralela se construye por el Gobierno Federal una cuarta salida artificial de las aguas desde la Cuenca de México hacia el Río El Salto en Hidalgo, denominada “Túnel emisor oriente”, el cual se integrará al sistema de drenaje profundo de la Ciudad de México. Su costo a valor presente se estima que será cercano a los 12 mil millones de pesos, su vida útil sin obras de reparación y mantenimiento se estima en aproximadamente 15 años y contará con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en Atotonilco, Hgo., la cual se prevé sea la más grande del país, con una capacidad de diseño de 23 m³/s (ver imagen 4.1).

Estas grandes obras de infraestructura, esenciales CGP que permiten la existencia de la urbe misma, permitirán sin duda que se incremente el porcentaje de cobertura de viviendas conectadas a la red de drenaje, tanto en la periferia como en la zona central de la Ciudad de México. Actualmente existen más de 4 millones y medio de viviendas conectadas a la red de drenaje, lo que significa una cobertura de alrededor del 90%, la cual aumento en casi 20% desde 1970.

En el Distrito Federal se observa sin embargo una disminución en el porcentaje de cobertura de casi 3 puntos en los últimos 10 años, cifra sin duda preocupante, y pese a que en este periodo se han conectado cerca de 300 000 viviendas a la red. Los menores índices de cobertura se observan en las 4 delegaciones del sur del Distrito Federal y que

paradójicamente es la zona en la que se ubican las áreas de recarga del acuífero y los pocos cuerpos de agua superficiales dentro de su territorio, por lo que la carencia de redes de drenaje en estas zonas puede provocar daños ambientales severos como la contaminación de los acuíferos.

Mapa 3.1
Túnel Emisor Oriente



Fuente: CONAGUA (2009c: 8)

Al igual que lo sucedido con la cobertura de agua, un caso preocupante es la severa disminución en el porcentaje de viviendas conectadas a la red de drenaje en la zona central del Distrito Federal, pese a haberse incrementado el número total de viviendas conectadas en los últimos 10 años. En Benito Juárez y Miguel Hidalgo este porcentaje disminuyó incluso en casi 6 puntos, situación nunca antes observada. Esto obliga necesariamente a que se realicen estudios específicos en los que se evalúen todas las posibles causas y factores

asociados a esta disminución en la cobertura de drenaje, desde las políticas de redensificación, los Programas parciales de desarrollo urbano, las políticas de vivienda, el actuar de los desarrolladores de vivienda y autoridades o incluso la metodología empleada en el Censo 2010.

Los municipios metropolitanos observan un rápido incremento en la cobertura de drenaje, especialmente entre 1970 y 1990. En los últimos 20 años, se han incorporado a la zona metropolitana los municipios con el menor número de viviendas conectadas a las redes de drenaje, lo que no ha impactado en que los municipios mexiquenses hayan continuado con un incremento de la cobertura de casi cinco puntos, para alcanzar en la actualidad 89.3%, muy cercano a la media metropolitana.

EGRESOS GUBERNAMENTALES EN AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO, 1970-2010.

La prestación de los servicios de agua potable y saneamiento en la ZMCM son posibles gracias a las cuantiosas inversiones realizadas históricamente para edificar el enorme capital constante socializado que constituyen sus respectivas infraestructuras. Dichas erogaciones han sido realizadas principalmente por el Distrito Federal y el Estado de México a través de sus diferentes organismos operadores o por las delegaciones y municipios correspondientes, y en menor medida por el Gobierno Federal.

Analizar exhaustivamente las fuentes del financiamiento y aplicación específica de los recursos destinados a la construcción de dicha infraestructura, excede por mucho los alcances de este trabajo de tesis por las limitaciones de tiempo para su elaboración. Sin embargo, fue posible obtener los montos de inversión ejercida, tanto en el Distrito Federal como en el Estado de México, en los Informes de la Cuenta Pública del Distrito Federal, los Informes de Gobierno y en la Cuenta de la Hacienda Pública del Gobierno y Organismos Auxiliares del Estado de México.

Es importante recordar que el Distrito Federal fue un Departamento dependiente directamente del Gobierno Federal hasta 1997, y las inversiones realizadas en esta entidad política eran reportadas y analizadas por la Federación en el H. Congreso de la Unión, tanto en los Informes de la Cuenta Pública como en los Informes Presidenciales de Gobierno. De forma completamente diferente, en el Estado de México, las inversiones han sido realizadas

por los tres diferentes órdenes de gobierno, municipios, el gobierno estatal, y el federal, en uso de sus respectivas atribuciones, por lo que la estimación del valor de dicha infraestructura para los municipios mexiquenses que han ido integrándose la ZMCM fue más compleja y con un conjunto de particularidades que serán explicadas más adelante.

La estimación de la inversión en el sistema hidráulico y de saneamiento toma como punto de partida la serie de tiempo presentada por Garza (1985: 274) en donde se calcula el valor de este capital constante para la Ciudad de México hasta 1970. Los egresos considerados en dicha investigación incorporan todos aquellos montos erogados esencialmente en el Distrito Federal a partir de 1929, sin descartar el considerable valor acumulado de aquellas construcciones destinadas al drenaje y saneamiento realizadas desde el periodo virreinal, y que como se ha explicado en el capítulo 2, eran obras sumamente costosas y cuya construcción represento un esfuerzo significativo de recaudación e inversión por parte del Ayuntamiento y Cabildo de la Ciudad de México, apoyados en algunas ocasiones por el Virrey.

Aunque dicha serie de tiempo se presenta a precios de 1950, se ha transformado a precios constantes de 2003 para utilizar un año base más reciente en la estimación de las series de tiempo correspondientes al Distrito Federal y los municipios mexiquenses conurbados de 1970 a 2009. Se tendrá, así, un cálculo del valor total del aparato infraestructural hidráulico y de saneamiento de la ZMCM hasta la actualidad a precios de 2003. De la serie presentada por Garza (1985), se revisó cuidadosamente la metodología observando que los resultados permitieran equipara el valor de la infraestructura hidráulica de la ZMCM con el de otras grandes metrópolis, como es el caso de Nueva York o Los Ángeles.

En la metodología empleada para calcular el valor de dicho capital constante se considera que del total de los egresos realizados, ya sea por el Distrito Federal o por el Estado de México, los gastos destinados a la administración, gestión, operación y mantenimiento del sistema constituyen la depreciación anual del capital, por lo que únicamente las obras de construcción de infraestructura hidráulica y de saneamiento son las que constituyen la inversión neta total, y cuyo monto acumulado representa el valor de esta CGP (Garza, 1985: 276).

Cuadro 3. 5

Distrito Federal: egresos del gobierno en el sistema de agua potable y saneamiento, 1970-2009

(miles de pesos de 2003)

Años	<i>Total</i>		<i>Administración¹</i>		<i>Agua</i>		<i>Drenaje</i>		<i>Subtotal agua y drenaje</i>	
	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado
1970	1 349 008.60	16 309 396.04	282 108.14	4 113 469.87	522 781.27	6 029 386.07	544 119.19	6 166 540.10	1 066 900.46	12 195 926.16
1971	3 811 796.39	20 121 192.42	912 318.85	5 025 788.72	433 934.21	6 463 320.27	2 465 543.33	8 632 083.43	2 899 477.54	15 095 403.70
1972 ²	3 275 311.27	23 396 503.69	803 550.31	5 829 339.03	302 444.99	6 765 765.26	2 169 315.97	10 801 399.40	2 471 760.96	17 567 164.66
1973	3 268 450.83	26 664 954.52	817 284.98	6 646 624.01	246 517.65	7 012 282.92	2 204 648.20	13 006 047.60	2 451 165.85	20 018 330.51
1974	3 262 932.55	29 927 887.07	828 332.66	7 474 956.67	201 531.71	7 213 814.63	2 233 068.18	15 239 115.77	2 434 599.89	22 452 930.40
1975	3 258 397.64	33 186 284.71	837 411.59	8 312 368.27	164 562.46	7 378 377.08	2 256 423.59	17 495 539.36	2 420 986.05	24 873 916.44
1976	2 221 743.56	35 408 028.27	962 348.98	9 274 717.25	74 144.24	7 452 521.32	1 185 250.34	18 680 789.71	1 259 394.58	26 133 311.03
1977	2 297 277.09	37 705 305.36	1 567 739.07	10 842 456.32	111 950.45	7 564 471.77	617 587.56	19 298 377.27	729 538.01	26 862 849.04
1978	3 657 198.82	41 362 504.18	1 706 289.29	12 548 745.61	53 991.09	7 618 462.86	1 896 918.44	21 195 295.71	1 950 909.53	28 813 758.57
1979	4 668 289.73	46 030 793.90	846 695.13	13 395 440.75	1 588 826.26	9 207 289.12	2 232 768.33	23 428 064.04	3 821 594.59	32 635 353.16
1980	5 416 170.01	51 446 963.92	2 806 455.81	16 201 896.56	995 607.92	10 202 897.04	1 614 106.28	25 042 170.32	2 609 714.20	35 245 067.36
1981	5 789 841.49	57 236 805.41	2 464 604.90	18 666 501.46	3 101 124.64	13 304 021.69	224 111.94	25 266 282.26	3 325 236.59	38 570 303.95
1982	3 888 228.65	61 125 034.06	2 485 087.05	21 151 588.51	897 337.47	14 201 359.16	505 804.12	25 772 086.38	1 403 141.60	39 973 445.54
1983	4 327 597.20	65 452 631.26	3 031 129.60	24 182 718.11	703 680.13	14 905 039.29	592 787.47	26 364 873.85	1 296 467.60	41 269 913.14
1984	6 232 086.37	71 684 717.63	3 258 659.46	27 441 377.57	1 505 743.79	16 410 783.08	1 467 683.13	27 832 556.98	2 973 426.92	44 243 340.06
1985	4 883 628.22	76 568 345.85	2 856 600.09	30 297 977.66	765 698.32	17 176 481.40	1 261 329.82	29 093 886.80	2 027 028.13	46 270 368.20
1986	4 479 067.02	81 047 412.88	2 921 083.07	33 219 060.73	349 947.61	17 526 429.01	1 208 036.34	30 301 923.14	1 557 983.95	47 828 352.15
1987	4 729 325.14	85 776 738.02	2 537 084.88	35 756 145.61	588 643.24	18 115 072.25	1 603 597.02	31 905 520.16	2 192 240.26	50 020 592.41
1988	4 546 048.69	90 322 786.71	3 131 957.90	38 888 103.51	293 999.39	18 409 071.64	1 120 091.40	33 025 611.56	1 414 090.79	51 434 683.20
1989	6 209 271.67	96 532 058.37	4 153 587.75	43 041 691.26	625 347.93	19 034 419.57	1 430 335.99	34 455 947.55	2 055 683.92	53 490 367.11
1990	7 639 505.99	104 171 564.37	4 704 318.17	47 746 009.43	705 428.94	19 739 848.51	2 229 758.88	36 685 706.43	2 935 187.82	56 425 554.94
1991	7 601 643.49	111 773 207.86	4 317 016.69	52 063 026.12	667 958.58	20 407 807.09	2 616 668.23	39 302 374.65	3 284 626.80	59 710 181.74

1992	8 250 650.11	120 023 857.97	5 171 364.63	57 234 390.75	763 318.32	21 171 125.41	2 315 967.16	41 618 341.81	3 079 285.48	62 789 467.22
1993	7 223 653.07	127 247 511.05	5 024 493.82	62 258 884.58	523 593.43	21 694 718.84	1 675 565.82	43 293 907.64	2 199 159.25	64 988 626.47
1994	7 118 047.81	134 365 558.86	4 811 338.60	67 070 223.18	594 007.85	22 288 726.69	1 712 701.36	45 006 609.00	2 306 709.21	67 295 335.68
1995	6 389 047.20	140 754 606.06	4 399 507.56	71 469 730.74	1 099 366.47	23 388 093.16	890 173.17	45 896 782.17	1 989 539.64	69 284 875.32
1996	7 061 408.44	147 816 014.50	5 262 799.99	76 732 530.73	727 312.76	24 115 405.92	1 071 295.69	46 968 077.85	1 798 608.45	71 083 483.77
1997	8 553 722.11	156 369 736.61	5 821 493.21	82 554 023.94	1 421 432.23	25 536 838.15	1 310 796.66	48 278 874.51	2 732 228.89	73 815 712.67
1998	6 754 183.79	163 123 920.39	5 247 759.67	87 801 783.61	952 892.68	26 489 730.83	553 531.43	48 832 405.95	1 506 424.12	75 322 136.78
1999	3 260 402.17	166 384 322.57	2 348 574.72	90 150 358.33	349 520.69	26 839 251.53	562 306.76	49 394 712.71	911 827.45	76 233 964.24
2000	6 038 358.68	172 422 681.25	4 416 404.24	94 566 762.57	556 612.93	27 395 864.46	1 065 341.50	50 460 054.22	1 621 954.44	77 855 918.68
2001	4 727 432.61	177 150 113.85	3 428 366.76	97 995 129.33	480 022.36	27 875 886.82	819 043.49	51 279 097.70	1 299 065.85	79 154 984.52
2002	5 722 179.55	182 872 293.40	4 373 640.31	102 368 769.64	635 338.34	28 511 225.16	713 200.90	51 992 298.60	1 348 539.24	80 503 523.76
2003	4 874 109.80	187 746 403.20	3 803 762.50	106 172 532.14	480 346.00	28 991 571.16	590 001.30	52 582 299.90	1 070 347.30	81 573 871.06
2004	4 986 749.97	192 733 153.17	4 497 082.40	110 669 614.54	230 937.62	29 222 508.78	258 729.95	52 841 029.84	489 667.56	82 063 538.63
2005	6 671 896.31	199 405 049.48	5 100 490.96	115 770 105.50	913 990.36	30 136 499.14	657 415.00	53 498 444.84	1 571 405.35	83 634 943.98
2006	9 091 538.05	208 496 587.54	6 111 397.60	121 881 503.10	1 654 488.38	31 790 987.53	1 325 652.07	54 824 096.91	2 980 140.45	86 615 084.43
2007	10 982 433.98	219 479 021.51	7 300 794.46	129 182 297.56	2 279 758.04	34 070 745.57	1 401 881.48	56 225 978.39	3 681 639.52	90 296 723.96
2008	13 781 459.52	233 260 481.04	9 791 381.02	138 973 678.58	2 098 403.29	36 169 148.86	1 891 675.21	58 117 653.60	3 990 078.51	94 286 802.46
2009	12 350 128.46	245 610 609.50	9 219 972.14	148 193 650.72	1 542 820.33	37 711 969.19	1 587 335.99	59 704 989.59	3 130 156.32	97 416 958.78

¹Incluye gastos de administración, operación y mantenimiento.

²La cifra para los años 1971, 1972, 1973, es un estimado con base en los montos invertidos en los años inmediatos anterior y posterior, debido a la imposibilidad de localizar los respectivos informes de la Cuenta Pública.

Fuente: Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal, anuarios de 1970 y 1974 a 1997 (SHCP, México, diversas fechas); y Gobierno del Distrito Federal, Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal, anuarios de 1998 a 2009 (Secretaría de Finanzas, Ciudad de México, diversas fechas); las cifras correspondientes a 1970, así como la inversión acumulada se presentan a precios de 2003 y se obtuvieron de: Garza, 1985: 271-275.

Se estima que la suma total acumulada en 1970 erogada por el Distrito Federal en agua potable y saneamiento tanto en administración como en inversión alcanzó 16 309 millones de pesos, de los cuales casi tres cuartas partes constituían la inversión neta total acumulada, es decir, el valor de la infraestructura hidráulica era de 12 195 millones de pesos (cuadro 3.5). Garza indica que las inversiones en el periodo 1929–1970 mantenían un ritmo creciente debido “al aumento del tamaño de la ciudad”, demandando constantemente “obras más costosas” (Garza, 1985: 276). Aunque no se incluyen en dicha estimación los montos erogados por el Estado de México y sus municipios, las principales obras de abastecimiento de agua potable y saneamiento con carácter metropolitano y que representan parte importante del valor acumulado de LA ZMCM, se realizaron de forma posterior a 1970.

Revisando la evolución de los egresos en este aparato infraestructural en el Distrito Federal, se observa en primer término un crecimiento considerable de los mismos en los últimos 40 años. La inversión bruta acumulada en toda la historia del Distrito Federal hasta 1970 representa únicamente el 7.1% del valor acumulado entre 1971 y 2009, es decir los egresos totales se multiplicaron 15 veces en este lapso, mientras que la población lo hizo únicamente 1.3 veces.

Pese a este notable incremento en términos absolutos de los egresos gubernamentales, es posible observar una disminución sostenida en su tasa de crecimiento decenal, posiblemente muy relacionada con los cambios en la política económica y con la implantación de un modelo de desarrollo nacional de corte neoliberal. Entre 1980 y 1990 los egresos acumulados crecieron a una tasa promedio anual del 4.14%, mientras que entre 1991 y 2000 esta se redujo prácticamente a la mitad, al alcanzar un valor de tan sólo 2.61 y, de forma más dramática, en los últimos nueve años se observa el crecimiento promedio de los egresos destinados al agua potable y saneamiento más bajos de la historia reciente, pues este es solo del 0.78 promedio anual.

Ante la reducción en la tasa de crecimiento promedio anual de los egresos totales destinados a estos rubros, es posible advertir que el costo medio total anual por habitante tiende a incrementarse de forma prácticamente sostenida en los últimos 40 años, habiéndose duplicado el mismo entre la década de los setentas del siglo pasado y la primer década del siglo veintiuno. Los costos o egresos promedio anuales en la década de los

setentas eran de 420.16 pesos por habitante (a precios de 2003). En la década de los ochentas estos se incrementaron a 631.28, en 1980 a 794.42 y en los últimos 10 años alcanzan ya los 824.83 pesos por habitante. Estos datos sugieren la existencia de rendimientos decrecientes a escala en materia hídrica en la Cuenca de México.

Al analizar en el ámbito metropolitano la evolución de los egresos en relación con la inversión neta anual en infraestructura, particularmente en el Distrito Federal, se observa un panorama poco sostenible económicamente hacia el futuro, especialmente si se considera la reducción porcentual de la cobertura de las redes de agua potable y saneamiento en los últimos 10 años y los costos crecientes de operación y mantenimiento para una red hidráulica y de saneamiento que tiene una vida promedio de 50 años y que requiere de constantes reparaciones ante las complicadas características geográficas de la urbe.

En el Estado de México la recolección de datos del gasto realizado por esa entidad para la construcción del cuadro 3.6 fue sin duda un reto notable. La organización política de la entidad, la autonomía municipal y los cambios observados en la gestión de los recursos hídricos en los últimos cuarenta años, impiden un fácil acceso a documentos históricos en los que se registre fehacientemente cuales han sido los montos erogados para la edificación, operación y mantenimiento de la red hidráulica y de saneamiento en los municipios mexiquenses de la ZMCM.

A diferencia de lo observado en el Distrito Federal, en el Estado de México no fue posible localizar una fuente que indicara el valor previo para la edificación de la infraestructura hidráulica de los once municipios metropolitanos en 1970, por tal motivo, el cálculo de los egresos y del valor de la infraestructura metropolitana mexiquense inicia de cero en dicho año, efectuándose una ponderación para estimar los montos que correspondían a los municipios mexiquenses que formaban parte de la ZMCM para cada año.. Esto no constituye un sesgo significativo pues en ese año únicamente Tlalnepantla, Naucalpan y Ecatepec eran demográficamente significativos, además de que sólo representaban 11% de la población total metropolitana.

Cuadro 3. 6
Estado de México: egresos del gobierno en el sistema de agua potable y saneamiento, 1970-2009
(miles de pesos de 2003)

Años	<i>Total</i>		<i>Administración</i>		<i>Agua</i>		<i>Drenaje</i>		<i>Subtotal agua y drenaje</i>	
	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado
1970	138 340.22	138 340.22	42 821.05	42 821.05	86 191.58	86 191.58	9 327.59	9 327.59	95 519.17	95 519.17
1971	463 992.38	602 332.60	143 621.59	186 442.64	225 183.33	311 374.91	95 187.46	104 515.05	320 370.79	415 889.96
1972	1 315 295.82	1 917 628.42	407 129.26	593 571.90	635 716.59	947 091.50	272 449.97	376 965.01	908 166.56	1 324 056.52
1973	1 056 630.40	2 974 258.82	327 063.42	920 635.32	498 338.10	1 445 429.60	231 228.88	608 193.89	729 566.98	2 053 623.49
1974	873 833.56	3 848 092.37	270 481.52	1 191 116.84	373 161.10	1 818 590.70	230 190.94	838 384.83	603 352.04	2 656 975.53
1975 ²	794 866.84	4 642 959.21	246 038.60	1 437 155.44	339 439.22	2 158 029.92	209 389.01	1 047 773.85	548 828.23	3 205 803.76
1976	908 023.00	5 550 982.21	281 033.12	1 718 188.56	443 181.53	2 601 211.45	183 777.15	1 231 551.00	626 958.68	3 832 762.44
1977	654 592.45	6 205 574.67	202 596.36	1 920 784.93	311 752.67	2 912 964.12	140 220.92	1 371 771.91	451 973.59	4 284 736.03
1978	763 244.03	6 968 818.70	236 224.03	2 157 008.96	437 275.93	3 350 240.05	89 717.84	1 461 489.76	526 993.77	4 811 729.81
1979	427 690.82	7 396 509.52	132 370.31	2 289 379.27	217 080.25	3 567 320.30	78 225.57	1 539 715.32	295 305.81	5 107 035.62
1980	398 003.86	7 794 513.38	123 182.19	2 412 561.46	182 002.29	3 749 322.58	92 805.70	1 632 521.02	274 807.99	5 381 843.60
1981	340 370.30	8 134 883.68	144 887.96	2 557 449.42	182 307.36	3 931 629.94	13 174.98	1 645 696.00	195 482.34	5 577 325.95
1982	823 495.18	8 958 378.86	254 871.76	2 812 321.18	543 013.17	4 474 643.11	25 581.95	1 671 277.96	568 595.12	6 145 921.07
1983	705 741.41	9 664 120.27	494 314.42	3 306 635.59	114 755.65	4 589 398.76	96 671.35	1 767 949.31	211 427.00	6 357 348.06
1984	1 434 514.46	11 098 634.73	444 031.53	3 750 667.12	633 385.33	5 222 784.09	357 097.60	2 125 046.90	990 482.93	7 347 830.99
1985	622 661.79	11 721 296.52	192 713.82	3 943 380.94	274 925.67	5 497 709.76	155 000.90	2 280 047.80	429 926.57	7 777 757.56
1986	243 617.54	11 964 914.05	204 955.74	4 148 336.69	8 684.04	5 506 393.80	55 611.20	2 335 659.00	64 295.24	7 842 052.80
1987	248 717.10	12 213 631.16	230 052.47	4 378 389.15	8 827.12	5 515 220.92	88 658.53	2 424 317.53	97 485.65	7 939 538.45
1988	382 118.81	12 595 749.96	276 847.19	4 655 236.35	29 394.26	5 544 615.18	75 877.35	2 500 194.88	105 271.61	8 044 810.06
1989	331 013.37	12 926 763.34	266 506.92	4 921 743.26	8 362.11	5 552 977.29	56 144.35	2 556 339.23	64 506.46	8 109 316.52
1990	1 084 303.33	14 011 066.67	534 348.96	5 456 092.22	510 288.04	6 063 265.33	39 666.34	2 596 005.57	549 954.38	8 659 270.90
1991	979 667.43	14 990 734.10	637 659.34	6 093 751.56	197 845.39	6 261 110.72	144 162.70	2 740 168.27	342 008.09	9 001 278.99

1992	1 395 407.79	16 386 141.89	741 060.13	6 834 811.69	110 356.17	6 371 466.89	543 991.50	3 284 159.77	654 347.67	9 655 626.66
1993	1 661 576.31	18 047 718.21	730 331.71	7 565 143.40	508 573.18	6 880 040.07	422 671.42	3 706 831.18	931 244.60	10 586 871.26
1994	1 769 262.31	19 816 980.52	820 031.20	8 385 174.60	494 362.74	7 374 402.82	454 868.37	4 161 699.56	949 231.11	11 536 102.37
1995	1 654 343.86	21 471 324.38	790 942.18	9 176 116.78	460 440.93	7 834 843.75	402 960.75	4 564 660.30	863 401.68	12 399 504.05
1996	2 885 862.75	24 357 187.13	2 645 407.22	11 821 524.00	92 572.96	7 927 416.71	147 882.57	4 712 542.87	240 455.53	12 639 959.58
1997	1 521 123.44	25 878 310.57	1 206 461.53	13 027 985.53	121 141.67	8 048 558.38	193 520.24	4 906 063.11	314 661.91	12 954 621.49
1998	1 145 457.55	27 023 768.12	969 701.03	13 997 686.56	67 664.49	8 116 222.87	108 092.03	5 014 155.14	175 756.52	13 130 378.01
1999	232 506.32	27 256 274.44	127 872.73	14 125 559.29	40 282.88	8 156 505.74	64 350.71	5 078 505.85	104 633.59	13 235 011.60
2000	1 416 071.56	28 672 346.00	1 277 826.73	15 403 386.02	45 224.34	8 201 730.09	93 020.49	5 171 526.34	138 244.83	13 373 256.43
2001	1 365 326.11	30 037 672.10	1 137 197.29	16 540 583.31	172 214.96	8 373 945.05	55 913.85	5 227 440.19	228 128.82	13 601 385.24
2002	1 433 155.34	31 470 827.44	1 158 966.74	17 699 550.05	144 497.69	8 518 442.74	129 690.91	5 357 131.10	274 188.60	13 875 573.84
2003	1 023 673.74	32 494 501.18	863 252.00	18 562 802.05	69 147.70	8 587 590.43	91 274.04	5 448 405.15	160 421.74	14 035 995.58
2004	1 398 906.71	33 893 407.89	1 048 168.35	19 610 970.40	159 137.92	8 746 728.36	191 600.44	5 640 005.58	350 738.36	14 386 733.94
2005	2 264 167.94	36 157 575.83	1 730 897.42	21 341 867.82	310 170.84	9 056 899.20	223 099.68	5 863 105.27	533 270.52	14 920 004.46
2006	1 668 249.82	37 825 825.65	1 110 340.08	22 452 207.90	86 545.80	9 143 445.00	471 363.93	6 334 469.20	557 909.74	15 477 914.20
2007	2 118 494.24	39 944 319.90	571 085.36	23 023 293.27	978 963.80	10 122 408.79	568 445.09	6 902 914.29	1 547 408.88	17 025 323.08
2008	6 278 906.79	46 223 226.69	4 129 024.86	27 152 318.12	1 394 419.87	11 516 828.66	755 462.07	7 658 376.36	2 149 881.93	19 175 205.02
2009	3 279 608.84	49 502 835.53	1 138 895.53	28 291 213.65	931 208.20	12 448 036.86	1 209 505.11	8 867 881.46	2 140 713.31	21 315 918.33

¹Incluye gastos de administración, operación y mantenimiento.

²La cifra para los años 1975 Y 1981 se estimó con base en el comportamiento de la inversión en infraestructura en el DF y nacionalmente.

Fuente: Gobierno del Estado libre y soberano de México, Informes de Gobierno de los C. Gobernadores , anuarios de 1970 a 1974, 1976 a 1978 y 1982 a 1985 (Estado de México, diversas fechas); Estado de México, Cuenta de la Hacienda Pública del Gobierno y Organismos Auxiliares, Anuarios de 1996 a 2009 (Estado de México, diversas fechas); Estado de México, Cuenta de la Hacienda Pública del Gobierno y Organismos Auxiliares, anuarios de 1996 a 2009 (Estado de México, diversas fechas); Poder Ejecutivo Federal, Anexo de los Informes de Gobierno de los Presidentes de la República, anuarios de 1986 a 1994 (México, diversas fechas).Las erogaciones realizadas por la Comisión del Agua del Estado de México entre los años 1981 y 1995 fueron proporcionados por el Departamento de Control Presupuestal de dicho organismo, como respuesta a la Solicitud de Información de Folio 00019-CAEM-IP-A2011 del 23 de Febrero de 2011, en apego a la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de México. Las cifras y la inversión acumulada se presentan a precios de 2003 (miles de pesos).

Las principales fuentes de información para la elaboración de la serie histórica presentada en el cuadro 3.6 fueron las siguientes: entre 1970 y 1985 se recuperó la información presentada en los Informes de los C. Gobernadores del Estado, registrándose en algunos casos información precisa de las erogaciones en los municipios metropolitanos y en otras ocasiones información estatal agregada, la cual fue ponderada de acuerdo con el porcentaje que representaba la cobertura de agua potable o de saneamiento, según sea el caso, de los municipios metropolitanos con respecto al total estatal en el año correspondiente. Los gastos de administración fueron estimados a partir del porcentaje que representaba la población metropolitana mexiquense del total del Estado de México para cada año. Dicha información fue corregida con información presentada por las dependencias federales o con información sobre las erogaciones realizadas para la edificación de obras de infraestructura para los municipios mexiquenses de la ZMCM edificadas por el Gobierno Federal, y que fueron reportadas de forma anual en los Informes de Gobierno de los Presidentes de la República.

La reconstrucción de los egresos realizados en el Estado de México entre 1981 y 1995 por la CAEM, se logró en gran parte gracias a las modificaciones recientes en materia de transparencia en todo el país. Se realizó de manera formal ante el Instituto de Transparencia estatal una solicitud de información con folio 00019-CAEM-IP-A2011, resuelta el día 23 de febrero de 2011, en apego a la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de México. En esta se proporcionó un estado consolidado de los egresos totales de la CAEM en dicho periodo. Al realizar el primer análisis de los datos, se observó una disminución importante de los montos destinados a edificación de nuevas obras e inversión neta en infraestructura hidráulica y de saneamiento realizados por el gobierno estatal entre 1988 y 1994, más no así en los rubros de administración, operación y mantenimiento.

Para subsanar este faltante en la información, y conociéndose de antemano las fuertes inversiones realizadas mediante el Programa Nacional de Solidaridad (PRONASOL), impulsado durante el sexenio del Presidente Carlos Salinas, se recurrió a fuentes de información federales, identificándose de forma anual los montos efectivamente erogados para la edificación de obras específicas, tanto hidráulicas como de saneamiento, para los municipios mexiquenses de la ZMCM, como sería el caso de Cd. Nezahualcóyotl o el municipio de Valle de Chalco – Solidaridad, creado precisamente en aquella época. Por último, entre 1996 y 2009 fueron revisados los Informes de la Cuenta Pública estatales, en los que se presenta de forma consolidada el ejercicio del gasto en el

Estado de México. De estos informes se revisaron todos los egresos sectoriales ejercidos en materia hidráulica y de saneamiento, tanto por la CAEM, como por otros organismos o empresas públicas estatales encargadas de la edificación de obras de saneamiento o plantas de tratamiento, como el caso de RECICLAGUA.

De los egresos realizados en los últimos 14 años, obtenidos de los Informes de la Cuenta Pública estatales, se asignaron con base en información censal, los porcentajes correspondientes a Administración, inversión en infraestructura de agua potable e inversión en saneamiento para los municipios metropolitanos, a partir del porcentaje de viviendas habitadas en estos municipios con respecto al total estatal, en el porcentaje de viviendas con agua potable y de aquellas conectadas a la red de drenaje municipal, respectivamente. Esta asignación de los egresos basada en el acceso efectivo a infraestructura hidráulica y de saneamiento, proporciona una idea mucho más precisa del peso específico de los montos invertidos por el Estado de México destinados a la ZMCM.

Una vez obtenida la serie histórica consistente de los egresos realizados en agua potable y saneamiento correspondientes a los municipios del Estado de México que forman parte de la zona metropolitana, se observa una dinámica en el comportamiento general de los egresos muy similar a la del Distrito Federal. En ambos casos parece estar directamente asociada con el crecimiento económico nacional. Es necesario tomar en cuenta que los egresos totales realizados para los municipios mexiquenses metropolitanos han sido mucho menores a los que realiza el Distrito Federal, pese a que actualmente la mayor parte de la población de la Ciudad de México habita en dicha zona.

Históricamente los egresos totales realizados por el Estado de México en agua potable y saneamiento para los municipios de la ZMCM han sido de aproximadamente una cuarta parte de los erogados por el Distrito Federal. En la década 1970-1979 estos representaron aproximadamente solo el 15% promedio del total metropolitano, reduciéndose al 11.1% en la década de los ochentas, para después estabilizarse en un 20% en los noventas y 27% entre 2000 y 2009.

Del análisis del cuadro 3.6 es posible desprender que la inversión neta anual destinada a la edificación de la red hidráulica y de drenaje en los municipios mexiquenses, está vinculada más estrechamente con la dinámica demográfica metropolitana y con el crecimiento de la económica nacional, que con los ciclos políticos sexenales del estado.

Durante la última década del periodo del “milagro económico”, mientras la tasa anual del PIB fue 6.6%, las inversiones hidráulicas tuvieron 26.91%. Durante “década perdida”, de 1980 a 1988, se observa una caída drástica en la inversión en 1983, 1985 y 1986, con disminuciones con respecto al año previo de 62, 56 y 85%, las cuales fueron relativamente compensadas en 1984 y 1987. Durante el periodo de “recuperación relativa” de 1988 a 1993, en donde el PIB creció al 3.8% anual, el aumento promedio de la inversión en infraestructura hidráulica fue de 136%. De forma muy similar a la observada en el Distrito Federal, en el periodo de “recuperación-recesión”, que va de 1993 a 2003 y que coincide con lo que Aboites ha llamado “la decadencia del agua en la nación”, las inversiones se redujeron en -1.35%, confirmando la visión mercantil de los recursos hídricos implementada por los organismos operadores del agua en el ámbito nacional. Quizá esta disminución en las inversiones realizadas en las redes primarias y secundarias tanto de agua potable como de saneamiento, sea una de las causas de la reducción de los porcentajes de cobertura registrados, de acuerdo con información censal, en la última década.

Para concluir, y en relación con el punto anterior, al analizar los egresos realizados por el Estado de México en relación con su dinámica demográfica, es posible advertir que mientras la inversión en infraestructura ha crecido a una tasa del 14.87% en los últimos 39 años, la población que habita los municipios conurbados mexiquenses se ha incrementado a una tasa cercana al 15.9% en el mismo periodo, motivo quizá por el cual se observa que las tasas de cobertura de las redes sean inferiores a las del Distrito Federal.

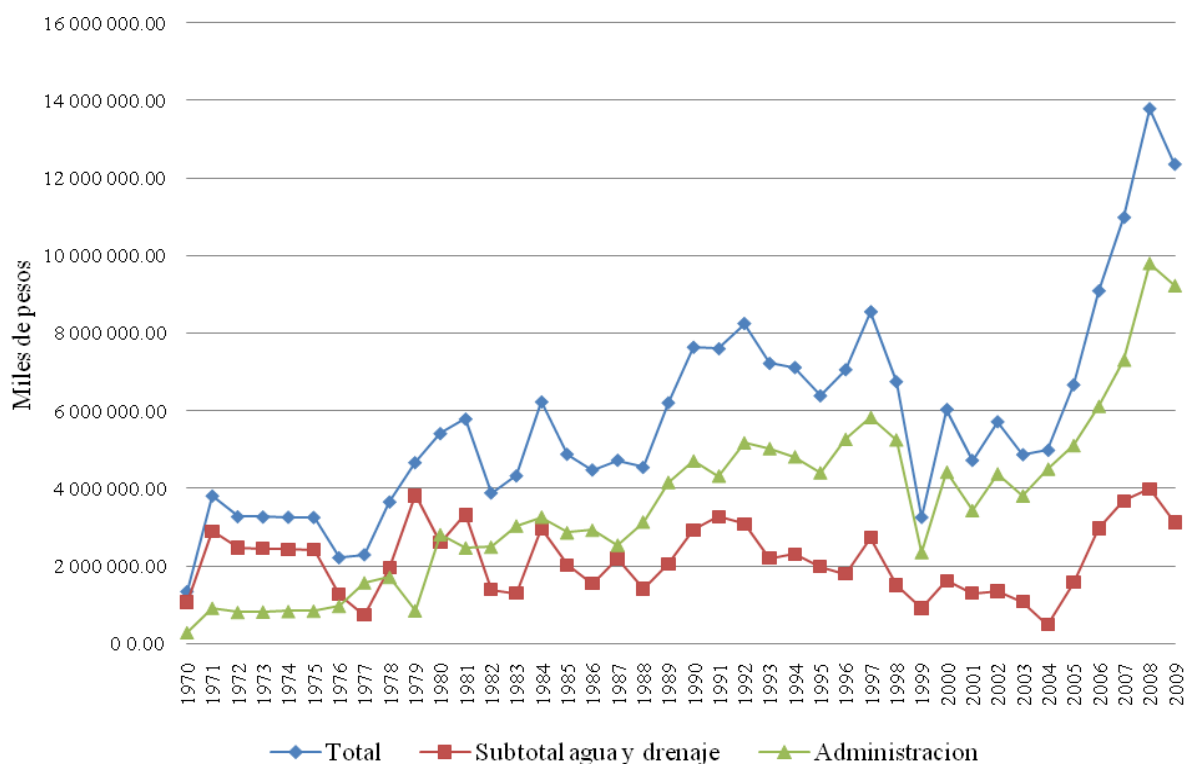
La inversión neta del Estado de México para la edificación del capital constante hidráulico y de saneamiento metropolitano, al ser muy inferior a la ejercida históricamente por el Distrito Federal, es causa de que el valor de la infraestructura de los municipios mexiquenses represente en la actualidad solo el 21.88% del valor total de la infraestructura de agua potable y de saneamiento de la ZMCM; valor que es presentado detalladamente en el cuadro 3.7.

Los egresos en infraestructura de agua potable y saneamiento de ambas entidades, se presentan también en las gráficas 3.1 y 3.2, con el objetivo de visualizar adecuadamente las variaciones en el total de las erogaciones, y observar el monto cada vez mayor destinado a gastos de administración, operación y mantenimiento. A partir de 1980 en el Distrito

Federal, y de 1985 en el Estado de México, la depreciación es superior a la inversión neta anual en infraestructura. Pese a esto el complejo infraestructural hidráulica ha acrecentado su valor de forma constante en los últimos 40 años, destacándose las fuertes inversiones de 2004 a 2008 en ambas entidades, esto quizá debido a la constitución e implementación de nuevos mecanismos de gestión y de ejercicio de recursos federales y estatales como lo es el Fondo metropolitano.

Si bien la depreciación de este capital constante, que transfiere su valor acumulado de manera secular y cuyos periodos de rotación son sumamente largos, puede prolongar la vida útil de estos medios de consumo colectivos mediante el gasto destinado al mantenimiento, también podría indicar una transferencia cada vez mayor de su valor hacia el proceso productivo metropolitano, la cual, como se mencionó en el primer capítulo, es la principal característica del capital constante y de las CGP, (gráficas 3.1 y 3.2).

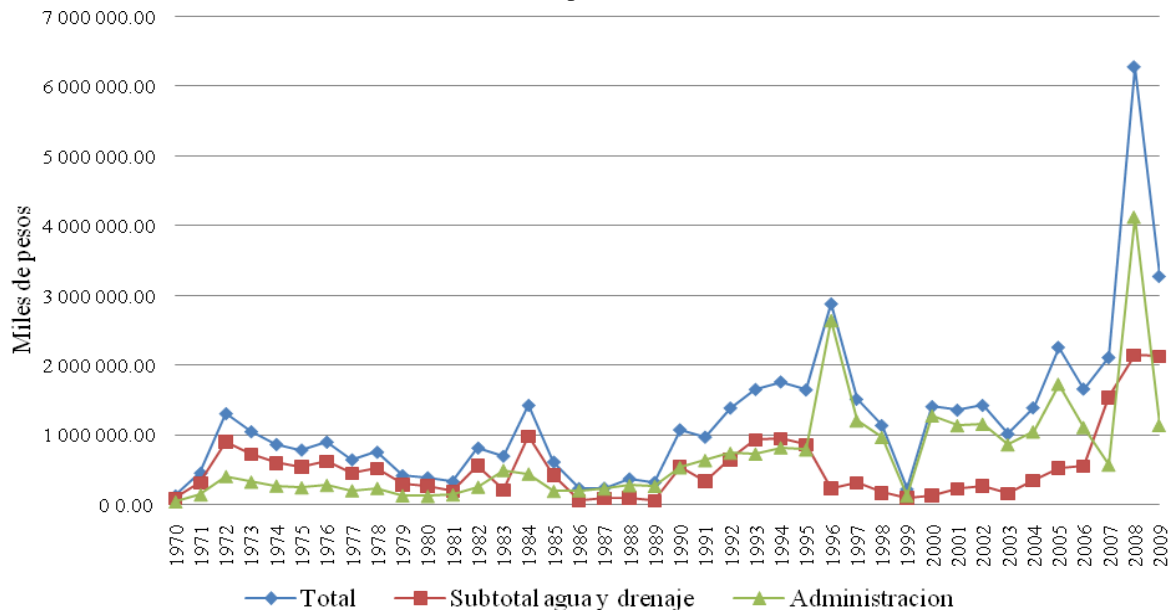
Gráfica 3.1
Distrito Federal: egresos anuales en agua potable y saneamiento, 1970-2009.
(Miles de pesos de 2003)



Fuente: Elaboración propia con base en cuadro 3.5

Gráfica 3.2

Estado de México: egresos anuales en agua potable y saneamiento, 1970-2009
(Miles de pesos de 2003)



Fuente: Elaboración propia con base en cuadro 3.6

VALOR ACUMULADO DEL SISTEMA HIDRÁULICO.

Los últimos cuarenta años de la Ciudad de México se caracterizan por su dependencia creciente de obras monumentales que permiten el trasvase de agua de cuencas lejanas hacia su zona metropolitana y el desalojo masivo de aguas pluviales y servidas mediante un complejo sistema de drenaje y control de avenidas. El desarrollo de esta inmensa fuerza productiva se cristaliza en el incremento del valor acumulado de este capital fijo concentrado espacialmente, el cual a su vez es un indicador de la riqueza social³⁶.

Dentro del modo de producción capitalista, el desarrollo de esta CGP supera por mucho la evolución previa de las obras hidráulicas como una inmensa fuerza productiva. En la era de la gran hidráulica se hace uso y se incorporan todos los avances científicos y

³⁶ Ya en el análisis realizado por Marx (2001: 94) se insinuaba la importancia económica y el incremento secular del valor de las CGP en la siguiente previsión: “El *beneficio* [...] puede aumentar gracias al empleo económico de las condiciones de trabajo *colectivas* [...] estos abaratamientos *relativos* del capital constante, junto al aumento absoluto de su valor, se fundan en que estos medios de producción [...] se emplean *colectivamente*”.

tecnológicos disponibles, con los objetivos de incrementar los volúmenes de agua disponibles y de proveer un adecuado saneamiento tanto para la población como a todas aquellas actividades económicas, es decir, de permitir la reproducción ampliada del capital en la urbe.

La importancia económica e histórica de la infraestructura de agua potable y saneamiento obliga a conocer y estimar el valor acumulado de estos sistemas infraestructurales. En el cuadro 3.7, se presenta el acumulado anual del histórico de egresos en agua potable y saneamiento en el ámbito metropolitano, obteniendo en la última columna el valor anual acumulado en obras de agua potable y saneamiento.

Los egresos totales realizados en la ZMCM en agua potable y saneamiento ascienden a la considerable cifra de 295 217.7 millones. De esta cantidad, lo erogado hasta 1970 representa sólo 5% del monto acumulado a 2009, pasando de 1900 pesos por habitante en el primer año de este análisis, a más de 15 000 en el presente (cuadro 3.7). Un aspecto relevante es el incremento creciente del monto destinado a la administración, operación y mantenimiento, cuyo monto acumulado paso de representar un 25% de lo erogado históricamente en 1970, a casi el 60% para 2009.

Este considerable incremento de los egresos destinados a administración, operación y mantenimiento, es decir, la depreciación de los sistemas hidráulico y sanitario, obedece probablemente a la creciente complejidad y extensión que alcanzan las intrincadas redes primaria y secundaria, tanto de agua potable como de saneamiento, y que cubren casi en su totalidad el área urbana de la zona metropolitana.

Gran parte de los gastos de mantenimiento están destinados a solucionar problemas de corte ambiental relacionados con la subsidencia de la Cuenca de México, tales como la restitución permanente de pozos de agua potable ante su azolve y sobreexplotación, la reparación de fugas o la rectificación y desazolve de cauces. De no proponerse alternativas ambientales sustentables a futuro, el porcentaje que representa la depreciación del total de los egresos metropolitanos, tenderá a incrementarse, poniendo en riesgo la viabilidad y el manejo futuros de estos sistemas infraestructurales.

Se estima que el valor de la infraestructura de agua potable y saneamiento metropolitanas en 2009 es de 118 732 millones, de los cuales el 57% corresponde al valor

de la infraestructura de saneamiento y control de avenidas, y el otro 46% al sistema de abastecimiento de agua potable (cuadro 3.7).

Cuadro 3. 7

Zona Metropolitana de la Ciudad de México: inversión acumulada en el sistema de agua potable y saneamiento, 1970-2009

(miles de pesos de 2003)

Año	Total	Administración ¹	Agua	Saneamiento	Subtotal agua y saneamiento
1970	16 447 736.25	4 156 290.92	6 115 577.65	6 175 867.68	12 291 445.33
1971	20 723 525.02	5 212 231.36	6 774 695.18	8 736 598.48	15 511 293.66
1972	25 314 132.11	6 422 910.93	7 712 856.77	11 178 364.41	18 891 221.18
1973	29 639 213.34	7 567 259.34	8 457 712.52	13 614 241.49	22 071 954.00
1974	33 775 979.44	8 666 073.51	9 032 405.32	16 077 500.61	25 109 905.93
1975	37 829 243.92	9 749 523.71	9 536 407.00	18 543 313.21	28 079 720.21
1976	40 958 979.28	10 992 905.81	10 053 732.76	19 912 340.70	29 966 073.47
1977	43 910 826.32	12 763 241.25	10 477 435.89	20 670 149.18	31 147 585.07
1978	48 331 242.94	14 705 754.57	10 968 702.91	22 656 785.46	33 625 488.37
1979	53 427 208.79	15 684 820.01	12 774 609.42	24 967 779.36	37 742 388.78
1980	59 241 368.98	18 614 458.02	13 952 219.63	26 674 691.34	40 626 910.96
1981	65 371 580.77	21 223 950.88	17 235 651.63	26 911 978.26	44 147 629.89
1982	70 083 276.30	23 963 909.69	18 676 002.27	27 443 364.34	46 119 366.61
1983	75 116 614.91	27 489 353.71	19 494 438.05	28 132 823.16	47 627 261.21
1984	82 783 215.74	31 192 044.69	21 633 567.17	29 957 603.88	51 591 171.05
1985	88 289 484.36	34 241 358.60	22 674 191.15	31 373 934.60	54 048 125.76
1986	93 037 802.36	37 367 397.42	23 032 822.81	32 637 582.14	55 670 404.95
1987	98 094 665.62	40 134 534.76	23 630 293.17	34 329 837.69	57 960 130.86
1988	103 022 833.12	43 543 339.86	23 953 686.82	35 525 806.44	59 479 493.26
1989	109 563 118.16	47 963 434.52	24 587 396.85	37 012 286.78	61 599 683.64
1990	118 286 927.49	53 202 101.65	25 803 113.84	39 281 712.00	65 084 825.84
1991	126 868 238.41	58 156 777.68	26 668 917.80	42 042 542.92	68 711 460.73
1992	136 514 296.32	64 069 202.44	27 542 592.30	44 902 501.58	72 445 093.88
1993	145 399 525.71	69 824 027.98	28 574 758.91	47 000 738.82	75 575 497.73
1994	154 286 835.83	75 455 397.77	29 663 129.50	49 168 308.55	78 831 438.05
1995	162 330 226.89	80 645 847.52	31 222 936.90	50 461 442.47	81 684 379.37
1996	172 277 498.08	88 554 054.73	32 042 822.62	51 680 620.73	83 723 443.35
1997	182 352 343.63	95 582 009.47	33 585 396.53	53 184 937.63	86 770 334.16
1998	190 251 984.96	101 799 470.17	34 605 953.70	53 846 561.09	88 452 514.79
1999	193 744 893.45	104 275 917.62	34 995 757.27	54 473 218.56	89 468 975.83
2000	201 199 323.69	109 970 148.59	35 597 594.55	55 631 580.55	91 229 175.10
2001	207 292 082.41	114 535 712.64	36 249 831.87	56 506 537.89	92 756 369.77
2002	214 447 417.29	120 068 319.69	37 029 667.90	57 349 429.70	94 379 097.60
2003	220 345 200.83	124 735 334.19	37 579 161.60	58 030 705.04	95 609 866.64

2004	226 730 857.51	130 280 584.94	37 969 237.14	58 481 035.43	96 450 272.57
2005	235 666 921.77	137 111 973.32	39 193 398.34	59 361 550.11	98 554 948.44
2006	246 426 709.64	144 333 711.01	40 934 432.52	61 158 566.11	102 092 998.63
2007	259 527 637.86	152 205 590.82	44 193 154.36	63 128 892.67	107 322 047.04
2008	279 588 004.18	166 125 996.70	47 685 977.52	65 776 029.95	113 462 007.48
2009	295 217 741.48	176 484 864.37	50 160 006.06	68 572 871.05	118 732 877.11

¹ Incluye gastos de administración, operación y mantenimiento.

Fuente: Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Cuenta Pública del Departamento del Distrito Federal, anuarios de 1970 y 1974 a 1997 (SHCP, México, diversas fechas); Cuenta Pública del Gobierno del Distrito Federal, anuarios de 1998 a 2009 (Secretaría de Finanzas, Ciudad de México, diversas fechas); Gobierno del Estado libre y soberano de México, Informes de Gobierno de los C. Gobernadores, anuarios de 1970 a 1974, 1976 a 1978 y 1982 a 1985 (Estado de México, diversas fechas); Estado de México, Cuenta de la Hacienda Pública del Gobierno y Organismos Auxiliares, anuarios de 1996 a 2009 (Estado de México, diversas fechas); Informes de Gobierno.

El esfuerzo histórico realizado por la nación y por los habitantes de la Ciudad de México para la edificación de su complejo sistema de abastecimiento de agua potable y drenaje se ve reflejado en su valor, especialmente al ser comparado internacionalmente. Este supera incluso el valor de los sistemas de grandes metrópolis, como es el caso de una ciudad global como Nueva York o Los Ángeles, la cual requiere de un costoso sistema de provisión de agua potable. Convirtiendo los 118 732 millones de pesos en dólares norteamericanos de acuerdo con el tipo de cambio real³⁷, se estima que el valor de esta CGP para la ZMCM es de aproximadamente 19.5 billones de dólares³⁸, mientras que el valor del aparato infraestructural de la ciudad de Nueva York sería de únicamente 16.07 y el de Los Ángeles de 4.48 billones (Los Angeles Department of Water and Power Water System, 2010: 13; New York City Water & Sewer System. A Component Unit of The City of New York, 2009: 16).

El valor *per cápita* de la infraestructura hidráulica al tipo de cambio real en dólares norteamericanos se estima en 1 002.04 para la Ciudad de México, 827.28 para Nueva York y 351.04 para Los Ángeles. Este es un hecho revelador que indica la magnitud de las inversiones requerida para la construcción del colosal conjunto de obras que permiten la

³⁷ El tipo de Cambio Real proporciona la “medida de valor del dólar en términos de su poder de compra. Se calcula multiplicando el tipo de cambio nominal por la razón del índice de precios de Estados Unidos y México” con año base 1996 = 100. Fuente: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados, con datos del Banco de México y del Federal Reserve Bank of St. Louis, E.U.

³⁸ Al analizar las expresiones en dólares norteamericanos, se considera un billón en su forma anglosajona, lo que equivale a mil millones

existencia de la Ciudad de México, especialmente cuando se observa que se triplica incluso el valor *per cápita* de una ciudad como Los Ángeles. Estos datos son aún más reveladores de la complejidad de la infraestructura hidráulica de la ZMCM si se considera que Nueva York y Los Ángeles están clasificadas como la segunda y tercera ciudades de acuerdo con su producto interno bruto (PIB), mientras que la Ciudad de México estaría clasificada en un octavo puesto (Hawksworth, Hoehn, y Tiwari, 2009: 31).

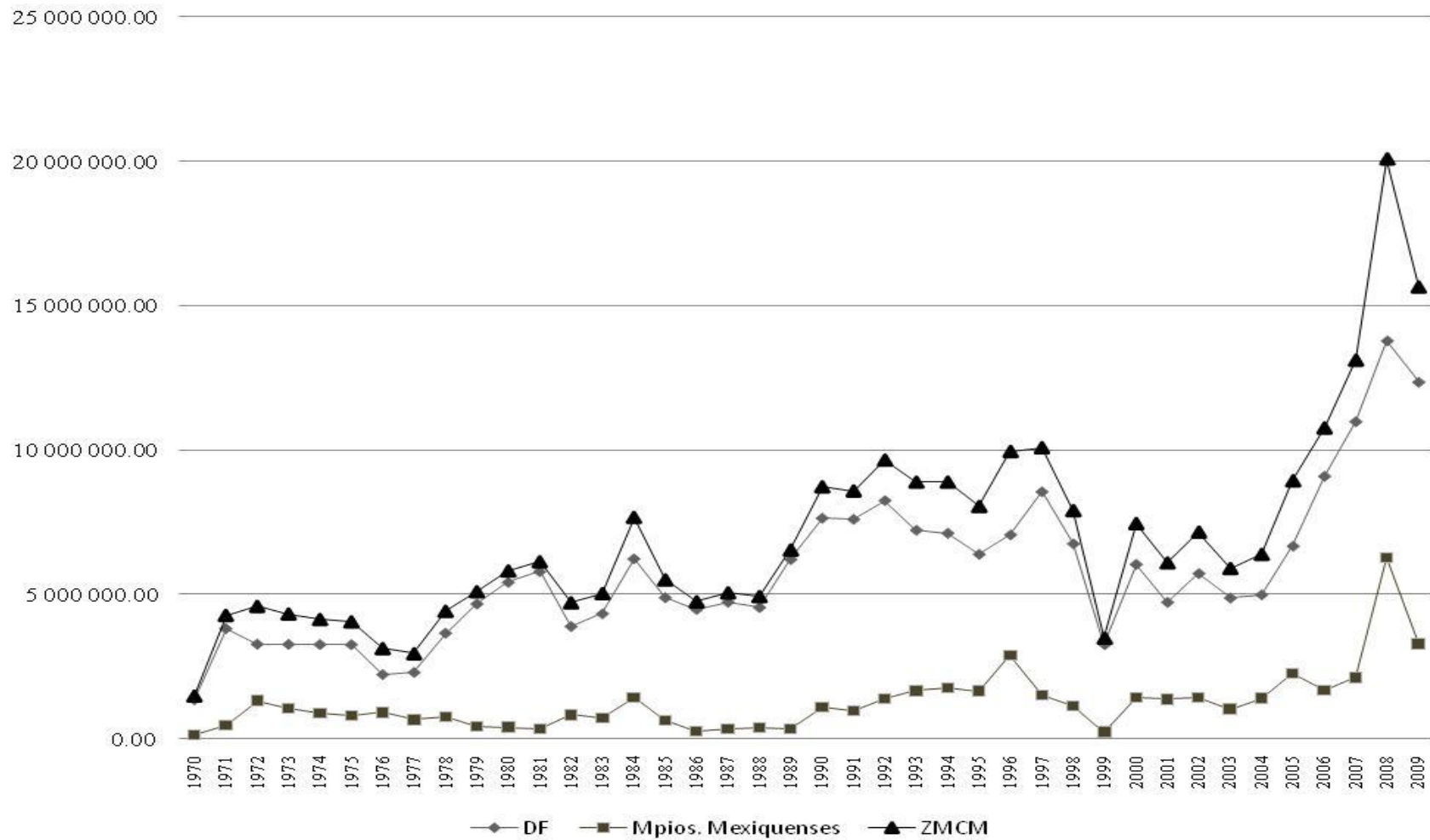
Para concluir el presente inciso se muestran dos gráficas que muestran los egresos anuales y la inversión neta en infraestructura hidráulica para la ZMCM de 1970 a 2009. Como se aprecia en la gráfica 3.3, el comportamiento de los egresos totales, tanto en el Distrito Federal como en los municipios conurbados resulta muy similar en los diferentes periodos que han sido analizados previamente; esto resulta de suma importancia, pues ambas series de tiempo fueron elaboradas de manera independiente y a partir de diversas fuentes.

En cuanto a la inversión neta (gráfica 3.4) es necesario hacer notar el esfuerzo extraordinario que han hecho tanto el Distrito Federal como el Estado de México de 2004 al presente, para subsanar la caída registrada en construcción de infraestructura de 1992 a 2004, y particularmente desde 1997, momentos que coincide con el afianzamiento de un modelo económico de corte neoliberal y con los cambios en la organización política del Distrito Federal.

En los últimos cinco años se han realizado las inversiones más elevadas en construcción de nueva infraestructura de las últimas cuatro décadas, no sin verse esto afectado por una caída en 2009 a consecuencia de la crisis económica que inicio en México en 2008, y cuyas consecuencias son aún poco previsibles.

Gráfica 3.3

Zona Metropolitana de la Ciudad de México: egresos en agua potable y saneamiento, 1970-2009.
(miles de pesos de 2003)

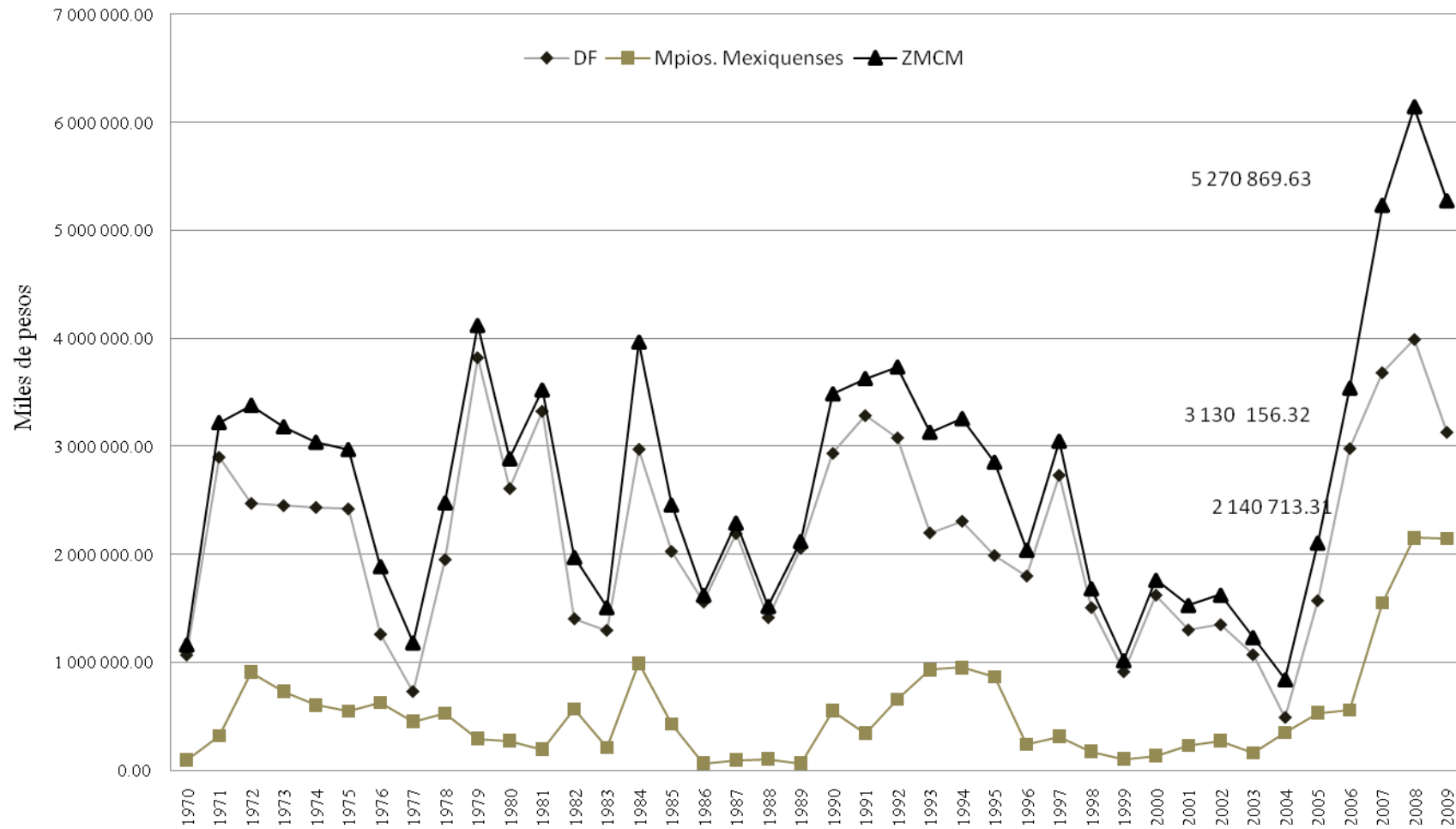


Fuente: Elaboración propia con base en los cuadros 3.5 y 3.6.

Gráfica 3.4

Zona Metropolitana de la Ciudad de México: inversión neta en infraestructura de agua potable y saneamiento, 1970-2009.

(miles de pesos de 2003)



Fuente: Elaboración propia con base en los cuadros 3.5 y 3.6.

INVERSIÓN HIDRÁULICA POR HABITANTE.

Como parte esencial de la presente investigación se ha estimado el valor de la infraestructura hidráulica y sanitaria de la ZMCM de 1970 a 2009, tomando como punto de partida una serie de tiempo en la que se realizó un cálculo similar entre 1930 y 1970 (Garza, 1985). Una vez conocido el valor de esta CGP es posible analizar la evolución del mismo en relación con la dinámica demográfica de la metrópoli, proponiéndose un coeficiente que indique la relación entre la población y el valor de la infraestructura hidráulica, además de obtener la inversión neta que se ha realizado por cada habitante adicional en los últimos ochenta años.

En el cuadro 3.8 se presenta como ha evolucionado el valor de la infraestructura hidráulica y de saneamiento entre 1930 y 2009 y las diferentes relaciones que se obtienen al evaluarlo con el incremento y cambio poblacional de la ZMCM.

Cuadro 3. 8
Zona Metropolitana de la Ciudad de México: evolución de la inversión *per cápita* en
infraestructura hidráulica y de saneamiento, 1930-2009
(pesos de 2003)

<i>Año</i>	<i>Valor*</i>	<i>Población</i>	<i>Valor per cápita.</i>	<i>Incremento en el valor acumulado*</i>	<i>Incremento de la población</i>	<i>Inversión marginal por hab.</i>
1930	1 360 505.49	1 029 068	1 322.08			
1940	1 793 656.35	1 448 422	1 238.35	433 150.86	419 354	1 032.90
1950	3 457 505.22	2 952 199	1 171.16	1 663 848.87	1 503 777	1 106.45
1960	6 569 680.09	5 125 447	1 281.78	3 112 174.87	2 173 248	1 432.04
1970	12 291 445.33	8 603 157	1 428.71	5 721 765.24	3 477 710	1 645.27
1980	40 626 910.96	12 994 450	3 126.48	28 335 465.63	4 391 293	6 452.65
1990	65 084 825.84	15 275 356	4 260.77	24 457 914.87	2 280 906	10 722.89
2000	91 229 175.10	17 821 732	5 118.98	26 144 349.27	2 546 376	10 267.28
2009	118 732 877.11	19 530 764	6 113.86	27 503 702.01	1 709 032	16 093.15

* El valor y el incremento decenal en el valor acumulado se presentan en miles de pesos de 2003.

Fuente: Elaboración propia con base en los cuadros 2.2, 3.5, 3.6 y 3.7; Garza (1985: 274-275); INEGI (1930, 1940).

El valor monetario de todas aquellas obras de infraestructura hidráulica de la Ciudad de México edificadas desde el virreinato hasta 1930, representan únicamente 1.15% del valor presente (cuadro 3.8). Esta cifra es relativizada cuando se observa que el valor *per*

cápita en 2009 es de 4.5 veces mayor que en 1930, diferencia mucho menor que la de los montos absolutos de la inversión.

Respecto a la evolución del valor *per cápita* es posible observar dos tendencias muy claras. La primera, en donde este se reduce entre 1930 y 1960, y la segunda, en la que se observa un crecimiento sostenido del valor *per cápita* entre 1960 y 2009. Esta segunda etapa coincide con la edificación de colosales obras hidráulicas para abastecimiento de agua a través de los sistemas Lerma y Cutzamala y de grandes obras de drenaje como lo son el interceptor poniente, el Drenaje Profundo y el complejo sistema de bombeo a lo largo del Gran Canal.

El primer periodo se caracteriza por un valor *per cápita* en 1930 muy cercano al valor estimado en 1970, sin embargo su disminución acelerada en 1940 y 1950 se explica por el rápido aumento de la población de la Ciudad de México, y que no estuvo acompañado por la construcción de un sistema adecuado de provisión de agua potable sustentable a futuro, ni por la adecuación de los sistemas de drenaje existentes. Este hecho está sin duda relacionado, por lo tanto, con el acelerado hundimiento de la Ciudad de México en este periodo ante la sobreexplotación del acuífero y con las fuertes inundaciones registradas en las décadas de los cuarentas y cincuentas del siglo pasado.

La edificación de monumentales obras propias de la gran hidráulica durante la segunda mitad del siglo XX, que buscaban solucionar los problemas de abastecimiento e inundaciones, se ve reflejada en un aumento significativo del valor *per cápita* en los últimos cuarenta años, pasando éste de 1 428 a 6 113 pesos entre 1970 y 2009. Este es sin duda un indicador del grado de acumulación de este capital constante socializado por habitante y del enorme esfuerzo requerido para la edificación de esta colosal condición general de la producción.

Al observar este panorama, es pertinente cuestionar la sustentabilidad económica futura de la Ciudad de México de continuar este modelo de manejo de los recursos hídricos. Al analizar la evolución de la inversión requerida por cada habitante adicional en la ZMCM (cuadro 3.8), se observa que mientras esta se mantuvo estable entre 1930 y 1970, del último año a 2009, esta se ha incrementado de 1 645 a 16 093 pesos en 2009. Este panorama es sumamente delicado, pues además de requerirse una inversión por habitante diez veces

superior a la realizada hace 40 años, los indicadores de abastecimiento de agua y la cobertura presentan un serio retroceso. De continuar esta tendencia, las finanzas del Distrito Federal y del Estado de México podrían verse seriamente afectadas en un futuro, poniéndose en riesgo la existencia de la ciudad misma

4. CONCLUSIONES: TENDENCIA CRECIENTE DEL COEFICIENTE VALOR-POBLACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO

La evolución urbana de la Ciudad de México ha estado acompañada, históricamente, por la constante edificación de obras colosales de ingeniería hidráulica que permiten abastecer de agua potable y de un adecuado saneamiento al exponencial crecimiento de su población. Este conjunto de obras de infraestructura que forman parte del inmenso capital constante fijo de carácter social acumulado por la metrópoli, es el soporte material que permite que la ciudad misma sea caracterizada como una monumental fuerza productiva (Garza, 2010).

El objetivo general de esta tesis fue el de analizar la evolución y edificación de la infraestructura hidráulica y de saneamiento de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) en el periodo 1970–2010. Específicamente se buscó determinar el valor económico de dicha infraestructura a partir de la inversión realizada para la construcción de la misma. Para tal efecto, se evaluó la pertinencia de caracterizar y estudiar a este conjunto de obras colosales como un elemento constitutivo e indispensable del capital constante acumulado históricamente en la urbe. Se estableció, como punto de partida, que su estudio desde la óptica de la economía política urbana se debe centrar en el análisis de una categoría específica, definida como Condiciones Generales de la Producción (CGP).

Un primer logro del trabajo fue el de haber sistematizado, en el primer capítulo, el concepto de CGP, analizando su evolución y explorando cuáles son sus principales elementos constitutivos en el ámbito nacional. De esta revisión se propuso cierta adecuación del concepto de CGP establecido por Marx, planteándose que estas son *“todas aquellas condiciones físicas, de carácter social y colectivo, necesarias para que el proceso de producción, circulación e intercambio de mercancías y servicios se efectúe y, que no forman parte de los medios de producción privados”*.

Posteriormente se aceptó una clasificación de las CGP que incluye a los diferentes sistemas infraestructurales en su etapa de desarrollo actual, la cual establece básicamente tres categorías: medios de comunicación, medios de producción socializados y medios de consumo colectivos. Esta clasificación permitió que en el desarrollo de la investigación, analizando los usos actuales del agua, se explorara en que porcentaje participa la infraestructura hidráulica y de saneamiento de la Ciudad de México como un medio de producción socializado y como un medio de consumo colectivo.

El análisis teórico de las CGP estuvo guiado por el interés de destacar la integración de este capital constante al proceso productivo urbano, enfatizándose como su principal característica como una forma particular del capital fijo, la transferencia en largos periodos de rotación de solamente una parte del valor monetario acumulado durante su edificación. Esto permitió justificar la pertinencia de emplear la categoría valor al estudiar la importancia económica y los egresos destinados a la construcción de la infraestructura hidráulica y de saneamiento de la ZMCM. Adicionalmente, se avanzó en la definición y conceptualización del servicio de carácter general y público que es prestado gracias a la existencia de dicha infraestructura, lo que corrobora planteamientos que sugieren un vínculo orgánico entre las CGP y los Servicios Generales de la Producción (SGP) (Garza, 2006, 2008a).

A partir de lo anterior y para iniciar el estudio de caso propuesto, en el segundo capítulo se analizó la evolución de la infraestructura hidráulica y de saneamiento de la Ciudad de México desde una perspectiva metropolitana, adoptando una delimitación geográfica apropiada para estos fines y relacionando de forma permanente la construcción de dicha CGP con su crecimiento poblacional y dinámica económica. Aunado a esto, se consideró pertinente utilizar el concepto de hidraulización para describir el proceso histórico de edificación y conformación de los sistemas de abastecimiento de agua potable y de saneamiento y control de avenidas de la urbe, contrastando el modelo hídrico prehispánico con aquel adoptado durante el periodo virreinal, el cual es básicamente el mismo que se utiliza hasta el presente.

De este análisis histórico se concluyó que el proceso de hidraulización del territorio en el que se asienta la ZMCM presenta como constante para satisfacer los requerimientos del capital y de la población, la necesidad de edificar obras cada vez mayores y más costosas

de abastecimiento de agua y saneamiento, inscritas dentro de lo que se denomina el periodo de “la gran hidráulica”, siempre bajo la falsa premisa de resolver “para siempre” los problemas en la prestación de estos servicios.

De forma paralela a dicha revisión, se procedió a actualizar, en la medida de lo posible, el inventario de infraestructura hidráulica y de saneamiento de la ZMCM, cuyas redes superan los 32 000 y 12 000 Km, respectivamente. El análisis histórico de su conformación puso de manifiesto la alta vulnerabilidad ambiental, social y económica de la metrópoli, la cual surge de perpetuar un modelo que requiere de crecientes erogaciones para su construcción y mantenimiento, y que conlleva a la sobreexplotación de los acuíferos de la Cuenca de México y a la importación de agua potable de fuentes cada vez más lejanas. A este respecto, se enfrenta a la paradoja de desalojar las aguas pluviales y servidas de la cuenca mediante un complejo y costoso sistema, tratando de evitar así el alto riesgo de las frecuentes e históricas inundaciones que han aquejado a la ciudad.

Al concluir el segundo capítulo se puso de manifiesto como la importancia económica y política de la Ciudad de México han hecho imperante la asignación extraordinaria de recursos públicos para proporcionar un mantenimiento constante de esta CGP, vislumbrándose erogaciones aún mayores en el futuro de no modificarse el actual modelo hídrico.

En el tercer capítulo se logró llevar a cabo el objetivo primordial de esta investigación, y que fue el de estimar de la forma más rigurosa posible el valor monetario de este colosal capital constante fijo. Se analizaron para tal efecto cinco aspectos esenciales: la incorporación del sistema hidráulico al proceso de producción metropolitano como medio de consumo colectivo, la evolución de la cobertura de las redes de agua potable y de saneamiento en los últimos 40 años, los egresos gubernamentales en agua potable y saneamiento entre 1970 y 2009, el valor acumulado de esta CGP y la inversión hidráulica por habitante de 1930 al presente.

Una de las principales dificultades en esta investigación fue determinar adecuadamente los diferentes usos que se le dan al agua potable suministrada a través de las redes primaria y secundaria. Además de que se observó la inexistencia de un adecuado sistema de macro y micromedición de los caudales suministrados en el ámbito

metropolitano, se reveló que pese a la implementación de numerosos programas destinados a la detección y reparación de fugas en la red de agua potable, no ha sido posible abatir dichas pérdidas, las cuales se estiman oscilan entre el 30 y 35% del caudal total suministrado. Pese a esta limitante, fue posible concluir que la infraestructura hidráulica de la ZMCM es utilizada esencialmente como un medio de consumo colectivo, pues del agua efectivamente suministrada entre 61 y 76% se destina al uso doméstico, mientras que sólo entre 15 y 20% se demanda para uso industrial y de servicios.

Se estimó que el valor de la infraestructura hidráulica de la ZMCM en 2009 alcanzó 118 732 millones de pesos³⁹, cantidad que equivale a 40% de los egresos totales realizados históricamente en agua potable y saneamiento. La cantidad restante de dichas erogaciones, aproximadamente 176 485 millones de pesos, corresponde a gastos de administración, operación y mantenimiento, y que se consideró como la depreciación histórica acumulada de este capital fijo socializado.

Se advirtió que al comparar el valor de la infraestructura de la ZMCM, con el de metrópolis como Nueva York y Los Ángeles, éste no solo resulta muy superior en términos absolutos, sino también per cápita, al ser de 1 002.04 dólares americanos en la Ciudad de México, contra sólo 870.28 dólares en Nueva York y aproximadamente 400 en Los Ángeles. Esto indica, además de la monumental cantidad erogada para edificar los sistemas metropolitanos de agua potable y drenaje, los elevados costos que ha representado la construcción de estas monumentales obras que responden al modelo hídrico adoptado.

Con relación al valor de la infraestructura hidráulica y de saneamiento de la ZMCM se observó un incremento sostenido del valor *per cápita* de dicha infraestructura a lo largo de las últimas cuatro décadas, además de registrarse costos crecientes por cada habitante adicional para proporcionar infraestructura hidráulica y de saneamiento, los cuales se han elevado en más de diez veces en los últimos 40 años, pasando de aproximadamente 1 600 pesos por habitante en 1970 a más de 16 000 para 2009. Los rendimientos decrecientes a escala en materia hidráulica contrastan, sin embargo, con una fuerte caída, especialmente en la última década, tanto de la cobertura de la red hidráulica y de saneamiento, como de la dotación real de agua potable por habitante, la cual se estima que se ubica por debajo de las

³⁹ Pesos constantes de 2003.

dotaciones mínimas sugeridas por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud.

La importancia económica de esta CGP, y la necesidad de la metrópoli de contar con una infraestructura adecuada, contrastan con el objetivo de mercantilizar el agua para garantizar una hipotética sustentabilidad futura de los recursos hídricos, la cual ha sido planteada en los programas hidráulicos aprobados en el ámbito nacional en las últimas dos décadas. En este contexto, tanto en el ámbito nacional como en el metropolitano se registró una disminución significativa de los egresos gubernamentales en agua potable y saneamiento en el periodo 1992-2004, situación que ha impactado, sin duda, tanto en las finanzas de los organismos operadores, como en la disminución de la cobertura de las redes de agua potable y alcantarillado en el presente.

Ante este panorama, algunos autores han planteado, desde hace casi dos décadas, la adopción de nuevas estrategias y un cambio de paradigma en el manejo de los recursos hídricos y que ha sido denominado “Nueva Cultura del Agua” (Saldívar, 2007: 228). Además de propugnar por la participación de los sectores social, académico y gubernamental en el manejo del vital líquido, se busca eliminar la visión mercantil que domina el manejo de este recurso. Examinar esta perspectiva excedería por mucho los objetivos planteados y alcanzados en la presente investigación, no obstante gran parte de las reflexiones contenidas en este documento pueden contribuir a posteriores discusiones sobre el futuro económico del manejo del agua, en donde se resalte su importancia como un elemento vital indispensable.

Para garantizar la existencia futura de la Ciudad de México se requiere necesariamente revisar el actual modelo de explotación de los recursos hídricos y entender adecuadamente la función esencial que desempeña la infraestructura hidráulica y de saneamiento, no solo como una condición general de la producción más, sino quizá como la más importante a lo largo de su historia.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboites, L. (2009). *La decadencia del agua de la nación: estudio sobre la desigualdad social y cambio político en México, segunda mitad del siglo XX* (1a ed.). México, D.F.: El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos.
- Archivo Histórico del Agua (AHA). (2011). AHA - Bosquejo histórico del desagüe de la Ciudad de México. Recuperado el 20 de febrero de 2011, a partir de <http://archivohistoricodelagua.info/mx/content/view/33/>
- Altvater, E. (1978). Some problems of state interventionism. En S. Picciotto y J. Holloway (Eds.), *State and capital: A marxist debate*. (1a ed.: 40-42). London: Edward Arnold.
- Bassols Batalla, Á. (1993). Introducción y marco de referencia. *Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Complejo geográfico, socioeconómico y político* (págs. 14-49). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas.
- Caridad Mateo, J. (1974). *Reproducción del capital social: Introducción a la Teoría de las relaciones entre Capitales* (1a ed.). México D.F.: Edición del autor.
- Carrera Stampa, M. (1949). The Evolution of Weights and Measures in New Spain. *The Hispanic American Historical Review*, 29(1), 2-24.
- Castañeda, V. (1997). Gestión integral de los recursos hídricos. *Bases para la planeación del desarrollo urbano en la Ciudad de México. Tomo II: Estructura de la ciudad y su región* (1a ed., págs. 69-129). México: Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco. Porrúa.
- Castro, J. E. (2006). *Water, Power and Citizenship. Social Struggle in the Basin of Mexico* (1a ed.). New York: Palgrave Macmillan.
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (1997). *Programa de rescate carretero (FARAC)*. México D.F.: Cámara de Diputados. H. Congreso de la Unión.
- CFE. (2009, Diciembre). CFE Telecom. *CFE Telecom*. Recuperado diciembre 10, 2009, a partir de <http://www.cfetelecom.com.mx/Pages/Inicio.aspx>
- CONAGUA. (2003). *Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Gerencia Regional XIII del Valle de México y Sistema Cutzamala*. México: Comisión Nacional del Agua.
- _____. (2004). *Estadísticas del Agua en México 2004*. (SEMARNAT, Ed.). México: Comisión Nacional del Agua.
- _____. (2005). *Hacia una Estrategia de manejo Sustentable del Agua en el Valle de México y su Zona Metropolitana*. México: Comisión Nacional del Agua.
- _____. (2006a). *Fotografías del agua e infraestructura hidráulica de la región XIII, Aguas del Valle de México y sistema Cutzamala* (1a ed.). México, D.F.: Comisión Nacional del Agua.

- _____. (2006b). *Panorama del Agua en México y en la Región del Valle de México*. Presentación en el IV Foro Mundial del Agua, México. Recuperado a partir de http://www.pseau.org/outils/ouvrages/mexico_ft1_02_conagua_wwc_r.ppt
- _____. (2006c). *Situación del Subsector Agua Potable y Saneamiento Edición 2006*. México: Comisión Nacional del Agua.
- _____. (2008a). *Estadísticas del Agua en México 2008*. (SEMARNAT, Ed.) (1a ed.). México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- _____. (2008b). *Programa Nacional Hídrico: 2007-2012*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- _____. (2009a). *Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. Edición 2009* (1a ed.). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- _____. (2009b). *Programa de Sustentabilidad Hídrica de la Cuenca del Valle de México. «Juntos, Cuidamos el Agua»*. Presentación en Foro en El Colegio de México, México.
- _____. (2009c). *El Túnel Emisor Oriente duplicará la capacidad del drenaje profundo del Valle de México*. México D.F.: Comisión Nacional del Agua. Recuperado a partir de www.conagua.gob.mx
- _____. (2010). *Estadísticas del Agua en México, edición 2010*. (SEMARNAT, Ed.). México D.F.: Comisión Nacional del Agua.
- _____. (2011). Historia de la CONAGUA. *Sitio Oficial de la Comisión Nacional del Agua*. Recuperado febrero 23, 2011, a partir de <http://www.conagua.gob.mx/>
- Council of Ministers. (Marzo 17 de 2000). Ministerial Declaration of The Hague Conference on Water Security in the 21st Century. *Second World WaterForum*. Recuperado a partir de <http://www.gdrc.org/uem/water/hague-declaration.html>
- Del Valle Pavón, G. (2009). Servicios ficales y financieros del Consulado de Comerciantes de la Ciudad de México. *Evolución del sector servicios en ciudades y regiones de México* (1a ed., págs. 95-118). México, D.F: El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales.
- Delaunay, J.-C. y Gadrey, J. (1992). *Services in economic thought : three centuries of debate* (Vol. 3). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Delgadillo, J. (1993). Economía política del agua. *Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Complejo geográfico, socioeconómico y político* (págs. 68-87). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas.
- Departamento del Distrito Federal. (1989). *Informe de la Cuenta Pública del Distrito Federal 1989*. (Anual). México, D.F.
- Departamento del Distrito Federal. (1997). *Plan Maestro de Agua Potable Del Distrito Federal, 1997-2010. Informe Final*. México, D.F.: Departamento del Distrito Federal, Secretaría de Obras y Servicios, Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, Dirección Técnica, Subdirección de Programación, Unidad Departamental de Planes Maestros.
- DGCOH. (1979). *Programa Hidráulico del Distrito Federal. Versión 1979*. México D.F.: Secretaria de Obras y Servicios, Departamento del Distrito Federal.
- Dirección General de Planeación y SCT. (2008, Diciembre). Principales estadísticas del sector telecomunicaciones y transportes 2008. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. <http://www.sct.gob.mx/uploads/media/PrinEstadisSCT-08.pdf>

- Dussel, E. (1984). *Filosofía de la producción* (1a ed.). Bogotá: Nueva América.
- Estado de México. (1998). *Cuenta de la Hacienda Pública del Gobierno y Organismos Auxiliares del Estado de México* (Anual). Toluca, México: Gobierno del Estado Libre y Soberano de México.
- Encinas, A. (2006, Diciembre). *La Ciudad de México: los retos del agua*. Presentación en First regional consultations on «Financing basic utilities for all». Organizada por la Friedrich Ebert Foundation y por la Financing for Development Office de las Naciones Unidas, Brasilia, Brasil. Recuperado a partir de http://www.un.org/esa/ffd/civilsociety/msc/utilities_brazil/
- Escolero, O., Martínez, S., Kralisch, S. y Perevochtchikova, M. (2009). *Vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México en el contexto de cambio climático* (Informe Final). México: Centro virtual de cambio climático. ICYT-DF. Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM.
- Espinosa, E. (2003). *Ciudad de México. Compendio cronológico de su desarrollo urbano 1521-2000* (1a ed.). México: Instituto Politécnico Nacional.
- Ezcurra, E., Mazari-Hiriart, M., Pisanty, I. y Aguilar, A. G. (1999). *The Basin of Mexico: Critical environmental issues and sustainability*. New York, USA: United Nations University Press.
- Fletcher, B. (1996). *Sir Banister Fletcher's: A History of Architecture*. (D. Cruickshank, Ed.) (20a ed.). Oxford: Architectural.
- Folin, M. (1979). Public enterprise, public works, social fixed capital: Capitalist production of the «communal, general conditions of social production». (P. Camiller, Trad.) *International Journal of Urban & Regional Research*, 3(3), 333-349.
- Frente de trabajadores de la energía. (2008). *48.3% de generación eléctrica privada* (Boletín de prensa vol. 8 no. 247). México D.F.: Frente de trabajadores de la energía, México. Recuperado a partir de <http://www.fte-energia.org/sdp/bol247.pdf>
- Garza, G. (1985). *El proceso de industrialización en la ciudad de México (1821-1970)* (1a ed.). México: Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México.
- _____. (1987). Condiciones Generales de la Producción y Concentración de la Industria. El caso de los hidrocarburos. En G. Boils (Ed.), *México: Problemas Urbano Regionales* (1a ed., pág. 243). México: GV Editores: Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México.
- _____. (2000a). Ámbitos de expansión territorial. En G. Garza (Ed.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio* (págs. 237-243). México: El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano.
- _____. (2006). Servicios generales de la producción en la Ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos. El Colegio de México.*, 21 (2), 259-295.
- _____. (2008a). *Macroeconomía del sector servicios en la ciudad de México, 1960-2003*. México, D.F: El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales.
- _____. (2008b). *Macroeconomía Del Sector Servicios En La Ciudad De México, 1960-2003* (1a ed.). México, D.F: El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales.
- _____. (2010). La ciudad como fuerza productiva: desarrollo económico y competitividad. En J. Sobrino (Ed.), *Competitividad urbana: una perspectiva global y para México* (1a ed., págs. 51-94). México, D.F.: El Colegio de México, Centro de

- Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales.
- Garza, G. (Ed.). (2000b). *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. México: El Colegio de México y Gobierno del Distrito Federal.
- Gibbons, D. C. (1986). *The economic value of water*. Washington, D.C.: Resources for the future.
- Gobierno del Distrito Federal y Sistema de Aguas de la Ciudad de México. (2007). Programa de Manejo Sustentable del Agua para la Ciudad de México. Secretaría del Medio Ambiente.
- González, R. (2011, Febrero 24). Propone Ebrard privatizar cobro y distribución de agua potable. *La Jornada*. México. Recuperado a partir de <http://www.jornada.unam.mx/2011/02/24/index.php?section=capital&article=039n1cap>
- Graham, S. (1996). *Telecommunications and the City Electronic Spaces, Urban Places*. London: Routledge.
- Guerquin, F., Ahmed, T., Hua, M., Tetsuya, I., Özbilen, V. y Schuttelaar, M. (2003). *World Water Actions: Making Water Flow for All*. Londres: Earthscan.
- Guerra, L. M., y Mora, J. (1989). *Agua e hidrología en la cuenca del Valle de México. Antecedentes, diagnostico, perspectiva y alternativas*. México: Fundación Friedrich Ebert. Instituto Autónomo de Investigaciones Ecológicas.
- H. Congreso de la Unión. (1975). *Ley del servicio público de energía eléctrica*. Recuperado a partir de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/99.pdf>
- Hank, C. (1971). *Segundo Informe de Gobierno* (Gubernamental No. Segundo). Toluca, México: Gobierno del Estado Libre y Soberano de México.
- Hawthorn, J., Hoehn, T. y Tiwari, A. (2009). *UK Economic Outlook November 2009*. Londres: PricewaterhouseCoopers. <https://www.ukmediacentre.pwc.com/>
- Herín, R. (1990). Agua, espacio y modos de producción en el Mediterráneo. *Agua y modo de producción*, Crítica/Historia del mundo moderno (1a ed.: 54-68). Barcelona, España: Crítica.
- Hill, P. (1999). Tangibles, Intangibles and Services: A New Taxonomy for the Classification of Output. *The Canadian Journal of Economics / Revue canadienne d'Economie*, 32(2), 426-446.
- Hirsch, J. (1978). The state apparatus and social reproduction: Elements of a theory of the bourgeois state. En J. Holloway y S. Picciotto (Eds.), *State and capital: A marxist debate*. (1a ed.). London: Edward Arnold.
- Holloway, J. (1978). *State and Capital a Marxist Debate*. London: Edward Arnold.
- INEGI. (1930). Censo de Población y Vivienda 1930. *Censos y conteos de población y vivienda*. Recuperado Mayo 31, 2011, a partir de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv1930/default.aspx>
- _____. (1940). Censo de Población y Vivienda 1940. *Censos y conteos de población y vivienda*. Recuperado Mayo 31, 2011, a partir de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv1940/default.aspx>
- _____. (1970). Censo General de Población 1970. *Censos y conteos de población y vivienda*. Recuperado Abril 27, 2011, a partir de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv1970/default.aspx>
- _____. (1980). Censo General de Población y Vivienda 1980. *Censos y conteos de población y vivienda*. Recuperado Abril 27, 2011, a partir de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv1980/default.aspx>

- _____. (1990). Censo General de Población y Vivienda 1990. Recuperado Abril 27, 2011, a partir de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv1990/default.aspx>
- _____. (2000). Censo General de Población y Vivienda 2000. Recuperado Abril 27, 2011, recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ccpv/cpv2000/default.aspx>
- _____. (2002). *Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2002*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Recuperado a partir de <http://www.google.com/search?q=red+primaria+drenaje+ciudad+de+mexico&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-a>
- _____. (2008). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares*. México, D.F: INEGI.
- _____. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. *Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado Marzo 27, 2011, a partir de <http://www.censo2010.org.mx/>
- Instituto de Ingeniería, UNAM, SMISAAM, y GDF. (1994). *Evolución de la Ingeniería Sanitaria y Ambiental en México*. México: Departamento del Distrito Federal, Secretaría General de Obras, Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica.
- Joint Academies Committee on the Mexico City Water Supply, Water Science and Technology Board, Commission on Geosciences, Environment and Resources, National Research Council, Academia Nacional de la Investigación Científica y Academia Nacional de Ingeniería. (1995). *Mexico City's Water Supply: Improving the Outlook for Sustainability*. Washington, D.C: National Academy Press.
- López Obrador, A. M. (2000, Diciembre 5). Discurso de toma de posesión del Jefe de Gobierno de la Ciudad de México. *Toma de posesión*. Discurso.
- Los Angeles Department of Water and Power Water System. (2010). *Financial Statements and Required Supplementary Information (With Independent Auditors' Report Thereon)*. Los Ángeles, California.
- Marié, M. (2004). *Las huellas hidráulicas en el territorio. La experiencia francesa*. San Luis Potosí, México: El Colegio de San Luis.
- Marx, K. (1978a). *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política. Borrador 1857-1858*. (J. Aricó, Ed., P. Scaron, Trad.) (10a ed., Vol. 1). México: Siglo XXI.
- _____. (1978b). *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política. Borrador, 1857-1858*. (J. Aricó, Ed., P. Scaron, Trad.) (10a ed., Vol. 2). México: Siglo XXI.
- _____. (1985). *Formaciones Económicas Precapitalistas*. Cuadernos de pasado y presente (12a ed.). México: Siglo XXI.
- _____. (2001). *El Capital. Libro primero. El Proceso de producción del capital. Capítulo sexto. Resultados del proceso inmediato de producción [inédito]*. (P. Scaron, Trad.). México: Siglo XXI.
- _____. (2005). *El Capital: Crítica de la Economía Política*. (P. Scaron, Trad.) (23a ed., Tomo I Volumen 2). México: Siglo XXI.
- _____. (2006). *El Capital: Crítica de la Economía Política*. (P. Scaron, Trad.) (20a ed., Tomo II Volumen 4). México: Siglo XXI.
- _____. (2007). *El Capital: Crítica de la Economía Política*. (P. Scaron, Trad.) (27a ed.,

- Tomo I Volumen 1). México: Siglo XXI.
- Mejía Betancourt, A. (2003). *Hacia una Agenda Regional del Sector Agua Potable y Saneamiento*. Banco Mundial. Recuperado a partir de <http://www.aprchile.cl/pdf/Agua/Hacia-una-agenda-regional-del-sector-Agua-Potable-y-saneamiento.pdf>
- Merino, H. (2000). Sistema hidráulico. En G. Garza (Ed.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio* (1a ed., págs. 344-353). México: El Colegio de México y Gobierno del Distrito Federal.
- Metrópoli / 2025. (2011). Agudiza Bando 2 conflictos urbanos | Ciudadanos en Red :: Metrópoli 2025. *Ciudadanos en red*. Recuperado Mayo 3, 2011, a partir de <http://www.ciudadanosenred.com.mx/metroaldia/agudiza-bando-2-conflictos-urbanos>
- Metrópoli / 2025 y Centro de Estudios para la Zona Metropolitana A. C. (2006). *Una Visión Para La Zona Metropolitana Del Valle De México* (Vol. II. Habitabilidad). México, D.F: Metrópoli 2025, Centro de Estudios para la Zona Metropolitana.
- Milenio Diario. (2008). Ebrard confirma que el Bando 2 desapareció | Ediciones Impresas Milenio. *Milenio Online*. Recuperado Mayo 3, 2011, a partir de <http://impreso.milenio.com/node/7117405>
- Negrete Salas, M. E. (2000). Dinámica Demográfica. *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio* (págs. 247-255). México: Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México.
- New York City Water & Sewer System. A Component Unit of The City of New York. (2009). *Comprehensive Annual Report for the Fiscal Year ended June 30, 2009* (Informe Anual). Nueva York.
- O'Connor, J. (2001). *Causas naturales. Ensayos de marxismo ecológico*. (P. Reyes, Trad.) (1a ed.). México: Siglo XXI.
- Ochoa Rosso, F. (2010). Ingeniería de sistemas. (Ó. M. González Cuevas, Ed.) *Cosmos, I. Enciclopedia de las ciencias y la tecnología en México. Ingeniería*, Cosmos. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal.
- Palerm, Á. (1973). *Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del valle de México*. México: INAH.
- Pérez Picazo, M. T., y Lemeunier, G. (Eds.). (1990). *Agua y Modo de Producción*. Crítica/Historia del mundo moderno (1a ed.). Barcelona, España: Crítica.
- Perló, M. y González, A. (2005). *¿Guerra por el agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad y Fundación Friedrich Ebert.
- Popoca, A. (2007). *Los circuitos del capital y la reproducción simple*. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía.
- Romero, M. E. y Jáuregui, L. A. (1986). Cometarios sobre el cálculo de la renta nacional en la economía novohispana. *Investigación Económica*, (177), 105-140.
- Rovirosa Wade, L. (1974). *SRH, Informe de labores del 1o de septiembre de 1973 al 31 de agosto de 1974*. (Anual). México: Secretaría de Recursos Hidráulicos.
- Rubial, A. (1990). Prólogo. *La Ciudad de México en el siglo XVIII (1690-1780). Tres crónicas* (1a ed., págs. 11-35). México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

- SACM. (2010). Programa de cultura del agua en la Ciudad de México. México: Dirección de Fortalecimiento Institucional, SACM.
- Saldívar, A. (2007). *Las aguas de la ira: Economía y cultura del agua en México ¿sustentabilidad o gratuidad?* México, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía.
- San Vicente, J. M. de. (1990). Exacta descripción de la magnífica Corte Mexicana, cabeza del Nuevo Americano Mundo, significada por sus esenciales partes, para el bastante conocimiento de su grandeza. *La Ciudad de México en el siglo XVIII (1690-1780). Trés crónicas* (1a ed., págs. 131-181). México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- SARH. (1988). *Agua y sociedad: una historia de las obras hidráulicas en México* (1a ed.). México: Secretaría de Recursos Hidráulicos.
- Sassen, S. (2005). The impact of the new technologies. En R. LeGates y F. Stout (Eds.), *The City Reader: Third edition, Urban reader* (3a ed). Nueva York: Routledge.
- Scanlon, J., Cassar, A. y Nemes, N. (2004). *Water as a Human Right?* Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. (2001). *Plan Nacional Hidráulico 1975*. Antología de la Planeación en México (2a ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Sheridan Prieto, C. (2010). Hidraulización en el área metropolitana de Monterrey. *Cuando México enfrenta la globalización. Permanencias y cambios en el área metropolitana de Monterrey* (1a ed.). México: Universidad Autónoma de Nuevo León, en coedición con El Colegio de la Frontera Norte, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, la Universidad de Monterrey, la normal Miguel F. Martínez y el Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, CEMCA.
- Smith, V. K., y Desvousges, W. H. (1986). *Measuring water quality benefits*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Sobrino, L. J. (2006). Competitividad y empleo en las principales metrópolis de México. *Población, ciudad y medio ambiente en el México contemporáneo* (1a ed., págs. 333-380). México: El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales.
- Stanback, T. M. (1992). Foreword. *Services in economic thought : three centuries of debate* (Vol. 3). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- United Nations. (2010). General Assembly declares access to clean water and sanitation is a human right. *United Nations News Service*. Recuperado Marzo 27, 2011, a partir de <http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=35456&Cr=sanitation&Cr1>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs y Population Division, Population Estimates and Projections Section. (2009). 2009 Revision of World Urbanization Prospects. United Nations. Recuperado a partir de <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>
- Vetancurt, A. de. (1990). Tratado de la Ciudad de México y las grandezas que la ilustran después que la fundaron españoles (1697). *La Ciudad de México en el siglo XVIII (1690-1780). Trés crónicas* (1a ed., págs. 37-130). México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Wittfogel, K. A. (1966). *Despotismo oriental. Estudio comparativo del poder totalitario*. (F. Presedo, Trad.) Biblioteca de Ciencias Humanas. Madrid: Guadarrama.