

004646
2.02



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES
UNIDAD DE POSGRADO

HISTORIA DE LAS OBRAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y DRENAJE DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y DE SU IMPACTO SOCIOAMBIENTAL

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAESTRA EN SOCIOLOGÍA
P R E S E N T A :
PATRICIA ROMERO LANKAO

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE CR.GEN

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INTRODUCCION.....	2
-------------------	---

PRIMER CAPITULO. ALGUNAS PROPUESTAS DE ANALISIS SOCIOLOGICO DE LO AMBIENTAL.....	12
I.La Sociología y lo ambiental.....	12
II.Entorno Natural-Entorno Humano.....	14
III.Interdependencia Sociedad-Naturaleza.....	15
IV.Sobre los efectos: Impacto ambiental o socioambiental.....	16
V.Determinantes de las actividades transformadoras del ambiente.....	20
VI.Criterios de delimitación espacial de las regiones.....	25
VII.Diversas acepciones y dimensiones del Sistema Hidráulico.....	27

EL PUNTO DE PARTIDA: PORFIRIATO

SEGUNDO CAPITULO. MOMENTO ANTERIOR A LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA HIDRAULICO PORFIRIANO.....	30
I. Cuenca del Valle de México.....	30
1.Determinantes naturales de abundancia de agua e inundaciones.....	30
2.Actividades transformadoras del ciclo hidrológico.....	40
A.Clareamiento de superficies.....	42
B.Obras Hidráulicas.....	43
3.Recapitulación preliminar.....	53
II.Zonas que se conectarían al sistema hidráulico porfiriano.....	55
1.Insuficiencia de agua y labores transformadoras en el Mezquital.....	55
2.Actividades en torno al abundante agua de Xochimilco.....	59

TERCER CAPITULO.EL SISTEMA HIDRAULICO PORFIRIANO.....	65
I.El Gran Desagüe.....	66
II.Saneamiento.....	71
III.Abastecimiento.....	74
IV.Hacia una nueva forma de satisfacer las necesidades hidráulicas ciudadinas.....	78

DE LA PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA HIDRAULICO PORFIRIANO AL DECEMIO 40-50

CUARTO CAPITULO. CUENCA DEL VALLE DE MEXICO.....	82
I.Determinantes de los cambios en el ciclo.....	83
1. Extracción de bosques y actividades agropecuarias.....	83
2. Dinamismo económico-demográfico y crecimiento de la Ciudad de México.....	84
3. Obras hidráulicas.....	89
A. Desagüe y saneamiento.....	91
B. Abastecimiento.....	96
II.Alcance de los cambios en el ciclo hidrológico regional.....	99
III. Las obras del Lerma.....	101

QUINTO CAPITULO. CAMBIOS EN LAS ZONAS CONECTADAS; SITUACION DEL AREA POR INCORPORAR.....	105
I. Mezquital: primeros beneficios del uso de aguas residuales.....	105
II. primer y definitivo embate hidráulico en Xochimilco..	111
III. Riqueza de recursos hidrológicos y labores transformadoras en el Lerma.....	118

1950-1990: LA HISTORIA SE TORNA COMPLEJA

SEXTO CAPITULO. PROFUNDIZACION DE LOS CAMBIOS EN LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO.....	127
I. Clareamiento florestal y sobreexplotación de Suelos...	127
II. Superconcentración económico-demográfica en la Ciudad de México.....	129
III. Sistema Hidráulico.....	132
1. Instituciones encargadas de estudiar y resolver la problemática hidráulica de la cuenca.....	133
2. Desagüe y saneamiento.....	141
A. Primeras obras.....	141
B. Drenaje profundo.....	144
C. Condiciones actuales de desagüe y saneamiento.....	145
3. Abastecimiento.....	151
A. Propuestas institucionales para ampliar el abastecimiento de la ciudad.....	151
B. El abastecimiento ahora.....	154
IV. Situación actual del ciclo hidrológico Regional.....	159
SEPTIMO CAPITULO. IMPACTO DE OBRA HIDRAULICA Y ACTIVIDADES LOCALES EN LAS TRES ZONAS.....	163
I. Complejización y Profundización de los Embates en Xochimilco.....	163
II. ¿Se repitió en Lerma el negativo impacto vivido por Xochimilco?.....	172
III. Mezquital: beneficios económicos acompañados de un deterioro ecológico aún no ponderado.....	181
CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.....	190
GLOSARIO DE TERMINOS.....	201
BIBLIOGRAFIA.....	205

I N T R O D U C C I O N

Quien en nuestros días vive y sufre los múltiples componentes de la crisis ambiental de la Ciudad de México; quien padece la contaminación atmosférica y las inundaciones, difícilmente imagina que en algún momento llegara a estar cubierta por bosques, llanos y praderas, uno de cuyos más hermosos espacios -su sistema lacustre- la hizo merecedora del título de "Venecia Mexicana".

Tan profundo cambio, producto de la concatenación de deforestación, desviación y desecación de corrientes, urbanización y otras tantas labores transformadoras, no podría ser totalmente abarcado por estudio alguno. De ahí la pretensión de acercarme a una de esas labores modificadoras: la construcción y operación de la obra hidráulica regional, llevada a cabo con dos propósitos fundamentales y que irían desplazando a otros ya existentes/1: satisfacer las necesidades de agua de la población y de los sectores productivos ciudadanos, sanear a la Ciudad de México y protegerla contra las inundaciones.

Es objetivo principal de la investigación reconstruir la historia de las obras que se han venido estableciendo para el logro no siempre cabal de ambos objetivos. Pretendo estudiar las consecuencias socioambientales de construcción y operación de abastecimiento y drenaje, y cuando sea posible, destacar los factores socioeconómicos y ecológicos determinantes del carácter y ritmo dados a las obras.

Así dicho, el propósito de la investigación aparece claro, sencillo. Pero no es tal. En su consecución he enfrentado diversos problemas, distintos retos que han llevado a decantarlo, a afinarlo. Destacan entre ellos:

a. El alcance extrarregional del impacto de la obra hidráulica. El sistema de abastecimiento y drenaje ciudadano ha afectado no sólo a la zona servida por él y que es objeto principal del trabajo, también a las áreas conectadas a la ciudad: a Xochimilco, Chalco, Chiconautla, Lerma, etc., vía la extracción; al Mezquital y algunos municipios norteros, vía la emisión del agua. No podía estudiar todas las regiones, así es que opté por el Mezquital como receptora de las aguas del drenaje y por Xochimilco y Lerma como abastecedoras. ¿Por qué estas zonas y no otras? ¿Por qué dos áreas abastecedoras y no una?

El estudio del impacto sufrido por Mezquital permitirá demostrar que no obstante la agricultura local se benefició a

/1. Tal ocurrió con las obras dedicadas a mantener solares, haciendas y otras unidades agropecuarias; con diques, presas, zanjas, etc.

corto plazo del aprovechamiento de las aguas negras, se han presentado negativos efectos ecológicos que han comenzado a afectar a la actividad misma; que lo racional a corto plazo y en términos estrictamente económicos, raramente es tal cuando se incluye la dimensión ambiental.

La elección de dos zonas abastecedoras y no de una se sustentó, en un primer momento, en un afán crítico -o críticón- de mostrar cuán nefasta ha sido la extracción de aguas para la agricultura local en todos los casos. Y en efecto, la investigación permitirá demostrar que Xochimilco y Lerma fueron negativamente afectados. Solo que la obra hidráulica jugó un papel diverso en ambas áreas, fue distinto su peso en relación con otras actividades locales (Infra., inciso V, primer capítulo).

b. La antigüedad del sistema hidráulico, que hizo necesario definir el punto de partida y los principales periodos abarcados en el estudio. La tradición hidráulica citadina data del Imperio Azteca cuando menos. Como no pude remontar tanto el río de la historia, decidí arrancar del porfiriato, por ser entonces cuando se configuró, en lo fundamental, la modificación integral del ciclo hidrológico regional, el "modelo hidráulico" que rige actualmente en nuestra ciudad y que consiste, en cuanto a abastecimiento, en la extracción, consumo y no reutilización de agua proveniente del subsuelo y de zonas externas a la ciudad; en lo referente a drenaje, en la emisión fuera de la cuenca, tanto de las aguas residuales, como de las provenientes de la precipitación pluvial.

El decenio 40-50 marca otros hitos en la historia del sistema hidráulico: entonces se importan por primera vez, de una región externa a la Cuenca del Valle de México, las aguas destinadas al abastecimiento de la ciudad; en ese momento arrancan una serie de medidas gubernamentales que alentarían el proceso de concentración económico-demográfico de la ciudad, iniciado en esa década y que influiría, a su vez, en muchas de las decisiones gubernamentales en materia hidráulica. De ahí que el decenio 40-50 sea punto de arriba de un primer periodo iniciado en el porfiriato.

El segundo periodo comienza con la década de los cincuenta y llega hasta 1990. La pretensión de llegar hasta tan reciente fecha se basa en el deseo de contar con información actualizada, destinada a cuando menos ubicar las perspectivas que se presentan en el futuro.

c. La necesidad de ubicar el ámbito de "lo natural" que más decididamente ha incidido y se ha visto afectado por construcción y operación de la obra hidráulica (Infra., inciso I, primer capítulo). Varias razones me hicieron optar por el "ciclo hidrológico", sobre todo en lo que a zonas abastecedoras se refiere: el que su particular funcionamiento determinara la carencia de agua en el Mezquital y abundancia del líquido e inundaciones en las regiones restantes; el que la operación de

abastecimiento haya afectado en las tres zonas de extracción uno de los componentes del ciclo: el proceso de alimentación de acuíferos; en fin, el que la operación de drenaje haya alterado los procesos de infiltración y evapotranspiración en la Cuenca del Valle de México

d. El descubrimiento de lo fructífero que sería destacar el diagnóstico que, en proyectos y planes, hicieran las autoridades hidráulicas sobre la situación de abastecimiento y drenaje citadina, y si lo hubiera, acerca del impacto extrarregional de las obras.

Reconociendo lo anterior, la investigación tendrá como objetivo reconstruir la historia del sistema de drenaje y abastecimiento desde la era porfiriana hasta nuestros días; analizar el impacto de construcción y operación del sistema hidráulico tanto para la Ciudad de México como para Xochimilco, Lerma y el Mezquital; revisar los planes y proyectos gubernamentales destinados a evaluar y enfrentar la problemática hidráulica, y cuando sea posible, destacar los factores socioeconómicos y ecológicos determinantes del carácter y ritmo dados a las obras.

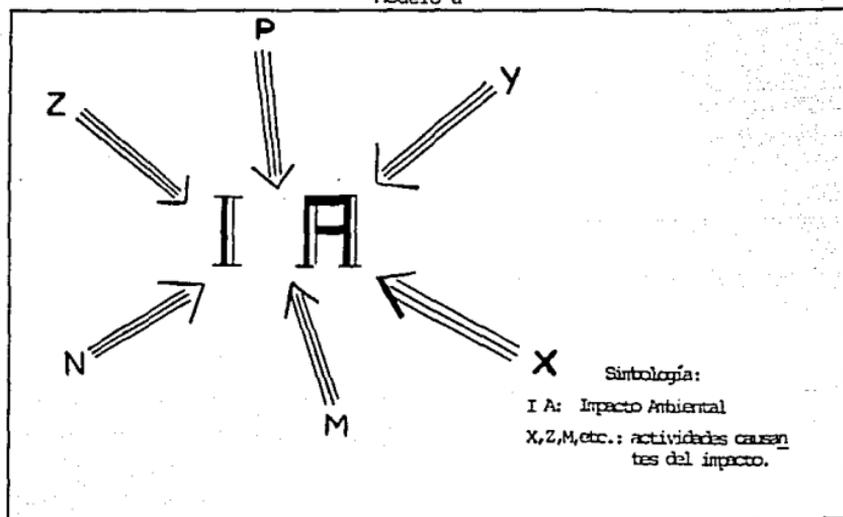
Varias tesis se manejan en el trabajo. Algunas son propuestas de análisis de éste y otros problemas ambientales. De ahí que puedan ser manejadas como tesis o planteamientos analíticos. Otras son conjeturas que a lo largo del trabajo se habrán de constatar, por lo que ellas sí serán hipótesis. El lector observará que los planteamientos fungen como especie de esqueleto, cuyo contenido estará dado por la situación a analizar en cada situación específica; cómo se constituyen en importante sustento para la elaboración de diversas hipótesis. A continuación una sucinta enumeración de tesis e hipótesis, las primeras de las cuales serán más ampliamente abordadas y sustentadas en el primer capítulo, mientras las segundas serán demostradas a lo largo del estudio.

1. Al analizar el efecto o impacto socioambiental de una obra o actividad transformadora, se debe tener presente que, por lo general, no es ella la única determinante o causante del impacto. Tal ocurre con los efectos, para las regiones de estudio, de la construcción y operación de abastecimiento y drenaje (Ver modelo a). De esta tesis se desprende que:

a. En la Cuenca del Valle de México, abastecimiento y drenaje se articularon con las actividades agrícolas, pecuarias y extractivas que provocaron deforestación y erosión de amplias superficies, así como con el dinamismo económico-demográfico que redundó, entre otros, en el crecimiento de la mancha urbana y el incremento en la demanda total de ambos servicios.

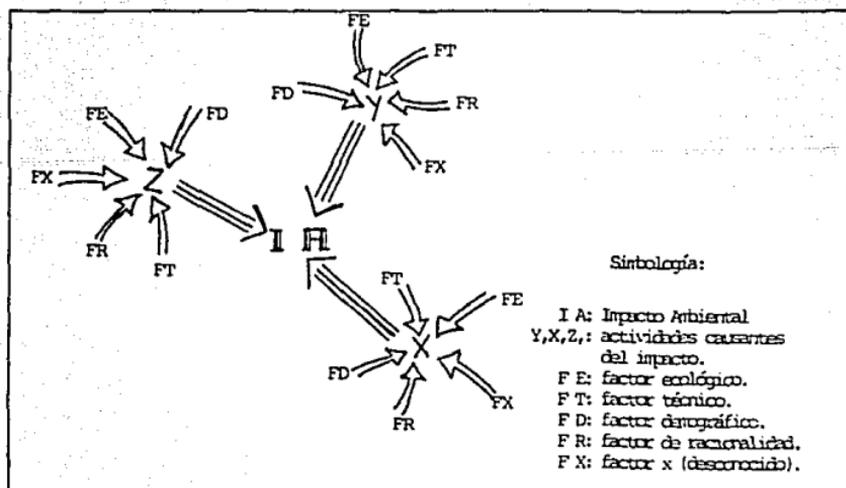
b. El impacto de la extracción de agua en Xochimilco, difícilmente se puede comprender cavalmemente, si no se analiza la forma en que ésta se articuló con dotación de aguas tratadas,

Modelo a



IMPACTO AMBIENTAL

Modelo b



emisión de aguas negras, deforestación y sobreexplotación de suelos y dinamismo económico-demográfico citadino.

c. Para configurar el impacto ambiental sufrido por el Valle del Lerma, la explotación de agua se articuló con las labores silvícolas, pecuarias y agrícolas, con el desarrollo industrial regional y con un crecimiento urbano desordenado.

d. De efectos contradictorios, en tanto los beneficios económicos inmediatos se han acompañado a la larga de negativos efectos ecológicos y socioeconómicos, la dotación de aguas tratadas fue fundamental en el desarrollo de la agricultura de riego del Valle del Mezquital. Pero no fue suficiente. Hubo de acompañarse de la construcción y operación de infraestructura para distribuir el líquido.

2. Carácter y ritmo de diversas actividades u obras en cada situación concreta, están determinados a su vez, por la forma en que se concatenan los aquí llamados factores o determinantes socioeconómicos y ambientales (Infra., inciso V, primer capítulo. Ver también modelo b). La inclusión de estos factores como un siguiente plano de análisis permite comprender, entre otras cuestiones, la diferente forma en que la extracción de agua afectó a Xochimilco y el Valle de Lerma.

Según se demostrará, el similar funcionamiento del ciclo hidrológico en ambas regiones (factor ecológico) permitió que contaran con manantiales y agua subterránea en abundancia, que sus suelos poseyeran una humedad de grandes potencialidades agrícolas. Por otra parte, el dinamismo económico-demográfico registrado por las dos zonas, ha influido en el incremento de los índices de extracción de agua.

No obstante las similitudes, eran distintas las actividades predominantes en Xochimilco y Lerma, sus rasgos técnicos. He ahí la clave de las diferencias. La agricultura xochimilca -la chinampera en especial- aprovechó las potencialidades de su entorno, la humedad de los suelos en especial.

También en el Valle del Lerma se desarrolló el sistema chinampero. Pero su peso siquiera era significativo dentro de la agricultura local, predominantemente temporalera, la cual por su parte, se veía opacada por el predominio de ganadería y silvicultura.

3. La estrecha interdependencia sociedad-naturaleza es fundamental para comprender cómo se revierten socialmente los efectos de una actividad. Claro que al ser multicausal la determinación de un impacto (tesis 1), necesariamente serán complejas las implicaciones sociales del mismo. En otras palabras, los efectos de una actividad tendrán implicaciones sociales para la actividad misma y para las otras labores sustentadas en los recursos de la región estudiada (Ver infra., inciso IV, primer capítulo y modelo c).

Considérese la extracción de agua subterránea en la Cuenca del Valle de México, causante de la sobreexplotación del recurso y de la desecación, compactación y hundimiento del terreno. Estos efectos han tenido implicaciones en la extracción misma, al limitar las posibilidades de seguir aprovechando el líquido; han incidido a su vez, en el dislocamiento del sistema de drenaje, de edificios, etc. y en las posibilidades de desarrollo de los sistemas agrícolas chinampero y de riego. Han afectado de esta manera, a otras actividades.

Cuatro grandes secciones conforman el estudio. En la primera -primer capítulo- intento resolver cuestiones teórico metodológicas referidas a los supuestos y categorías de análisis que me servirán como herramientas de trabajo: entorno natural-entorno humano, interdependencia sociedad-naturaleza, impacto ambiental o socioambiental, etc.; pretendo definir además, los mecanismos metodológicos para operacionalizar esos conceptos, así como las hipótesis e ideas rectoras de la investigación y los mecanismos para constatarlas.

Como su nombre lo dice, la segunda parte se centra en el punto de partida del estudio: el porfiriato. Abordo en ella, en el segundo capítulo, la situación imperante en Ciudad de México, Xochimilco y Mezquital antes de la construcción de la obra hidráulica porfiriana: los factores determinantes de abundancia de agua e inundaciones en las dos primeras zonas, de escasez del líquido en la tercera, así como las actividades predominantes en las tres áreas y los impactos socioambientales de éstas.

El estudio de las condiciones de abastecimiento y drenaje citadinas, permitirá "contextualizar" el sistema hidráulico porfiriano analizado en el tercer capítulo; comparar el diagnóstico de los artifices de las obras con la situación realmente existente y -¿por qué no?- discrepar sobre la pertinencia, tanto de unos componentes del diagnóstico como de algunas alternativas de solución.

Permita el lector un paréntesis. Al cuestionar el diagnóstico de estas y otras autoridades, estoy conciente de que en él incidieron las determinantes sociales, económicas y culturales en que se movían; de las ventajas de una posición retrospectiva y un abordaje socioambiental. No me interesa calificar -por ejemplo- las propuestas técnicas de las autoridades por sí mismas, sino analizarlas en términos de sus implicaciones sociales y ambientales.

La tercera parte se centra en el periodo que va de la operación del sistema hidráulico porfiriano al decenio 40-50. En el cuarto capítulo estudio los cambios que en el ciclo hidrológico de la Cuenca del Valle de México, produjeron obra hidráulica, dinamismo económico-demográfico, extracción forestal, ganadería y agricultura. Analizo en el quinto capítulo, por un lado, las transformaciones en Xochimilco y el Mezquital, resultantes de la operación de abastecimiento y drenaje en concatenación con actividades locales; por el otro, la situación

ecológica y productiva prevaleciente en Lerma antes de que fuera conectado, en 1951, a la capital.

El periodo 1950-1990 es estudiado en la cuarta y última parte. El contenido del sexto capítulo llevará a la caracterización de los cambios operados, de los cincuenta a la actualidad, en el ciclo hidrológico de la Cuenca del Valle de México; de las actividades tanto tradicionales como de reciente aparición, que los han profundizado y complejizado. En él analizaré nuevamente la forma en que las distintas autoridades han concebido y enfrentado la problemática hidráulica, las diferencias entre aquella y el diagnóstico aquí manejado. Me referiré finalmente, a las actuales condiciones de abastecimiento y drenaje, las cuales remembran varios de los problemas enfrentados desde la era de Don Porfirio. El séptimo capítulo versará en torno a los recientes cambios ecológicos y económico-productivos registrados por Xochimilco, Lerma y El Mezquital; al peso de las obras de abastecimiento y drenaje y de otras labores locales en la conformación de las transformaciones.

Como todo estudio, éste cierra con un apartado de conclusiones, en el que a más de referirme a algunas propuestas de análisis de problemáticas como la aquí estudiada, destacaré los principales hallazgos del trabajo. Hablaré por otra parte y basándome en los resultados de la investigación, de algunas de las perspectivas que se dibujan en el horizonte hidráulico ciudadano.

Anexo al trabajo un pequeño Glosario de Términos, en el que presento vocablos manejados por especialistas en ciencias naturales, cuya caracterización no incluyo en el trabajo o a los que doy una connotación matizada o hasta diferente; presento también, nombre y fecha de creación de algunas instituciones y algunas otras definiciones.

He recurrido a las siguientes fuentes primarias de información para la realización del trabajo: los proyectos, planes y programas elaborados por funcionarios, instituciones públicas y consultoras encargados de la construcción y operación de ambos sistemas; los censos, síntesis estadísticas y monografías, referidos a población, infraestructura hidráulica y actividades productivas; algunas memorias acerca de las obras de infraestructura hidráulica construidas; algunas descripciones de viajeros, comisionados, etc., sobre las características ecológicas y las actividades y modelos de aprovechamiento de las regiones estudiadas. Todo esto además de investigaciones, artículos, monografías y otras fuentes secundarias.

El trabajo de campo ha sido otro componente fundamental de la investigación. Durante visitas a Mezquital, Lerma, Xochimilco y diversas instalaciones hidráulicas de la ciudad, he entrevistado a agricultores y técnicos y he tomado fotos que por limitaciones económicas no puedo reproducir. Ha sido fundamental la información de los entrevistados sobre sistemas agrícolas y de operación de la infraestructura hidráulica.

Habida cuenta de que -como señalé- las cuestiones teórico-metodológicas serán abordadas en el primer capítulo, no quisiera concluir sin referirme a los problemas con el manejo de la información estadística, sobre todo la utilizada en el análisis del impacto, para las economías de Xochimilco, el Mezquital y el Lerma, de la construcción y operación de abastecimiento y drenaje ciudadanos.

La principal fuente de información fueron los Censos Agropecuarios de 1930, 1950, 1960 y 1970. No se incluyó datos sobre años anteriores, por no existir, no al nivel delegacional y municipal, mucho menos durante la Revolución Mexicana. Los años de 1940 y 1980 se excluyen de la secuencia, el primero porque los datos se centran en la producción ejidal; el segundo, porque de acuerdo a los encargados de las bibliotecas del INEGI y la SARH, problemas con el manejo de la información impidieron publicar los resultados, por lo menos con el nivel municipal que se venía manejando hasta 1970.

En cuanto a cultivos agrícolas y existencias ganaderas, la carencia de información de 1980 se pudo enfrentar mediante el recurso a información de la SARH. No ocurrió lo mismo con los datos sobre superficies de labor, forestales y con pastos; tampoco con extensiones de riego, temporal y humedad.

La carencia de datos secuenciales sobre productos tan importantes a nivel local como duraznos y otros frutales (Mezquital) y flores y hortalizas (Xochimilco), impidió incluirlos en el análisis estadístico, el cual se centró más bien en los cultivos de maíz y alfalfa, fundamental aquél en las tres regiones y característica ésta de la agricultura de riego en Mezquital.

Resta hablar de los alcances y limitaciones de la investigación. Obra en su favor el que se analice la historia de la obra hidráulica ciudadana desde un enfoque novedoso; un enfoque que propone herramientas para analizar, desde la sociología, algunas de las complejas interrelaciones entre lo social y lo natural.

Todo ello y el que se abarcara un periodo tan amplio, permitió ubicar las constantes en la historia del sistema hidráulico ciudadano; los momentos que marcaron cambios fundamentales en la forma de concebirlo y ejecutarlo; en fin, las consecuencias ecológicas y sociales, regionales y extrarregionales de las obras.

Lo anterior tuvo su contraparte en algunas omisiones. No siempre fue posible reconstruir en toda su riqueza, ni las características, en cada situación particular, de los determinantes socioeconómicos y ambientales del carácter y ritmo de las actividades transformadoras analizadas, ni la particular articulación de los determinantes.

La investigación permitió por ejemplo, intuir -no comprobar- que la racionalidad de los sectores involucrados en la construcción de abastecimiento y drenaje, incidió en el carácter asumido por las obras; que la "idea subyacente" en planes y programas de las autoridades hidráulicas ha incidido en diagnóstico y alternativas destinados a enfrentar la problemática.

Tal intuición hubiera podido ser más que eso, de haber incluido en el análisis del sistema hidráulico aspectos como la participación de los actores sociales con mayor peso en los procesos decisorios que llevaron a la concepción y ejecución de las obras. Pero no fue así. Ojalá el lector o algún especialista puedan cubrir tal hueco. Los invito entre tanto a que entremos en materia.

**PRIMER CAPITULO
ALGUNAS PROPUESTAS DE ANALISIS SOCIOLOGICO
DE LO AMBIENTAL**

I. La Sociología y lo ambiental.

El primer problema que he de resolver antes de entrar en materia, tiene que ver con la posibilidad misma de abordar sociológicamente una problemática como la que me ocupa, determinada por factores ecológicos, económicos, políticos, etc., lo que hace que su análisis rebase el ámbito objetual o de reflexión de una disciplina. Al reconocer lo que llaman "carácter multifacético" de la realidad ambiental, varios autores proponen analizarla "multidisciplinariamente", es decir, recurriendo a la experiencia y trabajo en equipo de ecólogos, antropólogos, biólogos, economistas, sociólogos, etc /2.

Pero ¿qué alternativas existen cuando no se puede recurrir a este tipo de trabajo, cuando se pretende abordar determinada realidad ambiental de manera individual y desde una sola disciplina? Veamos.

Existen, entre otras, dos opciones al respecto. La primera, denominada "reduccionista", consiste en concebir al ambiente como una variable más a considerar y en hacer extensivo a él un corpus teórico que únicamente demanda pequeños retoques conceptuales /3.

La segunda alternativa de análisis se encuentra en un ensayo de Hugo Zemelman (1981, p.67-88) a la luz de cuyas reflexiones, plantea la posibilidad de abordar "lo social y lo natural" /4. Una de ellas resulta fundamental para el desarrollo de este estudio: su noción de "objetividad".

En la noción de objetividad subyacen, entre otras, tanto la delimitación de los rasgos propios de lo real a ser recuperado por un área de conocimiento/5, como la de aquello que distingue a

/2. Véanse los ensayos sobre este tema, aparecidos en Leff, E., coord., 1986; en especial el de García, R., p.45-71.

/3. Pablo Gutman hace un análisis de la respuesta de los neoclásicos a este reto conceptual. Para mayor información consultar su artículo en Leff, E., 1986, p.173-202.

/4. La distinción entre Sociedad y Naturaleza, entre "lo social y lo natural", es meramente analítica, pues como señala Schmith, ha sido tan amplia la modificación de ésta por aquélla, que bien podría hablarse de una "naturaleza socializada" (Schmith, A., 1982).

/5. Al interior de la sociología hay quienes piensan como Durkheim que los fenómenos sociales reiterables son el objeto de reflexión de la disciplina; existen quienes plantean como Weber, que los hechos sociales particulares son el objeto de la misma.

una disciplina de otra. Tradicionalmente se piensa que "son los rasgos intrínsecos a los fenómenos /.../ los que sirven de base para clasificarlos conformando campos independientes de conocimiento, pero estos rasgos que hacen las diferencias formales, impuestos por las disciplinas en el transcurso del tiempo, van transformándose en sustanciales, y, en consecuencia, retroalimentando la acumulación de un acervo teórico al interior de cada campo de conocimiento particular" (p.68).

La delimitación de una disciplina por el carácter intrínseco de los fenómenos que estudia limita además, la capacidad del sujeto cognoscente de analizar problemas que rebasan el universo teórico de aquélla; conduce a lo sumo a que se caiga en actitudes "reduccionistas".

Criticando esta visión y sustentado en la idea de que es la manera de reconstruir lo real -metodología- la que hace a una disciplina, Zemelman propone otro criterio de "objetividad" y señala que "la totalidad articulada es una forma para organizar el conocimiento, siendo las relaciones concretas entre sus niveles sus objetos/6. /.../ En efecto, cada proceso en cuanto objeto posible de estudio, tiene que definirse según su vinculación con otros procesos". (p.75. El subrayado es mío).

La perspectiva en que se inscribe Zemelman resulta fructífera para el análisis sociológico de la problemática ambiental que me ocupa por muchas razones. La primera de ellas: plantea la posibilidad y la necesidad de abordar él o los procesos ecológicos en términos de sus vínculos con los sociales; en otras palabras, de tornar a las relaciones entre ambos en objeto de reflexión de la sociología en este caso.

En este contexto se inscribe una primera exigencia: encontrar el o los procesos de interrelación entre dos mundos tradicionalmente estudiados por separado. Varios autores coinciden en destacar al proceso productivo como ámbito fundamental de interrelación Sociedad-Naturaleza, ya que al cultivar plantas, domesticar animales o explotar recursos minerales, el hombre se halla inmerso en un fenómeno paralelo de modificación ambiental y de creación de un espacio distinto, de "entorno humano", una de cuyos ejemplos es la modificación del ciclo hidrológico de la Cuenca del Valle de México y de conformación simultánea de unidades agropecuarias e industriales, sistemas de abastecimiento, etc.

Yo agregaría que la reproducción cotidiana de la sociedad es otro importante punto de interacción entre ésta y su ambiente, pues los actos de beber agua, educarse, crear y recrearse artísticamente, implican también la explotación y consumo de

/6. La noción de nivel tiene en Zemelman más de una acepción. En algunas ocasiones lo concibe como campo disciplinario, o como objeto procesual de estudio; en otras, como modo de concreción de la totalidad articulada mediante la cual se reconstruye lo real. Es la primera noción la que interesa a los fines del trabajo.

recursos y la emisión de desechos; cristalizan además, el proceso de transformación de la naturaleza y creación de un ambiente humano, cuya manifestación material se encuentra en este caso, en el establecimiento de casas, escuelas, sistemas de abastecimiento y drenaje, etc.

Como resultado tangible de este doble proceso, varios de los componentes de la obra hidráulica sirven, en su construcción y operación, tanto a la prosecución de actividades productivas (riego de cultivos, procesamiento de papel y otros productos industriales) como al mantenimiento cotidiano de la sociedad (uso de agua en actividades culinarias, limpieza personal y del hogar, etc.).

La actividad económica y la vida cotidiana son, por tanto, dos caras de un único proceso que a más de permitir al hombre contar con los bienes materiales y espirituales para su mantenimiento, lo conducen a modificar el ambiente y crear un entorno humano.

II. Entorno Natural-Entorno Humano.

Diversos especialistas en la materia se han abocado a la caracterización del "ambiente": algunos lo han definido como a "la naturaleza que rodea al hombre"; otros, como "el resultado de la interacción del hombre con la naturaleza" (Fierro Mtz., S.D., p.50). Aquí se entenderá por "ambiente" a la totalidad de espacios acuáticos y terrestres existentes en el planeta.

Denominado en ecología "biotope", el ambiente es el espacio en que tanto el hombre como los demás organismos biológicos (comunidades o biocenosis) desarrollan su existencia y con el que mantienen múltiples vínculos de intercambio material y energético. Se llama ecosistema a la totalidad estructural y funcional de estas relaciones (Ver Glosario de Términos).

El hombre se desenvuelve también en áreas agrícolas, urbes y unidades industriales que difícilmente podrían ser considerados entornos naturales. Las diferencias: mientras las características de los ambientes naturales -su suelo, flora y fauna- aparecen como producto de la interacción energética y material de componentes abióticos y biológicos, de biocenosis y biotope, los ambientes humanos son el resultado material -visible- del proceso de transformación de una zona, llevado a cabo con los más variados fines productivos y cotidianos (Ver Glosario de Términos).

Los ambientes naturales poseen los mecanismos de interrelación energética y material que les permiten autorreproducirse dinámicamente. Para mantenerse artificialmente, los segundos requieren en cambio, de una serie de insumos provenientes por lo general de ambientes externos a ellos, pero inmersos en la naturaleza misma. De ahí que se les llame "ambientes

heterotróficos" (Heteros significa otro; trófico, alimentación o nutrición).

Piénsese a manera de parangón en un pastizal; la pradera herbácea, una de las comunidades de este ecosistema ha aparecido como producto de la interacción entre diversas comunidades intermedias y su biotopo o entorno. Si un grupo social decide cultivar trigo o maíz, provoca cambios en estructura y funcionamiento del pastizal, por lo que necesita recurrir a abonos, desyerbes y otros mecanismos artificiales para mantener el cultivo deseado, llamado en ecología "comunidad seral" (Ver en Glosario de Términos ecosistema simplificado).

Similar situación se presenta cuando un núcleo poblacional se establece en determinada zona y comienza a modificarla, al tiempo que construye y pone en marcha un entorno humano, materializado en unidades industriales, sistemas de abastecimiento de agua y energéticos, espacios habitacionales y otras infraestructuras necesarias al desarrollo de las actividades productivas y reproductivas sociales.

Conforme el núcleo poblacional transforma su entorno en villa, ciudad o zona metropolitana, requiere crecientemente de combustibles, alimentos, electricidad, agua y otros insumos para mantenerlo energética y materialmente, insumos que provienen por lo general de otras regiones. No sólo eso, al funcionar, el entorno humano urbano comienza a expeler una cantidad cada vez mayor de residuos que es incapaz de absorber, no de manera natural: desechos industriales y domésticos, basuras, aguas de albañal, etc., todos los cuales van a parar a otros ambientes.

III. Interdependencia Sociedad-Naturaleza.

Muestra fehaciente de la capacidad transformadora de la sociedad, el entorno humano evidencia también los límites del hombre. Hace patente que la sociedad depende de la naturaleza tanto para producir y reproducirse, como para mantener en funcionamiento los espacios que ha modificado; que aunque "mediada" por el trabajo (Schmith, A., 1982) la interdependencia entre ambas se mantiene, de manera que sólo cuando el hombre desarrolla estrategias de aprovechamiento acordes con la "vocación" de su entorno, establece las bases para el desarrollo a largo plazo de la labor que éste sustenta. De lo contrario, de deteriorarlo o sobreexplotar los recursos que posee, trunca dichas bases y cancela, cuando menos en principio, toda posibilidad de desarrollo de otra actividad en ellos sustentada.

Considérese la deforestación que venía registrando el Valle del Lerma desde mucho antes de que operara el sistema de abastecimiento que lo conectaría con la Ciudad de México (Infra., inciso III, quinto capítulo). Orientada principalmente a la obtención de madera, carbón, leña y árboles de navidad, la actividad se llevó a cabo sin ninguna técnica de conservación

(corte de las especies más viejas, plantación de árboles que sustituyeran a los cortados, etc.).

Pero aquí comienza la paradoja: las características técnicas que hicieron rentable -económicamente racional- a la labor (el que no se tuviera que invertir en la regeneración del recurso); esos rasgos que permitieron a los sectores involucrados obtener pingües e inmediatas ganancias, fueron los que la tornaron ecológicamente inadecuada, irracional.

Ello fue así, porque con este modelo de aprovechamiento y transformación ambiental, se canceló la posibilidad, no sólo de proseguir a largo plazo la actividad que el bosque sustentaba, sino de dar al mismo otro tipo de aprovechamiento. Se afectó por otra parte y de manera indirecta -al incidir en el funcionamiento del ciclo hidrológico de Lerma- a otra actividad de importancia regional: la explotación de agua. Al deforestar, se fue afectando la capacidad de los suelos de infiltrar el líquido alimentador de los acuíferos; se fue incidiendo negativamente, por tanto, en la calidad y cantidad del líquido subterráneo. (Ver modelo c).

El ejemplo citado da la pauta para afirmar que una actividad puede ser en términos económicos y a corto plazo racional, en tanto permite al sector involucrado obtener ganancias o simplemente subsistir precariamente. Sin embargo, precisamente por sustentarse en un aprovechamiento ecológicamente inadecuado del ambiente o del recurso que alberga, resulta económicamente irracional, tal vez no a corto plazo para el sector que la realizó, sino a largo plazo, para la sociedad toda. ¿Por qué? Porque a menos que se invierta en la regeneración del bosque, se cancela cualquier alternativa para explotarlo en el futuro. Corolario: lo económicamente racional no siempre es tal cuando en el análisis se incluye lo ecológico, cuando se maneja un enfoque ambiental; resulta más bien, por lo general, irracional.

IV. Sobre los efectos: impacto ambiental o socioambiental.

Como ocurre en el análisis de muchos otros fenómenos, el del proceso de transformación ambiental-creación de un entorno humano se conforma de dos dimensiones: la referida a los factores socioambientales determinantes del carácter y ritmo dados a las múltiples actividades que lo conforman y aquella que tiene que ver con las consecuencias de esas labores, denominadas en la jerga ecologista impactos ambientales.

Pensando en el objetivo del presente estudio (supra., p.1 y 3) bien se puede afirmar que mientras la primera dimensión permite comprender el por qué y el cómo del carácter y ritmos dados a la construcción y operación de la obra hidráulica, la segunda resulta fundamental para entender los efectos de la misma. Pero ¿qué es el efecto o impacto ambiental?.

Varios estudiosos e instituciones coinciden en definir al "impacto ambiental" como a "la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza"; señalan además, que desde determinado enfoque -ambiental en este caso- tal transformación puede ser positiva o negativa. (SEDUE., 1988, p.7; Bojorquez, L., et.al., 1988; Jain, R.K., et. al., 1977).

En este marco -se dice- el análisis o evaluación de impacto ambiental (EIA) es el estudio de los probables cambios que una acción puede provocar en las características socioeconómicas y biofísicas de un entorno (Jain., 1977, p.3).

Adecuada como primera aproximación, la caracterización anterior requiere ciertas adecuaciones. El propósito del trabajo no es analizar las consecuencias de una labor u obra cuya realización no se ha concretado. El presente estudio es esencialmente retrospectivo, histórico; con el quiero sopesar las consecuencias pasadas y actuales de la obra hidráulica y de las actividades que se han venido llevando a cabo en la Cuenca del Valle de México, Xochimilco, Lerma y el Mezquital, desde épocas tan lejanas como el porfiriato.

Otras precisiones deben hacerse. Según señalara en la introducción, el ciclo hidrológico es el ámbito de "lo natural" más decididamente afectado por la construcción y operación del sistema hidráulico, sobre todo en lo que a Cuenca del Valle de México y zonas abastecedoras se refiere; es además, determinante fundamental de la abundancia o carencia de agua en las regiones de estudio. Pues bien, resulta complejo el análisis del impacto del sistema hidráulico en el ciclo hidrológico. Así lo confirma Hans-Jürgen Liebsher al apuntar que:

"De acuerdo al actual nivel de conocimiento en la materia, no es posible describir suficientemente todos los procesos que ocurren en el ciclo hidrológico. Muchos de ellos sólo pueden ser cualitativa aunque no cuantitativamente descriptos. La influencia simultánea y compleja que la vegetación, el tipo de suelo, la morfología y el clima ejercen sobre los procesos del ciclo tornan difícil la cuantificación de éstos /.../ La influencia de medidas antropogénicas es además, cualitativamente descriptible; raramente puede ser cuantitativamente descrita. Las complejas relaciones recíprocas entre las condiciones que influyen en el ciclo natural y la influencia antropogénica, hacen imposible en parte cuantificar acciones particulares" (1985, p.44. Traducción y subrayado de la autora).

Varias cuestiones se desprenden del pasaje:

a. El reconocimiento de que son diversos los procesos y ambientes que intervienen en el funcionamiento del ciclo hidrológico (clima, vegetación, suelos, etc.) y complejas las relaciones entre éstos y la influencia que en ellos ejercen las

diversas acciones transformadoras del hombre: clareamiento forestal, sobreexplotación y erosión de suelos, etc.

b. La necesidad de valerse de una caracterización esencialmente cualitativa del peso que en el funcionamiento del ciclo juegan conjunta y complejamente esos ambientes y procesos naturales, esas consecuencias de la labor modificadora de la sociedad.

c. Pensando en la definición de análisis de impacto ambiental y en algunos conceptos aquí manejados, el reconocimiento de que un tal trabajo necesariamente debe sustentarse en la distinción analítica entre entorno natural y entorno humano, entre ámbito ecológico -lo natural- y ámbito social (supra., nota/3 e inciso II). Tal distinción facilitará la ardua tarea de reconstruir las complejas relaciones causales entre los procesos que se verifican en ambos ámbitos.

Lo planteado en el inciso a sustenta analíticamente la tesis propuesta en la introducción: como parte del complejo proceso de modificación ambiental-creación de un entorno humano, una actividad transformadora x difícilmente puede ser considerada como la única causante de un impacto ambiental determinado; se deben destacar por lo menos las labores que, junto ella, poseen el peso más significativo.

Tal es la situación del sistema hidráulico: él ha sido fundamental en la modificación del ciclo hidrológico de la Cuenca del Valle de México; pero no ha sido el único; otras actividades se han articulado con él. Esto último porque, como se desprende del inciso a y como tendré que demostrar, bosques, suelos y lagos regionales han tenido un papel fundamental en el funcionamiento del ciclo hidrológico y porque actividades que han conducido a deforestación, sobreexplotación de suelos y crecimiento urbano han incidido en ese papel.

Lo mismo se puede decir de las regiones vinculadas con la Ciudad de México, a través de la extracción y emisión del agua: aunque cruciales, establecimiento, operación y ampliación de la obra hidráulica no han sido los únicos causantes de los problemas ambientales que las aquejan; otras actividades locales han poseído una influencia de ninguna manera despreciable.

De ahí la pertinencia de la tesis según la cual, la conformación de un impacto ambiental es multicausal y compleja, es decir, determinada por la concatenación de las diversas actividades que se desarrollan en el espacio ambiental objeto de estudio.

Habida cuenta de lo anterior, bien vale la pena intentar una definición de impacto ambiental más acorde con los propósitos del presente trabajo. Se entiende por tal, al efecto (positivo o negativo) de la concatenación de diversas actividades en un entorno, en los procesos que en él ocurren (su ciclo hidrológico,

por ejemplo), o en los recursos que alberga (mantos acuíferos, bosques, etc.).

Partiendo del supuesto de la estrecha interdependencia sociedad naturaleza (supra., inciso III), y con sustento en la tesis J (supra, introducción), se debe incluir en la noción de impacto ambiental a las implicaciones o repercusiones sociales de los efectos ecológicos de las labores. En términos económicos, la cancelación del desarrollo a largo plazo de la actividad que provocó el efecto y de aquellas otras que se sustentan o pueden basarse en el aprovechamiento del recurso, proceso o ambiente afectado. En lo referente a la vida cotidiana, las implicaciones que esos efectos pueden tener para la calidad de vida, salud, esparcimiento, etc. de un sector o núcleo poblacional. De ahí que el concepto de impacto ambiental pueda tornarse más inclusivo y llamarse también impacto socioambiental.

El lector puede constatar que la distinción entre el primer y el segundo tipo de implicaciones sociales guarda relación estrecha con la diferenciación entre los dos momentos de interrelación Sociedad-Naturaleza: el productivo y el reproductivo. (Supra., inciso I). El análisis del primer tipo de implicaciones será el más sistemático y sustentado, mientras que únicamente se apuntarán algunas constataciones sobre las segundas.

Resta el problema de cómo evaluar el impacto ambiental o socioambiental del sistema hidráulico. Mediante el estudio esencial aunque no únicamente cualitativo de la situación imperante en las regiones de estudio antes de que fueran conectadas por la obra hidráulica: de los factores naturales o ecológicos, determinantes de la carencia o abundancia de agua; de las principales actividades transformadoras en las áreas. Tal labor arrojará un parámetro para analizar los cambios en las zonas a partir de la construcción y operación de la obra hidráulica, el papel de ésta en la configuración de las transformaciones y el rol jugado por las otras labores locales.

El ingrediente cuantitativo de la evaluación lo dará la información estadística sobre índices de extracción de agua, dinámica económico-poblacional de la Ciudad de México, crecimiento de la superficie construida, etc. En lo que a Xochimilco, Lerma y El Mezquital se refiere, serán fundamentales los datos de los Censos Agropecuarios sobre:

- superficies de labor, forestal y con pastos, con los cuales podrá sopesar la importancia relativa de agricultura, ganadería y silvicultura dentro de las economías locales;

- superficies de riego, temporal y de jugo o humedad, que permitirán saber el peso de los respectivos sistemas agrícolas de riego, temporal y chinampero dentro del total laboral;

-superficie dedicada a los cultivos de maíz, alfalfa y jitomate, volumen producido y niveles de rendimiento o productividad. Los tres indicadores permitirán sopesar el éxito que se obtenía con la forma de producir -técnica productiva-;

-superficie y existencias ganaderas, información que permitirá evaluar el peso de la ganadería dentro de la economía regional, y

-superficies clareadas, indicador sobre los alcances de la deforestación en las zonas.

V. Determinantes socioambientales del proceso de transformación ambiental-creación de un entorno humano.

¿Qué decir de los factores socioeconómicos y ambientales que inciden en los rasgos y ritmos dados a diversas actividades transformadoras, a la construcción y operación de abastecimiento y drenaje en especial? Que no es suficiente con recurrir a un solo factor para comprenderlos; que la forma en que los factores se articulan en una situación dada incide en las características y ritmos de las labores; que por tanto, rasgos y ritmos llevan el sello de la particularidad histórica, social y ecológicamente determinada.

Antes de destacar los factores -a mi entender- fundamentales, quisiera recordar que no fue posible en este trabajo desarrollar a profundidad la manera en que se articularon en todas las situaciones analizadas. Solamente en algunas, como la de Lerma y Xochimilco, lo que permitió estructurar la hipótesis para explicar la diferente forma en que la extracción de agua las afectó.

El primer factor -ecológico- hace referencia a las características estructurales y funcionales del ecosistema cuyos recursos aprovecha y transforma determinada sociedad; si se piensa en el agua, a las determinantes que en conjunto, inciden en su abundancia o carencia; el clima (al propiciar mayor evapotranspiración, un régimen de altas temperaturas no es propicio a la existencia de corrientes permanentes de agua, no en zonas con escasa vegetación); el tipo de suelos (las arcillas y dacitas permiten una mayor infiltración de agua al acuífero que las arcillas); en fin, el régimen pluvial, el tipo de vegetación, su exuberancia, etc.

El factor ecológico se refiere además, a las posibilidades e impedimentos que, por sus mismas características, un ambiente, recurso o proceso presenta a una actividad u obra determinada. Esto en dos sentidos. Directamente en cuanto a su "vocación natural"/7; indirectamente, en términos de las implicaciones

/7. Se entiende por vocación natural de un recurso o ecosistema, a las posibilidades de sustentar determinada obra o actividad,

sociales -productivas y cotidianas- de los efectos ecológicos de determinada obra o actividad.

Piénsese en la Cuenca que alberga a la Ciudad de México, cuyas particulares características naturales la hicieron poseedora de ricos manantiales y acuíferos, que han sido fuente ancestral de abastecimiento y algunos de los cuales continúan saciando la sed de la población. La vocación natural de la zona ha sido inadecuadamente aprovechada, lo que ha redundado en la sobreexplotación del líquido, evidenciada en la desaparición de varios manantiales (Río Hondo, Desierto de los Leones) y en la contaminación de otros más (Chapultepec), por lo que ha sido cancelada cualquier posibilidad para el aprovechamiento del recurso, a menos que se quiera aplicar alguna técnica de regeneración y de que esto sea factible.

Los mismos rasgos ecológicos de la cuenca (el que el sistema lacustre haya sido drenador natural de las lluvias) han determinado la existencia de un mal ancestral: las frecuentes inundaciones, las cuales además de dañar solares, chinampas e inmuebles y de provocar enfermedades y epidemias, se han visto agravadas por la acción transformadora del hombre. Ello porque como resultado de la deforestación y de la desecación de amplias superficies lacustres, se han cancelado los mecanismos naturales más importantes para la contención y amortiguamiento del agua pluvial. También porque el sistema de drenaje, afectado entre otros por el hundimiento del terreno (provocado a su vez por la sobreexplotación de agua subterránea) es insuficiente para enfrentar las lluvias.

También el Valle del Mezquital, una de las regiones ligadas a la ciudad mediante el sistema de desagüe y saneamiento, ilustra el papel de lo ecológico. Con clima semiseco, precipitación media anual de 690 mm y evapotranspiración media anual de 1,800, careció desde siempre de un recurso fundamental: el agua. Ello provocaba que a pesar de la buena calidad de los suelos, fueran magros los beneficios obtenidos con la agricultura.

Con la construcción y operación del Drenaje porfiriano y de algunas obras de riego, se pudo enfrentar esta limitante ecológica y establecer las bases para el posterior desarrollo agropecuario del Valle. Ello daría la pauta para calificar de positivo al impacto ambiental del sistema, de no ser por un detalle que sería a la larga ecológica y socioeconómicamente contraproducente: la carencia de mecanismos para tratar -depurar- las aguas residuales.

Si bien es cierto que los rasgos de un ecosistema determinan las posibilidades para habitar en él, explotar sus recursos y transformarlo, las diferentes sociedades han enfrentado y paliado el escollo mediante el recurso a la técnica y a la tecnología.

sin que se produzcan desequilibrios ecológicos que impidan el aprovechamiento a largo plazo del recurso o ecosistema.

Desde que la sociedad comenzó a modificar su ambiente, se ha valido de métodos de trabajo, de estrategias de aprovechamiento y transformación del entorno relativamente sencillas, vinculadas por lo general a las habilidades manuales de la fuerza de trabajo y de las cuales las chinampas y terrazas aparecen como ejemplos. A lado de estos mecanismos, que aquí serán denominados técnicas, sistemas, estrategias o modelos de explotación, se ha presentado, en recientes siglos, un fenómeno de aplicación de conocimientos científicos a muchos de los componentes de la actividad transformadora del hombre, lo que ha permitido incrementos en la productividad. (Leff, E., 1986).

La historia del sistema hidráulico de la Ciudad de México no ha sido ajena a este proceso. Mientras sociedades como la Novohispana requirieron de 150 años y del trabajo ingente de miles de indígenas para la construcción del Tajo de Nochistongo, las compañías extranjeras encargadas de construir con la Junta de Desagüe porfiriana el Túnel de Tequixquiac, demandaron de tan sólo 16 años para cumplir su cometido.

La mayor ventaja relativa de las segundas se debió al uso de maquinarias e instrumentos tales como "bombas, malacates, elevadores, batidores, herramientas e instrumentos de diversa clase en cantidades de importancia". (DDF., Tomo -II-, 1975, p.174). Esto a pesar de que la humedad y las "adversas condiciones del terreno" hayan fungido en ambos casos, como óbice -ecológica- a la más expédita construcción de los túneles.

Más significativo desde la perspectiva de este estudio, fue que sustentados en una visión "moderna" de lo que debían ser abastecimiento y drenaje de la ciudad, los encargados de promoverlos se valieran de lo más avanzado de la tecnología para instaurar, desde el porfiriato, los rasgos esenciales de un "modelo hidráulico" todavía vigente en la actualidad y consistente en:

a. La unificación artificial tanto de los ambientes de la cuenca en que se asienta la ciudad, como de las regiones vinculadas a la ciudad y a la cuenca, a través de la extracción y emisión del líquido.

b. Uno de los primeros pasos hacia la consolidación de la ciudad como entorno heterotrófico, que como tal recurrió a agua procedente de Xochimilco para abastecerse, a más de comenzar a expeler aguas residuales que impactarían contradictoriamente a las zonas receptoras.

Un tercer factor: el llamado por Fernand Braudel "peso de la demografía": del total de individuos involucrados en las labores modificadoras de un ambiente y del total de individuos que viven del cultivo de un producto o son mantenidos al interior de un entorno humano urbano (1984, Tomo I).

El constante crecimiento registrado por la población de la Ciudad de México, ha sido determinante -como argumento, como presión objetiva y real, o como ambas- en muchas de las

decisiones de las autoridades hidráulicas. Tal sucedió cuando los funcionarios del Departamento del Distrito Federal, al vislumbrar una "crisis de abastecimiento", recurrieron a la Secretaría de Recursos Hidráulicos, a fin de que les permitiera incrementar de 4m³/s a 15m³/s el caudal extraído del Valle del Lerma.

El aumento en los índices de extracción resultó en el agravamiento de muchos de los problemas que registraba Lerma: disminución y desaparición del flujo de manantiales, hundimiento del terreno, desecación de ciénegas y dificultad para aprovecharlas productivamente, etc.

Nadie duda que el crecimiento demográfico ejerce presión real en el aumento de la demanda total de ambos servicios; que el crecimiento no paralelo en la cobertura -oferta total- incide en fenómenos de carencia, insuficiencia o escasez. Si se debe cuestionar el abordaje aislado del factor demográfico, la omisión de sus conexiones con fenómenos como la inequidad en el acceso a los dos servicios.

Lo anterior no significa que en planes y proyectos las autoridades no reconozcan la desigual distribución del recurso. Lo hacen reiteradamente, sobre todo en los planes elaborados a partir de los cincuenta. Quiere decir más bien que a pesar de aceptarla, hacen poco para redistribuir el acceso a los dos servicios.

Una última determinante no por ello menos significativa: la lógica o racionalidad de determinado grupo social o economía; los fines que persigue al realizar sus actividades, al construir su entorno humano, sean tales propósitos obtención de ganancias, precaria sobrevivencia, etc. El sistema hidráulico porfiriano ofrece ejemplos del peso de este factor.

Aunque el propósito manejado explícitamente por las autoridades porfirianas, fue el de proteger y sanear a la ciudad, así como dotarla de agua en cantidad y calidad adecuadas y aunque el objetivo respondía a una necesidad real, otros móviles no menos poderosos las impulsaron a construir las obras, sobre todo en el caso del abastecimiento. Destacan entre ellos: los beneficios económicos y el prestigio que científicos, técnicos y el mismo Díaz obtuvieron al ejecutarlas; la necesidad y el deseo de dotar a la ciudad con distintas obras de infraestructura, que además de valorizarla, le permitieron alcanzar el rango de "modernidad" tan caro a las autoridades, etc.

La lógica o racionalidad se vincula estrechamente con la visión del sector involucrado sobre la estrategia de realización de diversas labores transformadoras; en el caso de abastecimiento y drenaje, con la "idea subyacente" en diagnóstico y alternativas de las autoridades hidráulicas. Piénsese en uno de los actores de gran peso en la construcción del sistema porfiriano de desagüe: el Ingeniero Luis Espinosa (Infra., inciso I, tercer capítulo).

El proyecto de desagüe de Espinosa mantuvo muchos de los planteamientos del proyecto de Francisco Garay, quien lo antecedió en la dirección de la obra. Sólo le hizo dos modificaciones: la reducción de la capacidad de desalojo del Canal de desagüe de 33m³/s a 15m³/s y la disminución de la caída, la cual de 13m pasaría a 9.25m, ambos cambios sustentados en el criterio costo-beneficio. Y es que el Ingeniero Espinosa se movía en la lógica de optar por la alternativa más económica en términos de tiempo, dinero y esfuerzo invertidos.

Aparte de determinar las características de las actividades transformadoras de un entorno, la articulación específica de los factores mencionados incide en los ritmos temporales de las labores, los cuales resultan ser de por sí mucho más reducidos que los ritmos de reproducción y desarrollo del todo natural.

De ahí que se deba distinguir la existencia, por un lado, de los plazos que un grupo social o economía requieren para que los recursos o ecosistemas que explotan y modifican adquieran, mantengan o recuperen las propiedades que los hacen aprovechables; por el otro, los que necesitan los ambientes afectados para adquirir sus características climáticas, recuperar sus antiguos rasgos o dar paso a otro tipo de ecosistema/8.

Sería idóneo para la sociedad que los terrenos que explota silvícolamente se cubrieran con celeridad -en dos o tres años- de bosques; que se almacenaran energéticos y mantos acuíferos con la misma intensidad con que los explota; que las áreas que habita absorbieran o biodegradaran rápidamente los desechos. Sin embargo no ocurre así. Son mucho más lentos los ritmos de regeneración de un bosque, conformación de un stock energético o de un acuífero y absorción de agentes externos a un ecosistema (en caso de que ésta sea posible).

La extracción de las aguas del Lerma (como la de los líquidos citadino y xochimilca) permite constatar la manera en que los factores socioeconómicos y ecológicos, al articularse, determinan -en este caso- la intensidad de explotación del recurso.

De acuerdo a un estudio realizado por la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, la capacidad total de

/8. El primer fenómeno resulta de la "sucesión ecológica", consistente en el constante intercambio de materia y energía entre la comunidad y su entorno, el cual conduce a la aparición de la comunidad madura o climax (selva tropical, corales, etc.). El segundo se refiere a la perturbación natural (desastres) o humana, cuyos resultados no son tan profundos como para impedir un proceso de regeneración que conduzca a la antigua situación ecológica. El tercero, con una perturbación tal, que el posterior proceso de regeneración redunde en una situación distinta de la antes existente.

alimentación o recarga de los acuíferos del Alto Lerma es de $11\text{m}^3/\text{s}$, lo que exigía a las autoridades encargadas del proyecto explotar una cantidad menor a la indicada, si querían hacer un aprovechamiento ecológicamente racional del líquido, lo cual intentaron, cuando menos hasta principios de los sesenta, periodo en que extrajeron $4\text{m}^3/\text{s}$ (1970., p.1-2).

A principios de los 60 los funcionarios encontraron, sin embargo, que los recursos del Lerma y los provenientes de la Cuenca del Valle de México eran insuficientes para satisfacer las demandas siempre continuas, crecientes y desigualmente satisfechas de la Ciudad, "originadas en un crecimiento demográfico, inducido por el desarrollo industrial centralizado" (CHCVM., 1970., p.16).

A fin de enfrentar la "crisis de abastecimiento", a partir de 1967 se instrumentó la segunda fase del proyecto Lerma, para incrementar a $15\text{m}^3/\text{s}$ el caudal, lo que redundó en la explotación de los acuíferos por arriba de su capacidad de alimentación; en otras palabras, en una discordancia entre el ritmo social de explotación del recurso y los plazos demandados por los mantos acuíferos para que no se viera afectada su capacidad de recarga.

Resultado de la intensidad en la extracción del agua, la Comisión advertía hacia 1970 sobre el abatimiento de 3 metros anuales en el nivel de los mantos, la disminución en el flujo de los manantiales e incluso, la desaparición de varios de ellos, fenómenos todos agravados por otro error técnico: la inadecuada - desigual - distribución de los pozos. Según las autoridades de la Comisión, en la localización de los pozos se habían pasado por alto "la forma del acuífero y sus propiedades", lo que había provocado que los abatimientos no estuvieran uniformemente distribuidos. (CHCVM., 1970., p.57).

VI. Criterios de delimitación espacial de las regiones.

El carácter de la investigación ha conducido a establecer dos criterios para delimitar las zonas estudiadas. El primero, que aquí se llamará político administrativo, es utilizado en la definición de zonas agrícolas, como El Mezquital y El Lerma; de municipios o delegaciones como Xochimilco, y del conglomerado urbano llamado Ciudad de México. En el caso de la ciudad, el criterio ha servido para definirla como la zona servida por abastecimiento y drenaje; en el de todas las regiones, para obtener datos a nivel estatal, delegacional o municipal sobre población, crecimiento de la mancha urbana, superficie, producción y rendimiento agrícolas, etc.

Salvo Lerma, constituido por 19 municipios, las regiones político administrativas han experimentado cambios en la definición o en la extensión de sus límites a lo largo del periodo estudiado. Como área agrícola localizada al Suroeste del Estado de Hidalgo, El Mezquital ha estado conformado por los

distritos de riego 3, 27, 88 y 100, pero en recientes fechas los distritos 3, 88 y 100 fueron agrupados en el Distrito de Desarrollo Rural 63 (Flores, E., 1988, p.20). Conforman a la zona 23 municipios.

Durante el porfiriato, Xochimilco fue definido como municipio perteneciente a la Prefectura del mismo nombre. A partir del decreto de 1929, Xochimilco pasaría de municipio a delegación, denominación que se ha mantenido hasta la fecha y que lo haría abarcar 127.4 km² /9.

Como conglomerado urbano, la Ciudad de México ha experimentado los mayores cambios en su denominación y extensión. Del porfiriato a 1930 se circunscribió a la ciudad central, conformada por las actuales delegaciones Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza. De 1930 a 1950 inició su expansión sobre las delegaciones Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Alvaro Obregón, Coyoacán, Iztacalco e Iztapalapa. De 1950 a 1980, la ciudad comenzó a metropolizarse, es decir, a rebasar los límites del Distrito Federal y expandirse sobre el Estado de México, de ahí que haya sido conocida también como Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Recientemente, desde 1980, la ciudad comienza a traslaparse con la de Toluca, por lo que empieza a ser denominada Megalopolis (Garza, G., 1987).

El segundo criterio de delimitación, el geográfico-ecológico, "es el criterio de 'cuenca' (entendida ésta como el área de escurrimiento de un arroyo, río, lago, etc.), dado que permite englobar desde una perspectiva geográfica, características hidrológicas y climáticas que inciden de manera directa en el funcionamiento" de determinada región (Escobar, M., 1989, p.166). El criterio ha sido básico para ubicar los entornos, componenes y rasgos naturales determinantes del funcionamiento del ciclo hidrológico y de la abundancia o carencia de agua en las regiones de estudio. Ha sido fundamental para destacar las actividades que al afectar esos ambientes, componentes y características, han incidido en la forma de operar del ciclo.

A reserva de abordar adelante, con mayor detenimiento, las características de las regiones así definidas, se pueden distinguir:

-La Cuenca del Valle de México, localizada en el borde sur de la Mesa Central y conformada por múltiples e intermitentes corrientes superficiales y por cinco lagunas. La cuenca es naturalmente cerrada; no cuenta con ningún río que drene sus aguas.

-La subcuenca de Xochimilco, localizada al Sureste de la Cuenca del Valle de México y conformada por los siguientes escurrimientos: Río San Buenaventura, Río Santiago, Río San Lucas y Río San Gregorio (DDF., 1975, Tomo I, p.52-55..)

/9. Ley Orgánica del Distrito y de los territorios federales, en De Gortari, H., 1988, Tomo I, p.167.

-La cuenca del Valle del Mezquital, ubicada al Suroeste de Hidalgo, en la parte alta del Río Moctezuma y que abarca los escurrimientos de los ríos Salado, El Salto y Tula.

-La Cuenca Alta del Lerma, drenada por el río del mismo nombre y con tres grandes lagunas, de características similares a las de la Cuenca del Valle de México.

VII. Diversas acepciones y dimensiones del Sistema Hidráulico.

Desde una perspectiva socioambiental el sistema hidráulico de la Ciudad de México ha sido definido hasta el momento como cristalización del proceso de transformación ambiental-creación de un entorno humano. Como tal, el sistema de abastecimiento y drenaje ha servido a la prosecución de actividades productivas y reproductivas (industria, preparación de alimentos y limpieza del hogar, etc.). No sólo eso, ha conducido a una serie de transformaciones ecológicas y socioeconómicas; ha evidenciado el carácter heterotrófico de la Ciudad de México, por implicar su operación la importación y emisión de aguas de y hacia zonas externas a la Ciudad de México.

Esta definición es fundamental en el análisis del impacto socioambiental de construcción y operación del sistema hidráulico en la Ciudad de México. Pero no es suficiente para explicar porque son construidos los diversos componentes del sistema, limitante que se debe subsanar mediante el recurso a la tradicional definición del sistema hidráulico, según la cual la obra hidráulica y demás infraestructura urbana forman parte de las condiciones generales de la producción.

"Las condiciones generales de la producción /.../ son condiciones materiales o medios de producción externos a las unidades productivas privadas, pero indispensables para que el proceso de producción se efectúe. Su función principal es servir de apoyo al proceso de producción y valorización del capital, directamente como condiciones generales de la circulación y medios de producción socializados, e indirectamente como medios de consumo colectivos que influyen en la determinación social del valor de la fuerza de trabajo"/10 (Garza, G., 1985, p.207. El subrayado es mío).

La infraestructura urbana de la Ciudad de México juega un rol fundamental en este contexto: hace "posible requerir de una menor composición orgánica /de capital/; se ofrece /además/ a precios subsidiados, que desvalorizan al conjunto de medios de producción socializados y transfieren parte del valor perdido a la industria

/10. La obra hidráulica es usufructuada por unidades productivas y por la población en general. Gustavo Garza la concibe como medio de consumo colectivo, pues es la población la que más se beneficia de su usufructuo. (1985, p.272).

privada. Esto último, sumado a las más reducidas composiciones orgánicas, permite que se eleven las tasas de ganancia de las empresas localizadas en la Ciudad de México" y se constituye, por lo mismo, en incentivo a la concentración espacial de unidades productivas y población (Garza, G., p.297).

La definición de la obra urbana -del sistema hidráulico- como parte de las condiciones generales de producción dará luz sobre el papel de la política gubernamental de construcción infraestructura en la Ciudad de México, como incentivadora del dinamismo económico-demográfico capitalino, de la concentración de unidades productivas y población, factor que incidirá a su vez en la política de las autoridades en la materia.

La obra hidráulica funge, finalmente, como una palanca de reactivación económica accionada con bastante frecuencia", encierra por lo mismo una "dimensión económico-financiera" adicional al papel como componente de las condiciones generales de producción. Esto porque son empresas contratistas las encargadas de construirla; por implicar su ejecución insumos producidos por diversas ramas industriales y la creación de empleos, y porque con ella se beneficia al sector inmobiliario del capital (Zicardi, A., 1988).

Resulta fructífero recuperar las dos dimensiones o definiciones del sistema hidráulico de la Ciudad de México, sobre todo cuando se pretende explicar el por qué de la ejecución y del carácter dado a las obras. El análisis de la situación de abastecimiento y drenaje y de los planes hidráulicos destinados a enfrentarla permitirá demostrar que diagnóstico, alternativas y acciones de las autoridades hidráulicas se han visto determinados por:

a. La necesidad de enfrentar una serie de problemas "objetivos", muchos de ellos provocados o agravados por la acción transformadora del hombre: inundaciones, deficientes condiciones de saneamiento, inadecuado sistema de distribución del agua, creciente demanda total de los dos servicios, etc.

b. La racionalidad de autoridades, empresas contratistas y otros sectores involucrados en su ejecución y vinculada con ésta, por su visión de la problemática hidráulica y de las alternativas para solucionarla. No es intención del trabajo analizar este factor detenidamente, si destacar su estrecha relación con el papel económico de la obra hidráulica ciudadana, papel que puede dar luz sobre las paradojas y contradicciones de diagnósticos y medidas de las autoridades hidráulicas.

EL PUNTO DE PARTIDA: PORPIRIATO

**SEGUNDO CAPITULO
MOMENTO ANTERIOR A LA CONSTRUCCION DEL
HIDRAULICO PORFIRIANO**

I. Cuenca del Valle de México

1. Determinantes naturales de abundancia de agua e inundaciones.

Como señalé, el ciclo hidrológico de la Cuenca del Valle de México es el ámbito ecológico con el que más decididamente se vincula la obra hidráulica de la ciudad, al que afecta de manera más significativa. Para saber el alcance de las transformaciones que el flujo del agua había sufrido en el momento anterior a la construcción de la obra hidráulica porfiriana, es necesario contar con un parámetro de comparación, dado por la reconstrucción del funcionamiento del ciclo en "estado natural", cuando todavía no se veía afectado por actividad humana transformadora alguna, labor que permitirá saber qué elementos eran claves en el particular funcionamiento del ciclo (en la existencia de abundantes fuentes de agua y de las inundaciones) y sopesar las modificaciones que fue sufriendo a lo largo del período estudiado.

Resultaría poco menos que imposible llevar a cabo tal caracterización sin contextualizar al ciclo hidrológico dentro de la delimitación geográfico-ecológica en que ocurre: la Cuenca del Valle de México (supra., inciso VI, primer capítulo). De ahí la exigencia de describir suscintamente los ambientes naturales que llegaron a conformarla, centrando la atención en el análisis de aquéllos claves en el mantenimiento de este importante componente de los ciclos naturales. (Ver Glosario de Términos).

Con 8,000 kilómetros cuadrados de extensión, la Cuenca del Valle de México es una especie de olla naturalmente cerrada y circundada por las siguientes elevaciones: Sierra Nevada al Sureste; Sierras Chichinautzin y el Ajusco al Sur; al Suroeste-Oeste, Sierras de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo; Sierra de Tepetzotlán al Noroeste; Sierras de Tezontlaipan y Tantoyuca al Norte.

Información de Sanders, et al., (1979) permite hablar de la existencia, en otros tiempos, de cuando menos nueve ambientes naturales en la cuenca. A continuación una suscita descripción de los mismos, especialmente centrada en las comunidades vegetales, en los rasgos edáficos de los suelos y en el sistema lacustre/l, por ser particularmente significativos en el funcionamiento del ciclo hidrológico regional.

/1. Hay una diferencia entre el vaso o lecho lacustre y el sistema lacustre o de lagos. El primero está constituido por toda la superficie en que yacieron las ciénegas que maravillaran a los españoles; el segundo, por el conjunto de lagunas propiamente dicho.

Reconociendo que por situarse en una zona de transición, la Cuenca ha tendido a concentrar ambientes áridos hacia el norte, mientras los entornos húmedos se han ubicado más bien hacia el sur/2, Sanders et. al. dicen sobre los entornos característicos de la región lo siguiente: (Ver mapa No. 1).

a. Área salina. Se conformaba por una franja de entre 500 y 1,000 metros de ancho, alrededor de los lagos de Texcoco-México, Xaltocan y Zumpango. Uno de los recursos característicos de la zona fue la sal. Además del carrizo, destacan algunas variedades de pastos resistentes a la salinidad. ("Sporobolus plumbens, Distichlis prostrata, y D. spicata" Sanders, et al., 1979, p.85).

b. Zonas de aluvión profundo. Se localizaban en intervalos de entre 2,240 y 2,300 metros sobre el nivel del mar y se caracterizaban por poseer una topografía relativamente plana y suelos de hasta 4 o 5 metros de profundidad. A excepción del sureste del Valle, los terrenos se caracterizaron por sus pocas posibilidades de aprovechamiento agrícola. (Sólo el desarrollo de técnicas hidráulicas pudo convertirlos en los más productivos del Valle).

A diferencia del norte, donde predominaron diversos tipos de matorrales, las zonas de aluvión contaban, hacia el sur, con especies de cipreses y robles, etc., las cuales se intercalaban con praderas. Alrededor de manantiales, arroyos y otras formaciones acuáticas de la franja habían cipreses, acacias y carrizos.

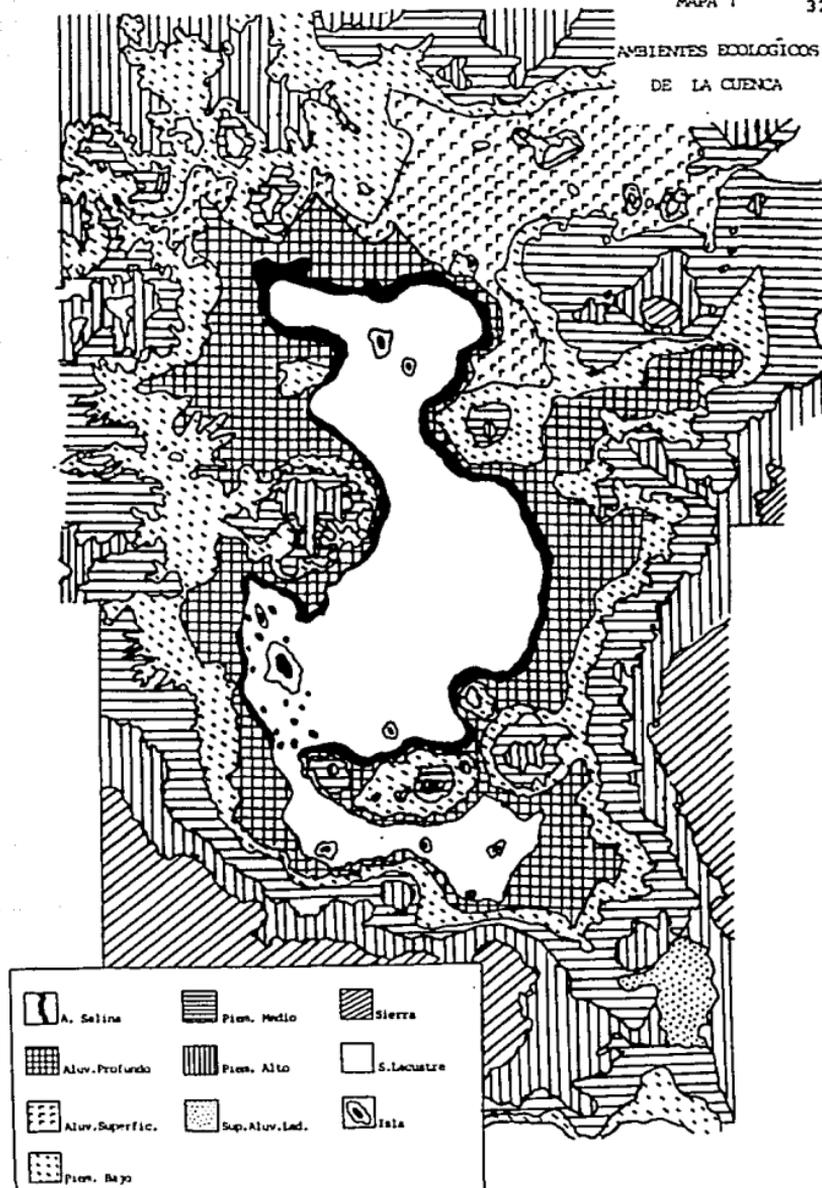
c. Zonas de aluvión superficial. Tendían a situarse hacia el norte de la cuenca. La escasa precipitación y el carácter poco profundo de los suelos, causantes de un alto nivel de evaporación, hicieron que a pesar de la buena textura de los suelos, predominaran maqueyes, arbustillos y pequeños pastizales.

d. Superficies aluviales de ladera. Localizadas alrededor de Amecameca principalmente y con terrenos terrosos ("friables"), en ellas predominaron bosques de roble, pino, cedro y madroño, entre otros. Se cree que las condiciones edáficas dominantes a lo largo del Río Amecameca, posibilitaron la existencia de un macizo de robles, acacias y cipreses.

e. Piemonte bajo. Ubicado entre 2,255 y 2350 metros sobre el nivel del mar. Se sabe que esta franja de moderada pendiente se distinguió por las abundantes lluvias y por la menor frecuencia de las heladas durante el otoño. (El régimen de precipitaciones del área haría que a pesar de las aceptables profundidad y

2. Respecto a los parámetros de clasificación los autores señalan que "utilizando como parámetros el régimen de lluvias y heladas, la vegetación la profundidad y textura del suelo, el ángulo de inclinación, el nivel de humedad y la altura sobre el nivel del mar, hemos dividido al Valle de México en nueve zonas ambientales fundamentales (Traducción de la autora, p.84).

AMBIENTES ECOLÓGICOS
DE LA CUENCA



textura de los suelos, éstos fueran susceptibles a la erosión pluvial). En la zona llegaron a existir robles, entremezclados con arraqlanes en los puntos más elevados y con arbustos y prados en los menos prominentes. En las superficies de la zona localizadas hacia el norte de la cuenca predominaban, por el contrario, comunidades de robles chaparros.

f. **Piemonte medio.** Localizado al interior de una banda de entre 2,350 y 2,500 metros sobre el nivel del mar, este ambiente se vio cubierto por diversas especies de robles y en las superficies más elevadas, por arraqlanes, cipreses y otras coníferas, intercalados todos con diversas comunidades de praderas. El régimen de precipitación y las textura y profundidad de los suelos fueron similares a los del piemonte bajo; también lo fue la tendencia a registrar fenómenos de erosión.

g. **Piemonte alto,** situado entre 2,500 y 2,750 metros sobre el nivel del mar. A excepción del Noroeste del Valle, el régimen de lluvias de la zona es elevado y regular. De textura arcillosa, los suelos se distinguieron desde siempre, por ser muy poco profundos. Ambos factores se unirían a la existencia de innumerables barrancas y a la acción transformadora del hombre, para provocar graves fenómenos de erosión. Se supone que en él habitaron bosques de coníferas (robles, pinos, cipreses, arraqlanes, madroños, oyameles, etc.) así como arbustos y pastos.

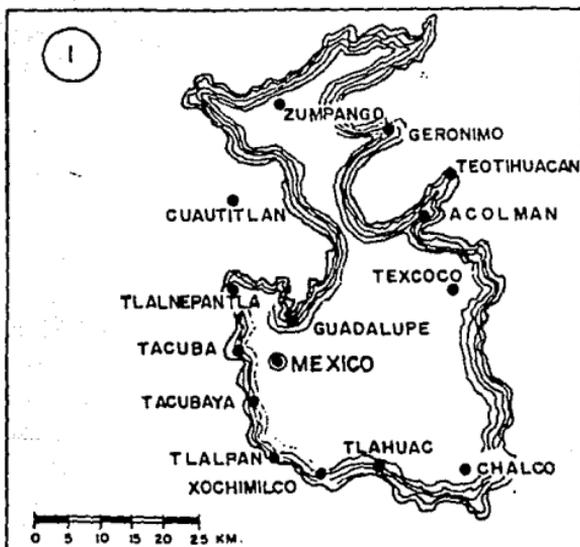
h. **Sierra,** ubicada a 2,750 metros y más de altura. Lo accidentado del terreno la tornó poco apropiada al desarrollo agrícola; en ella predominaron pinos, abetos, robles, enebros y oyameles.

i. **Sistema lacustre,** conformado por un gran lago que al ir registrando un proceso natural de envejecimiento u obliteración, dio lugar a la aparición de las ciénegas de Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco, de que hablaban los cronistas españoles cuando arribaron a Tenochtilan. La profundidad de las lagunas oscilaba entre 1 y 3 metros y sus niveles iban desde los 2235msnm -Texcoco- hasta los 2240 -Xochimilco Chalco-. (Ver Figuras 1, 2, 3 y 4).

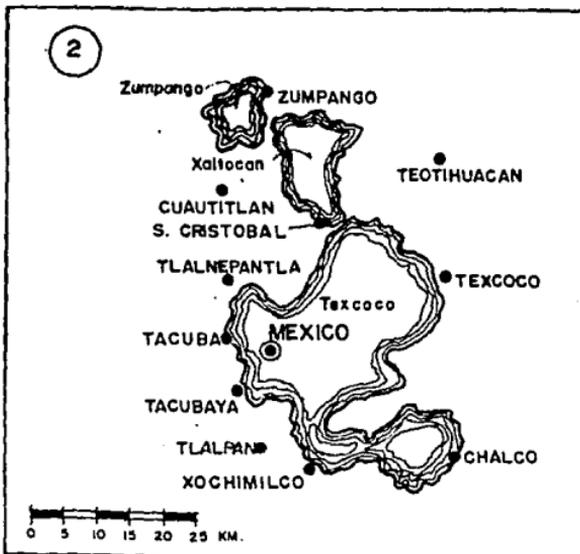
Además de haber contado con amplia variedad de especies animales (ranas, pescado, patos, insectos, crustáceos y moluscos, etc.) los lagos albergaron, entre otros, tulares, arroz salvaje y una alga llamada por los indígenas Tecuilatl.

Uno de los procesos o flujos determinantes de la unificación de todos los ambientes de la cuenca -del intercambio material y energético entre ellos- ha sido el ciclo hidrológico. Si en el afán de contar con un parámetro primero de comparación de los cambios que el ciclo había sufrido en el momento anterior a la construcción de la obra hidráulica porfiriana, se intentara reconstruir su funcionamiento "natural", se encontraría que la radiación solar daba lugar a la evaporación y evapotranspiración de lagos y formaciones vegetales, producto de la cual, el agua,

EVOLUCION DE LOS LAGOS



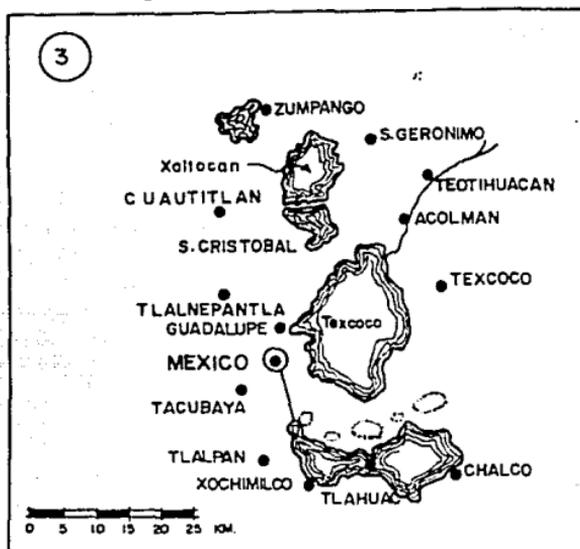
1. Los límites aproximados durante la época diluvial.



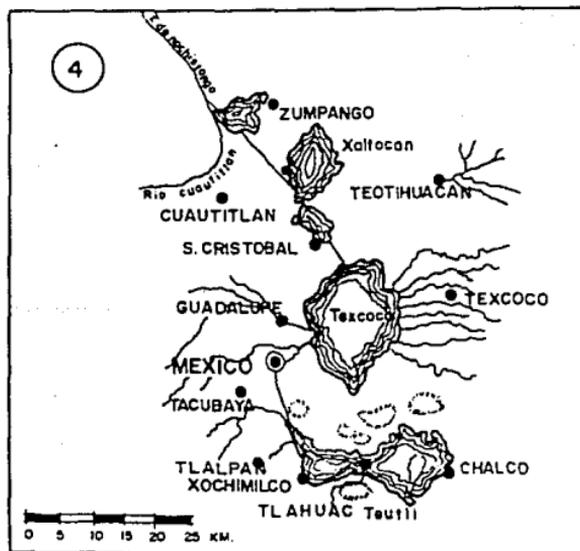
2. Al comienzo del siglo XVI.

EVOLUCION DE LOS LAGOS

35



3. A comienzo del siglo XIX.



4. En el año 1889.

que constituía la humedad atmosférica, tendía a elevarse y condensarse y a conformar la nubosidad. La precipitación era el paso siguiente. Parte del agua llovida era absorbida por bosques y plantas, parte infiltrada por el suelo; otra escurría a través de ríos y arroyos hasta llegar al vaso lacustre; otra más, la mayoritaria, se evaporaba. (Ver figura No. 5).

Miles de años de evolución y de conformación de un particular ciclo hidrológico, explican la presencia de variados y abundantes recursos hidrológicos. La cuenca contó con múltiples corrientes superficiales, las cuales, salvo raras excepciones, se caracterizaron por la intermitencia de su caudal, resultante del mismo régimen de lluvias y de los altos niveles de evaporación. (Ver mapa No. 2).

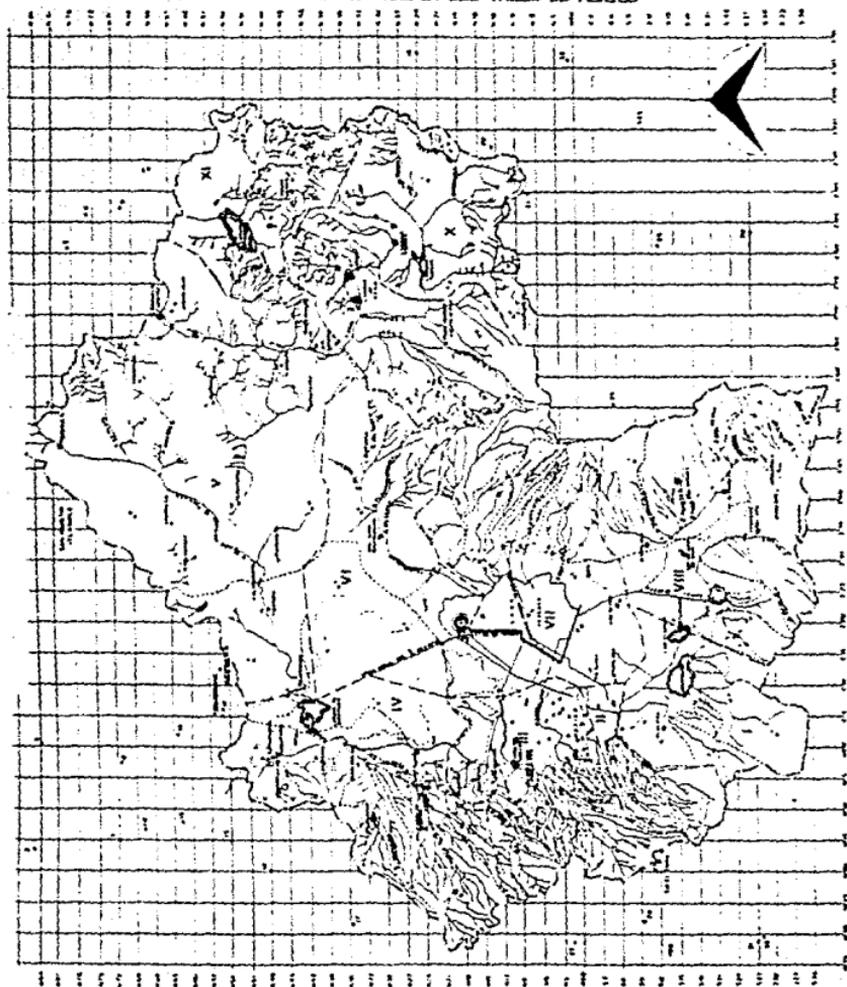
Otro factor explica la abundancia de agua en la cuenca: las particulares características edáficas de varias superficies de laderas y montañas, que convirtieron a estas últimas en importantes captadoras e infiltradoras del líquido, alimentador de esos gigantes receptáculos llamados mantos acuíferos, muchos de los cuales sobrepasaban su capacidad de almacenamiento y descargaban en los pies de monte y en el vaso lacustre. De este proceso resultaron los abundantes manantiales; los había de aguas dulces y salobres, rebosantes o de poco caudal; brotaban en el vaso lacustre, en las laderas y en plena montaña (Mapa 3).

Aunados a los rasgos edáficos de amplias superficies, varios ambientes ecológicos de la cuenca resultaron esenciales al funcionamiento del ciclo del agua y de los abundantes recursos hidráulicos cuya aparición propiciaba. Junto con otras comunidades vegetales, los bosques -por ejemplo- conservaban fijo el suelo y contribuían al mantenimiento de condiciones climatológicas más húmedas y frescas. No solo eso:

"Cuando un curso de agua está alimentado por una cuenca hidrográfica protegida por la vegetación en su suelo y en su clima, la distribución del agua llovida sobre la misma se hace en conveniente equilibrio entre la evaporación, la infiltración y el escurrimiento, manteniéndose constante todo el año cierta corriente de agua en los ríos y sobreviniendo los aguaceros, sin crecientes o barrancadas excesivas, quedando una gran proporción de las aguas pluviales represadas o contenidas en el mantillo o maleza del bosque y en sus espesas frondas" (De Quevedo, M.A., 1922, p.293. El subrayado es mío).

De entre todos los espacios de la cuenca, el sistema lacustre destacaba por su importancia en el sostenimiento del ciclo hidrológico, ya que en las ciénegas se drenaban las aguas provenientes de la precipitación pluvial, factor que hacía que la profundidad de las lagunas dependiera del régimen de precipitación y que determinaba la ocurrencia del otro fenómeno

HIDROGRAFIA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO



FUENTE: D.D.F., 1975

natural de especial importancia regional: las inundaciones/3.. Los lagos sufrían -ya se ha señalado- un proceso natural de obliteración que los tornaba poco profundos y que se vio grandemente acelerado por la acción transformadora del hombre, por la obra hidráulica en particular. (Ver figuras 1, 2, 3 y 4).

Por su constante evaporación, el sistema lacustre era clave en el mantenimiento de la humedad ambiental y en la protección de la zona contra la radiación nocturna, causante del descenso de la temperatura. Como importante drenador de las aguas pluviales, las retenía y almacenaba, lo que le permitía mediatizar la velocidad de la corriente y contrarrestar, por lo mismo, el impacto de las siempre presentes inundaciones.

Nos encontramos, por tanto, ante un ciclo hidrológico en el que precipitación, infiltración, evapotranspiración, etc., mantenían entre sí un equilibrio dinámico; un ciclo cuyo funcionamiento se veía especialmente determinado por lagos,

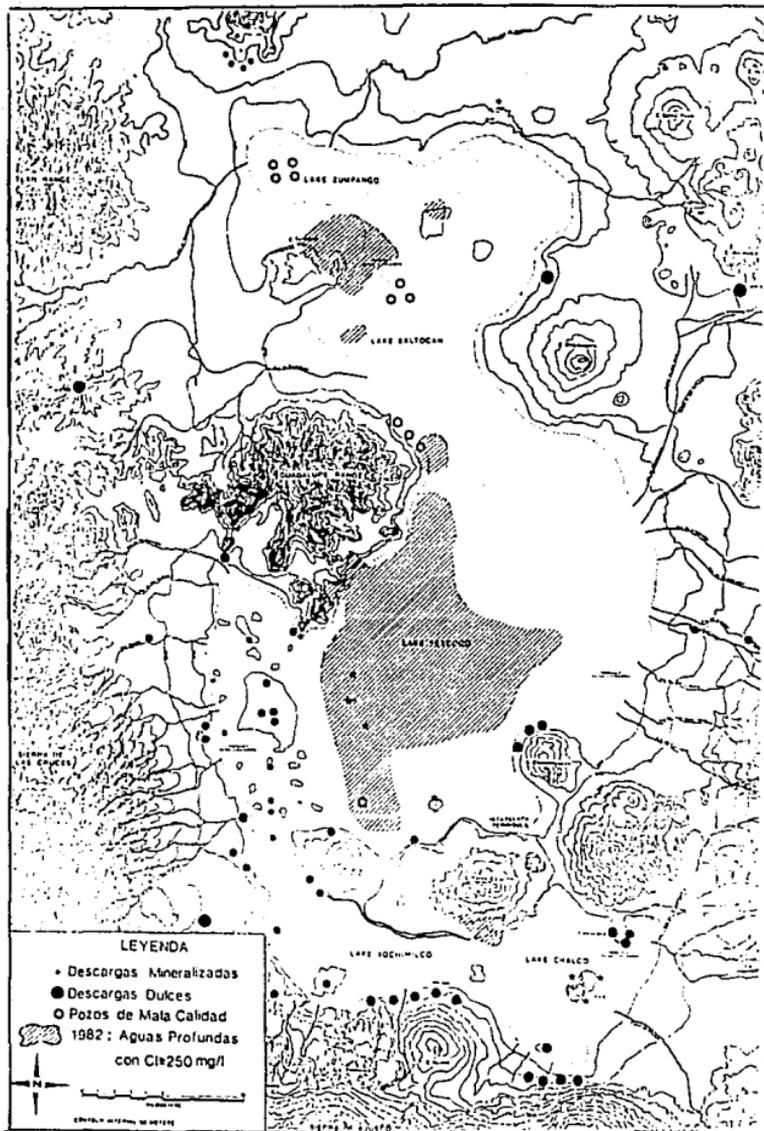
/3. Eran tres los elementos que determinaban el papel que jugaron las seis ciénegas en que se iría convirtiendo el sistema lacustre, como drenadoras y amortiguadoras de las inundaciones (Palerm., 1974). El primero: la topografía. El lago de Texcoco, el más extenso, se situaba a menor altura sobre el nivel del mar, lo que lo tornaba en depositario de los excedentes de los demás. Lo seguía a una altura ligeramente superior el lago de México. El siguiente era el lago de Xochimilco, después del cual se encontraba el de Chalco. Zumpango y Xaltocan estaban en el nivel más elevado.

El régimen cíclico de lluvias y secas era el segundo rasgo. Durante el periodo lluvioso cobraba más fuerza la tendencia natural de las ciénegas de descargar sus excedentes en el lago de Texcoco; éste tendía a llenarse con mucha rapidez, a invadir con sus aguas salobres al lago de México e inundar así a la ciudad. Parece que las zonas del norte y las meridionales se vieron, por lo general, a salvo de los desbordamientos de la laguna de Texcoco.

Ocurría por el contrario, durante la estación seca o un ciclo prolongado de sequías, que los lagos ubicados en un nivel superior y que no contaran con fuentes permanentes de agua, se fueran secando o se convirtieran en pantanos.

El último elemento eran los sistemas de alimentación de cada lago. El de Chalco recibía los ríos de Amecameca, rebosantes durante todo el año. Además de los continuos excedentes de Chalco, el de Xochimilco contaba con sus propios y abundantes manantiales. Esto provocaba que Xochimilco y Chalco se vieran continuamente obligados a desaguar en la laguna México, sobre todo durante las lluvias. Además de recibir los excedentes de Chalco, Xochimilco y Texcoco, la laguna de México contaba con ríos que aunque de caudales irregulares, corrían en algunos casos todo el año. Las ciénegas del norte contaban con un régimen de grandes avenidas, lo que hacía que se vieran constantemente amenazadas por las inundaciones y pudieran desecarse más fácilmente durante las sequías prolongadas.

FUENTES DE AGUA



Fuente: Instituto de Geofísica, 1988.

bosques, corrientes superficiales y suelos con rasgos edáficos particulares; un ciclo cuya particular forma de operar en la cuenca se constituye en factor ecológico determinante de la presencia de abundantes fuentes de agua y de las ancestrales inundaciones (Figura 5).

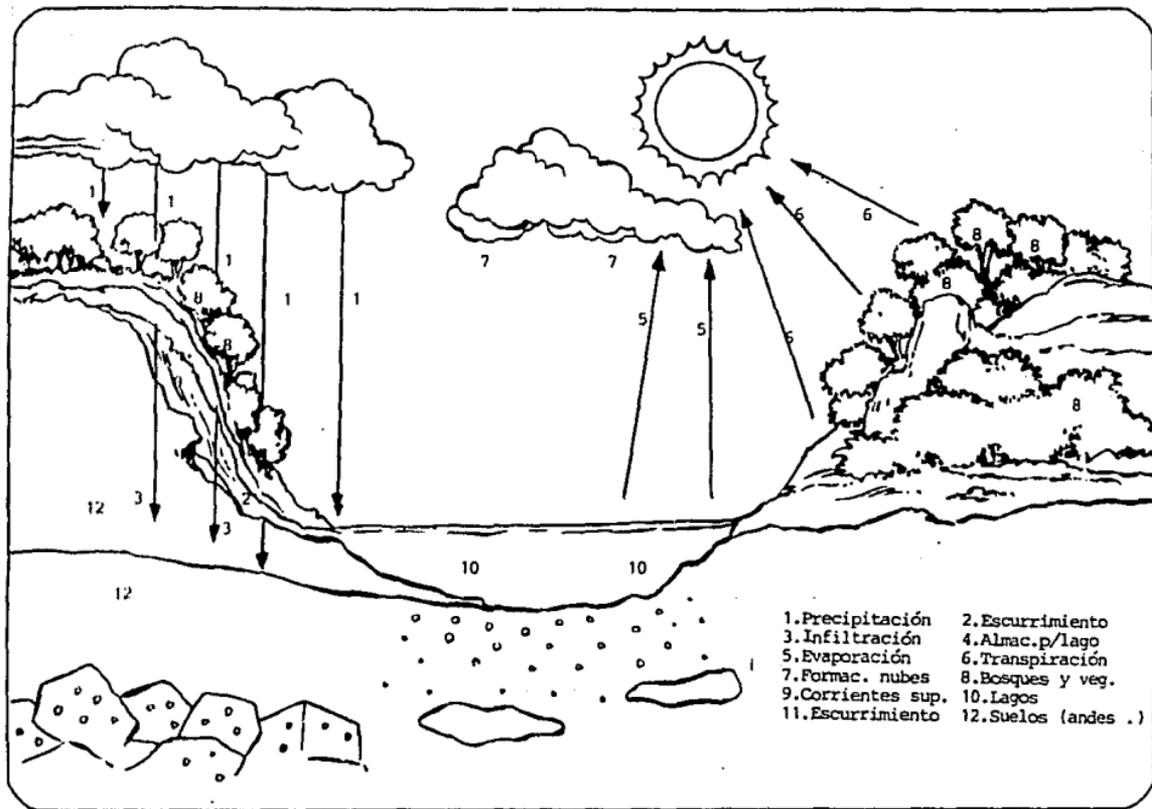
Ya se verá cómo se fue alterando el equilibrio dinámico del ciclo hidrológico de la cuenca; cómo la obra hidráulica, actividades extractivas y agropecuarias causantes de deforestación y erosión de suelos y crecimiento de la mancha urbana fueron transformando los procesos de captación, infiltración y almacenamiento de agua y acentuando, por otra parte, la peligrosidad de las inundaciones; se analizará cómo se revirtieron socialmente tales efectos e incidieron tanto en las actividades que provocaron el impacto como en aquellas otras que dependían de fuentes de abastecimiento, florestas y otros ambientes claves en el funcionamiento del flujo del agua (Ver en introducción modelos a, b y c).

2. Actividades transformadoras del ciclo hidrológico.

El funcionamiento del ciclo hidrológico de la cuenca descrito en el anterior apartado, comenzó a ser alterado a partir del establecimiento de las primeras comunidades indígenas. No es intención del trabajo partir de los cambios registrados desde entonces; sí establecer, cuando sea necesario, una serie de antecedentes que permitan comprender el alcance de las modificaciones de ese ciclo en el momento anterior a la construcción de la obra hidráulica porfiriana.

Ya se habló del papel jugado por bosques, lagos y suelos con determinadas características edáficas en el funcionamiento del ciclo hidrológico, en la existencia de ricas fuentes de agua y de las inundaciones. Se ha señalado que aunque de gran peso, las obras hidráulicas no han sido las únicas que han incidido en tal funcionamiento; que cuando menos se deben considerar las otras labores que más decididamente lo han afectado, precisamente por incidir en el rol de florestas, suelos y ciénegas.

En esta sección se verá la forma en que, en el momento anterior a la construcción del sistema hidráulico porfiriano, obra hidráulica y actividades locales se habían articulado para configurar los cambios en el flujo del agua; cuáles fueron las implicaciones sociales de estas transformaciones, en la situación de abastecimiento y drenaje citadina sobre todo. Tal labor permitirá saber lo que ocurría antes de que fuera construido el sistema hidráulico porfiriano y comparar este diagnóstico hidráulico con aquél realizado por los encargados de ejecutar las obras.



A. Clareamiento de superficies.

Iniciada desde tiempos precolombinos, la explotación de bosques adquirió mayor magnitud e intensidad a partir de la época colonial, cuando grandes cantidades de madera fueron utilizadas como combustible y para la construcción. Una evidencia del primer uso dado al recurso, era el que diversos poblados localizados en las laderas de la cuenca vivieran de la recolección de leña. Respecto al segundo, Gibson nos dice que "en los últimos tiempos coloniales se cortaban anualmente 25 mil árboles sólo para estacas, y el proceso había sido característico de la construcción urbana desde el siglo XVI. Por lo común la madera se desperdiciaba cualquiera que fuera su uso" (1967, p.312)

La extracción del recurso con estos fines, prosiguió durante la pasada centuria; a ella se dedicaban haciendas que como la de Mipulco-Eslava, satisfacían la todavía muy generalizada demanda de vigas y otros materiales de construcción; de ella vivían poblados, como los del sur de la Cuenca (Topilejo, Milpa Alta, etc.) de los que dice un lindo pasaje:

"Desde el bosque de Milpa Alta hasta el cerro del Ajusco /por ejemplo/ todos los hombres se ganaban la vida con ellos. Las mujeres que no tenían marido iban al bosque a buscar hongos /.../ y tantita leña de allá arriba para darles de comer a sus hijos.

Los hombres de Topilejo y del Chautzin, que está a un lado de San Pablo Oztotepec, también sacaban raíz de ocote y escoba llamada popote." (De Porfirio a Zapata, Memoria Náhuatl] de Milpa Alta, p.47.; De Gortari, H., 1988, Vol.III p.15).

Otros dos propósitos guiaban a quienes clareaban bosques: convertirlos en milpas y pastizales, que implicaban en no contadas ocasiones la sobreexplotación y erosión de suelos; aprovecharlos como materia prima en la elaboración de papel. La explotación de las florestas localizadas en Ajusco, Topilejo y Magdalena y destinadas a satisfacer la demanda de la insaciable Fábrica de Loreto y Peña Pobre, es prueba del segundo objetivo. (Percheron., N., 1983, p.18-19).

Fueron varias las implicaciones que el efecto deforestación tuvo a su vez en el funcionamiento del ciclo hidrológico de la cuenca, en la capacidad natural de alimentación de fuentes de abastecimiento y de amortiguamiento del impacto de las inundaciones, factores clave en el abastecimiento, protección y saneamiento de la ciudad. El clareamiento fue determinando que se incrementara el contenido de azolve arrastrado por los escurrimientos pluviales y que se acelerara la desecación de los lagos. Desnudo como estaba, el suelo no podía retener ya durante las lluvias y las tolvaneras, la capa de humus que lo cubría,

razón por la cual se erosionaba/4 y contribuía al azolvamiento de los lagos, además de perder su capacidad de ayudar en el mantenimiento de la humedad ambiental. (Figura 6).

Otra implicación de la deforestación, la más conocida por los habitantes de la ciudad, fue sin duda el agravamiento de las consuetudinarias inundaciones. Conforme iban desapareciendo los bosques, los suelos perdían parte de su capacidad para absorber el agua pluvial, por lo que se acrecentaban las corrientes y desbordándose, iban a parar a los espacios que por siempre las habían drenado: las ciénegas de la cuenca. La laguna de Texcoco, la más baja, recibía los excedentes de las otras y al desbordarse, inundaba a la ciudad/5.

Con la pérdida de sus bosques, varias superficies de la cuenca vieron afectada finalmente, su capacidad de absorber e infiltrar el agua pluvial, lo cual, sin duda, también comenzó a incidir en el proceso natural de alimentación de los acuíferos y de esta manera en las posibilidades de abastecimiento ciudadano (Figura 6).

B. Obras hidráulicas.

Según se ha dicho, el particular funcionamiento del ciclo hidrológico en la Cuenca del Valle de México ha permitido a sus habitantes contar con abundantes recursos hidráulicos, con corrientes superficiales no siempre perennes por desgracia. Los ha obligado, por otra parte, a enfrentarse a las ancestrales inundaciones, precisamente porque eligieron como lugar de residencia a un vaso lacustre que ha fungido como drenador natural de las aguas pluviales.

Los pobladores de la Cuenca del Valle de México, aprovecharon y en su caso enfrentaron, las condiciones de su entorno (factor ecológico) mediante la construcción y operación de una serie de calzadas, diques, zanjas, presas, acequias, etc., (a través del recurso a la técnica). Muchas de estas obras hidráulicas eran de traza prehispánica (Palerm, A., 1974. Mapa 4) y habían servido al logro de dos objetivos principales: contar con agua para el mantenimiento de potreros, cementeras, chinampas y otras unidades productivas del Valle; abastecer a la ciudad, sanearla y protegerla contra las sempiternas y cada vez más peligrosas inundaciones, propósito este último que, como se verá, fue subordinando apabullantemente a cualquier otra consideración.

/4. Las tolvaneras son resultado de la erosión eólica y se presentan especialmente durante los meses de poca lluvia. Dos condiciones les son esenciales: la existencia de polvo fino, suelto en la superficie y un viento rasante de magnitud suficiente (CHCVM., 1970 b, p.95).

/5. Ver nota /3.

a. Labores agropecuarias y obras hidráulicas.

Precisamente por no ser permanentes, las múltiples corrientes de la cuenca se constituyeron en base y obstáculo al mantenimiento de diversas unidades agrícolas y pecuarias (Ver mapa 2). Para enfrentar tan controversial determinante ecológica, los hacendados, rancheros, dueños de sembrerías y comunidades indígenas, recurrieron a atierres y desviación de corrientes, a la construcción de diques, presas, zanjas y otras obras.

Tal sucedió con el río Tenango. Inicialmente localizado en el Suroeste de la cuenca, fue arrojado por arriba de las montañas mediante la construcción de una gran presa, con lo que se benefició a los campos de caña de tierra caliente. De igual manera, con los cambios que en la corriente del río Cuautitlán, hicieron los indígenas de Atlamica y Alonso Pérez, un español que quería utilizar el agua en su molino/6.

Aunados al azolve que se había acentuado como resultado de las actividades causantes de deforestación, los atierres de terrenos lacustres permitieron, entre otras, la aparición de diversas unidades agropecuarias. En el norte, por ejemplo, posibilitaron la prolongación y unión de los ríos Remedios y Tlalnepantla y la formación de las haciendas Enmedio, la Escalera y Palera. En el sur, los depósitos de los ríos Coyoacán, Chola /¿XOLA?/ y otros tributarios, condujeron a la aparición de las fértiles haciendas de San Borja y Narvarte. (De Garay, Fco., 1888).

Además de corrientes, los sectores agropecuarios aprovecharon los manantiales y acuíferos de la región. El ojo de agua de Churubusco, que alguna vez quisiera explotar Ahuizotl, sirvió todavía durante el siglo XIX, al mantenimiento de Convento y huerto de Churubusco y de sus alrededores. En la villa de Guadalupe se explotaban varios manantiales, mediante la construcción de pozos artesianos, que satisfacían las necesidades de la hacienda de Aragón y de otras aledañas. La abundancia de agua en Tlalpan y Coyoacan fue, en fin, ampliamente explotada por los ranchos y haciendas que ahí se localizaban.

/6. Desde tiempos precolombinos, los indígenas habían cambiado hacia el norte el curso natural del río; después de haberse dirigido a través de Ecatepec y Chiconautla hasta Texcoco, los indígenas lo condujeron hacia Citlaltepec-Zumpango. En su nueva ruta, el Cuautitlán atravesaba Atlamica, donde los nativos construían periódicamente una presa de barro, la que en tiempos de secas permitía almacenar el líquido, mientras en las lluvias se destruía y evitaba que el agua, al no poder seguir su curso, inundara la zona. Gracias a la presa, la población local pudo desarrollar una importante producción de trigo y maíz. Lo que hizo el español citado, al desviar la corriente, fue reproducir su localización natural (Strauss, R., en Rojas, T., 1974).

La agricultura de chinampas fue el ejemplo más exitoso de aprovechamiento del recurso hidráulico regional; más bien, de extensión del terreno a expensas de las ciénegas y de uso de las múltiples fuentes locales de agua. De ella se hablará más detenidamente en la sección II.2 de este capítulo. Baste decir por el momento que, instrumentada desde tiempos prehispánicos, la chinampería se mantenía en los alrededores del Canal Nacional, Iztapalapa, Izatacalco, Chalco y Xochimilco.

Importante para el mantenimiento de las unidades agropecuarias regionales, la operación de labores y obras mencionadas había incidido ya, en ese momento, en el funcionamiento del ciclo hidrológico de la Cuenca. Según especialistas en la materia, la construcción de presas, diques y zanjas y la extensión del terreno a costa de las lagunas, afectan la capacidad natural de éstas para almacenar y retener agua, lo que además de acelerar la desecación de las ciénegas, hace que durante la temporada de lluvias, el líquido sobrepase fácilmente la capacidad de las lagunas de drenarlo, que inunde las superficies aledañas. Ambos fenómenos -aceleramiento de la desecación y agravamiento de las inundaciones- eran tristes realidades que aquejaban a la cuenca en ese momento.

También la desviación de ríos y arroyos incide en los fenómenos descritos; provoca por otra parte, variaciones bruscas en la velocidad de las corrientes. La Cuenca del Valle de México presentaba a finales de la pasada centuria, innumerables situaciones que ilustran lo anterior: desbordamientos del temido río Cuautitlán, y de los que bajaban de las Sierras occidentales (Becerra, Tacubaya, Coyoacán, etc.) y que inundaban a la ciudad y villas circundantes, como la de Mixcoac, de la que Manuel Rivera y Cambas nos dice:

"Ese fértil y precioso pueblecito, expuesto a destructoras inundaciones, sufrió una terrible en la noche del 24 de agosto de 1853 /.../. Tan espantosa y grande fue la avenida que en poco tiempo rebose el agua sobre los bordes del río /Mixcoac/, derribándolos en varios puntos, y se extendió violentamente por toda la población, arrasando casas, huertas y sementeras y hubo no pocas pérdidas de vidas" (De Gortari, H., Vol. II, 1988, p.359).

b. Obras hidráulicas destinadas a satisfacer necesidades ciudadanas.

De entre los moradores de la Cuenca, quienes habitaron la ciudad de México/7 gozaron y padecieron con especial intensidad las mieles y sinsabores del particular funcionamiento del ciclo

/7. La Ciudad de México es la delimitación de la zona de estudio basada en criterios político administrativos fundamentalmente (supra., inciso VI, primer capítulo).

hidrológico. Contaron con ricas y variadas fuentes de abastecimiento; se vieron asediados por la constante amenaza que deforestación, atterres, etc. habían acentuado: las inundaciones (Ver cita /3.). Enfrentaron finalmente y aceleraron la tendencia a la desecación de los lagos, la cual se aunaría a la carencia de condiciones mínimas de higiene en el manejo de desechos -a un inadecuado sistema de saneamiento- y redundaría en graves problemas de salud.

No está por demás, al hablar de los sistemas instrumentados por la población capitalina para enfrentar los pros y contras de su localización, hacer una rápida remembranza, sobre todo de las obras que para la protección de la ciudad contra las inundaciones, se realizaron desde épocas tan remotas como la prehispánica. La razón: muchos de los componentes de la infraestructura indiana orientada a tal fin, estaban aún en funcionamiento cuando la administración porfirista decidió realizar su magna obra (Mapa 4).

El Desagüe. Para enfrentar el peligro que representaba el localizarse en medio del sistema lacustre, una de cuyas funciones era drenar las aguas pluviales, el Imperio Azteca construyó un sistema de calzadas y albardones que al cortar el libre paso del agua entre las ciénegas, permitían controlar su circulación dentro de ciertos límites. Los objetivos de las obras: regular los niveles de los lagos y proteger a Tenochtitlan y a sus chinampas contra las inundaciones, las de agua salobre en especial. (Palerm, A., 1973, p.235-237).

Las autoridades virreinales trataron de mantener, en lo fundamental, los mecanismos y obras indígenas de control hidráulico. Salvo la construcción de la calzada-dique de San Cristóbal, no hicieron más que reparar los albardones de San Lázaro-Tepeya, de San Anton, de San Juan, de Guadalupe, y otras tantos diques preexistentes. Dos elementos apartaron a los españoles de las sociedades prehispánicas: su obsesión por la defensa de la capital contra las inundaciones, objetivo al que subordinaron cualquier otra consideración y la construcción del Tajo de Nochistongo.

Enrico Martínez, artifice intelectual del Tajo, había propuesto la construcción de un túnel, que además de desaguar la laguna de Zumpango y dar salida a las aguas del Río Cuautitlán, quitara "de la laguna de México el agua que fuese necesaria para asegurar la ciudad de la inundación que se teme/8." (Martínez, E., en: DDF., Tomo II, 1975).

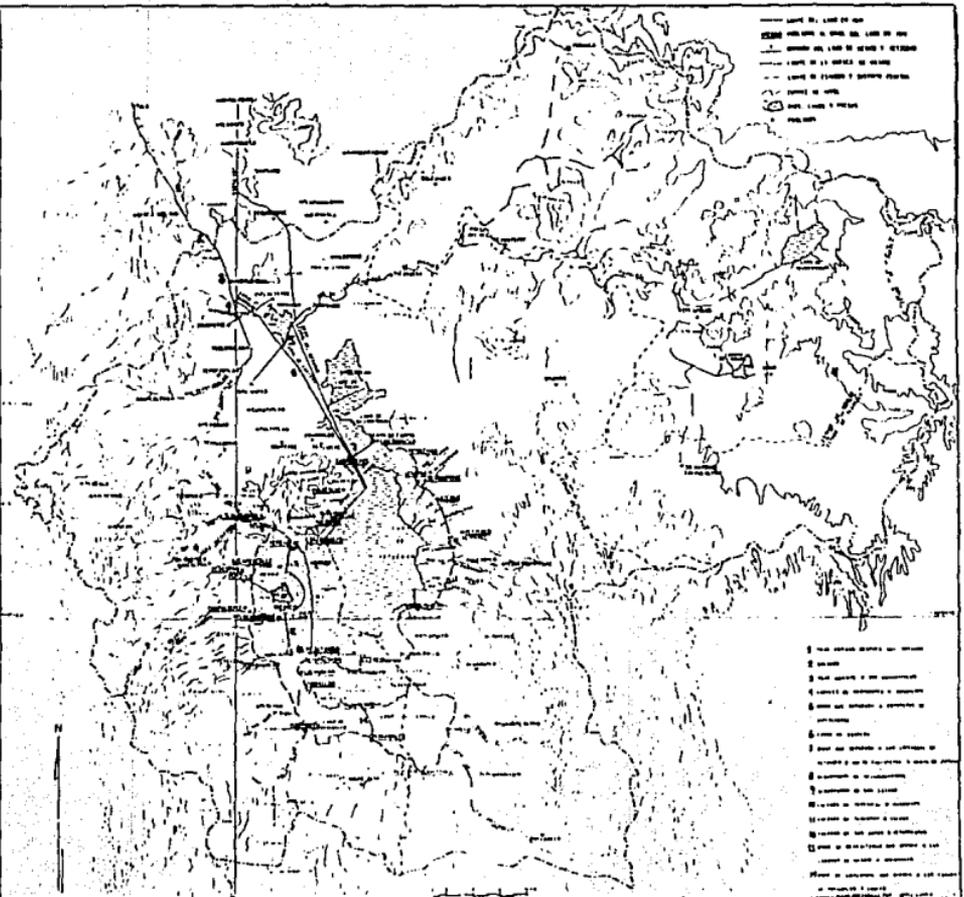
Su propuesta acabó siendo reducida a la construcción de un túnel de 6,600 metros y de un canal de 8,600 metros, orientados a desaguar el río Cuautitlán. "La voluntad para mandar, la inteligencia para dirigir y el sufrimiento /indígena/ para

/8. Recuérdese que durante fuertes lluvias la laguna de Texcoco se desbordaba sobre la laguna de México, cuya agua al rebosar inundaba la ciudad (Ver cita /3.)

OBRAS HIDRAULICAS ANTERIORES AL SISTEMA PORFIRIANO

H.A.P.A. 4

47



FUENTE: D.D.F., 1975

obedecer", permitieron concluir en once meses una obra que adolesció sin embargo, de un detalle técnico: la falta de revestimiento de las galerías del túnel, que provocó derrumbes. (De Garay, Fco., 1888, p.26). En vano se intentó revestirlas posteriormente con madera; la medida resultó insuficiente y el escándalo y las incidias, al llegar a la corte, orillaron al rey a pedir informes sobre el desagüe, su provecho y el costo de su perfeccionamiento.

Entre las críticas de Alonso Arias y el envío de Boot, inclinado por la reconstrucción del sistema hidráulico prehispánico, se dio en 1621 el cambio de autoridades virreinales. El nuevo virrey, el Marqués de Gelvez, determinó suspender en 1623 toda obra de desagüe, después de visitas y preguntas a especialistas.

Otro Virrey, el de Carreitea llegó a la ciudad. Después de convocar a una junta, optó por hacer el desagüe a tajo abierto y por ampliar y profundizar la galería existente. Los trabajos concluyeron en 1788, más de siglo y medio después de que fueran comenzados y sin cumplir con el cometido de desaguar todo el sistema lacustre. Las razones del retraso se pueden encontrar en la falta de recursos pecunarios, en una débil voluntad de actuar, que sólo se veía alimentada cuando la inminencia de las inundaciones asechaba a la ciudad y en la existencia de "una burocracia /que/ retrasaba y hacia nulos todos los esfuerzos para resolver el problema" (DDF, 1975, Tomo II).

No obstante el "Desagüe Real de Huehuetoca", o quizá porque sólo sirvió para sacar de la cuenca, a través del Río Cuautitlán, las aguas de las lagunas de Zumpango y Citlaltepec, las inundaciones prosiguieron cada vez más incontenibles. Este fenómeno -ya se demostró- se vio agravado por los efectos de otras labores: la extracción de bosques, causante de que los suelos perdieran su capacidad de absorción e infiltración del agua pluvial; los atierres que alteraron la capacidad de los lagos de amortiguar el impacto de las inundaciones, etc., y la falta de mantenimiento del canal de Huehuetoca y de los diques prehispánicos que provocaba su azolvamiento.

Más que en la ciudad, la incidencia o impacto de la obra virreinal, se dejó sentir en la zona septentrional de la Cuenca del Valle de México; sobre todo en el vaso de Xaltocan, cuya laguna se fue desecando, lo que afectó severamente a las comunidades indígenas que producían trigo y maíz, mediante el recurso a obras de riego/9.

/9. "No ocurrió lo mismo, con el área /noroccidental, de la que los pobladores de Atlamica formaban parte (supra., cita /6) y/ cuyo sistema de riego ha seguido básicamente el patrón prehispánico, sobre todo en el área de Cuautitlán /.../ A la poca alteración de la zona contribuyó, por supuesto, el desvío hacia el lago Zumpango de las Avenidas de Pachuca por medio de la presa del Rey (1627)" (Strauss, K., en Rojas, T., 1974 p.172-173). El desagüe porfirista sí afectaría al área.

La Guerra de Independencia hizo su aparición; a ella siguió una secuela de enfrentamientos e inestabilidad que dejaron mal librada a la añeja infraestructura hidráulica prehispánica que la sociedad novohispana, o mejor dicho sus indios, habían mantenido y reparado durante siglos de dominación. La obra iniciada por Enrico Martínez no sufrió mejor suerte.

Lo más que se pudo hacer fue como siempre reparar las calzadas-dique existentes, a veces afectadas adicionalmente por acciones como la que se destinó a proteger a la ciudad contra la invasión norteamericana de 1847, que condujo al gobierno a aplicar sangrias en el canal de la Viga y romper las esclusas de Mexicaltzingo. O como aquélla otra de una compañía naviera, que hizo en 1853 dos cortes en Mexicaltzingo y destruyó así diques y canales.

A excepción de las acciones descritas, orientadas a otros fines, quienes gobernaron a México durante el siglo XIX siguieron la tradición colonial de dar particular aunque insuficiente importancia, a la protección de la ciudad contra la amenaza de inundaciones. Los otros objetivos se siguieron subordinando a tan primordial necesidad.

Una evidencia del mayor peso dado a la protección capitalina, se presentó en 1865, cuando ante la inminencia de una gran inundación el gobierno de Maximiliano pidió a Francisco de Garay tomara cartas en el asunto. "Don Francisco Garay comprendió claramente la situación, y /.../ vio que el remedio más positivo consistía en represar las aguas de los manantiales del Sur, para lo que ejecutó un dique en Culhuacán y reconstruyó la puerta de Mexicaltzingo.

A pesar de la grande oposición que tuvieron los trabajos de Garay por parte de los ribereños de los lagos del Sur de algunos hacendados que se oponían a conservar inundadas sus propiedades, dichos trabajos se ejecutaron y tuvieron muy buen éxito, porque a continuación de ellos comenzó a bajar el nivel de la inundación y se salvó la ciudad de inundarse en el siguiente año" (Marroquín, M., 1914., p.14. El subrayado es mío).

¿Y qué decir del saneamiento? Este se componía de una serie de atarjeas y cañerías, que se conectaban con un sistema de acequias "situadas, casi en su totalidad, en la mitad de las calles, con la corriente de Oeste a Este, anchas en general de dos y medio piés y con una profundidad de cinco y medio, terminando todas en un canal que atraviesa la ciudad. Este canal, que corre del Paseo de la Viga a la Garita de San Lázaro, comunica el lago de Chalco con el de Texcoco" (Shmith, A., p.55. En González Obregón, L., 1902).

En las cañerías derramaba la población sus detritos, basuras y otros géneros de inmundicias, los cuales, en teoría, debían ser transportados por las atarjeas y acequias hasta el dique de San Lázaro, que desaguaba en el lago de Texcoco, su destinatario

final. Pero la red se azolvaba constantemente (fenómeno acrecentado, entre otros, por la deforestación) y era mínimo el mantenimiento que se le daba. Como consecuencia, las aguas de albañal sufrían tres tipos de suerte: durante las secas permanecían estancadas en forma de lodo, se evaporaban y dejaban un amontonamiento de desperdicios; en la época de lluvias, corrían por las calles acompañadas del agua pluvial. De ellas nos habla el Monitor Republicano:

"Llega el tiempo de fuertes lluvias y tenemos, en vez de calles, inmensos charcos, asquerosos pantanos, lagunas pestilentes, focos inmundicios de miasmas deletéreos (Junio de 1882)

"Levantamos elegantes edificios; buscamos para las calles los pavimentos más costosos; y, sin embargo, nos conformamos con respirar una atmósfera envenenada, un aire saturado de miasmas y gases que dan al traste con la salud más robusta; que alimentan, digámoslo así, a las endemias que ya son como características de la capital de la República" (Junio de 1889, en: De Gortari, H., 1988, Vol. II, p.359).

Efectivamente, la población de la ciudad y sus alrededores sufría por las condiciones de saneamiento resultantes de una compleja combinación de factores: el aceleramiento en el proceso de desecación de los lagos, que convertidos en pantanos eran más propicios a la propagación de enfermedades /10; la ya ancestral aparición cíclica de años lluviosos, que se veía acompañada hacia esa época, por el agravamiento de las inundaciones, y los mecanismos de que se valía la población para expeler sus desechos.

Las deplorables condiciones de saneamiento afectaban a su vez a la población local; hacían que las inundaciones, a más de dañar propiedades, comercios y otros bienes, desencadenaran enfermedades ya endémicas: tifo, disenteria, tifoidea, difteria, tuberculosis, pulmonía, etc. El cólera y otras epidemias encontraban en aquéllas, campo propicio para su propagación/11 (impacto socioambiental) .

/10. Además de haber visto reducida su extensión, varias de las lagunas eran menos profundas; se habían convertido en pantanos y por lo mismo, en focos de propagación del paludismo y otras enfermedades. (Orvañón, E., Gaceta Médica, en: Hira de Gortari, R., 1988, Vol. III, p.316).

/11. Según asienta el Doctor José M. Reyes en la Gaceta Médica de 1865, "la mortalidad con relación a las enfermedades sigue este orden: 1º Pleuresia y pulmonía; 2º diarrea; 3º disenteria; 4º eclampsia; 5º fiebre tifoidea; 6º tisis pulmonar; 7º aplopegia; 8º hepatitis, y 9º enfermedades del corazón" (Hira de Gortari, R., 1988, Tomo III, p302).

Hablaré ahora de las condiciones de abastecimiento, las cuales por cierto, en nada eran ajenas a la existencia de enfermedades, sobre todo gastrointestinales. La capital contaba durante el último cuarto del siglo XIX, con una dotación promedio de 770 litros por segundo, distribuidos como sigue:

220 litros/seg	Agua de Chapultepec
150 litros/seg	Agua del Desierto y Santa Fé
400 litros/seg	Aguas de Río Hondo

770 litros/seg	TOTAL
----------------	-------

A este monto habría que agregar el proveniente de la Villa de Guadalupe y el extraído de la ciudad misma, mediante pozos artesianos. Marroquín hablaba de la existencia de 1,074 pozos, sin especificar la cantidad de agua que producían. Bibriesca, por su parte, señalaba en la "Memoria del Ayuntamiento" de 1901, que existían más de 1,200 pozos artesianos, de los cuales 1,125 estaban registrados y producían 286 litros por segundo. De esta manera, sin considerar el agua de pozos no contabilizados y agregando los 770 litros por segundo, se puede decir que el líquido con que contaba la ciudad ascendía a 1,056 litros por segundo aproximadamente.

La localización de los pozos artesianos era la siguiente:

CUARTEL	POZOS PUB.	POZOS PART.	TOTAL	POZOS DE LOS QUE HAY MEDIC.	LITROS/SEG
I	1	154	155	64	1970
II	7	166	173	31	2043
III	2	108	110	50	1969
IV	0	45	45	9	1630
V	1	143	144	54	1239
VI	0	78	78	38	1033
VII	0	275	275	157	3552
VIII	0	145	145	64	3723
SUMAS	11	1114	1125	467	17159

Para 1900, la población de la capital ascendía a 344,721 habitantes (Negrete y Salazar., p.126, en: Garza., G., 1986). Si contando con este dato y aquél sobre dotación total, se calcula la cantidad diaria de agua a la que cada persona podría haber accedido de haber sido equitativa la distribución, se encontrará un promedio nada despreciable de 264.6 litros por persona, superior incluso a aquél con el que actualmente cuenta la ciudad (Infra., inciso III.3.B, sexto capítulo). De ahí se puede concluir que la escasez no afectaba a la población capitalina, al

menos no a toda; eran otros problemas que a continuación serán enumerados.

El primero: la forma en que se distribuía el agua. El líquido procedente de manantiales era conducido a las fuentes de la ciudad a través de acueductos a cielo abierto, lo que provocaba que polvo, lodo y materias orgánicas se le incorporaran y que a más de perder en calidad, se convirtiera en transmisor de las enfermedades comentadas. La falta de pureza del agua se veía acentuada durante la época de lluvias, cuando en su transcurso a las fuentes, se llenaba de arcillas y otros materiales en suspensión.

El desigual acceso al recurso era otro rasgo del sistema de abastecimiento, determinado por la combinación de diversos factores; destacan entre ellos:

a. La zona en que se localizaban los pobladores. Mientras el cuartel II contaba con siete pozos públicos -encargados de saciar la sed de los sectores mayoritarios- el IV, el VI, el VII y el VIII no tenían ninguno.

b. La capacidad económica de ciertos sectores para abrir pozos particulares con las adecuadas especificaciones técnicas, sobre todo la referida a la profundidad. Hubo casos -Bucarelli y San Lázaro- en que la falta de profundidad de los pozos hizo que las aguas fueran hediondas y salobres.

c. La impunidad con que comercios, fábricas y particulares llegaron a acaparar el recurso. Tal actuó Guillermo Jamisson en 1853: para abastecer su fábrica, unió las aguas de Santa Fé con las de Los Leones y se apropió de parte del líquido con que contaban Tacubaya y la ciudad (De Gortari, H., 1988, Vol. II, p. 341-343).

Otro rasgo distinguía al sistema de abastecimiento de la ciudad: el desperdicio del recurso, que se registraba tanto en acueductos como en pozos artesianos y brotantes, y del que Don Antonio Peñafiel comentaba:

"Los abundantes derrames de este manantial /el de la Alberca Grande de Chapultepec/ reunidos a los otros dos o tres pozos artesianos sin llaves, que están allí inmediatos, corren hacia la extensión de la vía férrea de Tacubaya /.../ y forman allí un pantano cuyos efluvios recoge el acueducto de Chapultepec y causa intermitentes.

/El canal del Desierto y los Leones/ no es económico, tanto porque su mala construcción exige frecuentes, y por lo mismo, costosos reparos, como por la cantidad de agua que constantemente se pierde, ya absorbida por el lecho terroso del caño, ya derramada por los puntos desbordados y que con frecuencia lo azolvan" (1897).

3. Recapitulación preliminar.

Sirva lo planteado para hacer un primer resumen sobre el alcance de las transformaciones del ciclo hidrológico de la cuenca, en el momento anterior a la construcción de la obra hidráulica porfiriana; sobre las implicaciones sociales de esos cambios, en las condiciones de abastecimiento y drenaje principalmente y sobre la situación imperante en la materia.

El sistema lacustre en que se localizaba la ciudad de México estaba naturalmente destinado a vivir un proceso de desecación, al interior del cual registraría ciclos periódicos de estaciones húmedas y secas. El sistema fungía como drenador de las precipitaciones anuales las que, al ser la cuenca cerrada, terminaban siempre por desbordar las lagunas e inundar a la capital y poblados regionales.

Azolve y desecación del sistema lacustre e inundaciones se habían visto acentuados, entonces, por la acción modificadora de la población local, por las comentadas implicaciones para el funcionamiento del ciclo hidrológico, de clareamiento de áreas boscosas, atierres, presas, zanjas y en fin, el famoso Canal Real de Huehuetoca. Estas actividades incidían, tanto en el aumento de los índices de evaporación y transpiración, que aceleraban a su vez la desecación de los lagos y de las de por sí intermitentes corrientes superficiales, como en el agravamiento de las inundaciones (Ver Figura 6).

Un fenómeno más se había agregado en la configuración de los cambios en el ciclo: la extracción de aguas del subsuelo, iniciada durante la primera mitad de la pasada centuria y que, al afectar los ritmos de alimentación del agua subterránea, iría provocando el descenso en los niveles freáticos, la compactación y hundimiento de los suelos y otros fenómenos que serán abordados en el cuarto capítulo (Figura 6). La recarga del acuífero era afectada también por la deforestación.

El aceleramiento en el proceso de desecación de los lagos, el agravamiento de las inundaciones y los mecanismos de que se valían los habitantes de la ciudad para expeler sus desechos incidían grandemente en la salud, economía y vida locales, ya fuera porque las casas y unidades económicas se veían afectadas por las inundaciones o porque las inadecuadas condiciones de saneamiento en que vivía la población eran propicias al desarrollo de enfermedades.

Más que por la carencia de agua que explotar o por la escasez, las condiciones de abastecimiento estaban marcadas por un inadecuado sistema de distribución, que hacía que el agua perdiera en calidad y se convirtiera en transmisora de enfermedades. Se veían signadas, además, por el acceso inequitativo al agua y por el desperdicio.

Las inundaciones, el saneamiento de la ciudad y el sistema de distribución de agua potable -no la insuficiencia del líquido- destacaban, por tanto, entre los problemas de abastecimiento y drenaje que demandaban se les enfrentara urgentemente.

Diversos voceros del sentir social, periódicos distintos como el "El Monitor Republicano", "La Voz de México" y "El Tiempo", se habían referido reiteradamente, durante la pasada centuria, a la necesidad de resolver estos problemas. Pero las precarias condiciones socioeconómicas y la inestabilidad política habían impedido que se diera paso firme alguno al respecto. Sólo durante el porfiriato se pudo actuar decididamente. Del por qué y cómo de tal acción se hablará en el tercer capítulo .

II. Zonas que se conectarían al sistema hidráulico porfiriano.

Al relacionar a la Ciudad de México con Xochimilco y el Mezquital -y desde un criterio geográfico ecológico- a nuestra Cuenca con el Valle del Mezquital, las obras porfirianas comenzaron a afectar socioambientalmente a las últimas. Para sopesar el carácter del impacto, se intentará reconstruir según se señaló, estructura y funcionamiento ecológicos de ambas zonas (los rasgos determinantes de la carencia o abundancia de agua), así como las actividades transformadoras predominantes en ellas antes de la ejecución de las obras.

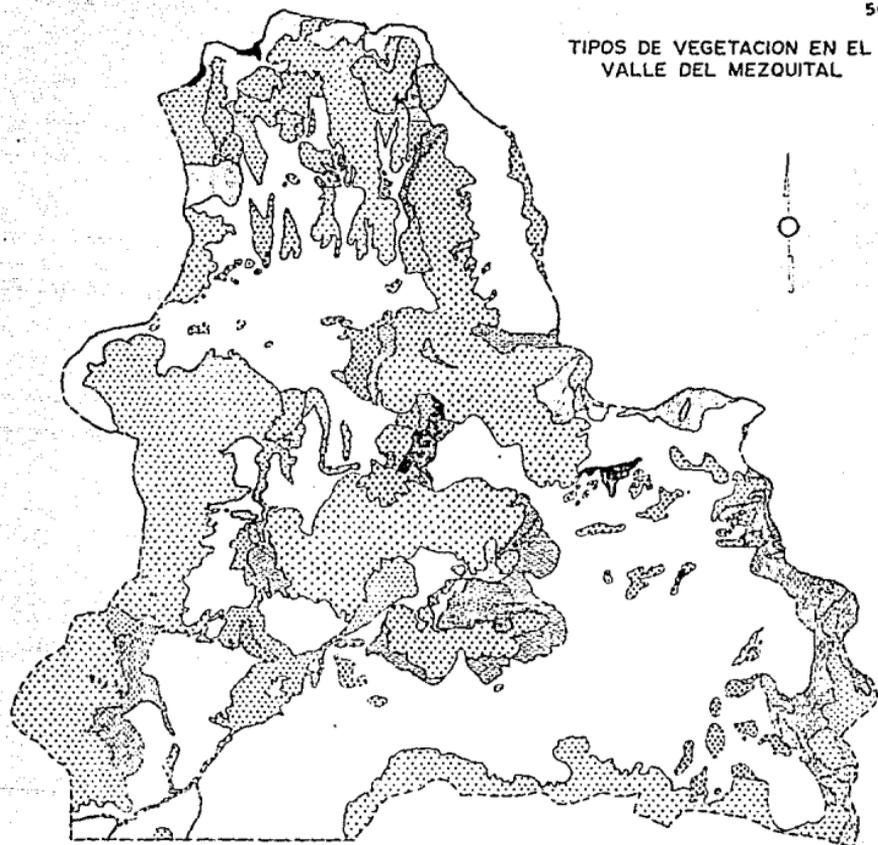
1. Insuficiencia de agua y labores transformadoras en el Mezquital.

La delimitación del Valle del Mezquital se basa en los criterios político-administrativo y geográfico-ecológico (supra., inciso VI, primer capítulo). De acuerdo al primero, conforman al valle 23 municipios/12, así como los distritos rurales 27 y 63 (Pineda, R 1981; Flores, E., 1988). Visto como cuenca, abarca "las subcuencas del Río Salado, del Río El Salto y del Río Tula, ubicadas en la parte alta del Río Moctezuma (Escobar, M., et.al., 1989, p.166).

El Mezquital se localiza al Suroeste del Estado de Hidalgo; posee los rasgos de un medio ambiente desértico, perteneciente como tal a la provincia del desierto de Chihuahua. Su vegetación se compone de mezquite, huizache, nopal, garamullo, uña de gato, sangre de dragón, cardón, maguey y especies arbóreas como el pirul (Ver mapa 8).

El clima de la región varía de semiseco-templado en Huichapan, Mizquihuala, Tula, Tlaxcoapan y Actopan, al semiseco-cálido en Tecozautla, Zimapán e Ixmiquilpan. Por su mismo carácter desértico, el Valle posee recursos zonificados: especies arbóreas alrededor de las corrientes fluviales, sales en la depresión del salitre, etc; se distingue además, por lo disímulo de sus ciclos naturales, pues mientras en ciertas estaciones -lluviosas- la naturaleza se muestra pródiga y algunas plantas producen cantidades inmensas de frutos, se viven largos periodos de secas, parte de los cuales se acompañan de heladas que inician en diciembre y terminan en marzo.

/12. Los municipios son Ajacuba, Alfayucan, Atitalaquila, Actopan, El Arenal, Chilcuautla, Ixmiquilpan, Santiago, Tasquillo, Zimapán, Cardonal, Mixquihuala, San Salvador, Tula de Allende, Tepejí del Río, Tetepango, Tlaxcoapan, Atotonilco, Tula, Huichapan, Nopala, Tepetitlán y Tezontepec.

TIPOS DE VEGETACION EN EL
VALLE DEL MEZQUITAL

FUENTE: González Quintero, L., 1968.

	Matorral de <u>Sophora</u>		Encinar arbustivo 1- Sobera sustreito raalicio 2- Sobera sustreito colico		Matorral de <u>Prosopis</u>
	Matorral de <u>Fouquieria</u>		floque de pino-encina		Matorral creosote
	Matorral de <u>Karwinskia</u>		Pastizal		Matorral desértico calcicola
	Pastizal secundario		Matorral de <u>Flourensia</u>		Areas cultivadas
	Matorral de <u>Juniperus</u>		Encinar		

La precipitación pluvial anual asciende a 690 mm y se puede presentar entre junio y octubre. Además de baja, esta cantidad se halla más que contrastada por la evaporación, cuya media anual es del orden de 1,800 mm. Las condiciones ecológicas de la zona hacen del agua el recurso más escaso, cuando menos en algunas áreas. La insuficiencia de agua se ve grandemente contrarrestada por la buena calidad de los suelos, clasificados por varios estudios como de primera y de segunda clase. Claro que según señalara Rosendo Esparza a finales del siglo XIX:

"Facilmente se comprende, que si dan tales productos terrenos sin riego alguno, y debido tan sólo a las muy especiales condiciones del clima de la región en que se hace el cultivo, se multiplicarían las cosechas en proporción considerable, mediante el riego con las aguas del Valle /de México/, que siendo tan ricas en materias orgánicas en descomposición llevarán elementos de vida, bienestar y riqueza a los extensos terrenos hoy abandonados y casi improductivos por falta de agua" (Gtz. Obregón, L., 1902, p.636).

Durante la época anterior a la construcción de las obras del desagüe, el Valle del Mezquital contaba entre sus labores transformadoras características a las desarrolladas por los otomíes y a aquéllas de las haciendas, de las que había las productoras de maíz y trigo, localizadas hacia el suroeste, en Tula y Huichapan y las que cultivaban forrajes como la cebada y cereales como el maíz y que se ubicaban en Actopan. El maíz era predominante entre otomíes y hacendados.

Es poca la información sobre índices de rendimiento en el cultivo de maíz. Se sabe sí que a pesar de la calidad de los suelos y de algunas obras de irrigación para aprovechar las pocas corrientes regionales, la escasez de agua se constituía en significativa limitante, que apenas permitía se obtuvieran unos 535 kilogramos en el cultivo del cereal (Kaja, F., 1974, p.97).

Todas las haciendas de la época, pero especialmente las situadas hacia el norte, desarrollaron una importante actividad ganadera, de carácter extensivo, con cabras y ovejas principalmente y que contribuiría grandemente, junto con la deforestación que también aquí tuvo lugar, a la aparición de los fenómenos de erosión y aridez que actualmente registra la zona.

Asentados de manera dispersa, los otomíes explotaban el maquey y sustentaban en él la producción de aguamiel; la industria del hilado, torcido y trenzado de la fibra del maquey era otra labor predominante. Con la materia prima elaboraban los otomíes reatas, lienzos, escobetas, costales y otros productos.

Había diferencias entre las relaciones que hacendados y otomíes mantenían con su entorno: los primeros desarrollaron monocultivos, cuyo éxito productivo se veía determinado y limitado por la escasez del agua; los segundos -que vivían en condiciones precarias- implementaron estrategias para adaptarse

a este impedimento: combinaron la recolección de insectos, frutos y semillas con la caza de piezas menores y tendieron a conformar conglomerados dispersos.

De los problemas enfrentados por los hacendados da cuenta un curso enviado a la Junta Directiva del Desagüe, el 30 de octubre de 1895, el cual dice a la letra que la Junta:

"Debe extender su filantrópica acción a librar de la miseria a la gran zona del Mezquital, comprendida entre los distritos de Tula, Actopan e Ixmiquilpan, donde el trabajo del hombre nunca es recompensado por la naturaleza, pues por circunstancias que tal vez presentimos y no podemos demostrar /¿?.../ es tan escasa la lluvia que sin el beneficio de la irrigación, habría que llegar hasta el extremo de abandonar la agricultura, la ganadería, todas las industrias adaptables a las condiciones de este suelo" (Esparsa., R., en Glz. Obregón, L., 1902, p.638).

A raíz de la inauguración, en 1900, del Gran Canal que conectaría al Valle del Mezquital con la Ciudad de México y Xochimilco, "La Compañía de Luz y Fuerza de Pachuca obtuvo una concesión del gobierno federal para el aprovechamiento tanto en riego como en fuerza motriz, de las aguas provenientes de dicho desagüe y construir una red de canales que regaban principalmente los terrenos de Mixquiahuala y de Tepa y parte, aunque muy corta, de los de Actopan; además, aprovechó tres desniveles del terreno, estableciendo sus plantas de Juandó, Cañada y Elba" (Fabila, A., 1938, p.93, El subrayado es mío).

Esas fueron las zonas en un primer momento favorecidas por la construcción del sistema de desagüe (infra., tercer capítulo), así como por algunas obras de irrigación; que a raíz de ello, comenzaron a desarrollar una producción comercial de maíz, cebada, frijol, papa; "de verduras como el ajo, cebolla, tomate, jitomate, chile de varias clases; frutas como la pera, durazno, chavacano, /sic/ higo..(Belio, J., 1924, p.226). Claro que tan inmediatos beneficios se acompañarían, a la larga, de diversos inconvenientes ambientales y económicos.

2. Actividades en torno al abundante agua de Xochimilco.

El criterio político-administrativo permite definir a Xochimilco como delegación; el geográfico-ecológico, como subcuenca perteneciente a la Cuenca del Valle de México y en la que se localizan los ríos San Buenaventura, Santiago, San Lucas y San Gregorio, como principales escurrimientos (DDF, 1975, Tomo I, p.51-55).

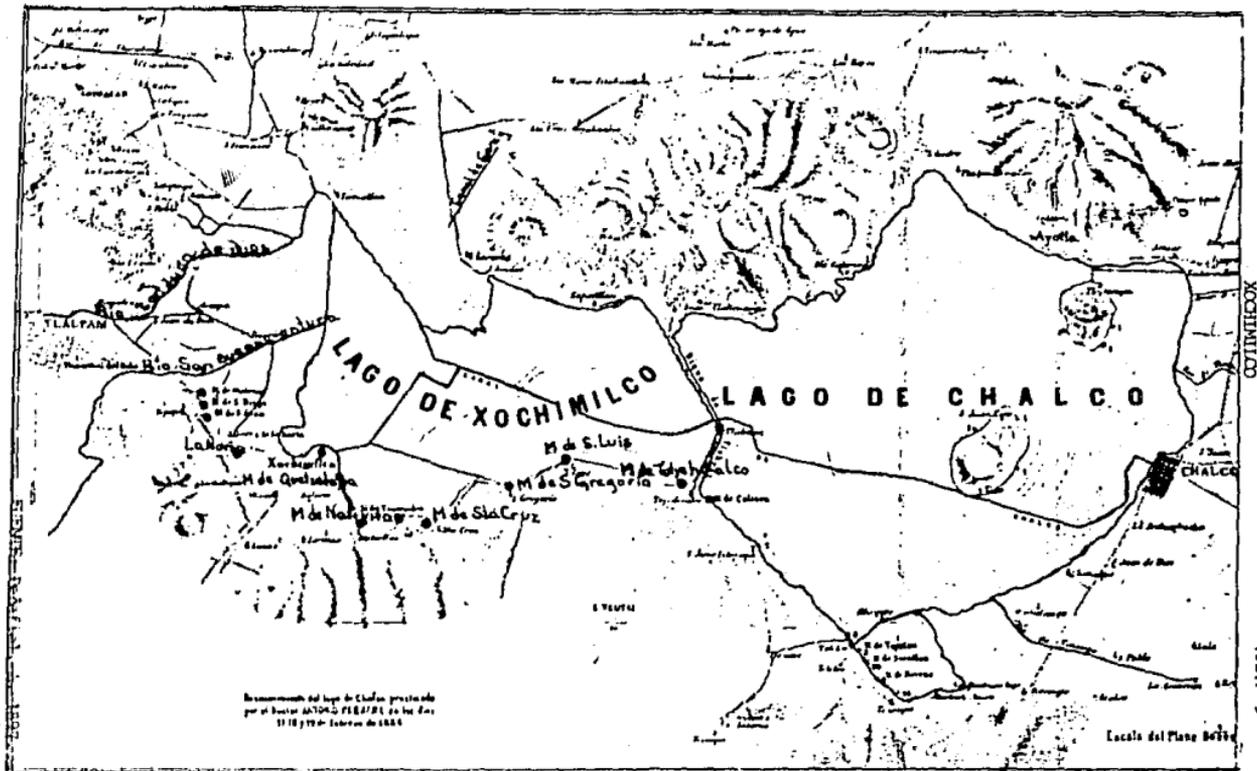
En la zona se han presentado, acentuados, muchos de los rasgos ecológicos determinantes de la abundancia de agua y las inundaciones de la cuenca de Anáhuac: la laguna de Xochimilco (Ver mapas 1 y 9), los bosques y pastos, y los suelos de laderas, cuyas características los tornan propicios a un mayor infiltramiento de agua. A continuación una descripción más detallada de esos componentes.

De Topografía más bien plana, rota únicamente por las elevaciones del Ajusco y el Pelado, Xochimilco posee un clima templado-húmedo, con índices anuales de precipitación de entre 900 y 1 200 mm, distribuidos entre mayo y octubre y heladas durante los meses restantes. Su ciénega, fundamental drenadora de las aguas pluviales y amortiguadora, junto con los bosques, de las inundaciones también aquí presentes, llegó a estar cubierta por lirios, juncos y tules; la superficie terrestre por praderas y bosques de pino-oyamel, pino-encino, etc. (Ver supra mapa 1).

Las características edáficas de las serranías meridionales de la subcuenca, en que predominan formaciones basálticas y andesitas, permiten comprender la alta permeabilidad del terreno, determinante de que parte del líquido pluvial se fuera infiltrando hasta llegar a la base de la sierra en que se encuentran los mantos acuíferos, una especie de lago subterráneo que todavía sacia la sed de los capitalinos. En el momento anterior a la construcción de la obra hidráulica porfiriana, los mantos rebosaban y daban lugar a los entonces abundantes manantiales de Xochimilco. Destacaban por su importancia los de la Noria, San Diego, San Juan, Nativitas, Santa Cruz, San Gregorio y San Luis. (Ver mapa 9).

Otro elemento contribuía a la infiltración y almacenamiento de agua: la existencia de un importante macizo forestal, que destruía además, altos niveles de humedad y protegía al suelo contra la erosión; incidía también, junto con el lago, en el mantenimiento de una adecuada proporción entre los niveles de infiltración, evaporación y escurrimiento; fungía finalmente, al igual que el lago, como amortiguador del impacto de las inundaciones.

Tan ventajosas características naturales, fueron marco propicio para el asentamiento de comunidades indígenas, quienes desde tiempos prehispánicos desarrollaron varias labores



Reconstrucción del lago de Chapala presentada por el Instituto Geográfico de México en el año 1918 por el Instituto de Geografía de México

COTIMILCOX

transformadoras, de índole agrícola las más. El sistema o técnica de chinampas destaca por su peso dentro de agricultura y economía locales, así como porque los agricultores aprovecharon con él, al máximo, diversos factores ecológicos, la abundancia de agua en especial. Los agricultores explotaron también los cerros, lomas y cañadas regionales, mediante estrategias como el terraceo, las cuales -se verá- dependían en diversos grados de las chinampas y de la humedad que las sustentaba.

Según fuentes de la época porfiriana (Santa María, M., 1912) para alzar una chinampa los indígenas cortaban tiras de césped del tamaño requerido y las amontonaban una sobre otra, de modo que la superior emergiera ligeramente del agua; cubrían la superficie con cieno del fondo del lago o con restos de las chinampas anteriores; reforzaban las chinampas por medio de los ahuejotes, y renovaban los suelos antes de cada siembra.

Después de algunos años, las chinampas se asentaban y sus fundamentos de materiales vegetales descompuestos formaban un suelo rico y poroso, permeable al agua, fundamental sustentadora natural de esta técnica. La mayor parte de las plantas eran sembradas en almácigos y transplantadas a las chinampas.

Los agricultores sembraban a mano sus plantas y por el mismo carácter intensivo de la técnica, que les permitía cultivar durante todo el año, tenían que recurrir a fertilizantes. En un primer momento utilizaron vegetación parcialmente descompuesta, lodo lacustre y fiemo de murciélago, pero a partir de 1897 se introdujo un jacinto de Brasil (huauchinango), que se convirtió en el fertilizante principal.

Las chinampas se localizaban en su mayor parte en el lago de Xochimilco, al Sur-Este del Valle, aunque también se las encontraba en Iztacalco, Santa Anita e Iztapalapa/15 y eran sumamente productivas, especialmente en el cultivo de "maíz, jitomate, chile, col, coliflor, lechuga, tomate, col de Bruselas, cebolla, espinaca y apio". La floricultura no era menos importante; mediante las chinampas se producían "de preferencia la amapola, la margarita, el clavel, el pensamiento, la crisantema, la dalia y el alhelí" (Sta. Ma., M., op. cit. p.15).

No hay datos estadísticos, ni sobre superficie, ni sobre total producido, ni sobre rendimiento por hectárea en la actividad chinampera. La única información, la de Santa María, señala que para el cultivo de maíz -fundamental en la zona- "la producción media por hectárea se puede estimar en 80 hectolitros". "Esto implica -de acuerdo a Sanders, 1983- unos 225

/13. En Santa Ana e Iztacalco la chinampería se encontraba en franca decadencia, precisamente porque el nivel del agua no era suficiente para mantener húmedo el suelo, requisito fundamental del sistema chinampero.

Otra cuestión merece mención especial: la existencia en Iztapalapa de chinampas, la cual se vio favorecida por existir ahí varios manantiales.

bushels por hectárea", es decir, unas 8 toneladas por hectárea (p.146). Sanders califica de muy elevado al rendimiento de entonces y valiéndose de datos recabados en Tláhuac, lo ubica entre las 3.5 y las 4 toneladas por hectárea (p.146-147). Aún cuando hubieran sido de 4 y no de 8 toneladas, resultaban ser sumamente altos los rendimientos que proporcionaba el cultivo de maíz en las chinampas.

En cuanto al jitomate, siguiente en importancia, Santa María únicamente dice que con él se obtenían "grandes utilidades, /pues las chinampas/ por lo regular dan cinco cortes abundantes, uno cada quince días y dos o tres secundarios para recoger los últimos frutos" (1912, p. 7, 14, 19 y 20).

Otros ambientes propicios al cultivo agrícola eran las cañadas, pequeñas depresiones localizadas en el cerro del Teuhtli y "separadas por áridas crestas carentes de suelo y rellenas de tierra amarilla" (Sanders, W., 1983, p.124). Dignas de llamarse más bien tierras de humedad, en las cañadas se cultivaba maíz principalmente, aunque también tomate verde.

Los rendimientos obtenidos del cultivo de maíz en las cañadas no eran nada despreciables; iban de los 1,200-1,500 kilogramos por hectárea, cuando no usaban fertilizante, a los 2,300-3,000 cuando las abonaban.

A pesar de ser menos productivo que los otros dos sistemas, el terraceo fue también importante para el desarrollo agrícola xochimilca. Los cerros y lomas meridionales eran el entorno en que se practicaba esta técnica, la cual era eminentemente temporalera, no obstante depender de las chinampas para hacer crecer en almacigos las semillas.

Consistía la técnica en la nivelación de pendientes en terrazas y en su bordeo con hileras de maquey, con las que se buscaba evitar la erosión y retener la humedad; también, en la cosecha anual ya fuera de maíz, de maíz-frijol o de maíz-hortaliza-plantas. Con la producción de maíz se obtenían rendimientos que iban de los 900 a los 1,125 kilogramos en las partes bajas de las lomas y que disminuían conforme se avanzaba en altura. El descanso de las tierras era más necesario en cerros y lomas. Cuando en el cultivo de maíz, los campesinos optaban por las dos primeras opciones, dejaban seis meses en barbecho sus tierras; cuatro meses cuando se decidían por la tercera. Otros productos cultivados en este tipo de ambientes eran el huautili o amaranto, los chiles, los tomates, etc.

Los xochimilcas habían desarrollado otras estrategias productivas en torno a las ciénegas. Destacaban por su importancia, la caza de patos, la pezca y la recolección de productos acuáticos y zacate para el ganado. Pero ninguna llegó a tener el peso de las actividades agrícolas, ni de la chinampería, que hizo de Xochimilco la principal abastecedora de hortalizas y flores de la capital, ni del cultivo de maíz, presente en chinampas, cañadas y terrazas y cuyos rendimientos promedio eran

más altos que el promedio nacional, incluso en el sistema de terrazas/16.

Dos fueron por tanto, los factores determinantes del dinamismo en la economía agrícola xochimilca: las potencialidades productivas de los recursos locales (factor ecológico) y las estrategias desarrolladas por las población para aprovechar al máximo esas potencialidades (factor técnico).

Tan privilegiada situación comenzaría a verse truncada, fundamental aunque no únicamente, a raíz de la construcción y operación del sistema de abastecimiento que conectaría a Xochimilco con la ciudad. Ya se verá cuál fue el carácter de tal impacto.

/14. El rendimiento promedio nacional sólo superaría hasta los 50 al obtenido en las terrazas locales (Hewitt, C., 1988, Cuadro 18).

TERCER CAPITULO EL SISTEMA HIDRAULICO PORFIRIANO

No fue fortuito que sólo hasta la era porfiriana se actuara por fin, decididamente, en materia de desagüe, saneamiento y abastecimiento de la ciudad de México. La conjugación de diversos factores permitió que así fuera; destacan entre ellos:

a. La tercera reelección de Don Porfirio en 1888 y la consolidación del régimen que presidía (Conolly, P., 1990), el cual tornaría a la Ciudad en sede de los poderes federales.

b. La tenacidad con que la élite de los científicos, grupo de mayor ímpetu político y económico cuyo espacio de operaciones era la capital, trabajó por hacer de ella urbe moderna y centro del poder por excelencia, fenómeno que se evidenció en el porcentaje del total de inversiones en infraestructura que la benefició directa o indirectamente. Según información de Gustavo Garza:

"De los 286 millones de inversión privada /en infraestructura/, 92 se gastaron en la ciudad de México, 64 se destinaron al resto del país y los 130 restantes fueron inversiones generales pero que favorecían especialmente al Distrito Federal. Tal fue el caso del sistema de bancos federales y el tendido de vías férreas.

La inversión de 667 millones contratada con compañías extranjeras era la más cuantiosa. Unicamente 20 correspondían directamente a la capital, 147 al resto del país y los 500 de tendido de vías férreas eran generales pero, como ya se señaló, favorecían en especial a la Ciudad de México/.../

Finalmente, las inversiones realizadas directamente por el gobierno se concentraban excesivamente en la ciudad capital. Esta absorbía 69.2 millones de los 83.9 invertidos (esto es, 82.4%)". (p.127-128. 1985, El subrayado es mío).

c. El significado que junto con otra infraestructura, tendrían las obras hidráulicas, no sólo porque implicarían un mejoramiento en las condiciones de vida de la población, también porque apoyarían a las actividades económicas ciudadanas, ya que además de proteger contra las inundaciones, sanear y abastecer a comercios, industrias y zonas habitacionales, los valorizarían dentro del mercado inmobiliario.

d. La importancia que miembros de la junta, técnicos y Don Porfirio Díaz daban a la construcción de la obra hidráulica, en especial al desagüe. El prestigio profesional o político implicado en la resolución de este ancestral problema.

e. La creación de la Junta Directiva del Desagüe del Valle de México, órgano que como señala Priscila Conolly, a más de integrarse de connotados personajes (Limantour, Rincón Gallardo, entre ellos) fue dotado de amplias facultades de decisión, tal ves sólo superadas por las de Porfirio Díaz (1990, II.2.9).

f. El "reestablecimiento de México como sujeto de crédito internacional", factor que sería fundamental para el financiamiento de las obras (Conolly, P., II.2.11).

g. La visión que de la problemática descrita en el anterior capítulo tenían funcionarios, técnicos y contratistas, así como su capacidad para hacerla prevalecer. En cuanto a esto último, ya se ha señalado que al no referirse al proceso de toma de decisiones, este trabajo omite cómo los distintos actores inciden en el carácter asumido por las obras porfirianas. En él únicamente se destaca la visión de los principales artífices intelectuales de proyectos y obras sobre la situación de abastecimiento y drenaje y sobre sus principales determinantes. (supra., Introducción).

I. El Gran Desagüe.

Año de fuertes lluvias, 1856 marcó el inicio de una serie de sucesos que desembocarían en la construcción de la gran obra del desagüe. La "Junta Menor" del Ministerio de Fomento lanzó una convocatoria para que especialistas nacionales y extranjeros presentaran un proyecto tendiente a solucionar los siguientes puntos:

1º Dirigir y controlar las corrientes y los lagos del valle, a fin de que la ciudad y localidades vecinas "queden para siempre libres del riesgo de inundación".

2º Lograr que el "desaguadero de las atarjeas sea franco y desembarazado, y, si es posible, se introduzca por ellas alguna corriente continua perpetua que arrastre constantemente el cieno que contienen" (Espinosa, L., en Glz. Obregón., 1902, p.286).

3º Abrir el mayor número de canales destinados a la navegación.

4º Aprovechar en riego, dentro del Valle, la mayor cantidad posible de agua útil para ese objeto.

Lo primero que salta a la vista, es que la Junta reconoce la necesidad de enfrentar dos de los problemas apuntados en la primera recapitulación de este trabajo: el saneamiento citadino y las inundaciones.

También resulta evidente que el reto para quienes respondieran a la convocatoria era quijotesco, o cuando menos contradictorio. ¿Cómo se conjuntaría el aprovechamiento de las

aguas del valle para la navegación, con su uso y consumo en actividades agrícolas? ¿De dónde se obtendría la cantidad de agua necesaria: de los lagos que se convertían en pantanos durante la época de secas o de los manantiales de Xochimilco, que finalmente y cómo se verá, serían orientados al abastecimiento de la Ciudad? ¿Qué se haría para evitar la desecación del vaso lacustre, acelerada por la mano transformadora del hombre y a la que, sin proponérselo conscientemente, apuntaba el propósito de desaguar la cuenca? Las propuestas presentadas, pero sobre todo las medidas que se tomaron, demostrarían la imposibilidad de armonizar los cuatro objetivos; redundarían en el predominio del desagüe y saneamiento de la ciudad sobre cualquier otro propósito.

De entre los proyectos presentados he de destacar el de Don Francisco de Garay, por ser el que se aprobó; importa también recuperar las modificaciones que de él hizo Don Luis Espinosa, ya que la obra finalmente ejecutada, aunque sufriera cambios, se basó en lo fundamental en las sendas propuesta y modificaciones.

Conocedor agudo de la problemática hidráulica regional, Don Francisco señalaba que las inundaciones se originaban en la misma localización de la ciudad y villas aledañas. "México -decía- se ha inundado porque se halla situado en el recipiente natural de todas las aguas del Valle y porque este recipiente no tiene salida". No era ajeno a las implicaciones de la operación de diques y calzadas y de la desviación de corrientes. "Recuérdese la historia del desagüe de Huehuetoca y se verá que a medida que se ha cortado el agua y que se ha derramado sin provecho fuera del Valle, ha aumentado la aridez del suelo" (p.68 y 71, en: GLz. Obregón., L., 1902). Nunca se refirió sin embargo, no en los textos revisados, a la importancia del clareamiento forestal en el agravamiento de desecación e inundaciones.

"Dar salida directa a las aguas", esa era la solución de Don Francisco, con la que olvidaba los efectos que sobre la "aridez del suelo" tuvo el desagüe de Huehuetoca. Imbuido por el contradictorio espíritu de la convocatoria, el Ingeniero Garay buscaba que durante las lluvias el líquido saliera constantemente de la cuenca; que durante las secas, se mantuviera la cantidad necesaria al mantenimiento de una buena navegación, y que se aprovechara "en los riegos las aguas que hoy en día se pierden por la evaporación y en parte por el desagüe de Huehuetoca" (p.72, en GLz. Obregón., L., 1902).

Don Francisco proponía la construcción de un canal principal, que partiendo de la Garita de San Lázaro, pasara por Texcoco y finalizara en Tequixquiac, en las faldas del Citlaltépec. Tres elementos lo compondrían: un canal a cielo abierto de 50.3kilómetros de largo, un túnel de 8.9 kilómetros y un canal terminal de 1.4 kilómetros. Pensando acertadamente que el canal debía afrontar las copiosas -"extraordinarias"- lluvias que azotaban intempestivamente a la ciudad, propuso que se le dotara de una capacidad de desalojo de 33 m3 por segundo.

Existirían, por otra parte, tres canales secundarios: uno occidental de 72 kilómetros con túnel de 650 metros y esclusa, para comunicar al lago de Xochimilco con el tajo de Nochistongo; un canal oriental de 86 kilómetros de longitud, túnel de 4.3 kilómetros y esclusa para conectar al lago de Zumpango con el de Chalco; uno meridional de 21 kilómetros, concebido para conducir las aguas de Chalco y Xochimilco y utilizarlas en el limpiado de atarjeas.

A pesar de las detalladas especificaciones sobre medidas, localización y componentes del desagüe, Don Francisco Garay omitió hablar de los mecanismos para mantener una corriente perpetua que permitiera la navegación y el riego, así como para evitar la evaporación y evapotranspiración del recurso. ¿Utilizaría las aguas de acuíferos y manantiales para suplir el líquido que se perdía mediante dichos procesos? Únicamente señaló que las aguas de Chalco y Xochimilco, transportadas mediante el canal del Sur, se utilizarían en el lavado de atarjeas.

Resulta extraño, por otra parte, que el Ingeniero Garay no haya incluido en sus cálculos -no explícitamente- la carga que para la capacidad del desagüe, implicaría la recolección de una creciente cantidad de aguas de albañal, resultante del aumento en el consumo de agua que entonces y en tiempos posrevolucionarios registraría la cada vez más grande ciudad. Puede que esta omisión se deba a que su proyecto tampoco contemplaba la construcción de un sistema para recolectar los desechos.

El proyecto de Don Francisco fue aprobado, pero la inestabilidad política siguió reinando, al igual que la carencia de fondos, la cual hizo que además de otros proyectos -algunos de ellos descabellados- ya desde 1871 se propusiera disminuir a 21m³ por segundo el gasto del Gran Canal y afectar uno de los componentes más acertados del proyecto de Garay. Otro cambio importante respecto a su propuesta, fue el inicio de las obras en Acatlán, no en Ametlac.

A raíz de la Revuelta de Tuxtepec, Porfirio Díaz asumió el poder y aunque mostró interés especial por las obras del desagüe, no fue mucho lo que se logró durante ese su primer mandato. Francisco Garay, a la sazón Director del Desagüe, en su idea de volver a la línea de Ametlac, únicamente logró crear una polémica que enfrió los ánimos gubernamentales.

La renuncia de Riva Palacio al Ministerio de Fomento y el viaje de Garay a Europa con motivo de una comisión, se convirtieron en marco propicio para que Fernández Leal -sustituto de aquél- nombrara a Luis Espinosa director interino de las obras, cargo en el que se mantuvo con altibajos hasta que el desagüe fue concluido.

Crítico mordaz del proyecto de Garay, Espinosa basó sus propuestas en dos argumentos principales. (Espinosa, L., en: Glz. Obregón, L., 1902, p.104-118). El primero se refería a la necesidad de considerar, no a los años de lluvias extraordinarias

en que atinadamente se basaron los cálculos de Garay: a los periodos normales, que lo hacían optar por "un gasto de agua para el túnel de 15 mets. cúbs. por segundo", el cual se aproximaba bastante al que, con el deseo de economizar, había propuesto la Secretaría de Fomento. (p.108 y 106).

Claro que tampoco Espinosa contempló en sus cálculos el volumen de aguas residuales que el Gran Canal debería sacar de la ciudad. Ello a pesar de que en sus modificaciones al proyecto de saneamiento, sugeriría a Roberto Gayol considerara la necesidad de recolectar las aguas pluviales y las de albañal (Infra., p.62).

También en su segunda propuesta se guiaba Espinosa por criterios de costo; se valía igualmente de razones "técnicas" para sustentarla /1. De 13 metros, la caída del Gran Canal propuesta por Don Francisco podía reducirse a 9.25 metros, sin que por ello disminuyeran la velocidad de la corriente y su capacidad de arrastrar los azolves y desechos de la ciudad.

"Esta reducción -agregaba Espinosa- produce /.../ un resultado inmenso; desde luego disminuye la altura que debe tener el tajo en su parte más profunda, con esto el volumen de excavación, y consiguientemente el costo; pero su mayor trascendencia económica recae sobre el costo de la mampostería del revestimiento del túnel" (p.113, El subrayado es mío).

Las modificaciones de Espinosa al proyecto de Garay -ya reducido a la construcción de un túnel, un canal y un tajo- fueron aprobadas, "en lo general", por el Presidente Porfirio Díaz, quien pidió a aquél se centrara por el momento "en las obras de conservación que se necesitaba ejecutar en la galería abierta desde 1870", es decir, en el Tajo. (DDF., 1975, Vol. II, p.169).

Como señalara al iniciar este capítulo, fue sólo a partir del periodo de reelección indefinida de Don Porfirio, cuando se dio un impulso definitivo a la conclusión de los otros dos componentes del desagüe. En 1885 se publicó un decreto que autorizaba la erogación de \$400,000.00 anuales destinados a estas obras; en 1886 se decretó la creación de la "Junta Directiva del Desagüe del Valle de México".

Tres años después, el Director de la Junta, el Ingeniero Espinosa, tuvo que ceder los trabajos a la "Mexican Prospecting", aunque sostuvo una ingerencia que le mereció el título de "abogado del diablo" (DDF., 1975). La "Mexican Prospecting"

/1. Las diferencias entre el proyecto de Garay y las modificaciones que de él hiciera Espinosa, permiten constatar lo relativos que pueden ser los "criterios técnicos", el arma que permite a políticos, administradores y especialistas rebatir alternativas que, no obstante no conulgar con sus parámetros de costo, facilidad en la realización, etc., pueden ser más lúcidas y atinadas desde un enfoque socioambiental. (Ver introducción).

decidió realizar dos modificaciones al proyecto de Espinosa: acortar en 6 kilómetros la extensión del Canal, remplazándolo con otro túnel -llamado de Zumpango- que conectaría con el de Tequiquiac, y desaguar las lumbreras y galerías de manera diversa a como se venía realizando.

Permita el lector un breve paréntesis para reflexionar en torno al peso de la combinación, en este caso particular -el del túnel propuesto por la Mexican Prospecting- de los llamados factores ecológico, técnico y de racionalidad. Como el mismo Espinosa reconociera en la Reseña Histórica y Técnica del Desagüe, la construcción del túnel hubo de enfrentar, entre otros desafíos, el del agua, que se infiltraba en las lumbreras en cantidades dispares (de 80 a 480 galones) y con fuerza cambiante.

Otro obstáculo o condicionante ecológica a vencer fue la naturaleza del terreno. "Este puede dividirse en dos clases, bajo el aspecto de su consistencia: la una consistía en toba volcánica pomosa, la otra en mangas. La toba dominó en la parte Sur del túnel y la marga hacia el Norte. Después de ellas hubo una formación intermedia, compuesta de detritus de toba con arcillas más o menos margosas. Estas formaciones no se medían en un orden regular, sino de una manera accidentada /.../ La toba fué el material más propicio para la apertura de galerías y lumbreras, más particularmente para la ampliación de esas galerías a fin de convertirlas en túnel /.../ Las margas, por el contrario, expuestas al aire se hinchaban y desagregaban, y requerían en toda excavación practicada que se ademara inmediatamente" (p.424-425).

Para hacer frente a ambos problemas y habida cuenta de que las bombas de que se disponía no podían extraer arriba de 130 galones por minuto, Espinosa optó durante los tres años referidos, por ir atacando, en combinación, una lumbrera y un tramo de la galería preparatoria del túnel; por centrar así en un sólo punto, la limitante técnica de la poca capacidad de extracción del líquido con que se contaba.

"La Compañía constructora, por el contrario, vino a colocarse bajo la dependencia de un desagüe mecánico como medio normal de sus trabajos; tal circunstancia cambió totalmente el carácter de las instalaciones; de provisionales y precarias que habían sido, debían ser entonces duraderas y estables, y por lo mismo de una capacidad de desagüe mucho mayor" (p.396).

Resultado: no se pudo "dominar el agua, y en general se sostuvo una lucha bastante insistente, con perjuicio de la maquinaria, que al fin llegó a un grado muy serio de deterioro" (p.408) No sólo eso, se avanzó en tres años lo que pudo haberse realizado en año y medio; desde la lógica que guiaba a los involucrados en la ejecución del túnel, se instrumentó una opción técnica poco viable en términos de costo y tiempo.

Como era de esperarse, hacia 1890 los miembros de la Mexican Prospecting se convencieron de que "se habían metido en un

negocio ruinoso o, por lo menos, no suficientemente rentable" y transfirieron a la "Read & Campbell" el contrato (p.174). Tampoco a la Campbell le resultó costoso la construcción de ambos túneles -el de Tequixquiác y el de Zumpango- por lo que, después de un periodo "transicional" de transferencia del trabajo a la Junta Directiva, transcurrido entre octubre de 1881 y febrero de 1892, dejó en manos de ésta la conclusión del túnel, llevada a cabo bajo el método propuesto por Espinosa y ocurrida en diciembre de 1894.

Similares dificultades se enfrentaron con las obras del "Gran Canal". La Junta del Desagüe se encargó, entre 1886 y 1889, de los llamados trabajos de "preparación", retomados por la "Pearson & Son" a partir de contrato celebrado en 1881. Aunque esta compañía sí concluyó gran parte de las mismas:

"El terreno deleznable en la sección del Canal próxima a la capital, /límitante natural/ que produjo constantes hundimientos y derrumbes, hacia casi incosteable a la casa Pearson la operación de dicho tramo; e igual en el final, donde la profundidad era mayor y se tenían que hacer construcciones especiales para ligar el Canal con la boca del Túnel" (p.180. El subrayado es mío)

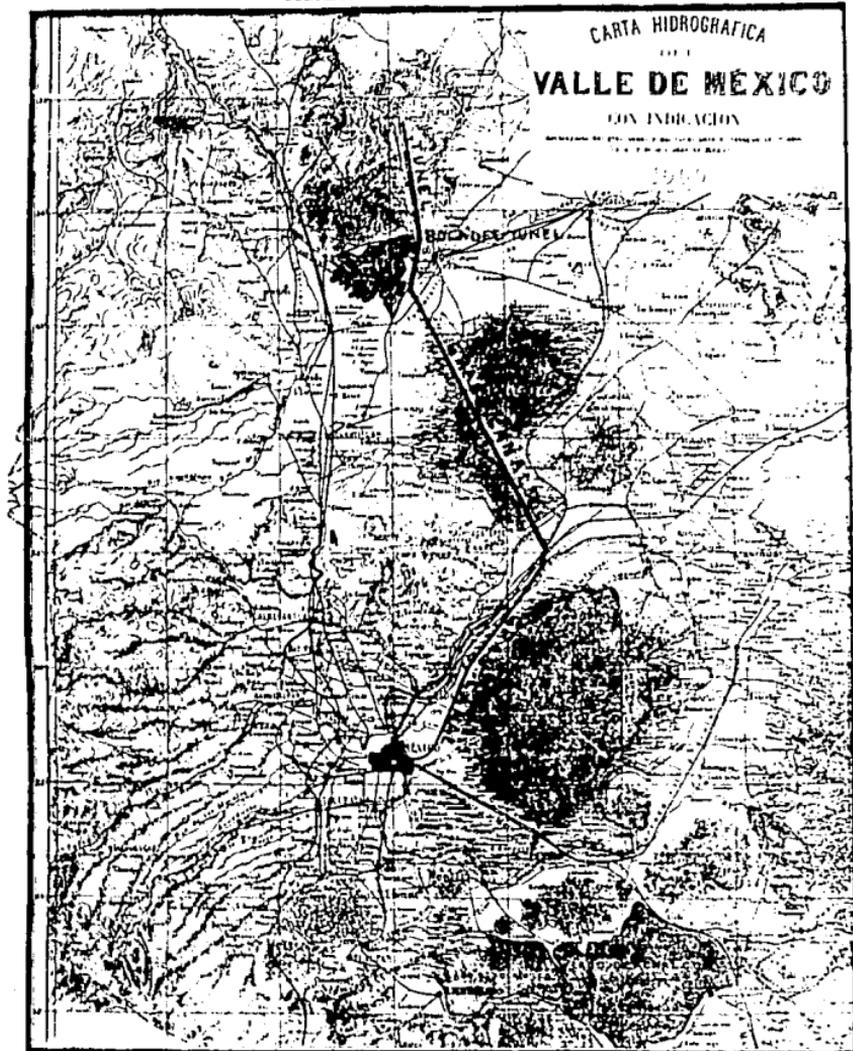
En 1894 se acordó que la Junta Directiva se haría cargo de los primeros nueve y el último kilómetro del canal. La junta concluyó el tramo cercano a la ciudad y contrató con la Campbell el que entroncaba con el túnel; ambas trabajaron febrilmente hasta concluir en 1900 el último componente de una obra, cuya localización aparece en el Mapa 5 y que consistió finalmente en el ahora conocido como Gran Canal, el Túnel y el Tajo.

Abierto, el Gran Canal tenía 48.100 kilómetros de longitud y partiendo de la Ciudad de México, pasaba por la orilla occidental del lago de Texcoco; atravesaba después el lago de San Cristóbal y la parte oeste del de Xaltocan, hasta llegar al lago de Zumpango, algunos kilómetros después del cual entroncaba con la boca del túnel. La caída del canal era de 9.25 metros; su pendiente de 0.20 metros. El túnel tenía una longitud de 9.5 metros.

II. Saneamiento.

Junto con el desagüe, el sistema resultaba clave para afrontar las milenarias inundaciones y precarias condiciones de higiene que entonces prevalecían en la ciudad. El saneamiento fue encargado al Ingeniero Roberto Gayol, quien en 1888 viajó al extranjero, comisionado por el gobierno para estudiar las experiencias desarrolladas por otros países en la materia. Dos eran las alternativas tecnológicas al respecto: los sistemas separado y combinado. El primero conducía en un sólo tipo de cañerías los desechos domésticos y pluviales; el segundo los transportaba mediante conductos distintos.

SISTEMA DE DESAGUE PORFIRIANO



No está demás señalar que a pesar de intentos como el de Mr. Waring Jr., en Memphis /2, el sistema combinado resultó ser más socorrido. Dos cuestiones incidieron en ello: lo relativamente más económico de su construcción y la creencia en la capacidad autopurificadora del agua.

Ya para 1890 se había demostrado que este sistema sí tenía un efecto contaminador; no sólo eso, que incidía en la aparición de la tifoidea y otras enfermedades transmitidas por el líquido. Pero autoridades e ingenieros continuaron construyéndolo. Justificaron su actitud con los consabidos criterios de costo (racionalidad económica) y mediante el recurso a un nuevo concepto: "dilución" (Ver Glosario de términos). Conforme disminuye la proporción de contaminantes al interior de una corriente -decían- ésta recupera su capacidad autopurificadora /3.

No cabe duda de que durante su viaje al extranjero, Gayol se enteró de la existencia de ambos sistemas. Si se desconoce el motivo que lo orilló a optar por el sistema combinado. Puede que haya actuado movido por criterios de costo (racionalidad económica), los cuales habían provocado que su adopción se generalizara entre las empresas contratistas; puede que también influyeran en él las ideas del ingeniero Espinosa, en el sentido de que, además de la protección contra inundaciones, los conductos debían servir para desalojar los desechos de la ciudad.

Roberto Gayol presentó en 1891 su proyecto, que fue aprobado en 1895 con ligeras modificaciones propuestas por Espinosa. En 1896 se creó la Junta dirigida por el Ingeniero Gayol, que contrató a los empresarios Eugenio Lételier y Carlos Vezin para que las concluyeran en un plazo de cuatro años, a contarse a partir de 1898. Y efectivamente, éstas fueron entregadas en junio de 1902.

El maneamiento se componía del sistema de atarjeas para captar las aguas pluviales y los desechos de las casas; cinco colectores grandes, que corrían de Oeste a Este y que conectaban al sistema de atarjeas con el desagüe general, mediante un gran colector construido de Norte a Sur, y el sistema de lavado. El Gran Canal conducía las aguas negras y pluviales hasta el Túnel, atravesando el cual, salían al Tajo de Tequixquiac. De ahí eran conducidas por el río del mismo nombre a Tlamaco, a fin de ser aprovechadas como fuerza motriz y para riego. Seguían su camino a través del río Tula que, tributario del Pánuco, las conectaba con éste su último itinerario antes de su destino final: el Golfo de México. (Ver mapa 5).

/2. Tarr, J.A., 1979, p.315-318.

/3. Claro que con el paso del tiempo se alteraron las condiciones en que se basaban las estimaciones sobre la dilución: se incrementaron grandemente las redes del drenaje, la población conectada a ellas, los establecimientos económicos y la toxicidad de los desechos. Todo ello condujo a que los desechos sobrepasaran con creces la capacidad de autodepuración del agua.

III. Abastecimiento.

Hagamos una pequeña remembranza de la situación de abastecimiento de la ciudad en el momento anterior a la construcción de este componente de la obra porfiriana. Los 344,721 habitantes contaban con una cantidad aproximada de 1,056 litros por segundo, que se traducía en un nada despreciable consumo per cápita de 264.6 litros diarios por persona. Esta cantidad resultaba más que suficiente, sobre todo si se piensa en que sobrepasaba en 44 litros/día la considerada como apropiada para atender las necesidades de una ciudad entre 300,000 y 500,000 habitantes, como las existentes en la Alemania de los setentas de este siglo. (Pallash, et.al., p.20).

Más que escasez, la ciudad sufría por lo inapropiado de los sistemas de distribución de agua, causante en gran medida de su contaminación y desperdicio. El acceso desigual al recurso era otro fenómeno que la afectaba, pues mientras grupos con la capacidad económica y técnica para perforar pozos, sobrepasaban en mucho el consumo promedio, sectores mayoritarios debían recurrir a aguadores, o acudir a las fuentes públicas para satisfacer precariamente sus necesidades.

Algunos funcionarios del régimen porfirista realizaron estudios sobre la problemática de abastecimiento, pero al igual que ocurría con desagüe y saneamiento, su diagnóstico de la situación difería de aquél presentado en este estudio, lo que cualquier sociólogo de la ciencia, explicaría por el papel que en tales diferencias juegan las determinantes históricas, sociales y culturales en que se movían.

Destacaron los planteamientos de Don Antonio Peñafiel y de Don Manuel Marroquín, por su incidencia en el carácter de las obras. El primero presentó varios estudios sobre las características del agua de la Cuenca: su calidad, localización, potencialidades de aprovechamiento, etc., labor que también realizó el segundo, quien se centró en mostrar las bondades de los manantiales de Xochimilco.

En la "Memoria de las Aguas Potables de la Capital de México", Peñafiel hablaba de la falta de higiene del líquido, pero ¿era la alternativa a este problema la búsqueda "en otra parte /de/ aguas puras y abundantes para las necesidades presentes de la ciudad"? (p.56) Entubamiento y potabilización del líquido hubieran sido suficientes para solucionar el problema.

Peñafiel se refería al insuficiente caudal de que se abastecía la ciudad, el cual ascendía, según él, a entre 64.4 y 74.4 litros per cápita diarios, según se pensara en 200,000 y 300,000 habitantes ciudadanos respectivamente. Pero estos cálculos

eran bastante conservadores; no incluían ni el caudal proveniente de los pozos artesianos, ni el que se desperdiciaba /4 .

Una era al parecer la idea subyacente en diagnóstico y propuestas de Peñafiel: incrementar la oferta del líquido. En las Memorias de la Sociedad Alzate Don Antonio proponía que el promedio de consumo debía aumentar a "400 litros por habitante en 24 horas" (T.II., 1897, p.251-261). No pensaba en lograr tal cometido mediante un aprovechamiento más racional de las fuentes existentes; todavía no aparecían en escena tales planteamientos.

La opción para Peñafiel consistía en el recurso a la captación de nuevas fuentes: los "grandes manantiales situados al sur del lago de Xochimilco" y la apertura de "40 pozos artesianos en los ocho cuarteles de la ciudad". La explotación de los últimos -apuntaba- no debía de adolecer ni del desperdicio, ni del inequitativo acceso a tan preciado recurso. De ahí la recomendación de distribuir "convenientemente" los nuevos pozos, que según parece serían públicos; de dotarlos con llaves cerradas, y poner en cada pozo 10 o 12 tomas a la altura de un metro, evitar los derrames que hoy lastimosamente tienen todos los pozos artesianos" (1897., p.252 y 260).

Otros dos fenómenos merecían particular interés para Peñafiel: la deforestación, que había incidido en la capacidad de extracción de agua subterránea e incrementado el caudal de los torrentes pluviales de las montañas (Memoria., 1884., p.67) y la propuesta de desecación de los lagos meridionales, manejada por algunos funcionarios y empresas. Esta según él, "traería como consecuencia inmediata un terreno ardiente y sin vegetación /, además/ del azolve y desaparición de los manantiales de Xochimilco". (p.78).

La visión del Ingeniero Marroquín sobre la problemática de abastecimiento, no difería mucho de la de su coetáneo; también consideraba prioritario el aumento en la oferta del líquido, no obstante centrarse en la explotación de los recursos de Xochimilco y excluir -al menos en los textos revisados- cuestiones tan importantes y que Don Antonio sí visualizó, como el papel de bosques y lagos en la infiltración y almacenamiento del agua y en el amortiguamiento del impacto de las inundaciones. Don Marroquín estaba convencido -igual que Peñafiel- de que la ciudad debía contar con un promedio de 400 litros diarios por habitante y el caudal de entonces era sumamente insuficiente respecto a ese óptimum.

En la "Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Agua Potable para la Ciudad de México" apuntaba que la dotación de agua hacia 1899 "era sumamente escasa y la calidad del

/4. Don Antonio reconocía que sus cálculos no contemplaban los más de 480 pozos artesianos. Justificaba -a mi parecer- insuficientemente esta omisión, arguyendo que se trataba de fuentes que no brindaban un consumo regular y que se perdían sin provecho, se desperdiciaban.

líquido era completamente inadecuada para las necesidades higiénicas de la población"; agregaba que el sistema de distribución "hacía que el agua se escapara por las juntas de los tubos, y que perdiéndose toda la presión, no pudiera llegar a las casas de la Ciudad sino en cantidades muy pequeñas y totalmente insuficientes para las necesidades domésticas" (1914, p.3).

En 1900, el Ingeniero Montiel, Regidor de Aguas del Ayuntamiento, comisionó al Ingeniero Marroquín para que "hiciera los estudios relativos a obtener una provisión de agua potable suficiente para las necesidades de la Ciudad, y también para su conducción y distribución en las mejores condiciones" de higiene y presión. (p.4).

Don Manuel presentó su proyecto en 1901 y en 1903 se creó la Junta de Provisión de Aguas, pero como hubo mucha oposición por parte de los propietarios localizados alrededor de las obras, fue necesario recurrir a un juicio expropiatorio e iniciar los trabajos hasta junio de 1905. Estos concluirían en 1913.

Para llegar a los 400 litros, el ingeniero redujo la propuesta de Don Antonio a la captación de 2,100 litros por segundo de las aguas de Xochimilco; en particular, de los manantiales de la Noria, Nativitas, Santa Cruz y San Luis (Ver mapa 9). En ellos perforó pozos brotantes, cuyas aguas serían dirigidas a receptáculos intercomunicados. Un sistema de bombas las conduciría hasta un acueducto cerrado de 26 kilómetros, que partiendo de Xochimilco, las transportaría por gravedad al Molino del Rey, precisamente cerca de donde se encontraban las colonias de mayor abo lengo de la época (Mapa 7).

En el Molino del Rey construyó el ingeniero cuatro depósitos con capacidad de 52,000 metros cúbicos cada uno y de los que saldría el líquido para ser distribuido mediante tuberías cerradas, que constarían de tres redes principales: una de 1.2 metros de diámetro para el centro de la ciudad y dos de 2.9m para los límites Sur y Norte. Las tres se conectarían con redes de 0.3 metros de diámetro que alimentarían a su vez a tubos de 0.15 de diámetro.

Permítame el lector una reflexión más. No parece que existiera razón técnica alguna para optar por esta ruta del acueducto (Mapa 7) y no por la que, entrando más hacia el oriente, permitiera acortar su longitud. Si quedan claras las implicaciones sociales de la elección: mientras el agua llegaría con mayor presión a los habitantes de los alrededores, su fuerza se iría perdiendo conforme se acercara a zonas más alejadas, localizadas precisamente en el oriente de la ciudad,

IV. Hacia una nueva forma de satisfacer las necesidades hidráulicas ciudadinas.

Varias conclusiones se pueden extraer a partir de lo expuesto hasta el momento:

a. Era perentoria la realización de las obras de desagüe y saneamiento; estaba determinada por las inundaciones, agravadas por la acción transformadora de la población regional, y por las inadecuadas condiciones de higiene ciudadinas. No ocurría la mismo con el abastecimiento, pues aunque era necesario entubar y potabilizar el agua, no lo era la captación de los manantiales de Xochimilco, la cual al adicionar 2.1m³/s a los 1.05m³/s existentes, permitió incrementar el consumo promedio del recurso. Veamos a cuánto ascendió el aumento.

Si uno se atiene a la última información censal anterior a 1914 -año de inauguración de las obras de Xochimilco- encontrará en la ciudad un total de 471,066 habitantes, quienes al iniciar la operación de abastecimiento contarían con 3.1m³/s, que multiplicados daban 267,840 m³/día. Convirtiendo éstos en litros y dividiéndolos entre la población total, se tiene un elevadísimo consumo promedio de 568.5 litros por habitante y día, quizás el más alto en la historia del abastecimiento capitalino, el cual escondía los ya comentados problemas de distribución inequitativa y desperdicio.

b. Sin la aparición en la era porfiriana, de una serie de factores como los apuntados al iniciar el capítulo, difícilmente se hubiera podido construir el sistema hidráulico, varios de cuyos componentes -ya se ha dicho- eran necesidad real y sentida por la población capitalina. Sólo que las características finalmente asumidas por las obras estuvieron determinadas además, por la visión de los encargados de elaborar proyectos y ejecutar obras (técnicos, contratistas, etc.), por la racionalidad que los movía y por su habilidad para hacer valer su posición.

El análisis de los proyectos ha permitido constatar cuán complejo es el problema de la visión. No cabe duda de que los artifices intelectuales de los planes conocían con mayor o menor profundidad, la problemática de abastecimiento y drenaje ciudadina, algunas de sus determinantes. Existieron sin embargo, componentes imprecisos y hasta contradictorios de diagnóstico y alternativas/5, los cuales fueron determinados, entre otros, por "la idea subyacente" en los planteamientos de los artifices. A Peñafiel y Marroquín los movía el propósito de incrementar la oferta del líquido; a Garay, el de cumplir con el contradictorio

/ 5. Afirmar que era insuficiente el caudal que saciaba la sed ciudadina; no incluir en la capacidad de desagüe del canal, los cálculos sobre las descargas de aguas residuales, a pesar de proponer un sistema de drenaje combinado, etc.

espíritu de la convocatoria; a Espinosa, "el deseo de economizar".

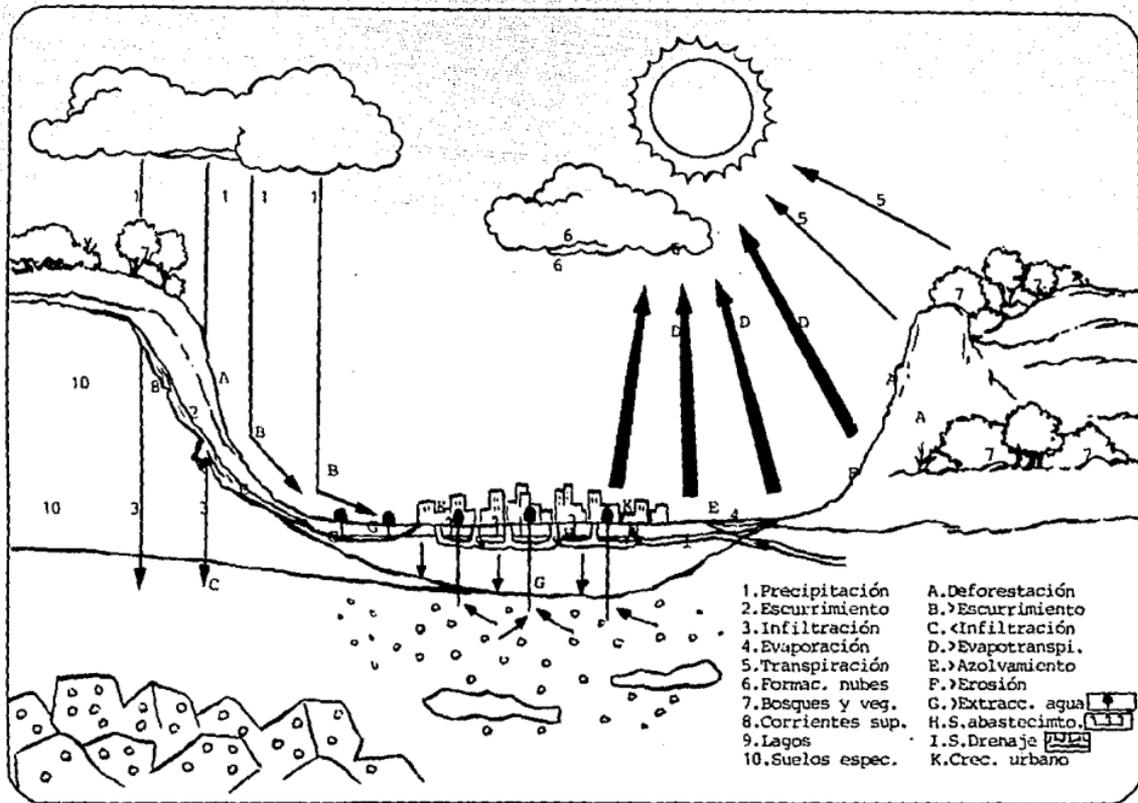
c. La construcción y operación del sistema hidráulico porfiriano marcó el inicio de la unificación artificial, vía abastecimiento, saneamiento y desagüe, tanto de los espacios de la cuenca cubiertos por el servicio, como de las zonas ligadas con la ciudad a través de la extracción y emisión del recurso.

El sistema porfiriano se constituyó en el punto de arranque de la modificación integral del ciclo hidrológico de la cuenca, pues a partir de entonces el agua pluvial ya no seguiría el camino de infiltración, almacenamiento en mantos, estancamiento y evaporación en lagos, etc., no en las mismas proporciones. Una importante parte de ella sería extraída, consumida y desperdiciada, mientras que otra no podría llegar a su destino final -lagos, acuíferos- pues un conjunto de tuberías la captaría para sacarla de la cuenca, junto con el líquido residual.

Manifestación material del proceso de transformación ambiental-creación de un entorno humano, el sistema hidráulico porfiriano se constituyó en uno de los pasos hacia la consolidación de la ciudad como entorno heterotrófico, que comenzó a importar el líquido de Xochimilco y a expeler aguas residuales que incidirían contradictoriamente en las regiones receptoras.

Construcción y operación del sistema inaugurarían finalmente, lo que podría ser calificado como impacto extrarregional de obras cuyo objetivo era satisfacer necesidades regionales⁶. En efecto, profundas serían las implicaciones, para Xochimilco y Mezquital, de las sendas captación del líquido y emisión de aguas residuales.

⁶Claro que, a diferencia del Mezquital, ubicado fuera de la Cuenca del Valle de México, Xochimilco sí forma parte de esta unidad geográfico-ecológica, no obstante haberse localizado fuera de la unidad político-administrativa llamada Ciudad de México, en el momento en que se inauguraron las obras de abastecimiento.



EL CICLO HIDROLÓGICO DEBANTE LOS 40-50

FIGURA 7

**DE LA PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA HIDRAULICO
PORFIRIANO AL DECENIO 40-50**

CUARTO CAPITULO CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

Desde que fuera construida e iniciara operaciones, la obra hidráulica porfiriana comenzó a incidir significativamente en el funcionamiento del ciclo hidrológico regional; se aunó a las otras actividades y obras que lo venían modificando. Claro que el alcance de esos efectos se fue potenciando por las posteriores ampliaciones, modificaciones y reparaciones que las autoridades hicieron del sistema; porque se mantuvieron las actividades causantes de deforestación, desecación y agravamiento de inundaciones; por la aparición de un nuevo factor de perturbación: el crecimiento de la mancha urbana.

Es mi intención referirme a este proceso y describir sus características esenciales desde que el sistema porfiriano comenzó a operar hasta el segundo corte temporal del trabajo: el decenio 40-50. Todo ello reconociendo que la Revolución de 1910 y los años de guerra e inestabilidad que le siguieron marcan un parteaguas signado por el desaceleramiento de diversas actividades transformadoras y del crecimiento poblacional, así como por la falta de información (Ver introducción).

Según se ha planteado y aquí se podrá constatar, el momento de arribo del periodo, el decenio 40-50, marca varios hitos en la historia de la obra hidráulica de la ciudad, a saber:

a. Arranca el segundo y definitivo impulso al proceso de concentración económico-demográfica citadina (Garza, G., 1985), el cual incidirá grandemente en las medidas que se tomen en materia hidráulica y se verá determinado a su vez por ellas.

b. Se reconoce, incluso por las autoridades hidráulicas, lo nefasto de la sobreexplotación del agua subterránea capitalina, causante de compactación y hundimiento del suelo, efectos que al revertirse socialmente, provocaban el dislocamiento de edificios y de la infraestructura hidráulica misma (impacto socioambiental).

c. Se patentizan al finalizar la década, las negativas implicaciones, para la economía y sociedad xochimilcas, de la extracción de sus aguas.

d. Toma cuerpo la política gubernamental de impulso a la agricultura de riego, la cual en el caso del Mezquital, sería clave junto con la dotación de aguas negras, para explicar el dinamismo que registraría la economía agrícola de la zona.

f. Se construyen las obras para, por primera vez en la historia, abastecer a la ciudad con aguas provenientes del Lerma, una cuenca externa a la del Valle de México.

I Determinantes de los cambios en el ciclo del agua.

1. Extracción de bosques y actividades agropecuarias.

Diversos fines de vieja data siguieron determinando desde el porfiriato y hasta los 40-50 del presente siglo el clareamiento forestal: la extracción del recurso con vistas a obtener madera, combustibles, celulosa y arbolitos de navidad y la conversión de superficies clareadas en unidades agropecuarias. La explotación de florestas siguió en la Cuenca las pautas prevaletientes en el resto del país: no seguía a la extracción del recurso técnica de control o conservación alguna. Todo lo contrario. Al desnudamiento del suelo acompañaban por lo regular su sobreexplotación y erosión, vía el posterior establecimiento de milpas o el sobrepastoreo.

Según asientan especialistas de la época -Quevedo entre ellos- el clareamiento de superficies forestales había alcanzado durante el decenio de referencia, a algunas de las serranías que circundaban la Cuenca del Valle de México, sobre todo las ubicadas al sur-oriente del lago de Texcoco, así como las del noroeste y sur, lo que ocasionó que se redujera a 1,526 km² la superficie cubierta de bosques y a 1,402 km² aquella conformada por malezas (Quevedo, M.A., p.282-284 .DGOH., 1954, p.28-29)

El clareamiento orientado a la explotación agropecuaria estuvo determinado, a partir de la consolidación del régimen emanado de 1910 y hasta el decenio 40-50, por la aplicación de la Reforma Agraria. Aunque ésta permitió el repartimiento de una importante proporción de los terrenos de la Cuenca, en muchos casos tuvo alcances insuficientes y hasta contraproducentes, en cierto sentido: el monto promedio de las dotaciones apenas ascendía a 1.2 ha; las tierras entregadas eran generalmente de mala calidad (de temporal, salitrosas y boscosas) por lo que al explotarlas rudimentariamente, los campesinos simplemente las deterioraban; los agricultores no contaron, en fin, con el apoyo crediticio y técnico para aprovechar adecuadamente los recursos naturales comprendidos en las superficies: agua, tierra., etc. (Calderón., 1987, p.303-304).

Existía por lo demás, detrás de la apertura de terrenos no aptos como los boscosos, una fuerte presión demográfica en torno a la tierra. Más que un problema malthusiano, el aquí llamado factor demográfico significaba que era mayor el número de demandantes que la cantidad y calidad de predios a los que socialmente podían acceder; en el caso de los hijos de ejidatarios, que era asaz insuficiente el tamaño de la propiedad de los progenitores como para que la pudieran repartir en usufructo entre la numerosa prole. Todo ello orillaba a los campesinos a recurrir a la apertura de nuevos terrenos en zonas inapropiadas (accidentados, de pendiente) o a buscar otras opciones laborales, principalmente en la ciudad capital.

Otro fenómeno se comenzaba a configurar en ese entonces y a orillar a los agricultores a abrir terrenos inadecuados: el crecimiento de la mancha urbana de la capital, al que se hará referencia en el siguiente inciso y que fue resultando de la instalación de unidades industriales, infraestructura, viviendas, etc., las cuales se expandían a costa de los terrenos rurales.

Las actividades causantes de deforestación y sobreexplotación del suelo continuaron incidiendo indirecta y negativamente en el funcionamiento del ciclo hidrológico de la cuenca, pues al ampliarse la superficie descubierta y al ser sobreexplotada vía labores agropecuarias, se incrementó la erosión manifiesta en los contenidos de azolve que viento y lluvia acarrearán hasta el vaso lacustre y lo que en él quedaba de las ciénegas.

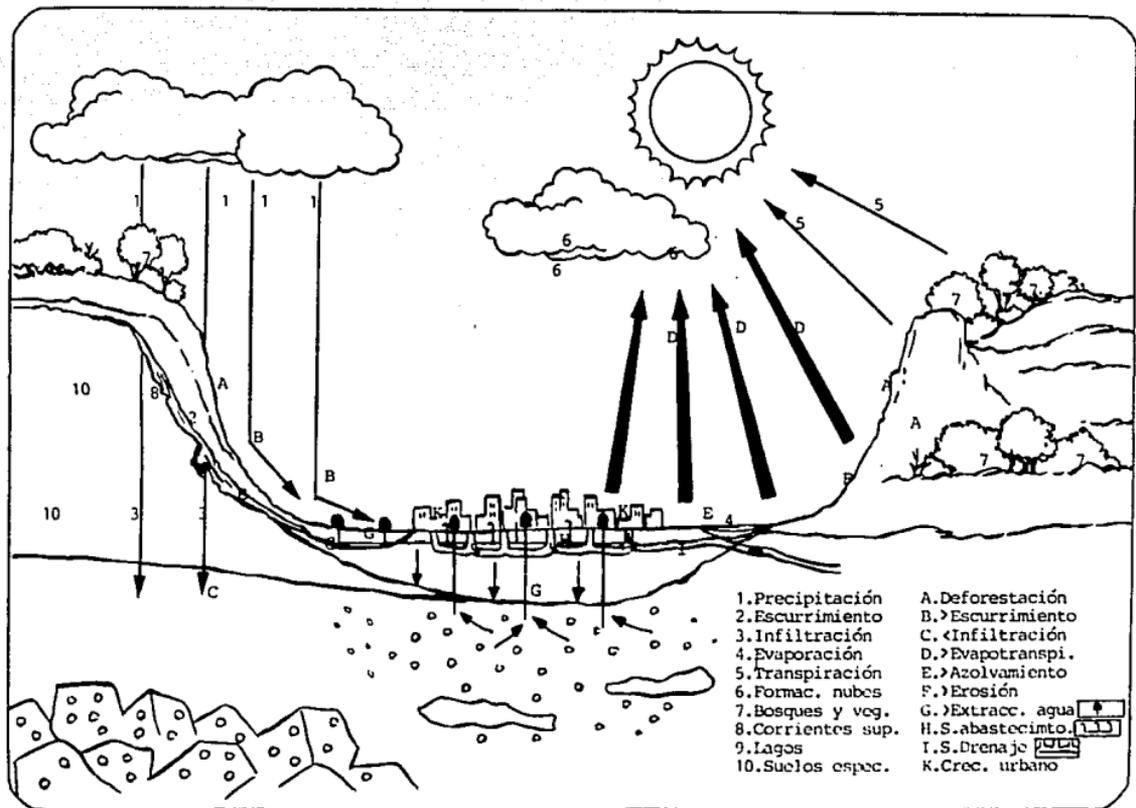
Se fue contribuyendo por otra parte, al agravamiento de dos de los fenómenos que se venían presentando desde el porfiriato: las inundaciones y el aceleramiento en la desecación de los lagos. Aquéllas, porque se incrementaba la magnitud de las corrientes no amortiguadas y absorbidas por floresta y vegetación durante las precipitaciones pluviales; ésta, porque se cancelaba una importante función del bosque: la de contribuir al almacenamiento de agua, parte de la cual ya no podía correr lentamente hasta los lagos y alimentar su nivel (Ver Figura 7).

Una última implicación del clareamiento, continuó siendo la cancelación del papel de los bosques como absorbentes del agua alimentadora de los mantos acuíferos de la Cuenca, pues conforme se arrasaba con ellos, se afectaba la capacidad del suelo de infiltrar el agua. (Ver inciso A, capítulo 1). Finalmente y aunque no existen pruebas al respecto que daten de la época, no es difícil inferir que, como en el porfiriato, la deforestación continuaba incidiendo en la calidad y cantidad del agua que los acuíferos albergaban y en las posibilidades de su futura extracción y aprovechamiento.

2. Dinamismo económico-demográfico y crecimiento de la Ciudad de México.

Con la consolidación del régimen emanado de la gesta de 1910, se comenzaron a configurar una serie de fenómenos que redundaron en la confirmación de la Ciudad de México como sede por excelencia del poder económico y político nacional, como concentradora de actividades económicas, población e infraestructura. Sobresalen entre ellos:

a. La confirmación, en 1916, de una medida tomada desde 1824: el mantenimiento, en la ciudad, de los "supremos poderes de la federación", que tendía a seguirla privilegiando en cuanto a inversiones de infraestructura, además de mantenerse como importante incentivo a la concentración de la actividad económica.



- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. Precipitación | A. Deforestación |
| 2. Escurrimiento | B. >Escurrimiento |
| 3. Infiltración | C. <Infiltración |
| 4. Evaporación | D. >Evapotranspi. |
| 5. Transpiración | E. >Azolvamiento |
| 6. Formac. nubes | F. >Erosión |
| 7. Bosques y veg. | G. >Extracc. agua |
| 8. Corrientes sup. | H. >S.abastecimto. |
| 9. Lagos | I. >S.Drenaje |
| 10. Suelos espec. | K. >Crec. urbano |

EL CICLO HIDROLOGICO DURANTE LOS 40-50

FIGURA 7

b. Vinculado con el anterior y de no menor peso, el centralismo que entonces y desde antes ha caracterizado al régimen político mexicano, determinante de que instituciones públicas y privadas, así como importantes grupos de poder político y económico tendieran a establecerse en ella.

c. El significativo peso, que dentro del modelo de acumulación impulsado por el gobierno federal a partir de los cuarenta, se dio a la política de participación estatal en la construcción de infraestructura, política que de alguna u otra manera fue beneficiando a la ciudad capital, cuyos sectores económicos y sociales llegaron a pagar precios subsidiados por el consumo o usufructo de medios de transporte y comunicaciones, sistemas energético e hidráulico, áreas urbanas y centros educacionales.

Diversos autores visualizan a la infraestructura de referencia como formando parte de las condiciones generales de producción, es decir, de "las condiciones materiales o medios de producción externos a las unidades productivas privadas, pero indispensables para que el proceso de producción se efectúe /.../; las condiciones generales de la producción representan una necesidad general tanto en la esfera de la producción y circulación, como en lo que se refiere a la satisfacción de las necesidades de los trabajadores" (Garza, G., 1985, p.207). A más de esta función, las condiciones generales de producción, fungen como catalizadoras de la inversión, el crecimiento y la concentración económica demográfica¹; también y ello es especialmente significativo desde la perspectiva aquí manejada, como manifestación material del proceso de transformación ambiental-creación de un entorno humano (supra., inciso VII, primer capítulo).

Sirva como prueba de los beneficios obtenidos por la capital de la participación gubernamental en la construcción de infraestructura, información manejada por Gustavo Garza, según la cual durante las décadas de los cuarenta y los cincuenta la Ciudad de México se vio favorecida con los sendos 61.4% y 54.4% del total de inversión pública federal en industria, comunicaciones y transportes, beneficio social y administración y defensa (1985., p.296).

/1. Según señala Garza, la política gubernamental de inversión en infraestructura ha estimulado la concentración espacial de la industria en la Ciudad de México, pues al socializar la inversión en capital constante y abaratar el costo de reproducción de la fuerza de trabajo, ha permitido a la industria local reducir su composición orgánica de capital e invertir menos en remuneraciones. Ambas ventajas permitieron a las empresas establecidas en la capital contar con una tasa de ganancia superior a la de aquellas establecidas en el resto del país. (1985, p.314).

Conforme se configuraron las condiciones que permitieron e incentivaron la concentración espacial de la industria, la concentración de otros sectores económicos (servicios, comercio, etc.) y de la población comenzó a verse por ese entonces concomitantemente reforzada, sobre todo la de la última. No solo eso, a incidir a su vez en los factores que la estimularon, de manera tal que se podría decir que ambos tipos de fenómenos -la política de inversión en infraestructura y la concentración económica y demográfica- se fueron alimentando mutuamente.

CUADRO I
PRODUCTO INTERNO BRUTO DE LA CIUDAD DE MEXICO Y DEL PAIS POR
SECTORES DE ACTIVIDAD ECONOMICA (1940-1950)
(en millones de pesos de 1950)

	1940		1950	
	Nacional	ZMCM*	Nacional	ZMCM
Total	22 889 (100)	7 010 (30.6)	41 060 (100)	12 427 (30.3)
Agricultura	5 170 (100)	30 (0.6)	9 242 (100)	28 (0.3)
Industria	6 789 (100)	2 286 (33.7)	12 466 (100)	3 378 (27.1)
Transporte	865 (100)	576 (66.6)	1 988 (100)	1 038 (62.2)
Servicios	10 065 (100)	4 118 (40.9)	17 364 (100)	7 983 (46.0)

FUENTE: Puente, S., 1988., p.94. Basado en Dirección General de Estadística, 1982.

Datos de la Dirección General de Estadística permiten constatar como, en términos de su participación en el PIB, la Ciudad de México contaba para 1940 con 33.7% de la producción industrial nacional, así como con 66.6% y 40.9% en los sectores de transportes y servicios respectivamente. Para 1950 su contribución era de 27.1% en el sector industrial, 62% en el de transporte y 46% en el de servicios. Menor en 1950 en los dos primeros rubros que el de la década anterior, el peso de la ciudad capital no dejó de ser significativo con respecto al total nacional (Ver Cuadro 1).

La Población comenzó a registrar los más significativos aumentos. Mientras hacia 1930 la ciudad concentraba 1,049,000

personas, es decir, 6.4% del total nacional, para 1950 tal porcentaje se había incrementado, haciéndola aglutinar en su interior al 11.1% de los habitantes del país. (Ver Cuadro 2).

En el sexto capítulo será abordada la manera en que las autoridades concebían, intentaban solucionar y enfrentaban el dinamismo económico demográfico mediante diversas obras y medidas hidráulicas, las cuales se inscriben en su política de construcción de infraestructura; se analizará el papel del dinamismo en esas obras y medidas. Aquí sólo se hará incapié en un componente de las inversiones públicas en la ciudad: la pavimentación de sus espacios, la cual por cierto, había iniciado desde la época porfiriana.

CUADRO 2
POBLACION DE LA CIUDAD DE MEXICO DEL PAIS (1900-1950)

AÑO	Tot. Habs. en Cd. Central*	Tot. Habs. en ZMCM	Tot. Habs. en el país
1900	344 721	--	13 607 272
%	2.5		100
1910	421 066	--	15 160 369
%	2.8		100
1920	615 367	--	14 334 780
%	4.2		100
1930	1 049 000	--	16 552 722
%	6.4		100
1940	1 560 000	1 644 921	19 653 552
%	7.9	8.4	100
1950	2 872 000	3 135 673	25 791 017
%	11.1	12.1	100

FUENTE: Censos de Población de 1900 a 1950; Negrete, M.E., y Salazar, H., en: Garza, G., 1988, p.126.

* Comprende las delegaciones M. Hidalgo, Cuauhtémoc, B. Juárez y V. Carranza.

A partir del porfiriato, la pavimentación de unas 2,713 hectáreas permitió acabar con muchos problemas de insalubridad y valorizar las zonas beneficiadas, al tornarlas accesibles al tránsito de mercancías y personas y atractivas al establecimiento de unidades habitacionales y económicas. De no menor peso fueron los beneficios que tanto los propietarios de los terrenos como las compañías contratistas obtuvieron de la pavimentación.

La pavimentación de calles adquirió nuevos bríos a partir de la década de los treintas. Fue así como, estimulada por o estimulando el constante crecimiento económico y demográfico de la ciudad, plasmado en la constante construcción de unidades económicas y habitacionales, alcanzó una extensión de 11,753 hectáreas hacia el decenio 40-50, mientras que la superficie urbana, de 4,010 hectáreas en 1910, llegó a 11,753 hectáreas durante el decenio de 40-50 (Ver Figura 8).

A pesar de los beneficios económicos y sociales que prodigó, el crecimiento de la superficie construida o urbana fue contribuyendo también a la alteración del ciclo hidrológico de la Cuenca. Se ha señalado que éste consistía, en términos generales, en el paso del agua a través de los distintos componentes y ambientes ecológicos de la región; se ha destacado el papel del vaso lacustre como receptor del líquido pluvial, una proporción del cual se evaporaba, otra permanecía en los lagos y otra más se infiltraba y alimentaba los mantos acuíferos.

Conforme se ampliaba la superficie de la ciudad, se cancelaba el rol del lecho lacustre, ya que el concreto impedía la infiltración del agua llovida y únicamente permitía que un pequeño porcentaje de la misma se evaporara, pues el resto iba a parar, junto con las aguas de albañal, a los sistemas de saneamiento y desagüe. De esta manera, conforme se incrementaba la superficie construida, aumentaba la cantidad de agua que el sistema de drenaje debía captar, lo que incidía en su creciente incapacidad de desalojo.

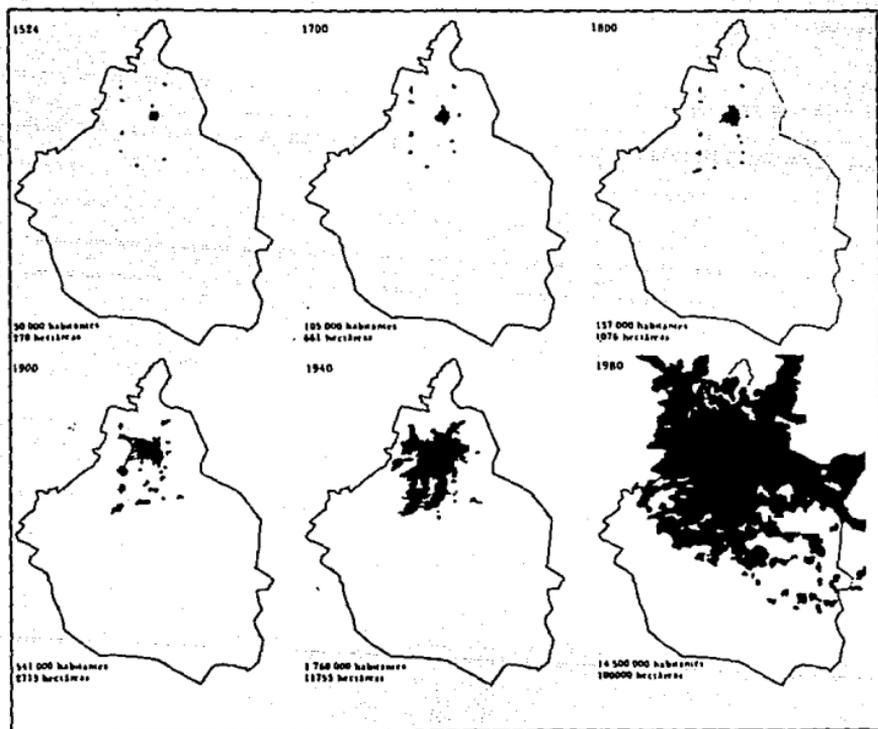
3. Obras hidráulicas.

A partir de aquí se dejará de abordar las obras hidráulicas destinadas al mantenimiento de unidades agrícolas y pecuarias. La razón: el sistema hidráulico se destinaba cada vez más a abastecer a la ciudad, a sanearla y protegerla contra las inundaciones, objetivo que además de desplazar a todo fin agropecuario, determinaba crecientemente el carácter y posibilidades de mantenimiento del primer fin, ya sea porque se orientaban al abastecimiento de la ciudad las aguas que sustentaban agrícola o pecuariamente a las zonas de extracción o porque las aguas negras servían al mantenimiento de unidades agropecuarias. Xochimilco era típico ejemplo de la primera situación. Varias zonas del norte de la cuenca eran características de la segunda. Se trata de las áreas de riego de Tequixquiac, Atlamaco (la del conflicto español-indígenas, supra., inciso I.2.B. segundo capítulo), Cuautitlán, Tepozotlán y algunos terrenos alrededor del Gran Canal.

Obra magna para abastecer de agua potable a la ciudad y enfrentar la insalubridad y en menor medida, las inundaciones que periódicamente la azotaban, el sistema porfiriano se

FIGURA 6

CRECIMIENTO HISTORICO DE LA MANCHA URBANA



Fuente: DDF., 1985.

constituyó en el factor que, como planteara, más decidida e integralmente impactó al ciclo hidrológico de la Cuenca del Valle de México, precisamente porque a partir de su operación comenzaron a extraerse de la cuenca tanto las aguas negras resultantes de la explotación de manantiales y mantos acuíferos, como aquellas que, provenientes de las lluvias, eran captadas y posteriormente conducidas al Gran Canal (Figura 7).

Tal comenzó a ser, en términos generales, el gran impacto de la obra hidráulica porfiriana, el cual presentó además, particulares rasgos en cada uno de los componentes del sistema. A continuación una caracterización de los mismos, la cual tendrá como antecedente, tanto para abastecimiento como para drenaje, la descripción de las obras que, entre la era porfiriana y el decenio 40-50, se incorporaron al sistema y potenciaron su papel modificador.

A. Desagüe y Saneamiento.

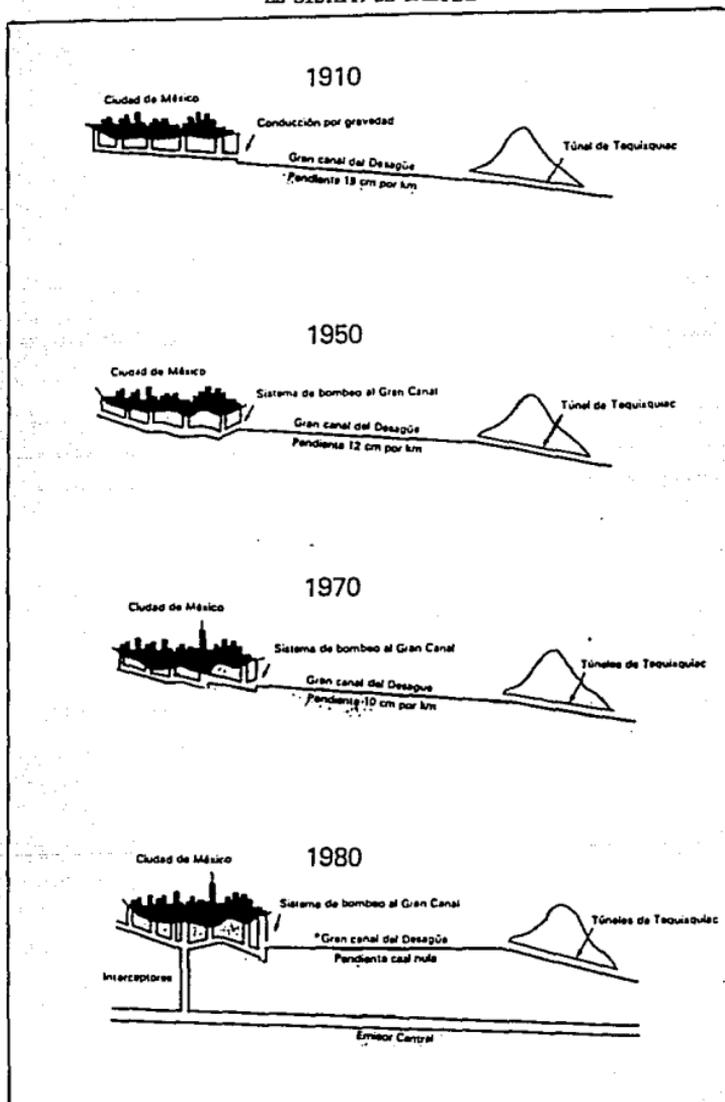
Gloria de Don Porfirio y orgullo del régimen que lo avalaba, las obras del desagüe funcionaron "razonablemente y en buenas condiciones hasta el año de 1925", en que se hizo a todas luces evidente su dislocamiento e insuficiencia. (DDF., 1975, p.197). Más adelante se hará referencia a los determinantes de esta incapacidad, no sin antes llevar a cabo la descripción propuesta.

La primera solución de las autoridades para enfrentar la insuficiencia y dislocamiento de saneamiento y desagüe, fue el establecimiento de un conjunto de plantas de bombeo, con una capacidad de 60 m³/s, destinadas a agilizar el escurrimiento hacia el Gran Canal, de los colectores que ya entonces se encontraban a un nivel menor del del Río Consulado (Ver Figura 9).

La Secretaría de Obras Públicas y el Departamento del Distrito Federal construyeron un nuevo túnel, en Tequixquiac, precisamente en la zona elegida para la construcción del Gran Canal porfiriano. Los trabajos de este túnel, con capacidad teórica de 50 m³/s, iniciaron en 1937 y sólo pudieron concluirse durante el sexenio de Ruiz Cortines. Su propósito: captar los crecientes escurrimientos pluviales y residuales y aliviar así la carga del Gran Canal.

Se construyó por otra parte, el Sistema de Desviación Combinada, conformado por una serie de presas localizadas al poniente del Distrito Federal, a lo largo de la Sierra de las Cruces. Su fin: disminuir los picos de avenidas que desde siempre se habían presentado en diferentes puntos del área, pero que para entonces se habían acentuado como producto de la deforestación y erosión de creciente proporción de superficies. Construido entre 1929 y 1941, el sistema comprendió las presas de Mixcoac, Tacubaya, San Joaquín, Tornillo y Tecamachalco, así como

EFFECTO DEL ASENTAMIENTO DEL SUBSUELO EN
EL SISTEMA DE DRENAJE



FUENTE: DGCCH., 1982.

el canal del Tornillo y los túneles de Mixcoac-Becerra, Tacubaya-Tecamachalco, San Joaquín-Tornillo y Tecamachalco-San Joaquín.

Otras obras realizadas en ese periodo: el inicio del entubamiento del Río Consulado; la ampliación hacia el sur del Gran Canal del Desagüe; el entubamiento para formar el Viaducto Miguel Aleman, de parte de los ríos Tacubaya, Piedad y Becerra, y la ampliación misma del sistema de drenaje, mediante la construcción de los colectores 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 24 y 26.

La construcción y operación de desagüe y saneamiento porfirianos y de las obras posteriores, incidieron significativamente, como ya señalara, en el funcionamiento del ciclo hidrológico regional. El primer componente de este impacto fue sin duda la alteración del papel que venía jugando el vaso lacustre como espacio de captación, infiltración y evapotranspiración, precisamente porque el drenaje sacaba de la cuenca una importante proporción de las aguas pluviales, alimentadoras del ciclo hidrológico regional (Figura 7).

Cierto que las ciénegas se habían convertido, antes de la operación de desagüe y saneamiento, en focos de infección y propagación del cólera, tifoidea, y otras enfermedades, precisamente por estar plagadas, entre otras, de basura y aguas de albañal (Ver inciso I.2.B, segundo capítulo). Pero ¿era la desecación de las lagunas la salida frente a insalubridad e inundaciones? Las actuales condiciones de drenaje y la visión de la problemática de quien esto escribe, conducen a dar una respuesta negativa; el que en la actualidad se haya recuperado a las lagunas de regulación como opción frente a las inundaciones permiten fundamentar tal convicción. No se debe de olvidar sin embargo, que era diferente la perspectiva que alimentaba a las autoridades encargadas durante el porfiriato de resolver la problemática de desagüe y saneamiento.

El aceleramiento del proceso natural de desecación del sistema lacustre -al que también contribuyó la deforestación- fue otro componente de impacto de ambas obras, ya que además de las aguas negras, se sacaba de la región una cantidad de agua pluvial que, de otra manera, hubiera seguido alimentando el nivel de los lagos (Figura 7).

Por lo demás, la sola operación del drenaje implicaba la desecación al menos de las superficies bajo su cobertura, precisamente por ser concebido para "dar salida a las aguas que impregnan el subsuelo y mantener su nivel a una profundidad conveniente" (Mateos, J., p.351). No sería descabellado por ello, lanzar a la mesa de discusiones la posibilidad de que, en menor medida que la extracción de agua del subsuelo, el drenaje incidiera en el proceso de compactación y hundimiento de las áreas que de él se beneficiaron.

Ya en 1907 en el "Estudio sobre Cimientos para los Edificios de la Ciudad de México", Mariano Tellez se refería a esta probabilidad, al señalar que los "efectos del drenaje de la Ciudad se han manifestado con la baja del nivel de la capa de agua ambiente -más de 2 metros- encontrándose en la actualidad en casi todos los lugares, con pocas excepciones, a más de 3 metros" (p.372, en: De Gortari, H., op. cit. Tomo II).

Manifestación del aceleramiento en la desecación lacustre, hacia el decenio 40-50, las ciénegas de Xaltocan y San Cristóbal habían desaparecido y la de Zumpango estaba casi desecada. Al igual que la de Texcoco, la laguna de Chalco ya no existía. Únicamente el lago de Xochimilco se mantenía en pie, aunque crecientemente afectado por la sobreexplotación de sus manantiales, que había provocado disminuyera considerablemente su extensión a "unos cuantos depósitos de agua clara que se denominan espejos" (Salazar y Salazar, 1936, p.44).

Desagüe y saneamiento fueron determinantes por lo demás, al igual que deforestación, en el agravamiento de un fenómeno a cuyo combate estaban destinados: las inundaciones. No se debe olvidar que al retener y almacenar las aguas pluviales, el sistema lacustre amortiguaba la velocidad de las corrientes y por esta vía, el impacto de las eternas inundaciones. Además de acrecentar este último, desaparición de lagunas y deforestación, han contribuido a que ambos sistemas resulten siempre insuficientes (Figura 7).

Lo más curioso del caso radica en que el drenaje, que se fue ampliando desde el porfiriato, se veía afectado a su vez por los efectos ecológicos que sobre el ciclo hidrológico de la cuenca, ejercían la construcción y operación de la obra hidráulica toda, el crecimiento de la mancha urbana y actividades que implicaban la deforestación regional, precisamente porque dichas consecuencias se revertían socialmente (Impacto socioambiental).

Tal ocurrió con la compactación y hundimiento del terreno, provocados por la sobreexplotación de los mantos acuíferos principalmente (Ver infra., inciso 3.B). Habiendo encontrado campo propicio en las mismas características del subsuelo (factor ecológico/2), ambos efectos produjeron a su vez, averías en los edificios y en los sistemas de distribución de agua, saneamiento y desagüe (Figura 9).

El drenaje sobresalía de entre los componentes hidráulicos por la gravedad de su situación, pues hacia el decenio 40-50 los colectores Norte, Centro y Sur se encontraban, en su desembocadura, 2.5m más abajo respecto al nivel original del Gran Canal. Ello provocaba que "los citados tubos funciona/ran/

/2. Los suelos donde se asentaba el sistema lacustre de la Cuenca del Valle de México, se clasifican como arcillas lacustres, con un porcentaje considerable de agua y por lo mismo, altamente compresibles cuando el líquido les es extraído (Durazo, J., 1988).

ahogados en época de lluvias ocasionando inundaciones en los distritos bajos de la Ciudad" (DGOH., 1954., p.12).

Claro que el desplazamiento y creciente incapacidad del sistema de saneamiento y desagüe se originaba además en otros factores, entre los que destacan:

a. Los escurrimientos "que aumentaban al crecer el área urbana de la ciudad y con la proporción elevada de áreas impermeables", resultantes de la pavimentación y del aumento en el número de inmuebles. (DDF., 1975, Tomo II., p. 210. Supra., p.87). Recuérdese que, resultante del dinamismo económico demográfico, el crecimiento urbano no fue considerado en ninguno de los proyectos de desagüe y saneamiento porfirianos, a pesar de que siendo combinados, se les quisiera para captar aguas pluviales y de albañal (ver incisos I y II segundo capítulo).

b. La falta de mantenimiento de que fue objeto la infraestructura durante más de veinte años. Habría que considerar, sin embargo, que independientemente de que en el periodo comprendido entre el porfirato y la década 40-50, se atravesara por situaciones de inestabilidad o carencia de fondos, las autoridades hidráulicas no se han distinguido por actuar permanentemente en tan costoso rubro.

c. La anarquía que rigió la ampliación de los sistemas de recolección (colectores, atarjeas, etc.), la cual se caracterizó por responder a las crecientes demandas de los servicios, más que por dirigir o planear el carácter de su respuesta.

d. En un problema técnico, de previsión, aun más significativo que los dos anteriores: la capacidad de captación del primer Túnel de Tequixquiac. Recuérdese que basándose en criterios de costo, el ingeniero Espinosa -uno de los artifices intelectuales del mismo- lo proyectó para afrontar condiciones normales y no las copiosas -extraordinarias- precipitaciones que, por desgracia, recurrentemente azotan a la ciudad; que omitió en sus cálculos el aumento en los montos de las aguas pluviales y de albañal, resultante del crecimiento urbano; que a resultas de lo anterior y de las consideraciones de costo de las empresas contratistas, la capacidad del túnel ascendió a tan sólo 15.5m³/s.

Las frecuentes inundaciones que se siguieron presentando y que se vieron agravadas por fenómenos como la deforestación y la desecación del sistema lacustre, entre otros, mostraron que como señalara el ingeniero Garay, era necesario dotar al túnel de una capacidad superior de captación, a fin de afrontar situaciones de emergencia. Las crecientes descargas de aguas de albañal evidenciaron que fue equivocado omitir el peso del dinamismo económico-demográfico de la ciudad, en la incapacidad del de por sí insuficientemente dotado sistema de desagüe.

B. Abastecimiento.

Como ocurriera con drenaje sólo hasta la consolidación del régimen posrevolucionario, ubicada por los estudiosos en la década de los 30, las autoridades ejecutaron ampliaciones del sistema porfiriano de abastecimiento. Dos motivos las impulsaban a actuar: la insuficiencia de la infraestructura existente, marcada más por problemas de distribución que de cantidad total dotada, y la convicción de que ante el aumento de la demanda originado en el dinamismo económico-demográfico que sobre todo a partir de los 40 se comenzaba a registrar, era necesario tomar medidas tendientes a incrementar la oferta del líquido.

Recuerde el lector cómo desde el porfiriato hizo acto de presencia la idea de que era necesario hacer obras para incrementar la dotación de agua de la capital. Tal idea se mantendría hasta el decenio 40-50, solo que acompañada de la convicción apuntada en el párrafo anterior, la cual según se demostrará, iría adquiriendo cada vez más peso en la política hidráulica de los gobiernos posrevolucionarios.

Para incrementar la dotación de agua, las autoridades comenzaron por realizar nuevas captaciones en Xochimilco y en Mixquic Tezontepec, en el antiguo lago del mismo nombre; por reconstruir los 10 primeros kilómetros del acueducto porfiriano; por ampliar la red secundaria de distribución del líquido, y por crear la planta de bombeo de Xotepingo, cuyo objetivo era mejorar las condiciones de abastecimiento de agua de la ciudad, "al bombear el líquido proveniente de Xochimilco a los tanques de Dolores y a una parte de las zonas centro y oriente del Distrito Federal", que a raíz de la peculiar localización del sistema de distribución, tendía a beneficiar más a las zonas residenciales. (DDF., s/f, p.9. Supra., inciso III, segundo capítulo).

Producto de las obras descritas, la ciudad contaba a principios de los cuarenta, con una provisión de 4.3m³/s: 2.1m³/s provenían del sistema Xochimilco-Chalco-Xotepingo, 0.6m³/s de pozos particulares, 1.2m³/s de pozos municipales y 0.4m³/s de manantiales diversos. Al terminar la década, el abastecimiento había ascendido a 10.8m³/s: 1.6m³/s pertenecían al sistema Xochimilco-Chalco-Xotepingo, 2.5 m³/s a pozos particulares, 6.5m³/s a pozos municipales y 0.2m³/s a manantiales (Ver CUADRO 3).

CUADRO 3
CIUDAD DE MEXICO: VOLUMENES DE AGUA SEGUN FUENTES DE
ABASTECIMIENTO, 1930-1950.
(m³/seg.)

Fuentes de Abastecimiento	1930	1940	1950
Total	3.10	4.30	10.80
Departamento del Distrito Federal	3.10	4.30	10.80
Xochimilco-Chalco-Xotepingo	2.10	2.10	1.60
Pozos particulares	0.60	0.60	2.50
Pozos municipales		1.20	6.50
Diversos Manantiales*	0.40	0.40	0.20

FUENTE: Garza, G., 1985., p.268.

*Fuentes subterráneas y superficiales. El resto son solamente fuentes subterráneas.

No obstante las obras porfirianas y las posteriores captaciones realizadas por los gobiernos emanados de la Revolución, importantes sectores de la todavía "región más transparente del aire", seguían padeciendo por la carencia o insuficiencia del líquido. Este problema, que orilló a las autoridades a suspender durante la noche el servicio, se vio determinado entre otros por:

a. El agotamiento de algunas fuentes tradicionales, producto de su sobreexplotación, es decir, la reversión social de un efecto ecológico (impacto socioambiental). Ya se habían eliminado los manantiales de Chapultepec, al comprobarse en 1925 que estaban contaminados, por lo que se decidió desconectarlos y usarlos en el lavado de atarjeas; situación similar se presentó con el agua de Santa Fé y Río Hondo. Resultado: de los manantiales que se explotaron durante el porfiriato sólo quedaban, en el decenio 40-50, los de Xochimilco y el Desierto.

b. El incremento de la demanda total producto del dinamismo económico demográfico que la ciudad comenzaba a vivir. Se trataba por supuesto, de una demanda inequitativa e insuficientemente satisfecha, pues como apunta la Dirección General de Obras Hidráulicas, al cuantificar en 320 litros/habitante/día el consumo promedio de la Ciudad:

"..Aparentemente este consumo es correcto; pero si se toma en consideración que unas 600,000 personas carecen de servicio domiciliario en la región Noreste de la urbe y que en varias zonas de la misma la distribución es deficiente o sólo cuenta con

agua a ciertas horas del día, conclúyese que el consumo medio antes calculado no corresponde a la realidad" (1954., p.20).

Aunque no se cuenta con información detallada, se puede conjeturar que las prácticas despilfarradoras, sobre todo entre los sectores que tenían acceso más que suficiente a tan preciado líquido, era otro aspecto de la problemática.

c. Las fugas registradas en los primeros 10 kilómetros del acueducto de Xochimilco y en los sistemas primario y secundario de distribución, las cuales anulaban toda medida tendiente a captar una mayor cantidad de agua. Sus causas: deficiencias técnicas en la construcción; falta de mantenimiento y desplazamiento de tuberías y acueducto, resultante de la compactación, y hundimiento de las superficies alrededor de los pozos y lugares de extracción.

Según el lector puede constatar, varios de los componentes de la situación de abastecimiento del porfiriato se mantuvieron hasta el decenio 40-50: la desigual distribución del agua, su sobreexplotación y su despilfarro, resultante de fugas en el sistema de distribución y de las pautas de consumo de algunos sectores sociales.

Al igual que con saneamiento y drenaje, la forma de operar del sistema de abastecimiento -los ritmos de extracción del líquido- fue ocasionando durante el periodo efectos en el ciclo hidrológico de no poca magnitud, ya que manantiales y mantos acuíferos eran explotados más allá de su capacidad de recarga, lo que provocó su sobreexplotación, manifiesta en la desaparición de muchos de los primeros y en el abatimiento de los niveles freáticos (supra., inciso V, primer capítulo y Glosario de Términos).

No se sabe a cuánto ascendió el monto de sobreexplotación del agua subterránea entre 1900 y 1950. Si que ante lo preocupante de la situación, la Dirección General de Obras Hidráulicas propuso, a principios de los cincuenta, la reducción urgente, de 9.4 a 2.5m³/s, del monto de agua extraído del subsuelo. La Dirección observaba además, que la sobreexplotación de los acuíferos estaba provocando "la pérdida de presión en los depósitos permeables /la cual aumentaba/ a razón de una ton/m² año aproximadamente." (DGOH., 1954., p.9),

En mayor medida que el drenaje, la extracción de agua con fines consuntivos determinó la compactación del subsuelo en que yace la ciudad, así como su consiguiente hundimiento. Este ya se venía registrando desde principios del presente siglo. Así lo prueba el citado trabajo de Mariano Téllez, cuando destaca como "primera y principal" causa del hundimiento a la "retirada de agua del subsuelo" (p.373). Pero conforme pasaron los años, el fenómeno fue adquiriendo un carácter cada vez más alarmante, del que la Dirección General de Operación Hidráulica dice:

"...Las nivelaciones que la Comisión Hidráulica hizo de la Catedral entre 1905 y 1911, muestran que los hundimientos en ese periodo se presentaban a razón de 3cm/año. Durante 1938-1948 la velocidad de hundimiento /fue/ del orden de 15cm/año y /volvió/ a incrementarse apreciablemente durante los últimos años, siendo en promedio de 30cm/año para la parte céntrica de la Ciudad y de 50 cm/año o mayor para ciertos puntos aislados. Llama la atención que en 1937 y en 1948, años que destacan por un cambio brusco en la ley de asentamientos, coincida con una intensificación en el bombeo dentro del área urbanizada, para fines de abastecimiento de agua potable" (1954., El subrayado es mio, p.6).

Excepto el notable caso de Chapultepec, no se presentaron en la época -no públicamente- fenómenos de contaminación, mineralización, etc., de las aguas extraídas, resultantes de la sobreexplotación del líquido. Puede que esto se deba a que el agua todavía haya sido extraída a poca profundidad.

II. Alcance de las transformaciones en el ciclo hidrológico. Situación de abastecimiento y drenaje.

Como se puede inferir a partir de la información manejada en este capítulo (ver también figuras 6 y 7) hacia el decenio 40-50 se habían profundizado y potenciado los efectos, en el ciclo hidrológico de la cuenca, de extracción de florestas e inadecuada explotación agropecuaria de suelos, así como de construcción y operación del sistema hidráulico porfiriano y del crecimiento de la mancha urbana.

Las actividades que conducían a la deforestación habían provocado el incremento en los contenidos de azolve que viento y lluvia conducían al vaso lacustre; seguían provocando de esta manera, el aceleramiento en la desecación de los lagos, no sólo por el mayor acarreo de azolve, también porque se incrementaba el índice de evapotranspiración de vaso lacustre y superficies clareadas. Tales labores provocaban el agravamiento de las inundaciones, por no existir floresta y sistema lacustre que amortiguaran el impacto de las precipitaciones pluviales; proseguían alterando finalmente, la capacidad de las superficies clareadas de absorber e infiltrar el agua alimentadora de los mantos acuíferos (Figura 7).

Las obras de abastecimiento y drenaje seguían incidiendo en el funcionamiento del ciclo. Solo que a partir de la construcción de la obra hidráulica porfiriana y de sus posteriores ampliaciones, lo comenzaron a afectar de manera integral, al unificar artificialmente las áreas cubiertas por los servicios y aquellas que se vincularon a la ciudad a través de la extracción y emisión del agua. Al operar el sistema -ya se ha mencionado- el

líquido no atravesaría por precipitación, escurrimiento, almacenamiento, etc., no en las mismas proporciones; parte de él se extraería para, después de ser utilizada, conducirla hacia afuera de la cuenca junto con el agua pluvial, la cual sería captada por el drenaje antes de llegar a bosques, suelos o lagos (Figura 7).

Aparecido desde la era porfiriana, el crecimiento de la superficie construida -mancha urbana- se constituyó en otro factor de alteración del ciclo hidrológico, precisamente por cancelar varias de las funciones del lecho lacustre. El concreto únicamente permitía la evaporación de parte del líquido precipitado; el resto iba a dar a los sistemas de saneamiento y desagüe. Por lo demás y junto con la deforestación, la superficie construida contribuía grandemente al aumento en los índices de evapotranspiración (Figura 7).

Como ocurriera en el porfiriato, las implicaciones de deforestación, operación de abastecimiento y drenaje y otras labores modificadoras del ciclo hidrológico continuaban revirtiéndose socialmente. Conspicuo ejemplo de impacto socioambiental fueron los efectos de la sobreexplotación del agua subterránea: el descenso en los niveles freáticos, la compactación y hundimiento del suelo, los cuales provocaron a su vez, daños en los edificios y dislocamientos en los sistemas de desagüe y saneamiento.

También el abastecimiento se veía afectado por las implicaciones sociales de los efectos ecológicos de diversas actividades: de la deforestación, que alteraba los procesos de infiltración y recarga del acuífero; de la extracción misma, que había provocado el agotamiento de agua en Santa Fé, Chapultepec y Río Hondo y el dislocamiento de los sistemas de distribución.

Dislocamiento e incapacidad de drenaje y abastecimiento estaban determinados por otro factor: el dinamismo económico-demográfico que la ciudad comenzaba a registrar, el cual incidía en el aumento en la demanda total de los dos servicios; en el caso del drenaje, en el crecimiento de los escurrimientos pluviales y residuales/3 y de la insuficiente capacidad de desalojo del Gran Canal y de otras obras que se irían construyendo; en cuanto a ambos servicios, en la necesidad real o argumentada de ejecutar nuevas obras para aumentar la oferta total, la cobertura. Ya se verá el efecto del carácter dado a la satisfacción de tal necesidad en fenómenos como la desmedida extracción de agua local y extrarregional.

/3. Es obvio que el crecimiento poblacional y económico implica el aumento en las aguas de albañal. La mayor captación de aguas pluviales resulta del incremento en el área urbana, impermeable (supra., inciso 1.2 de este capítulo).

II. LAS OBRAS DEL LERMA.

No obstante las medidas de diversas autoridades para resolver los problemas de abastecimiento, en el decenio 40-50 la ciudad seguía padeciendo los problemas descritos, que remembran la situación imperante en la era porfiriana. A cuarenta años de distancia y contando con la ventaja de incluir en el análisis la dimensión ambiental y de estudiar retrospectivamente la situación imperante en ese momento, se puede afirmar que para resolverlos hubiera sido suficiente con un programa que actuara menos ostentoso pero más firmemente en el agua dotada -oferta total del líquido- y sobre las pautas de consumo y requerimientos de unidades productivas y población -demanda-; un programa que incluyera composturas en tuberías, grifos, etc., explotación ecológicamente más racional del líquido, racionalización en el consumo y más equitativa distribución del agua, entre otros.

Tal vez aquéllas no se hubieran constituido en una "solución definitiva" a la creciente demanda total del líquido, resultante del dinamismo económico-demográfico que a partir de entonces registraría la ciudad. Pero tampoco lo fueron las medidas tomadas por las autoridades, quienes simplemente optaron por la construcción de obras para la ampliación en la oferta del servicio como arma fundamental de su política en la materia.

Ejemplo acabado de esta opción fue la construcción del sistema Lerma, consistente en la captación de las aguas de cuatro manantiales (Almoloya, Texcaltengo, Alta Empresa y Ameyalco); también, en la extracción de aguas artesianas profundas, mediante pozos localizados en la margen oriental de la laguna del Lerma (Ver mapa 10).

La primera etapa de las obras inició en 1942 y concluyó en 1951; ella incluyó "las captaciones y conducción comprendidas desde Almoloya del Río hasta los tanques de Dolores. Las captaciones de Almoloya, Texcaltengo y Alta Empresa se hicieron por medio de galerías, interceptando las corrientes subterráneas de los manantiales, y la captación de aguas subterráneas se hizo a lo largo del acueducto superior por medio de 75 pozos profundos, con profundidades variables entre 50 y 308 metros..." (CHCVM., 1970., p.5).

Los componentes del sistema de conducción fueron el acueducto superior en el Valle de Toluca, el túnel de las Cruces, entre Atarasquillo y Dos Ríos y el acueducto inferior en el Valle de México. La operación de los pozos inició en 1951, pero sólo se formalizó hasta 1953.

Las autoridades del Departamento del Distrito Federal calificaron a las obras del Lerma como su realización más

importante, por lo costosas y por los técnicamente avanzados trabajos que implicaron.

Por cierto que, como ocurriera con el sistema de abastecimiento porfiriano, existen elementos para relativizar la pertinencia de las obras del Lerma, la indispensabilidad de su construcción. Ellos se sustentan en el diagnóstico de la situación de abastecimiento imperante en ese entonces (supra., inciso B de este capítulo); en la creencia personal de que existían alternativas como las apuntadas, y en el análisis de los argumentos de quienes las ejecutaron y que Manuel Perló cuestiona en su trabajo (Perló, M., 1988).

El primer alegato fue el de la insuficiencia del caudal. Antes de que iniciase la construcción del Sistema Lerma, la ciudad contaba con un promedio de 230 litros por habitante; éste había ascendido a 320 litros por habitante en el momento anterior a la operación de las obras.

Teniendo como referencia el consumo promedio de los Estados Unidos -de 620 litros por persona- y manteniéndose dentro la idea de aumentar la oferta del líquido inaugurada durante el porfiriato, las autoridades consideraban necesario incrementar a 400 litros diarios la dotación de la capital. Pero como señala Perló: "tal comparación resultaba irrelevante dado que los patrones de consumo estadounidenses no correspondían con los de la Ciudad de México.." (p.21).

Otra justificación de las autoridades: la necesidad de descartar las fuentes existentes en el Valle de México, pues los pozos artesianos estaban provocando problemas de compactación y hundimiento, por lo que no se preveía que aquéllas se pudieran explotar a mediano y largo plazo.

"Esta última consideración se ha visto ampliamente refutada por los hechos posteriores, pues, como veremos más adelante, las fuentes de agua existentes en el Valle de México tuvieron una capacidad mucho más elevada de la se le/s/ atribuía cuando se optó a favor del proyecto Lerma..." (Perló, M., 1988, p.210).

Tal vez la decisión de llevar a cabo la obra encuentre importante explicación en el interés de empresas contratistas, quienes se beneficiarían al construirla (lógica económica). Excepto la declaración de José Cosío, según la cual "en el asunto de la provisión de aguas a la ciudad /hubo/ mucho 'lobby' " (1936, p.51), no cuento con información para demostrar el peso de tal interés. Puedo inferir la posibilidad de su existencia, en base a trabajos como los de Priscila Conolly (1990) y Alicia Ziccardi (1988), quienes demuestran cuán decisiva puede ser la participación de estas empresas, no sólo en la decisión de

ejecutar determinada obra, también en la obtención de fondos para su financiamiento /4.

Un factor fundamental dentro de la perspectiva socioambiental que aquí se maneja minimiza los logros de construcción y operación del sistema Lerma: los efectos ecológicos que ambas tuvieron para el valle del Lerma, para la población y actividades transformadoras locales. Ya se verá en el séptimo capítulo, el carácter de dicho impacto, labor que demandará como requisito inapelable, se reconstruyan las características ecológicas de la zona antes de la construcción del sistema que la conectara con la ciudad, las estrategias que había desarrollado la población para el aprovechamiento de los recursos naturales del área, del agua en especial.

/4. Conolly muestra cómo la ejecución del desagüe porfiriano hubiera sido poco menos que imposible -o tal vez más lenta- de no haber sido por el recurso a empréstitos, en especial al "empréstito municipal", que parece haber tenido estrecha relación con la concesión de las obras a empresas privadas (II.2.13). Centrado en el sexenio lopezportillista, el trabajo de Alicia Zicardi demuestra el peso que, en la construcción del Metro de la Ciudad de México, tuvo ICA (Ingenieros Civiles Asociados), "grupo económico" que además de contar con la capacidad técnica para ejecutar el proyecto, consiguió el financiamiento para su realización.

**QUINTO CAPITULO
CAMBIOS EN LAS ZONAS CONECTADAS; SITUACION
DEL AREA POR INCORPORAR.**

I. Mezquital: primeros beneficios del uso de aguas residuales.

A diferencia de Xochimilco, que como se verá, fue profunda y negativamente afectado por el establecimiento del sistema para abastecer a la ciudad de México, el Valle del Mezquital comenzó a vivir una situación más bien paradójica: aunque una proporción de su superficie y pobladores se vieron favorecidos por el aprovechamiento en riego, de las aguas provenientes de la capital, el acceso al antes escaso líquido no estuvo exento de negativos efectos ecológicos colaterales, los cuales por supuesto, se revirtieron contra las actividades mismas que la zona sustentaba.

Durante la época porfiriana la Compañía de Luz y Fuerza de Pachuca obtuvo del gobierno la autorización para aprovechar las aguas del desagüe de la capital, tanto en la generación de energía eléctrica como en el riego del Valle del Mezquital. Además de las aguas del desagüe, el Sistema de Riego NQ 3 - así lo llamaba la Secretaría de Recursos Hidráulicos- comprendió durante la época el aprovechamiento del Río Tepeji y de su afluente el Río San Luis, ambos pertenecientes a la Cuenca Hidrológica de Tula. La Compañía de Luz y Fuerza tomaba las aguas del Río Salado "y las transporta/ba/ hasta sus plantas hidroeléctricas de Juandhó y la Cañada. A la salida de la última, el agua se repart/la/ en los canales de riego". (Quiroz., 1931, p.88).

De acuerdo a varios estudios, el área irrigada abarcaba entonces 20,000 hectáreas aproximadamente. Los Censos Agropecuarios, por su parte, asientan un total de 25,000 hectáreas irrigadas en 1930 y 31,045 en 1950, las cuales representaban sendos 23.1% y 22.6% del total de tierras de labor registradas (Ver CUADRO 5). Esto muestra que los terrenos de riego eran minoritarios con respecto al total de superficie del Mezquital; que por tanto, no se habían generalizado los beneficios que la región toda pudo obtener de las obras de desagüe.

Algunos fenómenos permiten comprender lo anterior. El más significativo: la inestabilidad reinante durante la Revolución, que además de afectar a la actividad agrícola regional, canceló toda posibilidad de proseguir obra de irrigación alguna. (El gobierno porfirista mostró, por lo demás, mayor interés en el desarrollo agrícola del Noroeste del país, que en regiones como el desértico Valle). Concluida la gesta, el que sólo hasta los cuarenta se consolidaran las instituciones gubernamentales que

promoverían este tipo de agricultura, la Secretaría de Recursos Hidráulicos en particular, cuyo nombre había sido hasta 1947 Comisión Nacional de Irrigación. Finalmente, el que la ampliación del sistema de riego resultara poco atractiva a la Compañía de Luz, por los conflictos en torno a la tenencia de la tierra, el usufructo del agua, etc.

CUADRO 5
CLASIFICACION DE TIERRAS DE LABOR EN EL VALLE DEL MEZQUITAL
(Ha)

Decenio	Total laboral	Riego	Jugo o Humedad	Temporal	C/ Arbustos y arb. cult.
1930	108 379	25 000	3 223	80 119	37
%	100.0	23.1	2.9	73.9	0.1
1950	137 209	31 045	1 601	98 981	5 582
%	100.0	22.6	1.2	72.1	4.1

FUENTE: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950.

*El Mezquital incluye los municipios ennumerados en el inciso II.1 del segundo capítulo.

A partir de la operación del desagüe porfiriano se consolidó en el Mezquital la existencia de dos zonas agrícolas, las cuales se diferenciaron, no sólo por las estrategias o modelos de aprovechamiento (factor técnico), también por el acceso a o la carencia del agua del desagüe/1. La primera región, seca, con agricultura de temporal, comprendía más del 70% del total laboral. Además de la vegetación desértica (ixtle, cardón, etc.) en ella se explotaba mayoritariamente el maguey y el nopal, al igual que productos de consumo como el frijol y el maíz. De este último se seguían obteniendo rendimientos que oscilaban entre los 500 y los 550 kilogramos por hectárea.

Amplios sectores de la comunidad característica de la zona -los otomies- mantuvieron durante el periodo la industria del cordel; prosiguieron con sus estrategias de precaria sobrevivencia, basadas en la recolección de semillas, frutos e insectos y en la caza de especies como la tuza y la rata de campo.

La segunda área agrícola si se benefició del uso de aguas negras; gracias a éstas y a la construcción de presas y canales

/1. Recuérdese que antes de la construcción del desagüe, la carencia de agua era una limitante ecológica, enfrentada con poco éxito mediante el desarrollo de dos estrategias técnicas: los monocultivos (haciendas), y la recolección, el cultivo de maguey y la artesanía del cordel, etc. (otomies).

desarrolló una agricultura de riego, basada en el cultivo de "alfalfa, maíz, trigo, cebada, chile, tomate, cebolla, papa, /frutales/ y algunas plantas de hortaliza, éstas, en muy pequeña escala" (Comisión Nacional de Irrigación., 1946., p.1.).

Para sopesar cuantitativamente los beneficios del aprovechamiento del sistema de riego, se puede hacer una comparación de superficie, volumen producido y rendimientos obtenidos en 1930 y 1950 en los cultivos de maíz y alfalfa. Existe el inconveniente de que los datos censales apenas se remontan a la década de 1930. Tal carencia, sin embargo, no resulta tan preocupante si se considera que sólo a partir de entonces la actividad de la región -como la del país- comenzó a experimentar una franca recuperación y que hasta los cuarenta inició el impulso decidido a los distritos de riego; que por tanto, la zona irrigada no pudo haberse incrementado grandemente entre principios de siglo y 1930.

El maíz se benefició en un primer momento del aprovechamiento de esas aguas, aunque fue paulatinamente desplazado hacia zonas temporales por el alfalfa y otros cultivos comerciales típicos de terrenos de riego (Comisión Nacional de Irrigación, 1946, p.33). De las 38,464 hectáreas dedicadas al maíz en 1930, se obtuvieron 22'370,995 kilogramos, lo que implicó un rendimiento promedio de 581.6 kilogramos por hectárea, no muy elevado en comparación con los 535 kilogramos que se obtenían durante el porfiriismo. Para 1950 disminuyó a 31,420 hectáreas la superficie dedicada a este cultivo, no obstante lo cual aumentó a 23'452,924 kilogramos el volumen producido y a 746.4 kilogramos por hectárea el rendimiento (Ver CUADRO 6).

Aunque la información tiene el inconveniente de incluir las superficies temporales, los bajos rendimientos registrados en ambas fechas -siempre inferiores a la media nacional/2 - bien pueden evidenciar el predominio de la agricultura temporalera en el cultivo del maíz, así como los pocos beneficios, para tan básico producto, del desarrollo de la agricultura de riego.

El alfalfa sí mostró, como ninguna otra, las implicaciones regionales del uso de las aguas provenientes del desagüe. En 1930 se cultivaron 2,072 hectáreas con el producto, se obtuvo un volumen de 56'542,615 kilogramos y un rendimiento de 27,288.9 kilogramos por hectárea. Tan de por sí satisfactorios resultados fueron grandemente mejorados hacia la década de los cincuenta, cuando de 5,262 hectáreas cultivadas se obtuvieron 201'889,370 kilogramos de alfalfa con un rendimiento de 38,367 kilogramos por hectárea. (Ver CUADRO 7).

/2. De acuerdo a Hewitt, C., el rendimiento promedio nacional en el cultivo de maíz fue de 756 kilogramos por hectárea en 1930; de 911 kilogramos por hectárea en 1950 (1988, Cuadro 18).

CUADRO 6
SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DEL MAIZ EN EL MEZQUITAL

DECENIO	Superficie (Ha)	Volumen de Producción (Kilogramos)	Rendimiento (Kg./ha)
1930	38 464	22 370 995	581.6
1950	31 420	23 452 924	746.4

FUENTE: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950.

*Incluye los municipios mencionados en el inciso II.1 del segundo capítulo.

No se cuenta con datos sobre superficie, producción y rendimientos en los cultivos de cebada y frutales; se sabe si que los tres se fueron incrementando y que los rendimientos alcanzados comenzaron a colocar al Valle del Mezquital en el lugar número uno de la agricultura hidalguense, a convertirlo en importante abastecedor del Distrito Federal.

CUADRO 7
SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE LA ALFALFA EN
EL MEZQUITAL

DECENIO	Superficie (Ha)	Volumen de Producción (Kilogramos)	Rendimiento (Kg./Ha.)
1930	2 072	56 542 615	27 288.9
1950	5 262	201 889 370	38 367.4

FUENTE: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950.

*Incluye los municipios ennumerados en el inciso II.1 del segundo capítulo.

Los beneficios del uso de las aguas negras citadinas se vieron contrarrestados por la aparición, ya para entonces, de negativos efectos ecológicos, los cuales comenzaban a afectar a su vez a la agricultura. Aunque las aguas provenientes de la ciudad eran ricas en materias orgánicas, que permitían a los agricultores prescindir del uso de fertilizantes, contenían proporciones nada

despreciables de sales solubles alcalinas que perjudicaban los suelos.

La Comisión Nacional de Irrigación señalaba al respecto que "el efecto del uso de agua alcalinizada para irrigación fue patente en el Valle de Ixmiquilpan /y en las zonas próximas a Ocotza y San Salvador/ donde grandes áreas de tierra se mantuvieron temporalmente inútiles para objetivos agrícolas" (1946., p.10). Claro que ante el dinamismo que la agricultura adquiría y ante los beneficios inmediatos obtenidos por los involucrados del aprovechamiento de las aguas, fue poca la importancia que se dio a los efectos ecológicos.

CUADRO 8
CLASIFICACION DE TIERRAS EN EL VALLE DEL MEZQUITAL
(Ha)

Decenio	Total	Labor	Forest.	C/pastos	Incultas	Improd.
1930	448,186	108,379	33,787	206,062	9,894	96,064
%	100.0	24.2	7.6	46.0	2.1	20.1
1950	439,770	137,209	34,980	218,757	10,347	37,477
%	100.0	31.3	8.0	49.9	2.3	8.5

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950.

*Incluye los mencionados municipios.

CUADRO 9
EXISTENCIAS GANADERAS EN EL VALLE DEL MEZQUITAL
(Cabz.)

Decenio	Vacuno	Caprino	Lanar
1930	78,816	116,472	118,430
1950	85,068	649,109	189,592

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950.

*Incluye los municipios mencionados.

El Valle del Mezquital seguía contando finalmente, con una actividad ganadera bastante significativa, que ocupaba casi el 50% del total laboral y en la que predominaban el ganado lanar, el caprino y el vacuno (Ver CUADROS 8 y 9). El carácter extensivo de la ganadería y el bajo nivel de inversión en cuando menos el mantenimiento de los potreros, fueron determinantes no sólo de los altos beneficios que con la actividad se obtenían, también de las crecientes sobreexplotación y erosión de los terrenos (Kaja Finkler, 1974).

A manera de recapitulación se podría decir que hacia el decenio 40-50. el Mezquital contaba con:

-Una zona de riego, minoritaria, que se había beneficiado con las aguas negras citadinas y con la infraestructura para la dotación del líquido, pero que empezaba a sufrir las consecuencias del uso de aguas sin un tratamiento adecuado, consecuencias cuyas implicaciones sociales aún no eran suficientes para evidenciar lo antieconómico de omitir la dimensión ambiental. En ella se cultivaba maíz, producto no tan importante como el alfalfa y la cebada. Existían frutales de durazno, chabacano, etc.

-Una zona temporalera, mayoritaria dentro del total laboral y que, al no acceder al uso de aguas e infraestructura de riego, siguió dando magros resultados productivos.

-Una zona ganadera, que ocupaba casi el 50% del total censado, la cual por sus mismas características técnicas, fue redundando en la sobreexplotación y erosión de crecientes superficies.

II. Primer y definitivo embate hidráulico en Xochimilco.

Al hablar de las consecuencias ecológicas y socioeconómicas, para esta región, de la operación del sistema de abastecimiento construido por Marroquín y ampliado posteriormente, debe recordarse que en la zona predominaban actividades transformadoras agrícolas, técnicas basadas en el uso de suelos de humedad, tales como la chinampa. Incluso en las cañadas se aprovechaban los suelos de humedad. Pero también la agricultura de temporal dependía de estos suelos, porque en la mayoría de los casos, las plantitas se sembraban en almácigos situados en las chinampas y ya que adquirían determinado tamaño, eran trasplantadas a las superficies cerriles (Ver supra., inciso II.2 segundo capítulo).

Se ha de considerar por otra parte, que al igual que otras zonas agrícolas del país, Xochimilco se vio prácticamente abandonada durante la gesta de 1910-1917, factor que dificulta el estudio del impacto, durante esos años, de la operación de la obra porfiriana en la economía local y que permite entender la inexistencia de datos estadísticos. Únicamente se sabe que la activa participación del sur del Distrito Federal en la Revolución y la inseguridad reinante determinaron el decaimiento de la chinampería y otras actividades.

Sólo a partir de los treinta, cuando la Reforma Agraria había dejado sentirse regionalmente, se dio nuevo impulso a la construcción y explotación de chinampas, terrazas y cañadas y al aprovechamiento de una nueva forma de tenencia de la tierra: los ejidos. Tal década -por coincidencia- marca la aparición de los primeros datos oficiales sobre producción agrícola, lo que implica que la información cuantitativa que sustenta este apartado únicamente corresponderá al periodo 1930-1950.

Los Censos Agropecuarios permiten constatar la reanimación de la actividad agrícola xochimilca, la apertura o reapertura de tierras. Entre esta década y la de los cuarentas, la superficie de labor, que siguió siendo mayoritaria dentro del total censado, casi se duplica: pasa de 4,808 hectáreas en 1930 a 9,319 en 1950 (Ver cuadro 10).

La reanudación del dinamismo agrícola regional no significó, sin embargo, el retorno de la chinampa al lugar predominante que tuviera durante siglos dentro de la economía local. Los censos muestran una tendencia a la disminución de un sustento fundamental de las chinampas: los suelos de jugo o humedad, la cual contrasta con el incremento de las superficies temporales. Entre 1930 y 1950, los primeros pasaron del 46.2% al 11.6% respecto al total de tierras de labor, mientras que después de corresponder al 53.7%, las segundas ascendieron al 82.3% del total. (Ver CUADRO 11).

CUADRO 10
SUPERFICIE TOTAL Y CLASIFICACION EN XOCHIMILCO
(Ha)

Decenio	Total	Labor	Forestal	C/pastos	Inc.Prod.	Improd.
1930	5 124	4 808	53	136	-	127
%	100.0	93.8	1.0	2.7	-	2.5
1950	12 321	9 319	1 517	1 324	17	144
%	100.0	75.6	12.3	10.8	0.1	1.2

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950.

*Los datos corresponden a la delegación.

CUADRO 11
CLASIFICACION DE TIERRAS DE LABOR EN XOCHIMILCO
(Ha)

Decenio	Total laboral	Riego	Jugo o Humedad	Temporal	c/arbustos y arb.cul.
1930	4 808	1	2 219	2 582	6
%	100.0	0.1	46.1	53.7	0.1
1950	9 319	411	1 077	7 672	159
%	100.0	4.4	11.6	82.3	1.7

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950.

*Los datos corresponden a la delegación.

La operación del sistema porfiriano para abastecer de agua a la ciudad y las posteriores ampliaciones de los volúmenes extraídos. He ahí las causas del decrecimiento en las superficies de humedad. Se estima que asciende a 4.3m³/s el índice de recarga del acuífero subterráneo (González, A., 1989). Al extraerse en la primera etapa un promedio de 2.1m³/s, se comenzó a reducir en un 2.2m³/s esa capacidad de alimentación.

Sin embargo, mientras de acuerdo al CUADRO 3, hacia 1950 se había reducido a 1.6m³/s la extracción de agua en la zona, la tendencia al descenso de las superficies de humedad se mantendrá. No sólo eso, según información oficial, durante los 30-40 se habían llevado a cabo nuevas obras para incrementar la captación

del sistema Xochimilco (supra., inciso I.3.B., cuarto capítulo). ¿Qué ocurría? ¿Por qué la realización de nuevas captaciones no se expresaba en las cifras sobre extracción y en el decremento de los terrenos de jugo?

Tales incongruencias pueden deberse, entre otros, a que no obstante las ampliaciones, se mantenían las ya comentadas deficiencias en el sistema de captación, que impedían que toda el agua extraída llegara hasta la planta de Xotepingo. De no menor importancia pudo ser la existencia de pozos que, aunque localizados en el área, no fueron clasificados por las autoridades hidráulicas como formando parte del sistema de Xochimilco, sino como pozos municipales. (Supra., CUADRO 3).

A pesar de las cifras oficiales sobre extracción, se puede afirmar que el ritmo de ésta comenzó a restar al acuífero capacidad de alimentación o recarga, fenómeno que se fue evidenciando, no sólo en la desecación del lago y de los variados y abundantes manantiales que en él brotaban/³, también en el abatimiento o disminución en los niveles de agua de canales y por supuesto, de suelos de jugo, los cuales desprovistos de su humedad natural y siendo de carácter arcilloso, comenzaron a compactarse y hundirse.

Hay que aclarar respecto a los manantiales, que si bien disminuyeron en caudal y número, todavía se los podía encontrar durante el decenio 40-50, sobre todo en San Gregorio Atlapulco. El gobierno federal no había captado los manantiales de esta localidad, pues aunque eran suficientes para el mantenimiento de las 400 hectáreas de chinampas de San Gregorio, no eran tan abundantes como para ameritar ser captados (Sanders, W., 1983).

Otros fenómenos afectaban en ese periodo a Xochimilco: la deforestación y la erosión, resultante la última tanto del clareamiento de florestas como de la sobreexplotación de las superficies. Recuérdese el fundamental papel que en la alimentación del acuífero regional jugaban los particulares rasgos edáficos de la serranía meridional y sus exuberantes bosques; el rol de florestas y lagos en el mantenimiento de altos niveles de humedad ambiental.

Según apuntara en el inciso I.1. del cuarto capítulo, importantes proporciones de superficies se habían visto desprovistas de su cubierta, no sólo con el propósito de explotar el recurso, también con el de establecer unidades agropecuarias. No cabe duda de que ambos fenómenos afectaban la capacidad de recarga del acuífero, incidían en el agravamiento de las inundaciones que azotaban al vaso lacustre de Xochimilco y en las mismas posibilidades de mantenimiento de la agricultura.

/3. No obstante no especificar la extensión a que la laguna de Xochimilco se había reducido, fuentes del decenio 40-50 plantean que de ella únicamente quedaban los llamados "espejos" y que solamente recuperaba su nivel, a veces peligrosamente, durante las lluvias.

Tampoco queda en cuestión que la misma población local participara activamente en esas actividades, sobre todo en las laderas del Teuhtli y de otros macizos cercanos. El mismo Sanders corroboraba esta apreciación cuando señalaba que:

"Actualmente es muy raro que las terrazas del cerro /del Teuhtli/ se cultiven, pero generalmente son cuidadosamente mantenidas, especialmente las que rodean las tierras de cañada. En cambio, las que se encuentran en las laderas de la mesa están más descuidadas y la erosión ha tomado su curso" (1957, p.126).

Además de los comentados efectos ecológicos, extracción de agua, y en menor grado deforestación y erosión, fueron ocasionando en Xochimilco problemas socioeconómicos de no menor significación, sus consecuencias, en otras palabras, se fueron revirtiendo socialmente. Una manifestación de este impacto socioambiental: la ya comentada disminución de las superficies de jugo, sustentadoras de las chinampas/4 (CUADRO 6).

No sólo la chinampa sufrió las implicaciones de estos efectos ecológicos; también las otras actividades agrícolas fueron afectadas. Muestra de ello: la tendencia que en términos de superficie cultivada, volumen producido y rendimiento, siguió el maíz, cultivo generalizado en chinampas, terrazas y cañadas, que en 1930 y 1950 representó sendos 83% y 70% del total de la superficie de labor (CUADROS 11 y 12).

Acorde con la reanimación de la agricultura regional, entre 1930 y 1950 la superficie cultivada con maíz se incrementó en 63.6%, al pasar de 3,992 ha a 6,529 ha. No ocurrió lo mismo con el volumen producido, el cual sólo aumentó en un 13.3%. Similar situación se presentó con el rendimiento promedio, ya que después de haber sido en 1930 de 1,695.4 kilogramos por hectárea, decayó en 1950 a 1,175 kilogramos por hectárea.

/4. Otras superficies de jugo del sur de la cuenca habían disminuido su extensión, muchas veces irreversiblemente. Según Sanders, "en la gran zona chinampera de Iztacalco, Ixtapalapa, Mexicaltzingo y Culhuacán, estudiada por Santa María, ya no queda nada, está todo cubierto con construcciones urbanas o bien es el lecho desecado del lago. Las chinampas de Tláhuac ya casi no tienen agua, Mixquic está más o menos en la misma crítica situación, y Xochimilco, la reina de las comunidades chinamperas está casi completamente desecada. La zona chinampera de Xico-Chalco ya no existe" (p.139. El subrayado es mío). Claro que la desaparición de la chinampería en las otras regiones no se debió únicamente a la extracción del agua. En ella incidieron también la operación de desagüe y saneamiento, la deforestación y la urbanización.

CUADRO 12
SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE MAIZ EN XOCHIMILCO

DECENIO	Superficie (Ha)	Volumen de Producción (Kilogramos)	Rendimiento (Kg/ha)
1930	3,992	6,768,142	1,695.4
1950	6,529	7,673,563	1,175.3

FUENTE: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950.

*Los datos corresponden a la delegación.

Cualquiera diría que no obstante haber decaído, el rendimiento promedio en el cultivo maicero regional superaba con creces el promedio nacional, entonces oscilante entre 600 y 700 kilogramos por hectárea (Hewitt, C., 1988, Cuadro 19). Cierto. Pero si se compara los índices de rendimiento a nivel de Xochimilco todo, con los de las chinampas que todavía funcionaban a toda su capacidad productiva y que ascendían en promedio a 4,200 kg/ha (Sanders., 1957, p.147), se comprobará la gran diferencia entre ambos y la manera en que la disminución de las superficies húmedas afectó al rendimiento promedio regional.

Otro cultivo de importancia local, cuando menos hasta principios del presente siglo, se vio grandemente afectado por la operación de las obras de abastecimiento (impacto socioambiental). Se trata del jitomate o tomate rojo, cuyos superficie, volumen de producción y rendimiento disminuyeron significativamente. De tan sólo 4 hectáreas durante los treinta, la primera pasó a una hectárea. El total producido decayó de 16,740 a 3,000 kilogramos, mientras que de 4,185 kilogramos por hectárea, el rendimiento pasó a 3,000 kilogramos por hectárea (Censos Agropecuarios de 1930 y 1950).

A pesar de no incluir información sobre los otros y muy variados cultivos y sectores productivos predominantes en Xochimilco antes de la operación de abastecimiento, sirva lo apuntado como fundamento para pasar a una caracterización más cualitativa del impacto regional de la operación y ampliación del sistema porfiriano de abastecimiento.

Según señalara, la región comenzó a registrar a partir de los treinta y al calor de la Reforma Agraria un nuevo impulso económico, por desgracia no tan perenne y logrado como en otros tiempos, pues hacia los treinta comenzaría la caída definitiva de las chinampas y los otros componentes de la agricultura regional.

Evidencia de tal caída, fueron los cambios en los modelos o sistemas agrícolas regionales, ya que a los sistemas de chinampas, terraceado y explotación de cañadas característicos de la era porfiriana, se agregó el cultivo de "terrenos", los cuales comenzaron a crecer en consonancia con la disminución de las extensiones chinamperas.

Los "terrenos" eran superficies que habían perdido humedad como resultado del proceso de sobreexplotación del agua subterránea local; de ahí que los campesinos desarrollaran en ellos una agricultura intermedia entre la chinampería y la agricultura de temporal, que todavía dependía del trasplante de plantitas cultivadas en los almácigos chinamperos.

Aunque los terrenos "son de primera calidad, tienden a llenarse de salitre a causa del gran contenido de sales que ascienden a la superficie por capilaridad cuando las aguas descienden", por la desecación resultante de la sobreexplotación del agua subterránea (Peña, E., 1978, p.43). A diferencia de las chinampas que permiten un cultivo continuo e intensivo, en los terrenos únicamente se puede hacer una cosecha anual (maíz), con cuatro o cinco meses de descanso y en el mejor de los casos, dos cosechas anuales con dos meses de descanso entre cosechas. Una última desventaja de los terrenos: su dependencia de las variaciones anuales en los regímenes de lluvia, la cual por cierto, es menor que la de una superficie temporalera, aunque mayor que la de chinampas y zonas de riego.

A pesar de sus limitaciones, los terrenos son más pródigos con la mano del hombre que las superficies temporaleras. No tan espectaculares como los de las chinampas, son altos los rendimientos que con ellos se obtienen; ascienden según un informante a 2,500 kilogramos por hectárea /5.

Una nueva forma jurídica y de cultivar se desarrolló en la región: los ejidos, localizados en zonas húmedas de muy buena calidad que también comenzaban a sufrir hacia los 40-50 las implicaciones sociales de la operación del sistema de abastecimiento. A partir de 1926 comenzaron a repartirse estas tierras del lecho lacustre entre los agricultores de Xochimilco, San Gregorio y otros poblados regionales. Al referirse a ellos, Sanders comentaba asombrado:

"Con excepción de las chinampas, nunca he visto un cultivo de maíz más productivo o que iguale a los ejidos del lecho lacustre. Estas tierras deberían ser clasificadas como tierras de humedad más que como tierras de temporal /.../ Ultimamente sin embargo, debido a la general y progresiva desecación del Valle de México en su conjunto,

/5. Se trata de Iván García, hijo de Anastasio García, activo floricultor de Xochimilco y miembro del Palacio de la Flor, espacio promovido por los lugareños para distribuir localmente sus productos.

esta humedad ha ido desapareciendo rápidamente..." (1957, p.132. Se podría decir, por tanto, que las superficies ejidales se estaban convirtiendo en terrenos).

Dos eran en resumen, durante el periodo, los fenómenos que afectaban al ciclo del agua en Xochimilco y por esta vía, a las actividades productivas locales: la operación y ampliación del sistema para abastecer la capital y el clareamiento y sobreexplotación de terrenos cerriles. Claro que la extracción de agua tenía un peso apabuyante respecto a la deforestación.

III. Riqueza de recursos hidrológicos y labores transformadoras en Lerma.

Para conocer el impacto regional de la construcción y operación de las obras del Lerma, he de reconstruir aquí -como con El Mezquital y Xochimilco- las características estructurales y funcionales del valle antes de ser conectado con la Ciudad de México, así como las actividades que desarrolló la población local, sus estrategias de explotación de los recursos.

Como con las otras zonas, dos criterios serán utilizados para delimitar a Lerma. Conforman al valle, de acuerdo al criterio político administrativo, 19 municipios/10. El segundo criterio, el geográfico-ecológico permite definir a Lerma como una cuenca, la "Cuenca Alta del Río Lerma".

De rasgos ecológicos similares a las de la Cuenca del Valle de México /11, la del Lerma es una cuenca semicerrada en que han coexistido, entre otros, dos ambientes naturales: uno acuático, constituido por tres lagunas en las que se originaba el río Lerma, principal drenador de la cuenca; otro de llanuras, lomeríos y sierras en que han existido encinares, pastizales y vegetación repiárida.

La Cuenca Alta del Río Lerma, cuenta entre sus principales formaciones montañosas al Monte Alto, el Monte Bajo y la Sierra de las Cruces, en el noreste y oriente; a los montes de Ocuilán y el macizo montañoso de Xinantécatl o Nevado de Toluca, en el sur; en el oeste a los montes de la Gavia, que se dirigen por el noroeste hasta la serranía del Oro; finalmente, en el norte, a la Sierra de San Andrés.

Entre la vegetación de lomeríos y serranías sobresalen los bosques de pinos y encinos, oyameles y robles, los pastizales alpinos, algunas umbelíferas y algunas especies de hongos, pteridofitas y musgos; entre la flora del vaso lacustre, distintas especies de zacatales, así como tulares, los cuales -se verá- constituyéronse en base fundamental de la artesanía local.

Al igual que la cuenca de México, el Valle del Lerma ha contado con un elemento unificador de sus ambientes: el ciclo del agua. Se ha visto favorecido por un espacio de gran significación

/10. Los municipios son Almoloya del Río, Almoloya de Juárez, Capulhuac, Atizapan, Chapultepec, Huixquilucan, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio de la Isla, San Mateo Atenco, Texcalyacac, Tianguistenco, Xanacatlán, Zaragoza y Zinacantepec (Estudios y Proyectos, 1975).

/11. El eje volcánico atraviesa ambas zonas, en las que existieron sistemas lacustres en proceso natural de envejecimiento. Las dos contaron con manantiales y agua subterránea en abundancia, resultantes del particular funcionamiento de sus ciclos hidrológicos.

regional: el sistema lacustre, conformado por tres extensas lagunas que, como en el Valle de Anáhuac, venían registrando un proceso natural de envejecimiento, acelerado por la actividades modificadoras del hombre, en particular, por el establecimiento del sistema Lerma para abastecer a la ciudad.

La superficie de las lagunas se extendía de sur a norte, de Texquialcácatl a Tasquillo. Almoloya (Tlaltizapan) es el nombre de la primera ciénega, la cual con 50 km² de extensión, iba desde Texquialcácatl hasta la hacienda de Atenco. La segunda, de Chignahuapan, partía de la hacienda de Atenco y ocupaba los terrenos de los pueblos de Capulhuac, San Pedro, Tlaltizapan y Tultepec; de 24km² era el área que abarcaba. La tercera, la más famosa de todas, la del Lerma, cubría un área de 10km² y además de comprender a la ciudad que lleva su nombre, ocupaba parte de las haciendas de Doña Rosa y San Nicolás Peralta. (Salinas, M., 1929, p.16. MAPA 10, p.100).

Siglos de evolución y de especial funcionamiento del ciclo hidrológico regional, permitieron también aquí la conformación de acuíferos y de manantiales; 262 en total según los estudios; cientos de acuerdo a lugareños entrevistados por la que éste escribe. Un geógrafo que visitó la región antes de que iniciara la construcción de las obras, dice que "bajo la capa rocallosa que sirve de base a la loma en que se asienta Almoloya, corren presurosos abundantes raudales de agua fresca, limpia y sabrosa que brotan por multitud de puntos y forman el hermoso lago" (Salinas, M., p.115).

Como en la Cuenca de Anáhuac y en el planeta todo, el ciclo hidrológico ha comprendido aquí los procesos de precipitación, infiltración, escurrimiento, evaporación, transpiración, etc. Ambientes naturales como el bosque y los lagos han sido fundamentales en infiltración y almacenamiento de agua, en amortiguamiento del impacto de las inundaciones. La única diferencia radica tal vez en que el Valle del Lerma sí ha contado con un drenador adicional a las ciénegas: el Río Lerma, que ha sacado las aguas del contorno local.

Al hablar de los modelos de aprovechamiento desarrollados por la población local se debe tener presente que, como ocurrió con las otras áreas estudiadas, la del Lerma vivió los avatares del movimiento revolucionario. "La violencia misma, la pérdida de cosechas y la secuela de hambre generalizada en 1916 y epidemias de la influenza española en 1917, ocasionaron elevada mortalidad y emigraciones hacia la capital del país". No sólo eso, una drástica disminución poblacional. (Rozenzweig, F., 1987, p.201).

Después de la gesta revolucionaria, fue reestableciéndose la vida económica y social de la región, hasta iniciar a lo largo de los treinta una nueva etapa de dinamismo. Fue así como hacia los cuarenta se había recuperado una actividad de gran significación regional: la ganadería, de data ancestral en el Valle del Lerma, basada tanto en la producción lechera como en

la domesticación de toros de lidia y que ocupaba el segundo lugar en cuanto a superficie a ella dedicada (CUADROS 13 y 14).

Aunque durante muchos siglos la actividad pecuaria encontró campo propicio en los excelentes pastizales del Valle, sus mismas características técnicas la convertirían en una de las principales causantes de la erosión de amplias superficies. En el Lerma se practicó, desde siempre, una ganadería extensiva y trashumante, en la que al iniciar el otoño, los pastores dirigían sus animales hacia el sur y regresaban a su lugar de origen, al comenzar la primavera.

CUADRO 13
EXISTENCIAS GANADERAS EN EL VALLE DEL LERMA 1900-1950.

Decenio	G. Vacuno	G. Caprino	G. Lanar
1930	38 966	4 004	55 155
1940	51 984	3 592	67 435
1950	55 084	5 758	89 660

FUENTE: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950.

*La información incluye los 19 municipios mencionados (supra., cita/6).

Tal práctica pudo mantenerse sin mayores contratiempos mientras existieron grandes extensiones para que el ganado pastara. "Pero es seguro que esa población ganadera fue creciendo cada vez más, al tiempo que también fueron obrando otros factores, resultando todo esto en una insuficiencia de pastos, aparición de malezas, sobrepastoreo y /via lo anterior/ en el estancamiento o retroceso del mejoramiento racial de los animales" (Fabila, A. y G., 1951, p.367. He aquí otro claro ejemplo de impacto socioambiental).

Por tanto, la ganadería incidió en el fenómeno erosivo del Valle, precisamente porque en ella se combinó un manejo extensivo de los hatos, en el que el crecimiento de la población animal, no se pudo acompañar del aumento proporcional de los terrenos de agostadero. Estos últimos se vieron más bien relativamente disminuidos, al ser ocupados o acaparados, como producto de la Reforma Agraria y del consuetudinario crecimiento de la gran propiedad.

En la zona se desarrolló una sobreexplotación intensiva del más extendido recurso, el silvícola, sobre todo a partir de los

20 y 30 del presente siglo, cuando la demanda de carbón vegetal, leña, madera y árboles de navidad por parte de la ciudad de México, la tornaba atractiva y remunerable (Blanco, G., 1948, p.211.). Fue así como, de las 70,122 hectáreas de superficies forestales existentes en 1930, en 1950 únicamente quedaron 30,173 hectáreas (Ver Cuadro 14).

CUADRO 14
CLASIFICACION DE TIERRAS EN EL VALLE DEL LERMA
(Ha)

Decenio	Total	Labor	Forestal	C/pastos	Incul.Prod.	Improd.
1930	170,440	34,113	70,122	45,390	2,245	18,570
\	100.0	20.1	41.1	26.6	1.3	10.9
1940	163,410	41,555	78,637	30,162	989	12,067
\	100.0	25.4	48.1	18.5	0.6	7.4
1950	135,152	51,117	30,173	35,925	1,320	16,617
\	100.0	37.8	22.4	26.6	0.9	12.3

Fuente. Censos Agropecuarios de 1930 O y 1950; Fabila A. y G., 1951.

* La información incluye los municipios enlistados en la cita /6.

Tan rentable actividad tendría sin embargo, negativas implicaciones colaterales. Sería determinante junto con el sobrepastoreo y en menor medida que las obras de abastecimiento del Lerma, del aceleramiento en el proceso de desecación de las lagunas y se constituiría en factor contrario a la alimentación de mantos y manantiales, pues carentes de su cubierta vegetal, los suelos ya no detendrían e infiltrarían el agua pluvial. Propiciaría además, el incremento en los depósitos de azolve que las precipitaciones acarrearán periódicamente hacia el sistema lacustre (lo que lo hacía cada vez menos profundo) y acrecentaría la posibilidad de ocurrencia de las inundaciones, al no poder ya las florestas cumplir con su tradicional papel.

Otra actividad regional: la agricultura. En el Lerma se cultivaba maíz, trigo, cebada, frijol, haba y alfalfa principalmente. Se desarrollaron tres sistemas agrícolas: el temporalero, el de riego y el de chinampas. Los resultados productivos que se obtenían con ellos eran diversos, no obstante contar la zona, entre sus ventajas naturales (factor ecológico), suelos húmedos, un clima templado subhúmedo y precipitaciones anuales del orden de 800 a 1000 mm. Las peculiaridades técnicas de cada modelo agrícola determinaban las diferencias productivas.

Basada como su nombre lo dice, en los regimenes de lluvias, la agricultura temporalera era la más generalizada en la región. Ocupaba dos terceras partes de la superficie cultivada (CUADRO 15) y se centraba mayoritariamente en la producción de maíz, del que los campesinos obtenían rendimientos magros, de 511 kilogramos por hectárea. Estudiosos de la época atribuían tal situación a deficiencias técnicas (factor técnico); los hermanos Fábila destacaban como más importantes: la no intercalación de cultivos, el laboreo interlineal que facilitaba el deslave de los suelos, el uso de semillas inapropiadas, etc. (1951., p.161-184).

CUADRO 15
CLASIFICACION DE TIERRAS DE LABOR EN EL VALLE DEL LERMA
(Ha)

Decenio	Total	Riego	Jugo	Temporal	Con arb. y arb. cult.
1930	34,113	7,096	2,948	24,061	8
%	100.0	20.8	8.6	70.5	0.1
1940	41,555	6,321	1,517	33,583	134
%	100.0	15.2	3.7	80.9	0.2
1950	51,117	7,470	1,603	41,511	533
%	100.0	14.6	3.1	81.2	1.1

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950. Fabila Alfonso y Gilberto, op.cit.

*La información comprende los municipios enlistados en la cita /6.

Contando con una superficie proporcionalmente mucho más reducida que la dedicada a la agricultura temporalera (Ver cuadro 15) algunos agricultores -como los de la exlaguna del Lerma- irrigaban sus tierras con el agua de manantiales y con la que podían aprovechar del mismo río Lerma; construían para ello embalses y canales y cultivaban trigo, maíz, cebada, haba y alfalfa. Eran más altos los rendimientos que, en comparación con la agricultura de temporal, podían obtener. Con el cultivo de alfalfa -por ejemplo- se alcanzaban, según datos censales, rendimientos que oscilaban alrededor de las 30 toneladas por hectárea. (Ver Cuadro 16).

Al igual que en la Cuenca del Valle de México, las ciénegas del Lerma ofrecieron las condiciones óptimas para el establecimiento del sistema de chinampas. West y Armillas (1950) señalan que esta técnica comenzó a desarrollarse en el área desde el último cuarto del siglo XIX. De carácter menos intensivo que la del Valle Anáhuac, la chinampa adquirió carta de naturalidad

entre las comunidades de Tultepec, San Mateo Atenco, Cholula, Tlaltizapan, Almoloya del Río, Techuchulco y Jajalpa.

CUADRO 16
SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO EN EL VALLE DEL LERMA
ALFALFA

Decenio	Superficie (ha)	Volumen Producido (Kilogramos)	Rendimiento (Kg/ha)
1930	192	5,774,880	30,077.5
1940	89	1,869,000	21,000.0
1950	205	6,390,400	31,172.6

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950. Fábila, Alfonso y Gilberto, op.cit.

* La información incluye los municipios ya destacados.

Otro rasgo distinguía a la técnica aplicada en ambas regiones: el método utilizado en la construcción de las chinampas, para la cual los campesinos del Lerma no utilizaban césped, a pesar de ser abundante. Antes bien, abrían zanjas alrededor de un lote rectangular, de terreno pantanoso y acumulaban encima el lodo extraído, a fin de levantar la superficie sobre el agua.

Por lo demás y aunque no se cuenta con información cuantitativa al respecto, se sabe que también los chinamperos del Lerma obtenían altísimos rendimientos mediante la instrumentación de esta técnica agrícola (West y Armillas, p.176. Además de básicos como maíz y frijol, los chinamperos cultivaban diferentes tipos de hortalizas y de flores, los cuales se constituyeron en renglón significativo de su economía.

Un último señalamiento antes de concluir con la caracterización de la agricultura regional. Los bajos rendimientos en la producción temporalera de maíz diferían del promedio obtenido a nivel de la región toda. Los primeros ascendían a 511 kg por hectárea (Fábila, A., et.al., 1951); los segundos, a 560.1, 842.5 y 1,004.7 kilogramos por hectárea durante las respectivas décadas de 1930, 1940 y 1950 (Ver Cuadro 17). La situación bien puede deberse a que los rendimientos regionales incluían las superficies cultivadas mediante riego y chinampas, las cuales por su mayor productividad, levantaban el rendimiento promedio.

TABLA 17
SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO EN EL VALLE DEL LERMA
MAIZ

Decenio	Superficie (Ha)	Volumen Producido (Kilogramos)	Rendimiento (Kg/ha)
1930	19,572	10,962,797	560.1
1940	30,111	25,368,000	842.5
1950	33,714	33,874,932	1,004.7

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930 y 1950 y Fabila, Alfonso y Gilberto, op.cit.

*Incluye los municipios mencionados.

Los lugareños desarrollaron otras actividades en torno al sistema lacustre: artesanía del tule, pezca y caza de patos, las cuales tenían particular importancia en localidades alrededor de las lagunas, en Chinihuapan, San Pedro Tlaltizapan, San Pedro Cholula, Rancho de Tabachin, etc. La caza del pato llegó a ser tan significativa, que algunos caciques locales fincaron en ella su poderío.

Como se puede ver, al igual que en Xochimilco, la población del Lerma desarrolló estrategias variadas de aprovechamiento productivo, sustentadas en las posibilidades que ofrecían los recursos naturales locales: actividades artesanales en torno a los tulares, chinampas sobre los terrenos de jugo, hatos ganaderos en los excelentes pastos, etc.

No obstante ello y a diferencia de Xochimilco, el aprovechamiento de los suelos de humedad no era el elemento en torno al cual giraban las otras actividades agrícolas del Lerma, las cuales apenas ocupaban alrededor de una cuarta parte del total censado (CUADRO 11). Técnicas o modelos de explotación como el de la chinampa no alcanzaron el arraigo que adquirieron en Xochimilco. La explotación de bosques y la ganadería dominaban, más bien, el escenario productivo regional.

El mayor peso de labores silvícolas y pecuarias y el que en el Valle del Lerma no existiera tan generalizada tradición en el aprovechamiento agrícola de los suelos de humedad, serían determinantes de la diferente forma en que los afectó la operación del sistema para abastecer de agua a la Ciudad de México; permitirían comprender porque la agricultura regional, mayoritariamente temporalera, no evidenció con la misma fuerza

que Xochimilco, el negativo impacto de la operación del sistema de abastecimiento.

Una última hipótesis se podría apuntar, a reserva de demostrarla en el séptimo capítulo: además de verse impactadas por la construcción y operación del sistema de abastecimiento, ganadería, silvicultura y labores agrícolas temporales, se verían afectadas por sus mismas limitaciones técnicas, precisamente porque al clarear, sobrepastorear y agotar los recursos que las sustentaban, acababan con su fuente natural de mantenimiento.

La situación descrita regía en el Valle del Lerma en el momento en que entraron en operación las obras de abastecimiento de agua para la ciudad de México (supra., inciso II, tercer capítulo). Más adelante se hablará de las consecuencias inmediatas y posteriores de la construcción y operación de este sistema.

**1950-1990:
LA HISTORIA SE TORNA COMPLEJA**

**SEXTO CAPITULO
 PROFUNDIZACION DE LOS CAMBIOS EN LA
 CUENCA DEL VALLE DE MEXICO**

Las labores causantes de los cambios en el ciclo hidrológico del Valle de Anáhuac, presentes entre la era porfiriana y el decenio 40-50 de este siglo, se han mantenido hasta nuestros días: extracción de florestas, instrumentación de prácticas agrícolas inadecuadas, construcción de obras para abastecer y drenar a la Ciudad de México y dinamismo económico-demográfico, inseparable compañero del sistema hidráulico citadino.

Tales determinantes se han extendido, profundizando los cambios en el ciclo del agua; han establecido entre sí las más variadas interrelaciones: se han complejizado. Ejemplo de ello: el dinamismo económico-demográfico y su cristalización, el crecimiento de la mancha urbana, el cual ha incidido directamente en el funcionamiento del ciclo del agua, al ser causante de la deforestación y darse, en recientes fechas, a costa de superficies clave en la alimentación de los acuíferos regionales. Pero el crecimiento urbano ha afectado también, indirectamente, al ciclo, precisamente por haber provocado el desplazamiento de actividades agrícolas y pecuarias a suelos boscosos, accidentados, etc (infra., inciso II).

I. Clareamiento forestal y sobreexplotación de suelos.

Cada vez más marginal en comparación con otras regiones, la extracción de bosques ha proseguido en la cuenca. La obtención de combustible se mantiene como uno de sus fines, al igual que la utilización del recurso en la producción de papel. Como hasta hace algunos años Loreto y Peña Pobre con el Ajusco, la Fábrica de Papel San Rafael ha sido la principal e insaciable demandante de bosques de la Sierra Nevada y del Ajusco -de la primera sobre todo- no obstante haberse declarado el último reserva natural y estar en marcha un programa de regeneración de 727 hectáreas/l.

La devastación de bosques ha tenido otro propósito: el cultivo o corte de arbolitos de navidad. Tal ha ocurrido en el Ajusco. Varios de los propietarios privados de amplias extensiones de la sierra venden durante la temporada, arbolitos provistos del respectivo sello de permiso que otorga la SARH /2.

/1. Dada a conocer el 9 de junio, la medida pretende "proteger los mantos acuíferos" y forma parte de un programa hidráulico más general: "La Estrategia Metropolitana para el Sistema Hidráulico del Valle de México" (DDF-Gobierno del Estado de México, 1989).

/2. Otros, como el lic. Humberto Corona, adquieren "los pies de planta en los viveros de Nezahualcóyotl, Nativitas, Tlalpan y

Devorador no menos implacable de las florestas regionales, el crecimiento urbano se ha dado a costa de bosques y formaciones vegetales de la Sierras de Guadalupe y el Ajusco, de lo Cerros del Chiquihuite, Zacatenco y Chalupines, de los bosques del Desierto de los Leones y los Dinamos. Se ha tratado en algunos casos -Ajusco, Lomas Las Aguilas- de fraccionamientos de lujo; en otros -Chiquihuite, Guadalupe- de asentamientos carentes de los servicios más elementales.

Agricultura y ganadería regionales, otras causantes de deforestación y sobreexplotación de suelos, han agravado su carácter deteriorante. Limitadas por las condiciones económicas y técnicas en que se han desenvuelto, han sido afectadas, además, por el crecimiento físico de la Ciudad de México, que las ha desplazado hacia espacios menos aptos. A partir de los 40, se fue "creando en /la ciudad/ una demanda de suelo para instalar fábricas, viviendas, oficinas, equipamientos, etc", la cual ha sido satisfecha mediante la expropiación, permuta, venta u ocupación ilegal de las áreas rurales, de las ejidales y comunales en particular (Calderón., J., 1987, p.304).

No obstante han perdido importancia en relación con otras labores productivas, las actividades agropecuarias se han mantenido, en ocasiones a costa de terrenos no aptos, localizados en pendientes, bosques, etc., como los de Topilejo, Parres, el Teuhtli y otros. El cultivo de maíz se mantiene como el principal, aunque también se encuentran campos de avena, amaranto y algunas hortalizas, así como hatos de ganado vacuno (lechero) y ovino, sobre todo del último.

No está por demás decir que se han acentuado los negativos efectos ecológicos de deforestación y de sobreexplotación y agotamiento de suelos, en el funcionamiento del ciclo hidrológico de la cuenca: desecación casi total de los lagos, agravamiento de las inundaciones, afectación de las capacidades de infiltramiento de agua y alimentación de mantos acuíferos. La diferencia entre este y el anterior periodo está dada, según señalara, por la complejización, tanto de las relaciones entre las actividades extractivas y agropecuarias y la urbanización, como de los efectos de éstas.

Coyoacán, mismos que traslada a sus dominios y no precisamente para reforestar, sino para cultivarlos por algunos meses y ponerlos a la venta en la temporada navideña" (Financiero, 28 julio 1988).

II. Superconcentración económico-demográfica en la Ciudad de México.

Desde la era posrevolucionaria se registraron en la ciudad una serie de fenómenos que confluían en la "superconcentración" espacial de industria, comercio y sobre todo, población. (supra., inciso I.2., cuarto capítulo). Casi todos se han mantenido, cuando menos hasta principios de los ochenta: el rol de la ciudad como sede del poder político y económico, el centralismo del gobierno, la política gubernamental de inversión en infraestructura, etc. No sólo eso, ha persistido una especie de retroalimentación inversión en infraestructura-concentración económico demográfica. Claro que la crisis y la política recesiva del gobierno han impedido, desde inicios de la pasada década, que la inversión en infraestructura y las actividades económicas sean tan dinámicas como el crecimiento poblacional de la ciudad.

Entre 1950 y 1970 se registró un incremento constante de las inversiones gubernamentales en infraestructura, que beneficiaron a la ciudad y de las que el sistema hidráulico forma parte. Aunque las inversiones han disminuido en relación al total nacional, no han dejado de ser significativas; han sido del 54.4% en 1950 y del 51.4% y el 40.1% en 1960 y 1970 respectivamente.

El dinamismo económico de la ciudad correspondió con la política del gobierno federal, cuando menos hasta principios de los 80, fecha que corresponde con la información más reciente que se pudo recopilar. Así lo muestra la participación capitalina en el Producto Interno Bruto Nacional, que de 30.3% en 1950, pasó a 36.2% en 1960 y a sendos 37.4% y 38.2% en las respectivas décadas de 1970 y 1980. (Puente, S., en Garza, G., 1986, Cuadro 3.8., p.94).

Manifestación espacial de tal dinamismo y del proceso de transformación ambiental-creación de un entorno humano, establecimientos industriales, comerciales y de servicios, así como oficinas públicas y de atención social (escuelas, hospitales, etc.) se siguieron concentrando en el área urbana citadina, lo que hizo que de 11,753 ha en 1940, la superficie urbana pasara a 100,000 en 1980 (Ver Supra., Figura 8). Las unidades industriales, por ejemplo, no han dejado de crecer entre 1950 y 1980, pues de haber contado con 12,704 establecimientos en 1940, la ciudad llegó a concentrar 38,492 en la (Ver CUADRO 18).

La población ha registrado los mayores y más dramáticos incrementos. En 1950 la Ciudad de México albergaba a 2,872,000 habitantes. Esta cifra se duplicó en 1960 y en 1970, década la última en que se llegó a 8,355,000. En 1980 poblaban la capital 14,274,746 personas, mientras que según la última información oficial, al iniciar 1990 se concentraban 19 millones de habitantes. (DDF, 1989. Ver CUADRO 19).

CUADRO 18
ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE MEXICO
(1930-1980)

ANO	No. Establecimientos	No. Establecimientos (Porcentajes)
1930		
Rep. Mex.	46,830	100.0
Cd. Mex.	2,180	6.8
1940		
Rep. Mex.	56,314	100.0
Cd. Mex.	4,920	8.7
1950		
Rep. Mex.	63,544	100.0
Cd. Mex.	12,704	20.0
1960		
Rep. Mex.	82,352	100.0
Cd. Mex.	24,624	29.9
1970		
Rep. Mex.	118,993	100.0
Cd. Mex.	33,185	27.9
1980		
Rep. Mex.	130,494	100.0
Cd. Mex.	38,492	29.5

Fuente: Garza, G., 1985, 142-143 y 1986., p.100-101.

CUADRO 19
CRECIMIENTO DEMOGRAFICO DE LA CIUDAD DE MEXICO
(1940-1980)

ANO	AREA URBANA	DISTRITO FEDERAL	AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD (AMCM)
1940	1,560,000	1,757,530	1,644,921
1950	2,872,000	3,239,840	3,135,673
1960	4,910,000	5,178,123	5,381,153
1970	8,355,000	7,327,424	9,210,853
1980	14,274,746	9,165,136	14,419,454

Fuente: Negrete, M.A. y Salazar, H., p.126, 1986.

Diversos han sido los efectos, en el ciclo hidrológico, del dinamismo económico-demográfico citadino y de su manifestación material: el crecimiento del espacio construido -del entorno humano urbano-. Sobresalen como más significativos:

a. Además de la desecación casi completa de los lagos, cuya definitiva aceleración inició durante el porfirismo, la casi total cancelación del papel que desde siempre desempeñó el lecho lacustre/3 como almacenador, drenador y en algunas ocasiones, infiltrador del agua proveniente de la precipitación pluvial/4. Una importante proporción del lecho se halla ocupada por casas, industrias, comercios y pavimento, los cuales únicamente posibilitan la evaporación de parte del agua llovida y la captación de la proporción restante por desagüe y saneamiento.

De los cuerpos de agua con que contaba la cuenca al finalizar la pasada centuria (Supra., Figura 4) sólo quedan en la actualidad partes de Zumpango y Texcoco, resultantes del llenado y de programas de recuperación gubernamentales. De la ciénega de Xochimilco subsisten espejos de agua y canales, a los que alimenta el líquido proveniente de la planta Cerro de la Estrella y acrecentan peligrosamente las aguas de lluvia /5.

b. El incesante aumento de la demanda total de agua potable. Se trata de un fenómeno que no ha podido ser detenido, no ante el constante dinamismo económico demográfico citadino.

c. Vinculado con lo anterior, el incremento de aguas residuales y pluviales y de la demanda total de drenaje. He aquí otro fenómeno que -como se verá- ha planteado retos quijotescos en materia de desagüe y saneamiento, precisamente porque, ante el constante crecimiento urbano de la ciudad, no ha habido obra o medida que permita que ambos servicios sean suficientes para lograr su cometido.

d. La deforestación y vía ésta, los cambios en el funcionamiento del ciclo hidrológico regional, mencionados en el anterior inciso. El crecimiento de la superficie asfaltada ha afectado además, el proceso de absorción e infiltración del agua pluvial por las superficies sobre las que se ha extendido; carente de la dotación de servicios hidráulicos, en especial del de saneamiento, ha provocado la contaminación de corrientes superficiales, suelos regionales y vía éstos, mantos acuíferos.

Especialistas como E. Acosta, no descartan la posibilidad de que partes del acuífero regional se encuentren contaminadas a consecuencia de este fenómeno (DGOCH., 1982., p.6.1-6.6). El

/3. No se olvide la diferencia entre lecho o vaso lacustre y sistema de lagos o lacustre.

/4. También la cancelación del rol de los lagos había adquirido sus rasgos fundamentales durante el porfiriato.

/5. El gobierno aplica en estos momentos un programa de recuperación ecológica de la zona: el "Plan de Rescate Ecológico de Xochimilco" (DDF., 1989).

autor recomienda incluso, que en zonas de recarga del acuífero como la de la delegación Magdalena Contreras por él analizada, se prohíba el establecimiento de asentamientos humanos.

Compañeros inseparables de la urbanización, los basureros a cielo abierto son otra fuente de alteración del ciclo hidrológico, de contaminación y deterioro. En base a estudios geohidrológicos de zonas en que se localizan basureros públicos, como la de la Sierra de Santa Catarina, otros especialistas han probado la contaminación, vía lixiviación, del acuífero en Chalco. (Rodríguez, R., et.al., p.207-217. Ver Glosario de Términos).

III. Sistema Hidráulico.

Como en el periodo comprendido entre el porfiriato y el decenio 40-50, las autoridades hidráulicas han prosiguido desde los 50 la construcción de diversas obras, la reparación de otras y la ampliación de otras más. Basándose en el diagnóstico de la situación hidráulica desde los 50 hasta nuestros días, en este apartado se hará una descripción de las características de los sistemas; de la forma en que los funcionarios involucrados concibieron la problemática hidráulica y sus vínculos con los otros fenómenos que han impactado al ciclo hidrológico regional; de las alternativas que propusieron para afrontar la problemática y de las características que finalmente tuvieron las acciones realizadas.

Como en el porfiriato, la revisión de algunos planes gubernamentales, destinados a comprender y transformar la problemática hidráulica, permitirá cumplir con dicha labor y constatar que en los documentos se reconocían algunos de los necesidades reales de abastecimiento y drenaje, de control de la extracción de agua, de la deforestación y hasta del crecimiento urbano.

Sólo que también en estos documentos existirían componentes imprecisos y paradójicos de diagnóstico y alternativas (aplicación, por ejemplo, de medidas contrarias a lo propuesto en los planes) determinados, entre otros factores, por la idea subyacente en diagnóstico y alternativas, la creciente presión del dinamismo económico demográfico en la demanda total de ambos servicios, y el deseo de optar por opciones más económicas, en términos de costo y tiempo (racionalidad).

Se podrá constatar además, que en lo esencial, las autoridades mantuvieron la perspectiva de abordaje de la problemática hidráulica inaugurada durante el porfiriato, de dar prioridad a las soluciones tendientes a incrementar la oferta de ambos servicios, perspectiva cada vez más determinada por el dinamismo económico demográfico ciudadano. Finalmente, que durante el último periodo se han profundizado y ampliado los impactos de

la obra hidráulica -en conjunción claro con las ya mencionadas actividades- en el funcionamiento de ciclo hidrológico regional.

1. Instituciones encargadas de estudiar y resolver la problemática hidráulica de la cuenca.

La población de la Ciudad de México asistió al inicio de los 50, padeciendo una de las más graves inundaciones de que se tuviera noticia. La precipitación "inundó de agua y lodo dos terceras partes de la Ciudad de México. Las consecuencias de este alud sobre la metrópoli mexicana, que no tiene defensa para resistir los fenómenos naturales, fueron desastrosas y funestas. Al finalizar la semana se habían recogido 5 muertos y numerosos heridos, y se había hecho un cálculo aproximado de algunos millones de pesos por pérdidas de muebles, utensilios de casa, productos alimenticios, medicinas y otros objetos" (DDF., 1975., p.205). Similar situación, que remembraba los padecimientos vividos por los capitalinos durante el porfirismo, se repitió en 1951.

En el mismo año apareció una de las instituciones que llegarían a incidir de manera no despreciable en la materia: la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. Sus funciones: determinar tanto los recursos hidráulicos del Valle, como aquéllos que se pudieran importar de otras regiones; realizar una "planeación hidráulica general"; estudiar y plantear alternativas frente al problema del "hundimiento del suelo en la parte baja de la Cuenca", e instrumentar acciones para la conservación de las tierras y la reforestación. (CHCVM., 1970 a, p.3).

A pesar de no ser una institución de índole ejecutiva -sólo proponía "soluciones técnicas congruentes y coordinadas" al Secretario de Recursos Hidráulicos- o tal vez por su misma posición, la Comisión Hidrológica asumiría una actitud bastante crítica, una postura que la llevaría incluso a contraponerse a las estrategias instrumentadas por el gobierno de Miguel Alemán. (Perló, M., 1988, p.26), una posición frente a la problemática hidráulica pionera en muchos sentidos. Pero veamos cuales eran en ese tiempo los componentes de la visión de la CHCVM.

Una idea fundamental yacía en los planteamientos de la Comisión: encontrar alternativas para satisfacer las crecientes necesidades de una ciudad en constante dinamismo económico demográfico; en otras palabras, concordar con este dinamismo el aumento en la oferta de ambos servicios. A ella se subordinaban otras consideraciones, a nuestro parecer tan o más importantes, como el necesario control en los montos de agua extraída.

Según reconocía la Comisión, en aquél momento se carecía de información adecuada y suficiente sobre la situación hidráulica de la cuenca, además de que era indispensable enfrentar

problemas "de verdadera emergencia". Los dos motivos -pero sobre todo la idea mencionada- signaron las alternativas de la Comisión en cuanto al abastecimiento de agua, las cuales comprendían entre otras acciones:

a. Suprimir el bombeo de pozos privados y públicos y de esta manera, "el bombeo de agua en los acuíferos". La Comisión no especificó los acuíferos objeto de la medida. Lo más seguro es que se refiriera a los localizados en la zona central de la ciudad, porque ahí se presentaban compactación y hundimiento del suelo.

b. Para lograr lo anterior y pensando en que era necesario incrementar la oferta del líquido, la Comisión proponía "proyectar y construir los sistemas de suministro de agua potable a la Ciudad de México y poblaciones del Valle, aprovechando aguas subterráneas y de manantiales del propio Valle: Chiconautla /6, Teotihuacán, Chimalhuacán y prolongación sur del acueducto Xochimilco".

La CHCVM pensaba que al encontrarse estos recursos en zonas no urbanizadas, se evitaría lo que había ocurrido en la ciudad central: que al extraer el agua se afectara a construcciones e infraestructura, vía la compactación y hundimiento del suelo. Nunca previó que el crecimiento de la mancha urbana, fomentado en mucho por la política gubernamental, imposibilitaría evitar estos efectos.

c. Otra opción: "estudiar fuentes de abastecimiento externas al Valle de México, seleccionando de inmediato, para su realización, el proyecto técnico económicamente factible". La Comisión no especificaba cuál era el sentido de este requisito: ¿se trataba de seleccionar aquél que fuera más cercano, más barato, menos conflictivo en términos de aceptación de sectores productivos y sociales afectados? No se sabe.

d. La Comisión pensó en una obra externa ya construida y en operación: la del Lerma; propuso se ampliara la "red de distribución de agua potable que alimenta /ese/ acueducto" (CHCVM a., 1970., p.10), lo cual implicaba trasladar al Valle, mediante una explotación más intensa de su líquido, los problemas de sobreexplotación, hundimiento, etc., que venían aquejando a la Ciudad.

e. Una última alternativa fue "estudiar y proyectar la infiltración de aguas negras, de lluvia y previamente tratadas". Se trataba de una idea pionera en su género, descartada si inmediatamente por las autoridades, pero que se tornaría en componente del actual discurso oficial en la materia, cuando

/6. La Comisión prestó particular atención a Chiconautla; propuso "suministrar agua potable de la zona /.../ para usos domésticos de la Ciudad de México y poblados aledaños al acueducto Chiconautla-Ciudad de México".

menos en cuanto a la infiltración de aguas con tratamiento terciario se refiere (DDF, 1989).

Como se puede ver, salvo algunas propuestas realmente novedosas, la Comisión no rebasó los cánones establecidos durante el porfiriato en lo referente a abastecimiento. La seguía guiando como subordinadora de otros planteamientos, la idea de satisfacer la creciente demanda total de agua, mediante la construcción de obras para ampliar la cobertura del servicio. Similar ocurrió con los planteamientos sobre saneamiento y desagüe. La Comisión sugirió:

a. Partir de una estrategia fundamental en cuanto al tratamiento de la problemática de las aguas negras y pluviales originadas en la Cuenca: "considerar como un solo conjunto hidrológico a la Cuenca del Valle de México y a la zona del Mezquital, Hgo." (CHCVMA., 1970 p.10).

Ello permitiría "determinar los máximos caudales de aguas negras y pluviales, originadas en la Ciudad de México, para el riego agrícola de terrenos del Mezquital, Hgo., /y/ destinar para el abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México y a la zona N-Z-T, las aguas superficiales del Mezquital, que actualmente se utilizan en riego agrícola".

He aquí otro mecanismo para incrementar el caudal de agua de la ciudad, el cual evidencia una política que data de la pasada centuria: la de dar prioridad a abastecimiento y drenaje de la ciudad frente a los requerimientos productivos y reproductivos de otras regiones. La estrategia no tendría mayores inconvenientes si realmente se recompensara con aguas tratadas en suficiente cantidad y calidad a las zonas afectadas por la extracción, pero esto sólo se ha dado y en contadas ocasiones, a resultas de la presión de los sectores afectados /7.

b. La Comisión propuso se concluyera el túnel nuevo de Tequixquiac, comentado en el inciso I.3.A del cuarto capítulo. Aunque en el túnel sí se previó una capacidad para afrontar tanto las épocas de lluvias, como el futuro crecimiento económico demográfico de la ciudad -lo que no ocurrió con el porfiriano- los cálculos fueron grandemente superadas por la realidad.

c. "Rectificar, reconstruir, reacondicionar y desazolvar los colectores cuyas características y eficacia se alteraron notablemente por los hundimientos de la Ciudad". Sin negar lo prioritario de dar mantenimiento a estos conductos, se debe recordar que mientras el dislocamiento sí se originaba en el hundimiento, el azolvamiento se debía, además, a la deforestación y desección de los lagos.

/7. Xochimilco fue ejemplo de una movilización que redundó en la compensación, con aguas tratadas, del líquido que se le extraía. No ocurrió lo mismo en Lerma. Las autoridades prometieron una dotación de maíz y acceso al agua de los pozos locales. Se trató, sin embargo, de promesas no cumplidas.

d. "Construir plantas de bombeo definitivas para desalojar satisfactoriamente las aguas negras de atarjeas y colectores del alcantarillado de la Ciudad". (Frente al dinamismo económico-demográfico que la capital registraba, ninguna obra sería definitiva, mucho menos las plantas de bombeo que tenían un papel correctivo).

e. "Reglamentar los desechos industriales para evitar la contaminación de las aguas negras". He aquí otra propuesta pionera, atinada y actualmente recuperada por las autoridades, la cual no se llevó a la práctica por desgracia. El Mezquital y Xochimilco, usufructuadores de las aguas negras de la Ciudad, y los habitantes capitalinos, consumidores de los productos regados con aguas negras, viven en su economía y salud las consecuencias aun no completamente sopesadas de esta omisión (Impacto socioambiental).

f. Finalmente, por lo que atañe a la ecología, "fijar mediante forestación, pastización o inundación los terrenos que son fuentes de tolvaneras" (p.11). Resultó significativo que la Comisión considerara prioritario al problema; aún más, que lo denominara ecológico. Llama la atención que no se ubicara a la deforestación como alteradora de la natural capacidad de los suelos de absorber e infiltrar agua, idea ya manejada desde finales del siglo XIX por Garay y Peñafiel (Ver supra., tercer capítulo).

Otra institución fue creada en 1953, dos años después de haber aparecido la CHCVM: la Dirección General de Obras Hidráulicas (DGOH) encargada ella sí de "estudiar, proyectar y ejecutar las obras necesarias para detener el hundimiento del terreno a la brevedad posible /.../, dar una solución definitiva al drenaje de la Ciudad y extender los beneficios de un servicio adecuado de agua potable a la población." (DGOH., 1954, p.1. El subrayado es mío).

Con mayor poder de decisión, la Dirección presentó en 1954 el "Plan General para Resolver los Problemas del Hundimiento, las Inundaciones y el Abastecimiento de la Ciudad de México". Se trata de un plan muchos de cuyos propósitos se llevaron a la práctica (Perló., M., 1988, p.28), de una obra que evidencia el conocimiento más preciso que tenía la DGOH de la problemática hidráulica.

Comencemos con la visión de la DGOH sobre los problemas de drenaje. El primer fenómeno al que prestó atención fue por supuesto el hundimiento de la ciudad, considerado especialmente significativo "para su desarrollo futuro debido a las conexiones que dicho hundimiento tiene con el abastecimiento de agua potable y con las inundaciones de amplias zonas urbanizadas" (p.5. El subrayado es mío). La Dirección reconocía, en efecto, a la "exagerada" explotación de los acuíferos en el área urbanizada

como "causa más plausible" del abatimiento en los niveles piezométricos, del hundimiento y del dislocamiento de infraestructura y edificios.

Dos eran las alternativas de la DGOH para resolver el problema: reducción del bombeo a "límites tales que no ocasionen movimientos en la superficie" e "inyección de agua de lluvia a los acuíferos, por medio de pozos de absorción profundos" (p.13). El posterior desarrollo urbano y el incremento en la demanda total de agua que implicaba, dejarían a la primera propuesta en el papel y en el ámbito de las buenas intenciones.

La segunda opción, ya planteada por la Comisión Hidrológica, fue descartada por la Dirección en el documento mismo, en el que argumentaba, entre otros/8 y a mi parecer acertadamente, que era "inadmisible alimentar los acuíferos en forma tan directa y sin control, con aguas que necesariamente están contaminadas" (p.13). Incluso la actual propuesta de inyección con aguas de tratamiento terciario se debe manejar con cautela (DDF, 1989).

A tres factores atribuía la Dirección la insuficiencia del sistema de desagüe y saneamiento: el aumento en las áreas impermeables producto de la urbanización; el incremento de las zonas conectadas al sistema y por tanto de los caudales de aguas negras y pluviales, y el dislocamiento de los colectores por el hundimiento del terreno.

Para afrontarlos la Dirección proponía eliminar los primeros 20 kilómetros del Canal; evitar que las aguas provenientes de las pendientes del oeste, "aguas abajo de las presas construidas o proyectadas, descarguen sobre la parte plana de la Ciudad en donde provocan inundaciones"(p.48), y buscar los lugares más adecuados para la instalación de las plantas de tratamiento de las aguas negras con que se compensaría a las zonas de las que se extraía el recurso.

Es interesante constatar que las plantas de tratamiento aún no aparecían entonces como alternativa para satisfacer las necesidades de agua potable de la ciudad. Tal vez se debiera esto a que las condiciones financieras del Distrito Federal y del país permitían pensar todavía en la construcción de obras como principal estrategia para incrementar la oferta total de agua.

La Dirección sugería, por otra parte, un conjunto hidráulico conformado por el Interceptor Poniente que descargaría en el Sistema de Desviación Combinada y podría tener salida en la zona de Cuautitlán; un sistema de colectores principales orientados a

/8. Para inyectar agua de lluvia -agregaba la DGOH- habría que instalar unos 1,500 pozos, junto con sus respectivas obras de conducción y decantación. Con todo este sistema -reconocía- apenas se captarían 2m³/s, cifra a todas luces inferior a los 9.4m³/s que se extraían del subsuelo en esos momentos.

llevar las aguas hacia las plantas de tratamiento; las plantas de tratamiento mismas, localizadas al Oriente del Cerro de la Estrella y en San Cristóbal Ecatepec y destinadas a proporcionar aguas de retorno a las zonas cuyas aguas de riego se destinaban a abastecer a la Ciudad (Chimalhuacan, Chiconautla, Chalco, Xochimilco, Cuautitlán y Mezquital).

Más sistemáticas y fundamentadas que las propuestas por la CHCVM, las medidas de la DGOH en torno a desagüe y saneamiento se mantenían en la perspectiva de enfrentar inundaciones, dislocamiento del sistema y creciente demanda total del servicio mediante la construcción de obras, más perennes si que las sugeridas por la Comisión. Pero como lo demostraría el posterior desarrollo de la capital, ni las más sofisticadas, perennes y costosas obras permitirían satisfacer cavalmte los requerimientos en la materia.

También al abastecimiento de agua potable prestó la Dirección interés. Basándose en predicciones bastante conservadoras sobre las futuras población y demanda total de la Ciudad (Ver CUADRO 20) y estimando una oferta promedio de 350 litros diarios por habitante y un control sistemático de fugas y consumos de los usuarios, la Dirección calculó en 26.1, 33.0 y 36.6 m³/s las necesidades del líquido que tendría la capital en los respectivos 70, 80 y 90, estimación que -se verá- ha sido enormemente superada por la realidad /9.

CUADRO 20
POBLACION Y NECESIDADES FUTURAS DEL DISTRITO FEDERAL
(de acuerdo a DGOH)

ANO	POBLACION (MILL. HABS)	GASTOS (M3/SEG)
1950	3.05	12.2
1960	4.62	18.4
1970	6.55	26.1
1980	8.27	33.0
1990	9.18	36.6
2000	9.60	38.3

Fuente: DGOH., p.19 y 21.

Al proponer alternativas para satisfacer la demanda futura de agua en la Ciudad, la Dirección reconocía -al igual que la CHCVM- que no era posible mantener el excesivo nivel de extracción del

/9. La ciudad cuenta actualmente con 59 y 64 m³/s y no con los 36.6 m³/s previstos por la DGOH.

líquido subterráneo; que sólo era admisible explotar 2.5m³/seg; que era necesario por ello, "eliminar en el área urbana el bombeo de 6.9m³/seg y sustituirlo por agua de otras captaciones"(p.31). Reconocía, sin embargo, las bondades de la extracción de agua del subsuelo, en términos de tiempo y costo: lo rápidas que resultaban las captaciones; el que el líquido únicamente requiriera de un control bacteriológico para ser distribuido; en fin, el que resultarían más económicas por su cercanía.

Basándose en las consideraciones costo/beneficio y en el "balance hidrológico del Valle", la Dirección concluía que era posible extraer 8.0m³/seg "de cuencas subterráneas independientes de la Ciudad y que por lo tanto su explotación no contribuiría/al hundimiento de la misma"(p.31). En otras palabras, sustentándose en argumentos técnicos, daba prioridad a una opción costo-beneficio económicamente racional a corto plazo, frente a alternativas económica y ecológicamente racionales a largo plazo. A continuación los lugares poseedores de estos requisitos, así como los caudales que de acuerdo a la institución se podrían extraer:

FUENTE	GASTOS (M ³ /S)
Chimalhuacán.	1.0
Chiconautla y Teotihuacán.	3.0
Chalco.	3.0
Ampliación Xochimilco.	1.0
SUMA:	8.0

* DGOH, 1954, p.32

Claro que el posterior crecimiento de la mancha urbana ha alcanzado a muchas de las zonas de extracción propuestas (infra., inciso 3.b.). Resultado: se han abatido los niveles freáticos del subsuelo, que registra compactaciones y hundimientos, los cuales han afectado, a su vez, a las unidades económicas y habitacionales y la infraestructura, lo que demuestra que lo económicamente racional en términos estrictamente económicos y a corto plazo no siempre es tal cuando en el análisis se incluye la dimensión ambiental.

La DGOH proponía se aprovecharan, también con fines de abastecimiento, los ríos Tepetzotlán, Cuautitlán, Tlalnepantla, Hondo y San Javier, a través de las respectivas presas de La Concepción, Guadalupe, Madín, San Esteban y San Javier/10. No se debía aprovechar el líquido que captaban las presas "Becerra, Tacubaya, Tecamachalco, San Joaquín, El Tornillo y El Capulín,

/10. Del conjunto de presas propuestas por la Dirección, ya existían las de Concepción y Guadalupe.

/.../ pues sus cuencas esta/ban/ excesivamente contaminadas". (p.34).

Se debía recurrir finalmente a fuentes externas, más "convenientes" por su proximidad y porque las obras para su captación serían más rápidas (De nueva cuenta la lógica cortoplacista de costo). En cuanto al aprovechamiento de recursos externos, la Dirección proponía se ampliaran las obras del Lerma; se captaran las aguas de los ríos Malinaltenango y San Jerónimo, localizados en la vertiente sur del Nevado de Toluca y de la Sierra de Temascaltepec, y se aprovecharan los acuíferos en las cuencas de Apam, Tecocomulco y Tochac, situadas al oriente de Teotihuacán.

Pensando en que las corrientes superficiales no debían situarse a más de 150 kilómetros de la Ciudad y a menos de la cota de 2,100 metros de altura, la Dirección proponía como únicas opciones viables al "río Lerma hasta Tepuxtepec, el Tepeji hasta Requena y el Tlautla hasta su confluencia con el río Tula" (p.37).

Según se puede constatar, a pesar de los ya entonces obvios impactos socioambientales, en la zona central de la ciudad y en Xochimilco, de la sobreexplotación de agua, la DGCOH -al igual que la CHCVM- continuaba empeñada en las alternativas de extracción, cercanas o lejanas, que permitieran incrementar la oferta del líquido.

Diversas cuestiones permiten comprender tal actitud: la visión de lo que debía ser el aprovechamiento del recurso (un consumo sin posterior reutilización); el que no existieran impedimentos financieros a la prosecución de las costosas obras implicadas en la captación del agua, sobre todo de fuentes externas; la prioridad que entonces se seguía otorgando a la satisfacción de las necesidades ciudadanas, y la presión ejercida por el dinamismo económico-demográfico.

La Dirección apuntaba, en su diagnóstico del sistema de distribución, que éste había funcionado bien hasta 1930, cuando "la población de la ciudad comenzó a crecer aceleradamente" (p.40). Agregaba que dicho crecimiento y el que las tuberías que se fueron adicionando tuvieran 0.50m de diámetro, provocaban que fueran escasos y con presiones muy bajas los escurrimientos que llegaban hasta el extremo oriente, por lo que proponían se inyectara "agua a la red primaria por puntos alejados de los tanques de Dolores" (p.40). La DGCOH olvidaba que, precisamente por estar alejadas de los tanques de Dolores, las colonias del oriente de la ciudad recibían agua a menor presión y cantidad. La Dirección destacaba como otro componente no menos delicado de la problemática de distribución, al consuetudinario desperdicio de agua, debido a fugas y desperfectos en el sistema y a las pautas de consumo de los usuarios.

¿Qué ocurrió con la obra hidráulica construida a partir de los cincuenta? ¿En cuáles de sus componentes se consideraron

las propuestas de ambas instituciones? ¿Qué tanto se logró, con las acciones realmente instrumentadas, afrontar los problemas a cuya solución estaban destinadas las obras? Veamos.

2. Desagüe y saneamiento

A. Primeras obras

Hasta 1954 concluyeron la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas y el Departamento del Distrito Federal el segundo túnel de Tequixquiac. Dotado de una capacidad teórica de desagüe de 60 m³/s y acompañado de labores de mantenimiento, reparación y ampliación, hacia el sur, del Gran Canal, el segundo túnel "alivió la situación del drenaje general de la cuenca, pero las condiciones en la ciudad seguían siendo las mismas, con las frecuentes inundaciones que se han referido" (DDF., 1975., p.210. El subrayado es mío). El túnel fue, por tanto, insuficiente para cumplir con su labor.

Siguiendo las pautas establecidas en el Plan de la DGCOH de 1954, o en el caso de las presas, completando a aquéllas que componían el Sistema de Desviación Combinada, las autoridades emprendieron, entre 1953 y 1958, la construcción de presas en las barrancas de Becerra, Pilares-Tacubaya. Por desgracia el agua de las presas se ha desperdiciado, no ha sido destinada al abastecimiento de la capital; antes bien y aquí aparece una de las paradójicas consecuencias de contar con un sistema de drenaje combinado: a partir de la construcción del Interceptor Poniente el líquido pluvial ha ido a parar, junto con las aguas de albañal, al sistema general de desagüe, lo que vuelve a demostrar lo irracional que puede ser una acción u obra vista desde un enfoque ambiental.

En 1960 se construyó el Interceptor Poniente, previsto en el plan de 1954, el cual con una capacidad de 25m³ por segundo, permitió disminuir las cargas recibidas por el Gran Canal. "Esta obra se realizó en 9 meses con túneles de 15 km. de longitud y canal revestido a cielo abierto, adaptando el cauce del Río Hondo cerca de su cruce con la supercarretera a Querétaro, donde desemboca el Interceptor, hasta el Vaso de Cristo, para garantizar la capacidad de escurrimiento".(DDF., s/f., p.213. Mapa 11).

En 1963-64 fue prolongado el interceptor hasta el río Cuautitlán, con lo que alcanzó una longitud de 32.3km y una "capacidad creciente, de 30 a 80 m³/seg, para captar los escurrimientos del Río Tlalnepantla, el Río San Javier y el Río Tepetzotlán y los regularizados en el vaso de Cristo/.../ El resto de la longitud, que era de 20km, se construyó en canal trapecial con capacidad de 80 a 130m³/seg" (DDF., s/f., p.215).

Al igual que el segundo túnel de Tequixquiac, el Interceptor Poniente permitió atenuar las descargas del desagüe

general. Pero ¿acaso se constituyó en una solución definitiva a los problemas de desagüe y drenaje de la ciudad? De ninguna manera. En la actualidad -las mismas autoridades hidráulicas así lo reconocen- el Interceptor muestra signos de agotamiento e insuficiencia, originados en la creciente urbanización y en la deforestación intensiva del Norte y Poniente de la Cuenca/11.

Un grave problema ha venido afectando a varias de las intermitentes corrientes superficiales de la Cuenca: su contaminación, provocada por la emisión de desechos industriales y domésticos principalmente. Para enfrentarla y evitar que las corrientes se constituyeran en focos de infección, las autoridades decidieron entubarlas.

Las obras consultadas dan noticia del entubamiento de los ríos de la Piedad, Consulado, Mixcoac, Becerra, Magdalena, Tacubaya, Hondo, San Joaquín, Mixcoac, Magdalena, Churubusco, etc. Todavía existen sin embargo, corrientes que permanecen a cielo abierto: San Buenaventura, Remedios, Tlalnepantla, etc. Tal vez sería suficiente con reforestar los espacios que las rodean, con regenerarlos y mantenerlos limpios, pero si lo primero es imposible, lo segundo resulta quijotesco, frente a la costumbre de arrojar todo tipo de desechos en ellos.

De gran importancia en el drenaje del Sur y Oriente de la Cuenca, fue el entubamiento del río Churubusco, con una longitud de 21 kilómetros y destinado a captar el líquido del este y sur, así como aquél no recogido por los colectores río Mixcoac, Barranca del Muerto, y del conducido por los Ríos San Angel, Tequilasco y Magdalena.

Aunque no con las características, objetivos y localización previstos por la Dirección General de Obras Hidráulicas en 1954, a partir de los 50 cristalizó la propuesta de construir plantas de tratamiento. En 1956 se inauguró la primera en Chapultepec, con una capacidad teórica de 160 litros por segundo y destinada a regar áreas verdes y al llenado de lagos.

A raíz de la presión de chinamperos del sur de la Ciudad, cuya producción se vio afectada por la operación de las obras de abastecimiento (infra., inciso 1, séptimo capítulo) el Departamento del Distrito Federal y la Secretaría de Recursos Hidráulicos desviaron en 1951, hacia el lago de Xochimilco, las aguas del río Churubusco y lo dotaron posteriormente con el agua de la planta Aculco-Coyoacan. Años después, en 1967, iniciaron las obras para dotar de aguas tratadas "a una amplia zona

/11. Ya he hablado de los efectos de deforestación y crecimiento urbano sobre el funcionamiento del ciclo hidrológico regional; sólo quisiera repetir que al extenderse sobre las laderas, la mancha urbana acrecenta las superficies impermeables, los escurrimientos pluviales y las aguas residuales.

agrícola de Mixquic y Tláhuac y a la región de Chalco" /12. (Perló, M. 1989, p.43).

Posteriormente se construyeron otras plantas: Magdalena Mixhuca, finalizada en 1960 y con una capacidad de tratamiento de 230 litros por segundo; San Juan de Aragón concluida en 1964 con una capacidad de 550 litros por segundo; Cerro de la Estrella, de 2,000 litros por segundo, terminada en 1971; Bosques de las Lomas en 1973; Acueducto de Guadalupe en 1978, y Tlatelolco y Azcapotzalco en 1979 y 1981 (Mapa 12).

B. Drenaje profundo.

Como ya era común en la historia del sistema hidráulico, las obras de mantenimiento, ampliación y reforzamiento de saneamiento y desagüe de la ciudad resultaron insuficientes para afrontar las inundaciones y captar las crecientes descargas. Tal insuficiencia -ya se ha comentado- se debió al dislocamiento de las redes, provocado por los hundimientos resultantes de la extracción de agua subterránea; a los escurrimientos que aumentaron al crecer el área impermeable, la superficie deforestada y la población, y a la anarquía en la ampliación de la red secundaria, entre otros.

Las autoridades reconocían varios de estos problemas. Pero como ya era común, recurrieron a una nueva obra para resolverlos, a una obra magna: el desagüe profundo, sobre el que señalaban en su Memoria de 1979:

Sólo hasta 1959, contando "con un mayor acervo de datos topográficos, geológicos e hidrológicos; con una amplia experiencia técnica en perforación de túneles en arcilla y en roca; y aprovechando el potencial geográfico que brinda la altitud de la ciudad, fue posible proponer al Jefe del Departamento del D.F., la nueva alternativa": el sistema de drenaje profundo (p.XV Tomo III, 1974. Como en el porfiriato, la técnica volvió a jugar un papel significativo).

En efecto, el sistema de drenaje profundo apareció a las autoridades como fundamental opción para "proteger a la ciudad contra el peligro de las inundaciones y sus consecuencias en forma definitiva, al desalojar las aguas negras y pluviales en

/12. Más que calmar el descontento Xochimilco, estas obras estaban destinadas a intercambiar el agua potable utilizada en Chalco por aguas tratadas. Así parece indicarlo el siguiente pasaje: "Según el quinto informe presidencial, en 1969 se invirtieron más de 55 millones de pesos en el sistema Chalco, el cual estaba diseñado para suministrar 2.5 metros cúbicos por segundo de aguas tratadas para riego por aspersión de 8,000 hectáreas que se surtían con aguas blancas." (Perló, M., 1989, p.43. El subrayado es mío).

periodos cortos fuera de la Cuenca del Valle de México" (DDF., s/f. El subrayado es mio). El drenaje profundo -agregaba el DDF-operaría por gravedad y no se vería afectado por los asentamientos del suelo, gracias a que sería construido a profundidades desde los 20 hasta los 200 m, además de que sería capaz de desalojar 200 metros cúbicos por segundo de aguas pluviales y residuales.

Fue hasta la presidencia de Díaz Ordaz que se autorizó la construcción del sistema, compuesto por el Emisor Central, los Interceptores Central, Oriente y Centro Poniente, así como por lumbreras y captaciones. Las últimas reciben aguas negras y pluviales de la red primaria y las conducen a los interceptores, que las transportan a su vez al Emisor Central, encargado de desaguarlas fuera del Valle. Las lumbreras fungen "como inicios de frentes de ataque constructivo y con ciertas adaptaciones, como captación" (DDF., s/f. Ver mapa 13).

Las primera y segunda etapas de ejecución del sistema comenzaron en 1967 y concluyeron en 1982. Consistieron, la primera, en la construcción del Emisor Central, el Interceptor Central y el Interceptor Oriente; la segunda, en la ejecución de los interceptores Central y Poniente, no terminados con la velocidad prevista, pues las "limitaciones presupuestales sólo permitieron concluir 22 de los 31 kilómetros planeados (DDF., s/f.).

Durante el régimen de De la Madrid se prosiguió la construcción del interceptor central y fueron concluidos el interceptor semiprofundo de Iztapalapa y la planta de bombeo Central de Abasto, obras realizadas no con la celeridad de los primeros componentes del drenaje profundo, pues las autoridades ya aplicaban su actual política recesiva. De 5.8 kilómetros, el colector de Iztapalapa sirve para apoyar al sistema de drenaje en su parte Sur-Oriental. También lo ayuda la planta de bombeo Central de Abasto, que descarga hacia el cajón de Churubusco las aguas residuales y pluviales transportadas por los colectores Iztapalapa y Central de Abasto.

C. Condiciones actuales de desagüe y saneamiento.

Resultado de las obras descritas, la Ciudad de México cuenta en la actualidad con tres componentes para "desalojar las aguas residuales /y/ reducir encharcamientos e inundaciones y controlarlos cuando ocurren" (DGOH., 1982, p.3.5), a saber:

a. El sistema general de desagüe, que regula y desaloja de la cuenca las aguas residuales y pluviales. A él pertenecen a su vez, el drenaje profundo, los túneles de Tequixquiac y otros conductos entubados, así como conductos a cielo abierto, como el Gran Canal, el Canal Nacional, el Río San Buenaventura, etc. (Ver Mapa 13).

Componen además al desagüe general, las llamadas estructuras de regulación: 32 presas localizadas en el poniente, una laguna de regulación y 12 tanques de tormenta, cuyo objetivo es almacenar el agua durante el tiempo crítico de una tormenta, para después desalojarla gradualmente al sistema de colectores. Finalmente, las 51 plantas de bombeo que alimentan al Gran Canal y a los ríos Consulado, Churubusco y la Piedad. El objetivo de las plantas: desalojar las aguas residuales a lo largo de todo el año; éstas y las pluviales durante las lluvias.

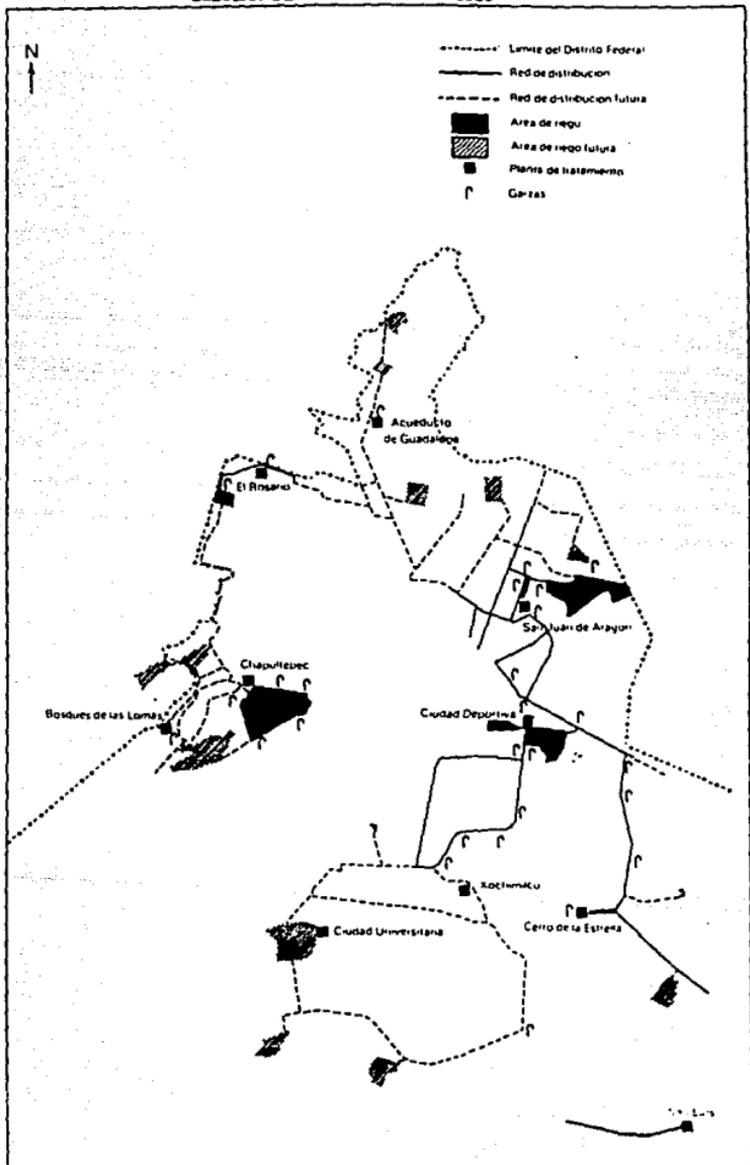
b. "La red secundaria, que recolecta las aguas residuales producidas por los usuarios del sistema hidráulico y las conduce a la red primaria, junto con los escurrimientos producidos por la lluvia". De 12,299 kilómetros de longitud, el componente secundario del drenaje sigue funcionando como en el porfiriato, de manera combinada, lo que además de impedir un posterior uso de las aguas pluviales, hace imposible que se amplíe "a los lugares que no cuentan con el servicio, mientras no existan colectores /primarios/ a donde descarguen y componentes del sistema general de desagüe que desalojen las aguas fuera del Valle de México" (DGCOH., 1982, p.3.60)

c. La red primaria, que conecta a los dos componentes anteriores. Se cuenta en la actualidad con una longitud de 1,217 kilómetros y con la siguiente problemática: el actual sistema se ha superpuesto al original de Gayol, al porfiriano, sólo que a diferencia del último -que corría de oeste a este- la actual red primaria corre de sur a norte y descarga sobre los conductos generales que van de poniente a oriente; la configuración de la red es compleja o más bien anárquica, pues ha respondido a los patrones de crecimiento de la ciudad; hay en fin, interferencias con otras infraestructuras como la del METRO, las cuales se han afrontado mediante el recurso a sifones.

d. Las plantas de tratamiento, de las que actualmente existen nueve y una en proceso de operación. La capacidad total instalada es de entre 1.6 y 1.8m³/s. Comprenden al sistema una red primaria de distribución de alrededor de 119 kilómetros y una red secundaria de 474 kilómetros. Se trata por lo demás, de una infraestructura subutilizada que sirve para regar áreas verdes, llenar lagos y mantener los niveles de los canales de Xochimilco y Tláhuac (Ver Mapa 12).

A pesar de las obras realizadas, el sistema de drenaje enfrenta una serie de insuficiencias y limitaciones muchas de ellas presentes desde el porfiriato. No sólo eso, construcción y operación del sistema han profundizado de manera definitiva y tal vez irreversible las transformaciones en el funcionamiento del ciclo hidrológico regional.

La gran contribución del drenaje a tales cambios se evidencia en el hecho de que donde un gran sistema lacustre captaba, almacenaba o drenaba el agua pluvial y residual; donde diversos cauces la arrastraban, conducían o desbordaban; donde los suelos infiltraban el líquido alimentador de los mantos



FUENTE: DGOCH., 1982.

regionales, existen en la actualidad presas, colectores, atarjeas y canales que lo captan y conducen hacia fuera de la cuenca (Ver Figuras 6 y 10).

El primer problema que desagüe y saneamiento enfrentan en la actualidad es el de la cobertura, siempre insuficiente frente al dinamismo económico demográfico de la ciudad. En términos generales, sólo el 76% de la población accede al usufructo del servicio, aunque como señala la DGOH, existe en materia de drenaje "un mayor grado de diversidad regional que en el agua potable", ya que a lado de delegaciones donde la cobertura es de casi el 100%, como las del centro de la ciudad, hay otras localizadas en el Sur y Sur-Oriente, donde entre el 40% y el 75% de la población carecen de él (DGOH., 1982, p.3.2 y 3.3).

Habría que preguntarse a cuál de los tres componentes del sistema de drenaje se refiere la información, pues según un mapeo realizado por la autora (Romero, P., 1990) zonas de las delegaciones Tláhuac, Tlalpan, Xochimilco y Milpa Alta ni siquiera están conectadas por la red primaria al sistema general de desagüe. Posible conclusión: la información sobre la población del área que accede al sistema, únicamente se refiere al componente secundario. Posible e indeseada consecuencia: aunque una proporción de estas delegaciones cuenta con la red secundaria, las aguas negras y pluviales por él recogidas van a dar al vaso lacustre Xochimilco-Chalco, lo contaminan.

Son graves las implicaciones de la existencia de amplios y crecientes grupos que carecen de drenaje o que únicamente acceden a su componente secundario: las aguas residuales contaminan suelos, cauces y barrancas localizados a cielo abierto, además de existir el peligro, convertido no pocas veces en triste realidad, de que se infiltren y contaminen el líquido subterráneo y los lugareños, al consumir éste, contraigan enfermedades infecciosas.

Otro importante problema de desagüe y saneamiento: el dislocamiento de la mayoría de sus componentes/13, resultante colateral de la sobreexplotación del agua subterránea (Ver Figuras 9 y 10) y del que la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), antes DGOH, dice:

"Tanto las redes primarias como las secundarias están dispuestas a dislocamientos y deformaciones provocadas por el asentamiento del subsuelo; este problema, y los azolves provocados por el arrastre del suelo y la basura, ocasionan una reducción en la capacidad original de los conductos" (DGCOH., 1982, p.3.9).

Moraleja: mientras no se frene la sobreexplotación del agua subterránea regional, que por cierto más que detenerse (como propusieran las autoridades hidráulicas desde los 50) se ha

/13. Sólo el drenaje profundo se encuentra a salvo de este fenómeno. Tal indica la información oficial.

acentuado, no se podrá esperar una operación óptima del drenaje/14.

La anarquía en el crecimiento de las redes primaria y secundaria se mantiene como talón de Aquiles de desagüe y saneamiento regionales. La DGCCH se refiere a una de las grandes determinantes del problema: la población que explosiva e incontroladamente se expande sobre la ciudad y que "presiona primero para obtener agua, y en esa dirección responde el sistema político" (DGCCH., 1982, p.3.2 y 3.3). Después se resuelve la demanda de saneamiento, siguiendo la desordenada localización de los asentamientos urbanos, lo cual no siempre se puede, sobre todo cuando se ubican en laderas y terrenos accidentados.

Debe tenerse presente, por otra parte, que además de impedir optar por el aprovechamiento de las aguas pluviales, el que el drenaje sistema sea combinado "ha ocasionado que casi tres millones de personas carezcan de servicio de alcantarillado /o sistema secundario/, porque los problemas de drenaje más apremiantes y que generan mayor presión política son los ocasionados por las inundaciones y no por la falta de drenaje sanitario (DGCCH., 1982, p.3.2 y 3.3. El subrayado es mío). El desagüe general, el principal encargado de enfrentar las inundaciones, es el que más cuesta construir, por lo que las autoridades no amplían la cobertura del saneamiento, mientras las zonas beneficiadas no puedan contar con desagüe general.

Por cierto que el afán gubernamental de resolver definitivamente las apremiantes inundaciones, raramente se ha distinguido por lo perenne de sus logros. Piénsese en las insuficiencias que años después de ser construidos, han enfrentado el Gran Canal, el Nuevo Túnel de Tequiquiac y el Interceptor Poniente. Se sabe que las tres estructuras enfrentan situaciones críticas, que son insuficientes para captar los caudales que inundan la ciudad, incluso durante lluvias no muy intensas. Las razones, del lector conocidas: "la deforestación, el manejo inadecuado de los suelos /.../, la acumulación de basura" y la urbanización.(DGCCH., 1982, p.3.18).

Ni el sistema de drenaje profundo se ha visto exento de problemas. A pesar de la gran capacidad de captación con que fue dotado, se ha tornado insuficiente frente a los requerimientos de la capital. La principal causa del fenómeno se encuentra, sin duda, en el explosivo crecimiento físico de nuestra urbe, el cual ha sobrepasado con mucho al área servida por los principales componentes del drenaje profundo; se ha expandido sobre

/14. Tampoco se podrá evitar que el área lacustre en que se asienta la ciudad sea más fuertemente afectada por los frecuentes temblores. Antes de la sobreexplotación del acuífero regional, la superficie arcillosa de esa zona funcionaba como una húmeda esponja que podía amortiguar más fácilmente la fuerza de los temblores. En la actualidad no ocurre lo mismo. Seca como está, se ve terriblemente afectada por los movimientos telúricos.

municipios del Estado de México, así como sobre Tlalpan, Milpa Alta, Xochimilco, Coyoacán, etc.

Como se puede ver, el crecimiento de la mancha urbana es y seguirá siendo el gigante cuyos requerimientos no podrán ser cavalmemente satisfechos; ni siquiera con las más avanzadas, sofisticadas y previsorias obras; mucho menos en las actuales condiciones de crisis y austeridad, en las que el gobierno ciudadano promueve planes y programas que fomentan el dinamismo urbano (Santa Fe, Xochimilco, Ajusco, etc.), no obstante lamentarse por los costos que implica la satisfacción de la creciente demanda total del servicio y hablar de la necesidad de frenarla.

3. Abastecimiento.

Igual que las obras de drenaje, varias de las de abastecimiento se constituyeron en cristalización de propuestas de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica y de la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. Tal ocurrió durante el gobierno de Ruiz Cortines, en el que se construyeron las obras de Chiconautla, entre 1955 y 1957 y localizadas al noroeste de la Cuenca; se ampliaron las obras del Lerma y las del sistema Xochimilco y se llevaron a cabo las obras del Peñón Viejo (Supra., inciso I de este capítulo).

Claro que se omitió una de las sugerencias de ambas instituciones: el necesario control en la extracción del agua subterránea de la Cuenca del Valle de México y del Valle de Lerma, pues más que reducción, las medidas implicaron la sobreexplotación del recurso.

La estrategia de incremento en la extracción del líquido no se detuvo allí. Aunque durante el régimen de López Mateos se dieron más avances en la extensión de la red distributiva que en la ejecución de nuevas captaciones, en 1959 se amplió el sistema del Peñón, con tres pozos de 500 litros/seg de capacidad; se inició el proyecto Chalco-Amecameca, y se rehabilitó el proyecto Lerma, lo que permitió aumentar el caudal en 800 litros por segundo.

Hacia 1965 y argumentándose que el Distrito Federal enfrentaba de nuevo un serio problema de insuficiencia de agua (Perló, M., 1989, p.38) se volvió a hablar de la necesidad de realizar estudios para encontrar otras fuentes de abastecimiento. La salida inmediata consistió en ampliar las captaciones del sistema Lerma y aprovecharlas temporalmente, cuando menos en principio, pues no se pudo cumplir con ese acuerdo. (Infra., inciso II, séptimo capítulo., Acuerdo entre DDF, SRH y Estado de México).

A. Propuestas institucionales y obras de abastecimiento ejecutadas.

Especialmente preocupada por el problema del abastecimiento futuro de la Ciudad de México, la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México elaboró sus "Lineamientos Generales del Plan Hidráulico de la Cuenca del Valle de México" (Alternativa 1960-1990), documento profundizado años después, mediante la alternativa 1970-2000 del PLAN HIDRAULICO PARA LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO"

Basando diagnóstico y previsión hidráulicos en el dinamismo económico-demográfico que la ciudad vivía y seguiría registrando, la Comisión reconocía, sin embargo, que no se podía seguir fomentando esta dinámica, causante de no contados problemas hidráulicos y socioeconómicos: abatimiento de los mantos, hundimiento del suelo, dislocamiento de inmuebles e infraestructura, etc. De ahí su "no" a toda política que propiciara o fomentara nuevas inversiones en la capital. Pero, ¿cómo lograr tal cometido? La Comisión no respondió en ninguno de los documentos a la interrogante.

La Comisión consideraba que hasta entonces, las autoridades hidráulicas se habían preocupado por resolver las necesidades inmediatas de agua de la ciudad; que sólo habían explotado las fuentes cercanas y de escaso rendimiento; que la extracción excesiva del agua había provocado la sobreexplotación de los acuíferos regionales y en la planeación hidráulica únicamente se había incluido a la Ciudad de México, no a las zonas aledañas y que se habían conurbado con la ciudad o estaban en vías de hacerlo.

Las alternativas de la Comisión incluían por supuesto "una nueva política para resolver en forma "integral" -ya no "definitiva"- el problema de abastecimiento de agua hasta el año 2,000" y cuyos componentes eran:

a. Incluir en la planeación, no sólo a la Ciudad, también al "Area Urbana Continua de la Ciudad de Mexico". La Comisión reconocía -atinadamente- la imposibilidad de afrontar los problemas de abastecimiento del Distrito Federal, sin vincularlos con los de los municipios del Estado de México que compartían las mismas vicisitudes, precisamente por estar incorporados o en vías de conurbarse con la capital.

b. Tratar de recurrir a sistemas de alto rendimiento, "a fin de satisfacer preferentemente las crecientes necesidades en el Valle de México causadas por su incremento demográfico y no para propiciar desarrollos industriales, o crear mayores incentivos de inversión en el mismo, así como para no importar más agua de las zonas externas que la puedan llegar a necesitar en el futuro" (p.24).

Dos fuentes de abastecimiento auguraban rendimientos atractivos: el Alto Amacuzac, analizado por el Departamento del Distrito Federal y la DGOH y Tecolutla, estudiado por la Comisión Hidrológica, quien descartaba la sugerencia del Departamento, por considerar que podía traer "serios problemas políticos y sociales" (¿No ocurriría lo mismo con la propuesta de la Comisión?). El Departamento, por su parte, consideraba que el estudio del proyecto Tecolutla se llevaría mucho tiempo.

A pesar de los conflictos que, según la Comisión, podría acarrear, el proyecto Amacuzac fue aprobado, aunque las obras sólo comenzaron hasta 1976, al arrancar el sexenio lopezportillista, lo que además de evidenciar el papel propositivo -no ejecutivo- de la Comisión, mostró el mayor peso que en la toma de decisiones tenía la DGOH.

El sistema Amacuzac consistiría de tres etapas, dentro las que se captarían 4, 7 y 8 metros cúbicos por segundo respectivamente. La primera etapa que comenzó a operar a partir de 1982, implicó la captación del recurso procedente de la presa Victoria. Sin embargo, a raíz del estallido de la crisis y la política económica recesiva aplicada durante la presidencia de Miguel de la Madrid Hurtado, la prosecución de las segunda y tercera etapas siguió a pasos más lentos.

c. Mientras se establecía un sistema de abastecimiento de gran capacidad, la Comisión proponía "ejecutar obras de rendimiento hidráulico menor" (p.24). La CHCVM proponía utilizar hasta el año 1973 alrededor de 40 m³/s de las fuentes con que contaba el Area Urbana y de las del Lerma, previendo que la explotación de las últimas tendría que ir disminuyendo paulatinamente; construir las obras pertinentes para aprovechar 3.5m³/s del agua superficial proveniente del puente de la Cuenca; suministrar unos 7m³/s del agua proveniente del Sistema Oriental, y aprovechar unos 36m³/s de agua de los ríos Tecolutla y Oriental.

d. "Eliminar paulatinamente el excesivo bombeo a los acuíferos subyacentes a la Ciudad de México, no sobreexplotar los recursos subterráneos del Estado de México y llegado el caso, reintegrar a las regiones de origen el agua que se les extrae.

No sólo no se llevó a cabo la gran obra de Tecolutla propuesta por la Comisión, tampoco se construyeron los sistemas menores del Poniente, Oriental y Tecolutla. La primera omisión se explica por la mayor fuerza con que contó la propuesta de la Dirección General de Obras Hidráulicas. La segunda se originó, más bien, en los problemas económicos que ya desde los 70 empezaban a perfilarse en el horizonte.

Se prosiguió además, con la sobreexplotación permanente -no temporal como se propusiera en un primer momento- de los manantiales del Lerma. De 4.4m³/s que se extraían en 1960, se pasó a 12.7m³/s en 1975 y a 9.4m³/s en 1982 (Ver CUADRO 21).

No gozó de mejor suerte lo sugerido en torno a la reducción en la sobreexplotación de los acuíferos de la cuenca. Además de la rehabilitación de 275 pozos y la apertura de 16 nuevos, en 1977 se incorporó a la red el caudal de los pozos perforados por la Comisión de Aguas del Valle de México en el sur de la cuenca, a lo largo de Periférico, en Tláhuac-Netzahualcóyotl y en el norte, en la zona los Reyes Teoloyucan. Se acrecentaron, por tanto, los montos de agua extraídos de éste ya no tan transparente valle.

CUADRO 21
FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD 1950-1980
(m³/s)

Fuentes	1950	1960	1970	1980
Total	10.8	21.0	36.0	50.2
DDF	10.8	21.0	28.1	28.1
Xoch-Chal-Xotep.	1.6	4.4	6.5	7.1
Pozos partic.	2.5	2.5	2.5	2.2
Pozos munic.	6.5	5.2	4.9	7.3
Manatiales	0.2	0.6	0.4	0.3
Chiconautla	-	3.4	3.3	2.9
Chimalhuacan-Peñon	-	0.5	0.5	-
Lerma antig. y nuevo	-	4.4	10.0	8.4
CAVM				10.1
Pozos Sur				2.9
Los Reyes Ecatepec				0.8
Teoloyucan				5.7
Tláhuac y varias				0.5
Edo. de México			7.9	12.0
N-2-T Cuautitl.-Izcalli			3.7*	
Ecat.-Coacal-Tlalne. Oriente			0.8*	
Zona IV y V exvaso Texcoco			1.9*	
Netzahualc.Los Reyes la Paz			2.5*	

Fuente: p.268 Garza.

* Información correspondiente a 1975.

B. El abastecimiento ahora.

Según señalara, los últimos años se han signado por la crisis nacional, así como por una política de recorte en el gasto e inversión públicos, que han incidido significativamente en las estrategias de las autoridades hidráulicas. Más que realizar

grandes inversiones para aumentar la oferta del líquido, como las previstas en Apan y Tecolutla, durante el régimen delamadrista únicamente se prosiguió el sistema Amacuzac y se llevaron a cabo labores de mantenimiento, rehabilitación y ampliación de las redes de distribución primaria y secundaria.

El "acuaférico" ha sido excepción a esta estrategia recesiva. Su propósito: captar las aguas del sistema Cutzamala (Perló, M. 1989, p.54) y mejorar y "aumentar la dotación en el Area Metropolitana" (DDF., 1989, p.16). Durante la presidencia de De la Madrid se construyó el túnel principal del acueducto ramal sur. Se tiene previsto ejecutar los restantes componentes durante la presente administración.

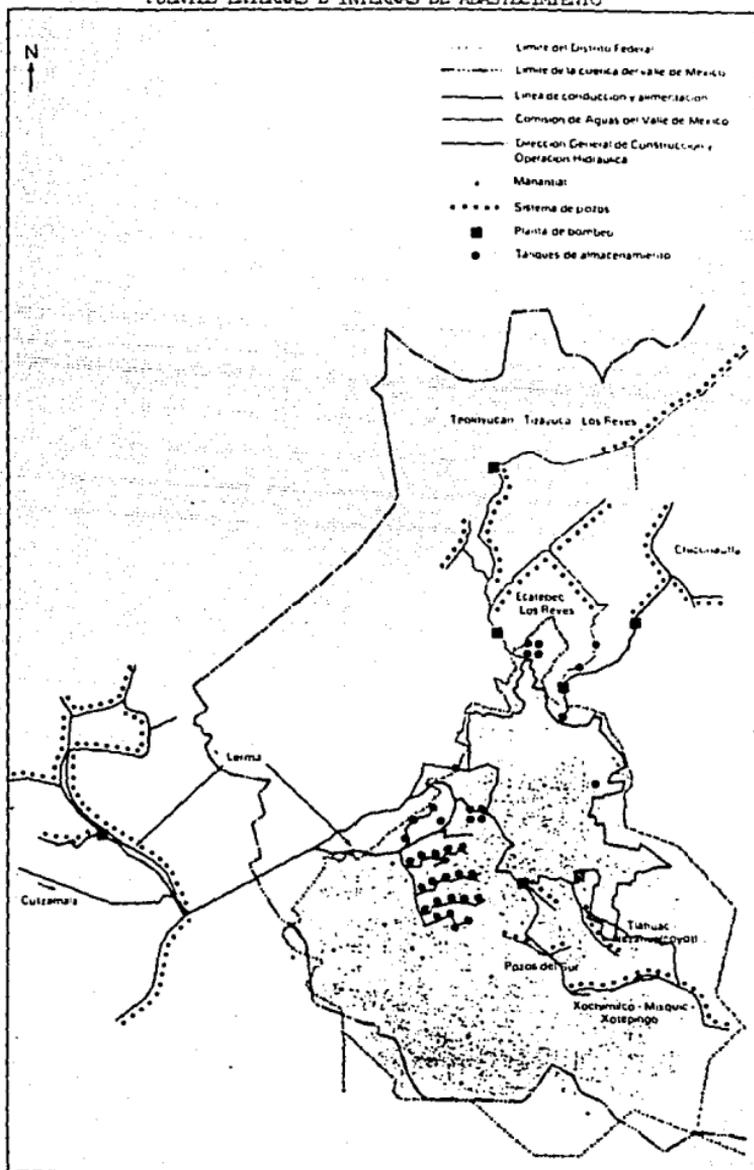
A pesar de los esfuerzos encaminados a mejorar la calidad del servicio de abastecimiento e incrementar la oferta del recurso, se siguen presentando en la actualidad problemas que remembran otros tiempos. A continuación una descripción de los mismos.

De data ancestral, la insuficiente y desigual distribución del agua persiste entre los habitantes del área urbana de la ciudad, cuya dotación promedio diaria en la actualidad fluctúa según el DDF, entre los 57 y los 63 metros cúbicos por segundo, cantidad que nadie hubiera imaginado en otros tiempos, se podría llegar a captar (Ver también CUADRO 21).

El 71.9% del agua proviene de los acuíferos de la cuenca, mientras que el 7.8% procede del Lerma y 18.7% del Cutzamala, que proporcionan los sendos 5m³/s y 12m³/s. A nivel interno el recurso se extrae de los sistemas de pozos Teoloyucan-Tizayucan-Los Reyes, Ecatepec-Los Reyes, Pozos del Sur, Xochimilco-Mixquic-Xotepingo y Netzahualcóyotl-Tláhuac (Ver mapa 14).

A cada uno de los 19 millones de habitantes de tan gigantesca área urbana corresponde un consumo promedio de 256 litros por persona, lo que significa una disminución con respecto al consumo existente en el decenio 40-50, ya bajo en relación con el que se alcanzó al inaugurarse las obras porfirianas. La cobertura de tomas domiciliarias oscila entre el 85% y el 97% a nivel metropolitano.

Como toda media, la del consumo es insuficiente para evaluar la actual situación de abastecimiento, pues se ha encontrado que mientras áreas como la poniente y sur cuentan con una dotación promedio de 310 litros/habitante/día, la población de Chalco apenas si se abastece de 82 litros diarios por persona. No sólo eso, a lado de colonias del poniente, que cuentan con un abastecimiento superior a los 600 l/hab/día, existen amplias áreas del oriente que alcanzan apenas los 20l/hab/día (Ver Cuadro 22).



FUENTE: DGOCH., 1982.

CUADRO 22
DOTACION DE AGUA POTABLE POR HABITANTE EN EL AREA METROPOLITANA

Entidad	Zona	Dotación (l/Hab./Día)
DISTRITO FEDERAL	1.Norte	265
	2.Poniente	310
	3.Centro	305
	4.Oriente	255
	5.Sur	310
Dotación Promedio		303
MUNICIPIOS METROPOLITANAS	1.NZT	258
	2.Cuautitlán	278
	3.Coacalco	235
	4.Ecatepec	150
	5.Netzahualcóyotl	139
	6.Chalco	82
Dotación Promedio		198
DOTACION PROMEDIO AREA METROPOLITANA		256

Fuente: DDF., 1988, p.4

No está por demás abrir un paréntesis para recordar que, desde la pasada centuria, el área oriente de la Ciudad de México ha sido de las menos favorecidas por la naturaleza y por el hombre: únicamente pudo florecer en ella la vegetación resistente a sus altas concentraciones salinas; sólo pudo dar cobijo a los sectores más desprotegidos de la población local. Una decisión gubernamental en materia hidráulica agravaría tan de por sí precaria situación: la orientación hacia el poniente del acueducto construido durante el porfiriato y destinado a traer agua de Xochimilco, localidad ubicada precisamente al suroriente de la Cuenca (Ver Mapa 7).

Los Tanques de Dolores, localizados al poniente de la ciudad, se constituyeron en punto de arribo del líquido, lo que propició que el agua que ellos a su vez bombeaban a la ciudad, llegara al oriente con muy poca presión. Ya en el decenio 40-50 las autoridades hidráulicas se referían a los problemas de insuficiencia que enfrentaba el área aludida, por falta de presión en el abastecimiento. Todo indica que esta su problemática se mantiene hoy, incluso agravada.

El despilfarro del recurso continua siendo componente importante de las condiciones de abastecimiento. Influyen en él las pautas de consumo de los consumidores y las fugas presentes tanto en los sistemas de distribución como en muebles e instalaciones de casas, establecimientos comerciales, industriales, de servicios y públicos.

Otro componente de la situación de abastecimiento: la sobreexplotación del líquido. Como el lector recuerda, las autoridades hidráulicas se han referido, desde los 50, a la urgencia de disminuir el ritmo y monto de extracción del agua del subsuelo. Este debía pasar de los 9.4m³/s entonces explotados a 2.5m³/s, lo que significaba acabar con la sobreexplotación de 6.9m³/s. El agua provenía del sistema Xotepingo-Chalco-Xochimilco, de pozos particulares y municipales y de algunos manantiales. (Ver CUADRO 21).

No sólo no decreció la cantidad: se incrementó, a pesar de las vedas de 1954 y 1957 que prohibían el uso de las aguas subterráneas regionales (CUADRO 21). La justificante más socorrida de esta estrategia fue la necesidad de atender la creciente demanda, originada en el dinamismo económico-demográfico del Area Metropolitana de la Ciudad. Otro argumento no menos importante adquirió carta de naturalidad entre las autoridades; de él habla un documento publicado por la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México en 1971.

Según la Comisión, cuando en los cincuenta la Secretaria de Recursos Hidráulicos decidió vedar el uso de las aguas subterráneas regionales, no se tenía un conocimiento suficiente del funcionamiento geohidrológico de la cuenca. Los posteriores avances logrados en la materia permitían a la Comisión establecer a principios de los setentas, "la existencia de dos sistemas, acuíferos norte y sur, casi independientes, y las probables fugas de agua del primero hacia las calizas de El Mezquital, Hgo." (p.20).

Conclusión: aunque a partir de 1967 se ratificó el criterio de no explotar sin control alguno los acuíferos subyacentes a cualquier zona urbana de importancia, asentada sobre arcillas comprensibles, "se recomendó que en otras zonas de la Cuenca donde no se caucen perjuicios, pueden explotarse los recursos subterráneos, llegando a ser aceptable su sobreexplotación temporal, siempre que se lleve un control geohidrológico con técnicas modernas". La Comisión destacaba la importancia de este criterio, que "permitiría ejecutar obras en las cuales la conducción sería más corta y su costo mucho menor". (p. 20).

Carteras en términos de costos económicos y rapidez en las captaciones, las consideraciones de las autoridades hidráulicas adolecieron, sin embargo, de varios inconvenientes. La sobreexplotación nunca pudo ser temporal; todo lo contrario: la "necesidad" de atender la creciente demanda total hizo que en no

contadas ocasiones, aumentara más de lo previsto el monto en un primer momento extraído (Ver Cuadros 3 y 21).

Han sido varias las negativas consecuencias de esta política en el funcionamiento del ciclo hidrológico y en las mismas condiciones de abastecimiento y drenaje. Destacan entre ellas:

a. "El abatimiento del agua subterránea /resultante de su sobreexplotación y que/ alcanza en algunas zonas -como Tlalpan, Naucalpan y Tlalnepantla- los 3.5 metros por año, lo que se traduce en una reducción de los caudales. En Milpa Alta e inmediaciones de la Sierra de Santa Catarina se han detectado problemas de calidad del agua que se extrae, lo que se debe en algunos casos a la contaminación superficial por la urbanización sin condiciones sanitarias adecuadas y en otros a la extracción de agua fósil de calidad deficiente". (DF., 1989, p.2).

b. El que varias de las zonas de la cuenca, incorporadas al sistema de abastecimiento (Xochimilco, Tláhuac, Ecatepec y Netzahualcóyotl) y que tarde o temprano fueron alcanzadas por el crecimiento urbano de la Ciudad, también sufrieran los negativos efectos de la sobreexplotación del líquido: abatimiento de los niveles piezométricos, compresión y hundimiento de suelos y como resultado de éstos, dislocamiento de edificios e infraestructura de abastecimiento y drenaje.

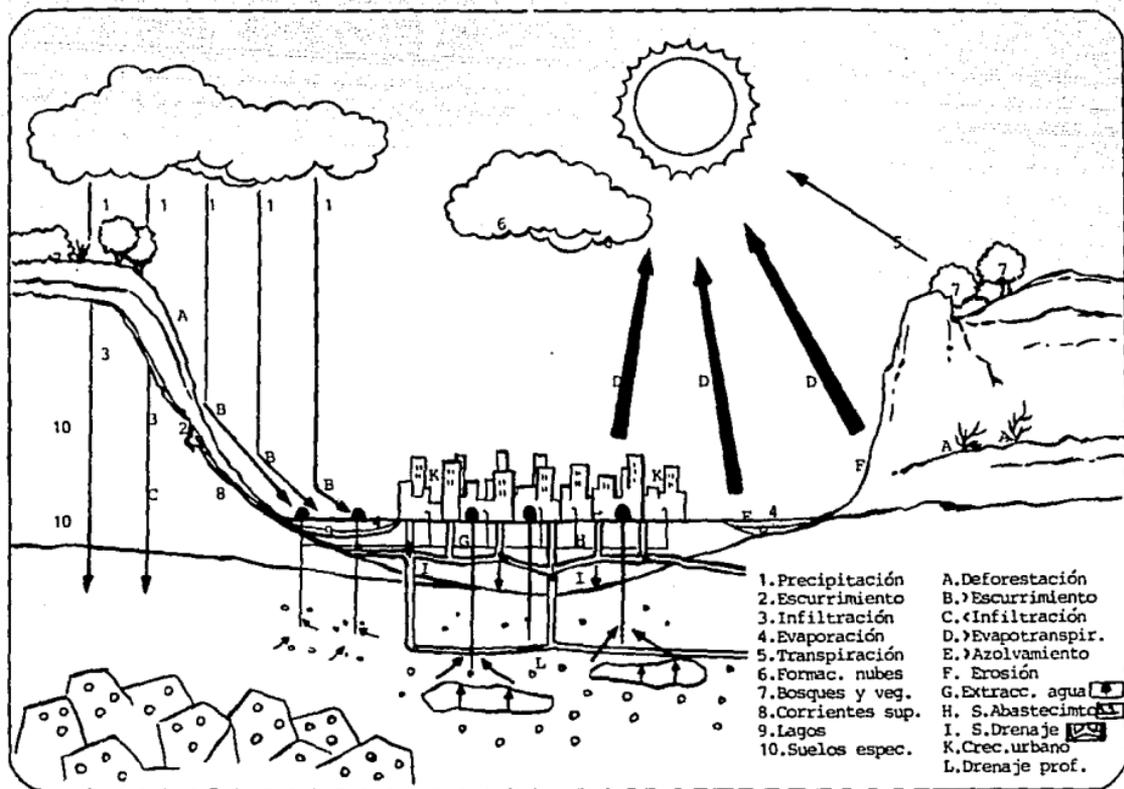
De tal fenómeno habla un artículo sobre Ecatepec, aparecido el 30 de septiembre de 1988 y de acuerdo al cual "cientos de viviendas se están hundiendo en la denominada Quinta Zona de este municipio, mejor conocida como "la casa del Tío Chueco", debido a que la empresa Sosa Texcoco continúa la extracción del agua subterránea.

Por lo demás, la zona central de la ciudad ha continuado hundiéndose. Tal confirman las autoridades mismas, no obstante no existir acuerdo sobre el promedio anual de hundimiento, situado por algunos en 40 centímetros por año y por otros en metro y medio.

IV. Situación actual del ciclo hidrológico y del sistema hidráulico ciudadano.

Por desgracia para el ciclo hidrológico y para los moradores de tan populosa cuenca, se han profundizado los negativos efectos de construcción y operación de la obra hidráulica, de deforestación y sobreexplotación de suelos y de crecimiento de la mancha urbana, presentes desde el porfiriato; se han complejizado las relaciones entre estas determinantes.

Al provocar la deforestación y erosión de cada vez mayores superficies, explotación silvícola, establecimiento de milpas y sobrepastoreo han profundizado su negativo efecto sobre el ciclo hidrológico, vía el incremento de la erosión, la desecación de



EL CICLO HIDROLOGICO EN LA ACTUALIDAD

FIGURA 10

los lagos y la mayor peligrosidad de las inundaciones; han afectado crecientemente la capacidad del suelo de absorber e infiltrar el líquido que alimenta los mantos subterráneos (Figura 10).

Como nuevo factor determinante del clareamiento forestal y alterador del ciclo hidrológico, la urbanización de laderas ha impermeabilizado los espacios sobre los que se expande. Al carecer de servicios hidráulicos en no contadas ocasiones, ha provocado la contaminación de corrientes, de suelos y vía espacio, de mantos subterráneos. El espectacular crecimiento del espacio construido ha contribuido además, a la casi completa desaparición del lecho o vaso lacustre, que fungía como principal almacenador y drenador del agua pluvial. Lo único que el concreto permite es la evaporación de una proporción del agua llovida, pues el resto es enviado por el drenaje hacia fuera de la Cuenca. (Figura 10).

Por lo demás, la obra hidráulica toda ha profundizado y extendido la modificación integral del ciclo hidrológico, operada desde el porfiriato. Se ha sobreexplotado tal vez irreversiblemente, el agua de manantiales, el líquido que celosos, los mantos guardaban en sus entrañas. Del sistema lacustre sólo quedan ciénegas alimentadas con aguas tratadas, mantenidas en pie mediante costosos programas de rehabilitación. Después de ser consumida, el agua que se extrae del subsuelo y de cuencas externas, es conducidaa junto con el líquido pluvial a zonas septentrionales de riego y de ahí al Golfo de México (Figura 10).

Se han acentuado, extendido y complejizado las implicaciones sociales de los mencionados efectos. Recuérdese el dinamismo económico-demográfico ciudadano y su manifestación material: el crecimiento de la superficie construida, determinante que ha conducido a la cancelación del rol del vaso lacustre como drenador de las aguas pluviales; ha incidido en la deforestación y por esta vía, en el proceso de infiltración del agua alimentadora de los acuíferos. El primer efecto ha repercutido a su vez, en la incapacidad del sistema de drenaje de captar aguas residuales y pluviales; el segundo, en la alteración de los montos y calidad del agua subterránea.

El dinamismo económico-demográfico ha determinado, además, el crecimiento en la demanda total de abastecimiento y drenaje. Para atenderla, las autoridades han recurrido a la construcción de obras tendientes a aumentar la cobertura -demanda total- de los servicios. Pero he ahí que tal política ha redundado en efectos ecológicos que se han revertido socialmente. Tal ha ocurrido con abastecimiento. Las autoridades han optado por la extracción de una creciente cantidad de agua, causante de la sobreexplotación de fuentes internas y externas a la cuenca, efecto que se ha revertido socialmente, no sólo porque se cancelan las posibilidades de seguir explotando el líquido, también porque el terreno se hunde y provoca el desplazamiento de edificios e infraestructura, incluida la de drenaje y abastecimiento.

La revisión de los planes y proyectos destinados a enfrentar la problemática hidráulica, evidenció que las autoridades reconocían varias de las necesidades reales de abastecimiento y drenaje ciudadinas y de sus determinantes socioeconómicas y ecológicas. Las autoridades sabían que era necesario controlar la excesiva extracción de agua en la cuenca; hablaban incluso de detener el dinamismo económico demográfico, una de las determinantes de tal sobreexplotación.

Sin embargo y como ocurriera en el porfiriato, eran imprecisos y paradójicos algunos componentes de diagnóstico y alternativas de las autoridades, además de que varias de las medidas aplicadas fueron contrarias a lo propuesto. Diversos factores determinaron tal situación: la idea subyacente en diagnóstico y alternativas; la creciente presión del dinamismo económico demográfico en la demanda total de ambos servicios, dinamismo determinado a su vez, entre otras, por la política gubernamental de construcción de infraestructura; el deseo de optar por opciones más económicas, en términos de costo y tiempo (racionalidad), etc.

Las autoridades han mantenido las estrategias de abordaje y solución de la problemática hidráulica inauguradas durante el porfiriato; han dado prioridad a la construcción de obras para incrementar la cobertura -oferta total- de ambos servicios. Esta política ha resultado paradójica, pues ha contribuido a la aparición de negativos efectos ecológicos que se han revertido socialmente y enfrenta a las autoridades a disyuntivas irresolubles, tales como atender la creciente demanda total de agua sin incrementar la de por sí excesiva extracción.

Tal vez el empeño de las autoridades por mantener su estrategia de construcción de obras no sea tan paradójico cuando se piensa en la dimensión económica de la obra hidráulica; tal vez encuentre sentido, no sólo en el rol del sistema hidráulico como parte de las condiciones generales de producción, también en su muy concreto papel como obra de la que se benefician empresas contratistas, industrias abastecedoras de insumos, trabajadores contratados, etc., papel que se presenta como una veta para posteriores investigaciones (supra., inciso VII, primer capítulo).

SEPTIMO CAPITULO
RECIENTE IMPACTO DE OBRA HIDRAULICA Y ACTIVIDADES
LOCALES EN LAS TRES ZONAS DE ESTUDIO

I. Complejización y profundización de los embates en Xochimilco.

Al concluir el decenio 40-50, se evidenció abiertamente, en Xochimilco, el efecto de la operación y ampliación del sistema porfiriano para abastecer de agua a la Ciudad; ocurrió la llamada por los lugareños "primera desecación": los niveles freáticos descendieron, la superficie lacustre se hallaba casi completamente desecada y las labores transformadoras locales se habían visto resentidas por las implicaciones sociales de estos efectos (ver supra., inciso II, quinto capítulo).

Más que detenerse, el deterioro ecológico y productivo de la región registró a partir de entonces una marcha ascendente, acentuada por la prosecución del incremento en la extracción del agua, la existencia de otros factores de perturbación de vieja data, como la deforestación, y la aparición de otros más, que aquí serán mencionados.

En efecto, las autoridades responsables de abastecer a la capital decidieron incrementar el caudal proveniente de Xochimilco, de 1.3m³/s en 1950, a 4.4m³/s en 1960; iniciaron en 1959 el proyecto Chalco, que proporcionó 2m³ por segundo; rehabilitaron, a principios de los setenta, 275 pozos; abrieron 16 más, y realizaron en 1977 la construcción del sistema sur de pozos profundos.

A diferencia de aquéllas oficialmente aceptadas por las autoridades en los 40-50 (Supra., inciso II, quinto capítulo), esta estrategia extractiva sí coincidió con el agravamiento de la situación regional, que condujo a la misma Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México a declarar, a principios de los 60, que "los manantiales de Xochimilco ya no pueden ser considerados como tales, en virtud de que el nivel de las aguas fue abatido por debajo del terreno donde afloraban" (Peña, E. p.20). Únicamente el manantial de Nativitas se mantendría en explotación hasta 1975, año en que se secó completamente. A raíz de la desaparición de muchos manantiales y del abatimiento en los niveles freáticos o de humedad, las posteriores obras realizadas para incrementar el caudal debieron hacerse a profundidades mucho mayores /1.

La deforestación de la serranía meridional, ya presente en el anterior período, ha continuado afectando el proceso de alimentación del acuífero regional. El fenómeno ha seguido aquí las pautas prevalecientes en la Cuenca del Valle de México. La

/1. Don José E. Pérez, activo chinampero de San Luis Tlaxiátemalco, proporcionó esta información.

obtención de madera, arbolitos y leña se ha mantenido como uno de sus objetivos, al igual que el establecimiento de unidades agropecuarias, y en recientes décadas, el crecimiento de la mancha urbana. Ya en los cincuenta vislumbraba Sanders la sustitución de bosques por cultivos y potreros en el Teuhtli. Quien en la actualidad visita éste y otros cerros aledaños, puede constatar la fuerte erosión eólica y pluvial que ha acarreado la inapropiada explotación de las superficies clareadas.

Ya se ha hablado de los efectos del desnudamiento del terreno sobre el funcionamiento del ciclo hidrológico regional; se ha mencionado que con él se afecta la capacidad de las superficies descubiertas de retener e infiltrar el agua pluvial alimentadora de los mantos subterráneos; se ha apuntado que durante las lluvias, al no poder ser detenida por la floresta, el agua corre incontrolable, acarrea azolve y basura e inunda el vaso de Xochimilco.

El desbordamiento del Río San Buenaventura, ocurrido el 27 de agosto de 1989, mostró lo que para Xochimilco -y la cuenca toda- siguen implicando los efectos de la deforestación en las ancestrales inundaciones. Su saldo económico y social: "2,500 personas afectadas, 500 casas inundadas, 172 personas damnificadas, una recién nacida ahogada y 70 hectáreas de cultivo" estropeadas. (La Jornada, 28 de agosto de 1989).

Hablaré ahora de las determinantes del deterioro del ciclo hidrológico regional que se han agregado a extracción de agua y deforestación. A principios de los cincuenta y enfrentados a la desecación de las superficies de cultivo, provocada por la sobreexplotación del agua, varios chinamperos optaron por emplearse en otras actividades productivas (jardineros, obreros, empleados, etc.) fenómeno al que me referiré más adelante.

Interesados en mantener sus labores agrícolas, otros sectores de la población presionaron a las autoridades del Departamento del Distrito Federal, quienes respondieron primero desviando las aguas del río Churubusco, en 1958 enviándoles aguas de la planta de tratamiento primario Aculco-Coyoacán, dotándoles finalmente, en 1977, con agua tratada de la planta de Cerro de la Estrella.

No obstante apasiguó los ánimos de los agricultores, la medida fue insuficiente y hasta contraproducente, en cierto sentido, pues las aguas enviadas únicamente recibieron tratamiento primario y aunque después comenzaron a recibir tratamiento secundario, no ha sido el conveniente. Resultado de la dotación de aguas tratadas: canales y suelos se han contaminado con tóxicos industriales y sobre todo con residuos domésticos (detergentes, heces fecales); los cultivos locales se han visto afectados por la contaminación; han desaparecido especies florísticas y faunísticas, y se han desarrollado agentes patógenos causantes de tifoidea, difteria y otras enfermedades gastrointestinales. (Balanzario, J., 1982, p.253-255. He aquí otra evidencia de impacto socioambiental).

Otros dos fenómenos se sumaron en la configuración del impacto socioambiental en Xochimilco, ambos resultantes del dinamismo económico-demográfico de la Ciudad de México: la conurbación de Xochimilco con la Ciudad de México y el crecimiento de los poblados localizados en las faldas de la Serranía del Chichinautzín, al sur y suroeste de Xochimilco. En los sesentas y fomentado por la construcción de la carretera México-Xochimilco-Tulyehualco y la prolongación de División del Norte, Xochimilco comenzó a registrar tasas de crecimiento demográfico que contrastaban con las del Distrito Federal todo; inició además, su conurbación con la ciudad. Mientras el Distrito Federal registró tasas regresivas entre los sesenta y los ochenta, Xochimilco triplicó "su población inicial de casi 75 mil habitantes, a más de 226 mil /.../ con una tasa de crecimiento ascendente, de 4.1% en 1960 a 5.3% en 1970 y a 6.1% en 1980" (DDF., julio 1989, p.37).

Pueblos como San Pedro Mártir, San Andrés Totoltepec, San Miguel Ajusco, San Francisco Tlalnepantla y San Mateo Xalpa han sido otra cara de la misma moneda. Contando con la carretera federal de Cuernavaca y el camino viejo a Xochimilco como su conexión con la capital, han registrado en años recientes crecimientos explosivos.

El crecimiento urbano de Xochimilco y de los poblados ubicados en la ladera sur ha provocado cambios en el uso del suelo, ya que se ha dado a costa de espacios agrícolas y en el caso del área lacustre, a costa además, de la chinampería. Al no acompañarse de equipamiento, ese crecimiento ha incidido en la aparición de dos problemas: la descarga de aguas residuales, ya sea directa o mediante la red secundaria de drenaje y los basureros a cielo abierto (supra., inciso III.2. sexto capítulo).

Se puede concluir, por tanto, que aunque de gran peso en los cambios ecológicos y socioeconómicos registrados por Xochimilco, su conurbación con la ciudad se dio cuando ya había sido fuertemente impactado por la operación del sistema de abastecimiento y en menor medida, por la deforestación; que como como factores de alteración, deforestación y extracción de agua precedieron históricamente a la urbanización.

Afectada por las implicaciones sociales de todos los fenómenos descritos (impacto socioambiental), la otrora pujante agricultura regional ha continuado decayendo grandemente entre los cincuenta y nuestros días. No sólo eso, se han registrado cambios en las estrategias o técnicas productivas desarrolladas por la población local.

Como hiciera al analizar los cambios vividos por Xochimilco entre el porfiriato y el decenio 40-50, partiré de la caracterización cuantitativa del reciente proceso registrado por la actividad agrícola xochimilca. Lo primero que salta a la vista al analizar los Censos Agropecuarios, es la tendencia a la disminución de la superficie de labor toda, la cual pasó de 9,319 hectáreas en 1950 a 3,844 hectáreas en 1980. (Ver CUADRO 23). La

disminución se acompaña de un proceso de desplazamiento de las unidades agropecuarias hacia terrenos menos aptos (con bosques, accidentados, etc.) proceso principalmente determinado, como en la Cuenca del Valle de México, por el comentado crecimiento urbano.

CUADRO 23
SUPERFICIE TOTAL Y CLASIFICACION EN XOCHIMILCO
(Ha)

Decenio	Total	Labor	Forestal	C/pastos	Inc.Prod.	Improd.
1950	12,321	9,319	1,517	1,324	17	144
%	100	75.6	12.3	10.8	0.1	1.2
1960	13,116	9,111	1,144	1,446	386	1,029
%	100	69.5	8.7	11.1	2.9	7.8
1970*	7,975	3,844	1,316	2,011	248	556
%	100	48.2	16.5	25.2	3.1	7.0
1980**	-	-	-	-	-	-

Fuente: Censos Agropecuarios de 1950, 1960 y 1970.

(* Aunque la información de este censo y la tabla elaborada en base a ella, vienen con decimales. Aquí se decidió redondear las cifras).

(** No existe información censal. La causa: no obstante los censos se llevaron a cabo, no fueron publicados, no con el grado de detalle en que se divulgaran los anteriores).

Las superficies de jugo, principal sustento de la chinampería, siguieron registrando decrecimientos constantes durante las últimas décadas, lo que evidencia que la desecación resultante de la sobreexplotación de agua ha seguido su curso y que la agricultura chinampera ha sido la principal afectada. De 1,077 hectáreas al iniciar los cincuenta, las superficies de humedad pasaron a 321 hectáreas al comenzar los setentas, en términos porcentuales, del 11.6% al 8.3% del total laboral (CUADRO 24).

Aunque durante el periodo, las superficies temporaleras se mantuvieron constantes respecto al total laboral, en términos absolutos registraron una tendencia más bien discontinua: contrario a un pequeño incremento, entre 1950 y 1960, cayeron vertiginosamente hacia la década de los 70. (Ver CUADRO 24).

CUADRO 24
CLASIFICACION DE TIERRAS DE LABOR EN XOCHIMILCO
(Ha)

Decenio	Total	Riego	Jugo o Humedad	Temporal	C/arbustos y arb.cult.
1950	9,319	411	1,077	7,672	159
%	100	4.4	11.6	82.3	1.7
1960	9,111	64	1,028	8,006	13
%	100	0.7	11.3	87.8	0.1
1970*	3,844	101	321	3,422	-
%	100	2.6	8.3	89.1	-
1980**	-	-	-	-	-

Fuente: Censos Agropecuarios de 1950, 1960, 1970.

* y **. Valgan aquí las aclaraciones del CUADRO 23.

Pasaré ahora al análisis de la reciente tendencia en la producción de maíz en Xochimilco. La superficie cultivada con el grano registró incrementos constantes en los decenios de 1950 y 1960, los cuales contrastaron con una vertiginosa caída que de 8,769 ha en 1960, la conducirían a 1,074 ha en 1970. La superficie se ampliaría nuevamente al iniciar la pasada década, aunque ascendería a sólo a 3,025 ha.

El volumen producido mostró una tendencia similar a la de la superficie a lo largo del periodo: aumentó de 7,673.5 a 9,174 toneladas entre 1950 y 1960, cayó a tan sólo 1,006.2 toneladas en 1970 y se recuperó ligeramente al alcanzar 2,506.2 toneladas en 1980. Los rendimientos por hectárea si registraron un decrecimiento constante entre 1950 y 1980: de 1,175.3 kilogramos por hectárea en la primera década, pasaron a 828.5 kilogramos por hectárea en la última. La existencia de tan cada vez más baja productividad promedio se debe atribuir más que nada al creciente predominio de la agricultura de temporal en Xochimilco, resultante de la desecación, provocada a su vez por la sobreexplotación del agua local. (Impacto socioambiental. Ver CUADRO 25).

Aunque la chinampería ha reducido grandemente su extensión, sigue registrando rendimientos que pueden alcanzar hasta entre seis y siete toneladas por hectárea. Así lo confirmó documentación presentada por Don José E. Pérez, sobre el "60. Concurso de Alta Productividad de Maíz correspondiente al ciclo P-V 1986", según la cual hubo chinamperos que obtuvieron rendimientos de 6,957 kg/ha (Don José), 7,787 kg/ha (Don Sergio

Martínez), 7,773 kg/ha (Don Cipriano Barrera) y 6,916 kg/ha (Don Abel Castro)

CUADRO 25
SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DEL MAIZ EN XOCHIMILCO

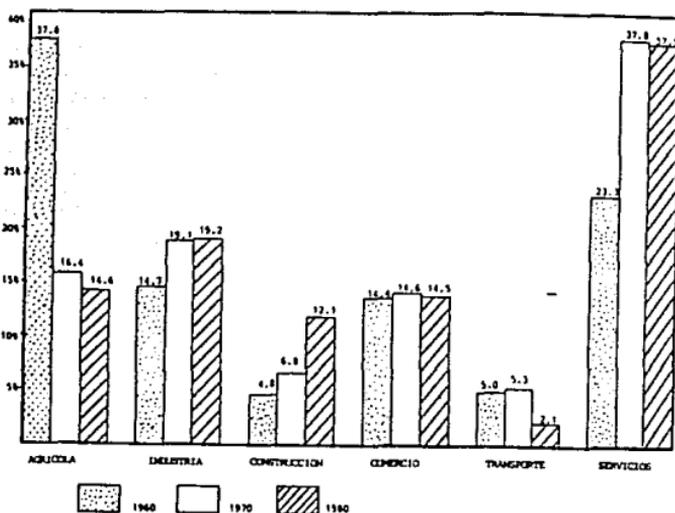
DECENIO	Superficie (ha)	Volumen de producción (kilogramos)	Rendimiento (Kg./ha)
1950	6,529	7,673,563	1,175.3
1960	8,769	9,174,000	1,046.2
1970	1,074	1,006,205	936.8
1980	3,025	2,506,250	828.5

Fuente: Censos Agropecuarios de 1950, 1960 y 1970. Archivos de la SARH.

Ilustrativos de lo que ocurre en Xochimilco, los mencionados cambios no son los únicos sufridos por la región y por su principal actividad: la agrícola. Se han presentado otros no menos profundos y que ya se vislumbraban en las últimas décadas del pasado periodo. El abandono de la agricultura por creciente número de xochimilcas es el primero (Ver Gráfica 1). De acuerdo a información del Departamento del Distrito Federal, en 1960 el 37.8% de la PEA delegacional se dedicaba a la actividad agrícola. Este porcentaje cayó drásticamente a 16.4% en 1970 y a 14.6% en 1980. Contrario ocurrió con la proporción de la PEA en el sector servicios: de 23.3% en 1960, en 1970 y 1980 ascendió a 37.8% y 37.5% del total respectivamente. Otra tendencia constatada a partir de pláticas con lugareños, ha sido la de combinar actividades agrícolas con la participación en el sector servicios.

Quienes prosiguieron en las labores agrícolas, han introducido cambios en los tradicionales modelos de aprovechamiento de la tierra. Las chinampas, por ejemplo, han perdido varias de las características técnicas que las distinguían durante el porfiriato (Supra, inciso II.2., segundo capítulo). Pocas de ellas están rodeadas en sus cuatro lados por canales; desecados, muchos de éstos han provocado la unión de varias chinampas. Se han abatido además, los niveles de humedad de los suelos, que imprimían a la chinampa su tan particular sello, precisamente por permitir que procediera de las mismas entrañas de la tierra el agua que saciaba la sed de las plantas. De ahí que los chinamperos deban valerse crecientemente del riego.

GRAFICA 1
XOCHIMILCO: PEA POR RAMAS DE ACTIVIDAD. 1960-1980



Los agricultores recurren con mayor frecuencia al uso de fertilizantes químicos, lo que ha provocado la proliferación del lirio acuático -otrora utilizado como abono- y su conversión en una plaga que, entre otras, obstruye la circulación de canoas. El desplazamiento del lirio, el chichicaste y otros restos vegetales ha repercutido, incluso, en el abandono de la agricultura, precisamente porque con la desaparición de los abonos vegetales, ya no se pudo formar esa capa esponjosa que al evitar la compactación de los suelos, permitía un buen desarrollo de las raíces.

Se está perdiendo, en fin, la práctica de nivelar las chinampas. Se debe recordar que el uso de abonos y lodos implicaba el aumento en el nivel de las chinampas. Los agricultores rebajaban las chinampas mediante el traslado de la tierra sobrante a otras chinampas de bajo nivel, que por ya no ser niveladas y a partir de los cincuenta, por la desecación y hundimiento, han sufrido crecientemente de inundaciones.

Se había hablado en anteriores capítulos de otras formas de aprovechamiento de la tierra. Los "terrenos" se siguen explotando, aunque además de los impactos de la extracción del agua, se ven afectados por el abandono, provocado también por el crecimiento urbano.

Lo anterior sin considerar las implicaciones que para la vida cotidiana de la población han tenido algunos de los fenómenos mencionados. Al principiar este trabajo señalé que no era mi intención abordar sistemáticamente tan interesante problema. Sólo apuntaré de paso que de acuerdo a declaraciones de los lugareños, han desaparecido varios de los entretenimientos que brindaba Xochimilco. Era costumbre de las familias nadar durante sus tiempos de solaz en la laguna y enseñar a los pequeños los secretos del agua; solían pezar carpas, ajolotes, jules, truchas, acociles, ranas y almeja, en no contadas ocasiones con fines de esparcimiento. La desecación de la zona y la contaminación de lago y canales han cancelado toda posibilidad de seguir recreándose en estas labores.

El análisis del proceso vivido por Xochimilco, desde la operación del sistema hidráulico, permite concluir que, no obstante no ser la única causante del impacto socioambiental regional, la extracción del agua ha sido la que más decididamente ha afectado la economía local. La explicación se encuentra en el peso que tenía la técnica chinampera dentro de la economía Xochimilca, eminentemente agrícola; en la importancia de los suelos de jugo o humedad para el mantenimiento de la chinampería y de otros sistemas de cultivo.

El sistema de abastecimiento se articuló además con la deforestación y sobreexplotación de laderas, la dotación de aguas negras y el dinamismo económico-demográfico de la ciudad, causante el último de la desaparición de terrenos agrícolas, y de la contaminación de canales y suelos por la emisión de aguas negras y basura. Fue tal el dinamismo registrado por Xochimilco, que su peso en la configuración del impacto local se podría equiparar con el de las obras de extracción de agua. Sólo que aquél hizo acto de aparición hacia los 60, cuando Xochimilco ya había sufrido el primer y definitivo embate hidráulico.

Desde los 60, el dinamismo económico demográfico ha impactado socioambientalmente a Xochimilco, ya sea por implicar el incremento en la demanda total (que incide a su vez en el aumento (del monto de agua extraída), o por incidir en el desplazamiento de la agricultura, en su inminente decaimiento.

Por desgracia para Xochimilco y para la ciudad, que ve afectadas las posibilidades de seguir saciando su sed con las aguas locales, los determinantes del impacto regional parecen no detenerse. Todo lo contrario; siguen la deforestación y sobreexplotación de laderas y los actuales niveles de extracción del agua subterránea; la región continua recibiendo aguas

tratadas cuya calidad y cantidad son deficientes; se mantiene el crecimiento urbano, alimentado por la ejecución de obras viales como la ampliación del Periférico o la aprobación de nuevos fraccionamientos. Tal vez la lucha tenaz de los grupos directamente afectados, el apoyo decidido de la ciudadanía y una decisiva acción gubernamental serán la única arma para contrarrestar o cuando menos frenar tan perniciosa tendencia.

II. ¿Se repitió en Lerma el negativo impacto sufrido por Xochimilco?

Como Xochimilco décadas atrás, al iniciar los cincuenta Lerma comenzó a dotar a la Ciudad de México del líquido que brotaba de sus entrañas. Según comentara, a 4m³/s ascendió el caudal que se extrajo en esa primera etapa, mediante la operación de 75 pozos profundos; entre 50 y 308 metros oscilaron las profundidades a las que llegaban los pozos (supra., inciso III, cuarto capítulo).

El impacto de la operación de los pozos no tardó en dejarse sentir: "desaparecieron algunos manantiales que alimentaban a las lagunas, desecándose éstas casi en su totalidad e incorporándose al cultivo" /2; algunos terrenos se compactaron y convirtieron en resumideros; las inundaciones que ya se habían tornado peligrosas a raíz de la deforestación, encontraron en estos suelos campo propicio para su propagación y profundización.

Es de suponerse que a raíz de lo anterior, se publicó el 10 de agosto de 1965 un decreto presidencial que vedaba "por tiempo indefinido" el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona. En adelante, la Secretaría de Recursos Hidráulicos sería la autorizada para conceder permisos de alumbramiento, "previos los estudios necesarios para que no se cau/saran/ los perjuicios que con la veda trata/ban/ de evitarse"(CHCVM., 1970, p.10)

Ocurrió, sin embargo, que las autoridades hidráulicas del Distrito Federal vislumbraron que el dinamismo económico-demográfico de la Ciudad de México originaría "una nueva crisis en el abastecimiento de agua", (supra., inciso III.3.B., sexto capítulo). Para afrontarla, recurrieron entre otras, a la zona del Lerma: requirieron la conformidad del gobierno del Estado de México y el permiso de la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos para hacer nuevos alumbramientos.

El gobierno del Estado de México autorizó, por decreto, colaborar con el Departamento del Distrito Federal y darle las facilidades necesarias a su cometido. Igual hizo el Gobierno Federal, quien aclaró que el DDF debía otorgar a cambio "su cooperación económica para la construcción de caminos, escuelas y dotación de agua potable a los poblados de la zona".

Al obtener la conformidad de los campesinos del área, el gobierno del Estado de México promovería "ante el Gobierno Federal la desecación de las lagunas del Lerma, en una superficie de 7,000 hectáreas mediante las obras de drenaje necesarias, con

/2. CHCVM., 1970, p.35. No hay que tomar a pie juntillas la afirmación. Declaraciones de algunos entrevistados muestran que han sido pocas y hasta marginales las superficies desecadas que se han podido aprovechar agrícolaemente, precisamente porque la zona se inunda con constante y alarmante facilidad.

la finalidad de destinar en lo posible dicha superficie a labores agrícolas" (p.11).

Fue así como se firmó en diciembre de 1966 un convenio que además de los compromisos descritos, contemplaba que las nuevas explotaciones no limitarían el uso de agua en la zona industrial de Toluca, ni tampoco "los derechos y aprovechamientos de que goza/ba/ su población" y que la Secretaría de Recursos Hidráulicos revisara periódicamente los niveles acuíferos, para que cuando encontrara abatimientos excesivos, ordenara la disminución de las extracciones para evitar perjuicios en la propia zona" (p.12. El subrayado es mío).

Los trabajos comprendidos en la segunda etapa del Sistema Lerma iniciaron a finales de 1965 y concluyeron en 1967; consistieron en un primer momento, en la captación de un monto adicional de 6 m³ por segundo, 5m³ de los cuales se enviarían a la ciudad, destinándose la cantidad restante a la zona Naucalpan-Zaragoza-Tlalnepantla (NZT). El líquido enviado a la ciudad se incrementó a 12.8 m³ por segundo en 1970 y decayó a 8.44 m³ por segundo en 1980. En la actualidad se recibe un total de agua que oscila entre los 9.1 y los 10.1 m³/seg.(DDF., 1989).

No es tal sin embargo, el monto que en estos momentos se extrae de la zona. Sus entrañas satisfacen las necesidades de otras áreas y actividades. De acuerdo con información proveniente de 1987 -la más reciente que hasta ahora se ha encontrado al respecto- en el Lerma se explotan 18.4m³ por segundo, de los cuales 9.4m³/s se destinan a la capital, 2.17 a industria y población de Toluca, 0.7 al riego y el resto a fines desconocidos (Contreras, W., 1991, p.4). Puede que en los últimos se incluya el caudal aprovechado por amplio número de industrias locales, mediante la operación de pozos particulares /3.

Fueron varias las implicaciones del establecimiento, operación y ampliación del sistema Lerma de abastecimiento, para el funcionamiento del ciclo hidrológico regional y de esta manera, para el proceso de alimentación del acuífero. La primera de ellas: la extracción de un volumen de agua superior a la capacidad de recarga del acuífero. Los especialistas ubican a ésta entre los 9 y los 11 m³ por segundo. Si uno se atiene a las cifras oficiales, encontrará que desde los sesentas, los 10m³ por segundo aprovechados en la zona comenzaban a superar la capacidad de alimentación del manto.

Al decenio de los sesentas se remontan también las ahora más preocupantes consecuencias de tal sobreexplotación, su impacto socioambiental: los manantiales que alimentaban las lagunas han desaparecido, al igual que las norias antes características de la región; los niveles piezométricos se han visto progresivamente abatidos, en proporciones que de 1.5 metros

/3. Del hecho han hablado encargados de los departamentos de Seguridad del Trabajo y Protección del Medio Ambiente de industrias localizadas en la zona.

pasaron a 3 metros anuales; las mismas ciénegas han registrado un proceso de aceleramiento en la desecación-agravamiento de las inundaciones que recuerda el vivido por la Cuenca del Valle de México/4; conforme han perdido su humedad, las superficies de arcilla se han compactado y hundido, y varias localidades son víctimas, como Xonacatlán, de peligrosos agrietamientos en los terrenos.

Aunque importantes, las obras del Lerma no han sido las únicas causantes del impacto socioambiental de la zona. La deforestación ha jugado también un papel nada despreciable. Ya desde los treinta se clareaban importantes superficies forestales, que de 70,122 hectáreas decayeron a 30,173 hectáreas en 1950 (inciso III, quinto capítulo). Por desgracia el fenómeno no se detuvo ahí; al comenzar la década de los 70 la región contaba con apenas 20,369 hectáreas (Ver Cuadro 26).

En la zona se han explotado comercialmente especies como el Oyamel, el Pino, el Quercus, la Rugosa y el Alnus, destinadas por lo general a la obtención de madera, leña y carbón. Como es de esperarse, a la extracción del recurso no ha seguido práctica de conservación alguna; todo lo contrario: los desmontes se dan en forma irracional, clareándose amplias superficies y sin que se planten arbolitos que sustituyan a los cortados.

Agricultura y ganadería no han sido menos determinantes en el clareamiento de superficies, en el funcionamiento del ciclo hidrológico de Lerma y en fin, en la configuración del impacto socioambiental local. Constantemente se abren nuevas áreas mediante el sistema de roza principalmente, las cuales desprovistas de su floresta, difícilmente pueden permitir a los involucrados una actividad perenne, sustentable. Peor sucede cuando se realizan quemas para eliminar el pasto y promover el desarrollo de nuevos brotes, que permitan proseguir el pastoreo de los terrenos descubiertos.

Resultado de la deforestación, viento y lluvia actúan directamente, arrastran los suelos hacia las partes bajas del Lerma y contribuyen a azolver las lagunas y a acelerar su desecación. No sólo eso, afectan negativamente la capacidad de las superficies de infiltrar el agua alimentadora de los acuíferos, al igual que la función de las lagunas y superficies boscosas como amortiguadoras del impacto de las inundaciones.

¿Qué decir de la ganadería, segunda en importancia regional? Varios estudiosos del área coinciden en señalar que otrora pujante y siguiendo una tendencia contraria a la que ocurre a

/4. Según Wilfredo Contreras "la superficie que originalmente cubrían las tres lagunas, se redujo a sólo un 30%, es decir, de 10,705 hectáreas que comprendía la Zona Federal, según el Decreto Presidencial de 1943, hoy se encuentran ligeramente inundadas 3,200 hectáreas" (1991, p.5).

nivel nacional, en Lerma la ganadería ha decaído/5. Un análisis de la información oficial sobre el sector muestra, sin embargo, una situación contradictoria, cuando menos a primera vista. Las superficies de pastoreo sí han registrado decrecimientos constantes, que se remontan incluso a la década de los 30. De 45,390 hectáreas, la superficie se redujo a 35,925 hectáreas en 1950 y a 27,539 en 1970 (Ver Cuadro 26).

No ha sucedido lo mismo con las existencias ganaderas: las de ganado vacuno crecieron de 38,966 cabezas en 1930 a 55,084 en 1950 y a 62,027 en 1970, mientras que las de ganado lanar fueron de 55,155, 89,660 y 93,007 cabezas durante las tres respectivas décadas. Las existencias, por tanto, crecieron, no obstante ser estos aumentos bastante lentos (Cuadro 27). Lo preocupante del caso ha sido precisamente que el decrecimiento de las superficies de pastoreo se acompañara del crecimiento de las existencias ganaderas, lo que tratándose de una ganadería extensiva como la regional, ha implicado el sobrepastoreo y la erosión de crecientes superficies.

CUADRO 26
CLASIFICACION DE TIERRAS EN EL LERMA
(Ha)

Decenio	Total	Labor	Forestal	C/Pastos	Incultas Product.	Improd.
1930	170,440	34,113	70,122	45,390	2,245	18,570
%	100.0	20.1	41.1	26.6	1.3	10.9
1950	135,152	51,117	30,173	35,925	1,320	16,617
%	100.0	37.8	22.4	26.6	0.9	12.3
1960	159,000	57,791	51,538	32,617	5,706	11,348
%	100.0	36.4	32.4	20.5	3.6	7.1
1970	116,612	55,398	20,370	27,539	278	13,028
%	100.0	47.5	17.5	23.6	0.2	11.2

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930, 1950, 1960 y 1970.

*Esta información y la que se presente en los siguientes cuadros sobre el Lerma, incluyen los 19 municipios enumerados en la cita /6 del quinto capítulo.

** Como ocurriera con Xochimilco, no existe para el Lerma información censal correspondiente a 1980, no a nivel municipal.

/5. Infraestructura Recursos y Servicios, 1978; ICATEC, 1984; Estudios y Proyectos, 1975.

Ocasionada además por el ya descrito clareamiento de superficies forestales, la erosión ha afectado el funcionamiento del ciclo hidrológico regional y la alimentación de los mantos: sin capa vegetal que los proteja, los suelos pierden su capacidad de absorber e infiltrar hasta los acuíferos el agua pluvial, la cual durante las lluvias, corre más fuerte e incontenible e inunda las zonas lacustres.

CUADRO 27
EXISTENCIAS GANADERAS EN EL VALLE DEL LERMA
(Cabz)

Decenio	G.Vacuno	G.Caprino	G.Lanar
1930	38,966	4,044	55,155
1950	55,084	5,758	89,660
1960	51,951	10,340	39,455
1970	62,027	6,095	93,007

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930, 1950, 1960 y 1970

Falta hablar de la tendencia seguida la agricultura regional, de cómo se vio afectada por la construcción y operación del sistema Lerma de abastecimiento, pero también -al igual que la ganadería- por sus propias características técnicas. Ya se había hablado del predominio en la zona, de una agricultura temporalera, basada en el cultivo de maíz mayoritariamente.

A diferencia de Xochimilco cuya producción maicera se vio drásticamente afectada, a raíz de la construcción y ampliación del sistema de Don Marroquín, el Valle del Lerma vivió un proceso zigzagueante, al menos a nivel de la región toda. Los Censos Agropecuarios muestran, por ejemplo, que la superficie cultivada se incrementó unas 5,000 ha, entre 1950 y 1960, pero volvió a disminuir en la misma proporción entre la última década y la de los 70. Similar situación se presentó con el volumen producido: aumentó en el primer subperiodo analizado y disminuyó en el segundo. El índice de rendimiento presentó en cambio, aumentos constantes, pero mediocres (CUADRO 28).

CUADRO 28
SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO EN EL LERMA
MAIZ

Decenio	Superficie (has)	Volumen producido (Kilogramos)	Rendimiento (Kg/ha)
1950	33,714	33,874,932	1,004.7
1960	38,893	40,449,000	1,040.0
1970	33,929	36,065,956	1,062.9

Fuente: Censos Agropecuarios de 1950, 1960 y 1970.

Tan peculiar y hasta cierto punto paradójica situación bien puede explicarse por las diferencias entre los sistemas agrícolas dominantes en ambas regiones. En Xochimilco predominaba la chinampería; la agricultura de temporal era, en cambio, la más generalizada dentro del sector agrícola de Lerma. Obsérvese sino información censal sobre clasificación de superficies de labor y se constatará el amplio predominio de superficies temporales, las cuales se han ubicado, desde que comenzaron a operar las obras de abastecimiento, alrededor del 80% del total laboral (Ver Cuadro 29).

CUADRO 29
CLASIFICACION DE SUPERFICIES DE LABOR EN EL LERMA
(Ha)

Decenio	Total labor	Riego	Jugo	Temporal	C/arbust. y arb. cultiv.
1950	51,117	7,470	2,948	24,061	8
%	100.0	14.6	3.1	81.2	1.1
1960	57,791	11,551	731	44,801	708
%	100.0	20.0	1.3	77.5	1.2
1970	55,398	7,875	766	46,035	722
%	100.0	14.2	1.4	83.1	1.3

Fuente: Censos Agropecuarios 1950, 1960 y 1970

Lo comentado no significa que incluso los agricultores temporales no aprovecharan la humedad de los terrenos, acentuada durante la época de lluvias. Se sabe que aunque decrecientemente, se han valido de ella para cultivar antes de que aquéllas se declaren; que siguen construyendo bordos para retener el agua, incrementar la humedad y contener los azolves provenientes de las partes altas. Pero ello únicamente ha servido para fortalecer una agricultura basada, en esencial, en el arribo e intensidad de las precipitaciones pluviales.

Lo anterior no debe dar pie para suponer que la agricultura del Valle del Lerma no se ha visto afectada por las obras para abastecer a la Ciudad de México. Permite concluir más bien, que por no depender mayoritariamente de sistemas de riego o de la explotación intensiva de suelos húmedos, la agricultura local y su cultivo característico -el maíz- no fueron tan drásticamente afectados, no al menos al nivel cuantitativo, que es el que ofrecen las cifras. Ello evidencia que el factor técnico fue determinante para entender la manera distinta en que la operación de los sistemas de abastecimiento afectó a la agricultura de las dos zonas (supra., inciso V, primer capítulo).

Otra panorámica muestra un acercamiento a los cambios cualitativos registrados por las actividades regionales, a partir de la operación del sistema de abastecimiento. Comenzaré con las expectativas creadas a raíz del Acuerdo de 1966, que estipulaba la desecación -para su aprovechamiento agrícola- de 7,000 hectáreas comprendidas en las exlagunas del Lerma.

Salvo contadas excepciones, los agricultores del Lerma no pudieron ver convertida en realidad la promesa. Junto con deforestación, agricultura de roza y ganadería, las obras de abastecimiento sí han acelerado la desecación de las tres lagunas. Pero ello no condujo a "la incorporación de tierras agrícolas" y sí a que "durante la época de lluvias se encharcaran grandes proporciones de terreno" (Estudios y Proyectos, 1975, p.119). En otras palabras no hay en la región "ni pece ni carne", ni explotación de las lagunas ni agricultura.

La operación misma del sistema de captación ha acentuado el impacto de un fenómeno que deforestación, pastoreo y sobreexplotación agrícola ya habían tornado peligroso: las inundaciones. "Con la perforación de los pozos profundos, además de provocarse la desecación de las lagunas y demás fuentes acuíferas, hubo hacinamientos y desacomodos geológicos que vinieron a hacer inservibles buenas áreas de cultivo, al inundarse durante las épocas de lluvias en perjuicio de los productores agrícolas" (Estudios y Proyectos, 1975, p.20).

Por lo demás, la de por sí poco importante agricultura de riego vio canceladas sus posibilidades de desarrollo, a causa de la operación de las obras de abastecimiento. Como ya vislumbrara la gente de Estudios y Proyectos en los 70, existe una "grave carencia de obras hidráulicas, sobre todo las de gran magnitud

/lo cual/ ha ocasionado que la mayor parte de la superficie sea de temporal"(1975, p.20).

Al igual que la agricultura de riego, la chinampería -mucho menos generalizada aquí que en Xochimilco- ha sido grandemente afectada por las implicaciones ambientales de la operación del sistema Lerma de abastecimiento. No sólo se ha truncado la posibilidad de que la superficie chinampera se ampliara; su de por sí mediana importancia se ha visto reducida en concordancia con la disminución de los suelos de humedad, los cuales de 2,948 pasaron a 766 hectáreas. (Ver Cuadro 29).

Dos últimos ingredientes -no por ello menos importantes en la alteración del proceso de alimentación de los acuíferos regionales y en el reciente decaimiento de las actividades primarias en el Valle- han sido sin duda la industrialización y urbanización que recientemente ha registrado. Varias de las industrias locales cuentan con sus propios pozos y extraen una cantidad de agua no registrada oficialmente, pero que como ya apunté ahonda el índice oficial de sobreexplotación del acuífero.

Asentamientos irregulares e industrias carecen de un sistema de drenaje entubado, por lo que descargan sus aguas residuales en canales, cañerías a cielo abierto y en lo que queda del río Lerma. Además de convertirse en un problema de salud y seguridad públicas/6, estos vertideros se han constituido en fuentes de contaminación del río Lerma y las zonas pantanosas alrededor del corredor industrial. Se han convertido además, en contaminadores de suelo y agua subterránea.

Como ha ocurrido con la zona construida de la Ciudad de México, el corredor urbano industrial del Lerma ha afectado el papel que como drenador y almacenador del agua pluvial jugaba el sistema lacustre, pues donde otrora yacieran las lagunas, se localizan en la actualidad casas, industrias, etc. Aquí también se evapora parte del agua llovida, pero otra se estanca en charcos y canales, por contar el corredor con un deficiente e insalubre sistema de drenaje.

A partir del estudio del proceso vivido por el Valle de Lerma, se puede concluir que las obras de abastecimiento no fueron las únicas causantes de los cambios sufridos en el ciclo hidrológico, del impacto socioambiental regional. También jugaron importante papel silvicultura, ganadería y agricultura temporalera -de roza-, causantes de deforestación y sobreexplotación de crecientes superficies. A más de contribuir a acelerar la desecación de las lagunas, agravar las inundaciones y alterar el proceso de infiltración y alimentación de agua,

/6. Así califican este problema representantes industriales, como el Ing. Alatorre, quien comentaba que para provocar un incendio en la planta Anyl Mex de ICI, ubicada en el corredor industrial Lerma, bastaría con prender fuego al canal abierto en que se vierten los desechos.

estas actividades limitaron sus mismas posibilidades de mantenimiento a largo plazo.

Tercera en importancia después de silvicultura y ganadería, la agricultura local ha dependido del régimen de lluvias más que de la humedad del suelo. El predominio del sistema temporalero dentro de la agricultura local permite comprender la particular manera en que la afectó la extracción del agua, el que en términos cuantitativos no evidenciara tan abiertamente como Xochimilco el impacto de la extracción del agua local.

III. Mezquital: beneficios económicos acompañados de un deterioro ecológico aún no ponderado.

Según he apuntado, el desarrollo de la agricultura de riego en el Mezquital ha estado íntimamente vinculado con dos acciones gubernamentales: la realización de diversas obras para sanear y desaguar a la Ciudad de México y la construcción de infraestructura de riego. Ambas han jugado un papel de igual significación.

De los cincuenta a la fecha se han construido obras que han permitido acrecentar el caudal de aguas negras y pluviales desalojado de la ciudad. En 1954 las autoridades concluyeron el segundo Túnel de Tequixquiac, que adicionaría 60m³/seg de capacidad al Gran Canal porfiriano. Seis años más tarde fue terminado el Interceptor Poniente que incorporaría en un primer momento, 25m³/s; 80m³/s en 1963-64. El drenaje profundo agregaría finalmente, una capacidad de desagüe de 200m³/s.

El fin del decenio 40-50 marcó en el Mezquital, el inicio de la dotación de infraestructura necesaria al aprovechamiento de las aguas provenientes del desagüe y de corrientes superficiales de la región. La Secretaría de Recursos Hidráulicos, aparecida en 1947 en sustitución de la Comisión Nacional de Irrigación, impulsó la creación de distritos de riego, de los que el 3, el 100, el 88 y posteriormente el 27 formarían parte del Valle /7 (Ver Mapa 15).

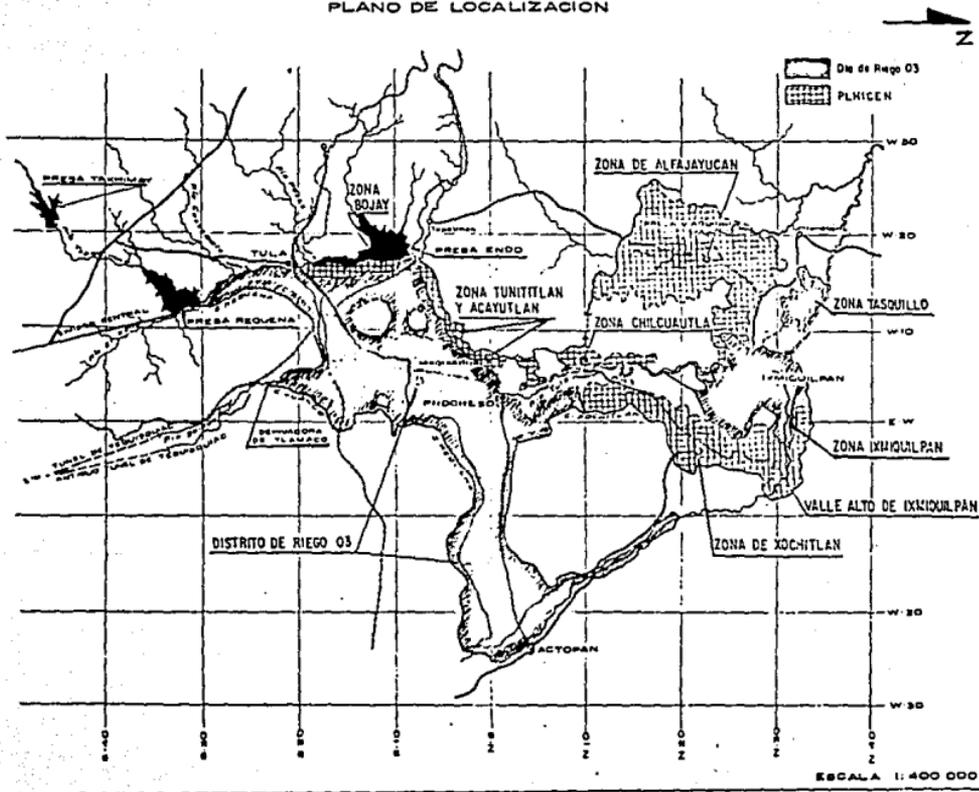
Producto de tal estrategia, la región cuenta con tres presas de almacenamiento, seis presas derivadoras, 203 kilómetros de canales principales, 207.5 kilómetros de canales laterales, 26.2 km. de canales principales revestidos, 21.5 km. de canales laterales revestidos, una red de drenaje de 43.9 km y una red de caminos de 750.8 km (Ver CUADRO 30).

Las estadísticas reflejan el alcance e intensidad de la construcción de infraestructura de riego en la región. De 25,000 ha dotadas en 1930, en 1950 existían 31,045 has. La cifra se había incrementado a 37,862 hectáreas en 1960 y a 41,793 en 1970. Ello significa un incremento de la superficie de riego de 24.2%, entre los 30 y 50, de 21.9% entre los 50 y los 60 y de 10.4% entre los 60 y los 70, en otras palabras, que a lo largo de los 50 se dio el mayor impulso a la agricultura de riego (CUADRO 31).

/7. Los Distritos 3 y 100 forman actualmente, junto con el 88, el Distrito Rural 63 con cabecera en Mixquiahuala, Hidalgo (Flores, E., 1988, Tomo I, p.220).

FUENTE: SRH., 1974.

DISTRITO DE RIEGO 03 Y PLHICEN
PLANO DE LOCALIZACION



EL VALLE DEL NEZQUITLAL AHORA

MAPA 15

CUADRO 30
INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EN EL MEZQUITAL

Obra	Corriente	Cap.mill.m3	Año terminación.
<u>Presas de Almacenamiento.</u>			
Taxhimay(1)	R.Sn Luis	42.8	1912
Requena(2)	R.Tepeji	52.5	1919
Endhó	R.Tula	182.0	1951
<u>Presas de Derivación.</u>			
Gral.Felipe Angeles	R.Tula	-	1969
El Tecolote	R.Tula	-	1939
El Tablón	R.Salado	-	1940
El Salto	R. El Salto	-	
La Virgen	R.Salado	-	
Tlamaco	R.Salado	-	
<u>Red de Conducción, Distribución y Caminos</u>			long.km.
Canales principales			203.0
Canales laterales			207.5
Canales principales revestidos			26.2
Canales laterales revestidos			21.5
Red de drenaje			43.9
Red de caminos			750.8

Fuente: INSISA, s/f.,

(1) Se sobrelevó en 1938 y se reconstruyó en 1968

(2) Se reconstruyó en 1967.

La información muestra, por lo demás, que dos terceras partes del Mezquital siguieron marginadas de los beneficios prodigados por la política de impulso a la agricultura de riego. Y es que, cuando menos en teoría, las autoridades de la SRH tendieron a centrar su política de impulso a la agricultura de riego en las zonas de concentración ejidal; en las ubicadas al sur del Valle en un primer momento, después en aquellas localizadas hacia el norte, en Ixmiquilpan. En teoría, porque ha sido un sector social muy reducido el beneficiado; tal coincidieron en señalar lugareños entrevistados.

El gobierno consolidó con su estrategia las diferencias entre las dos subregiones, existentes entre el porfiriato y 1950, diferencias dadas por el acceso al agua. Árida, carente del vital

líquido, la primera zona ha seguido sustentando a importantes sectores de otomíes, quienes han ampliado sus estrategias para subsistir precariamente; han optado en no contadas ocasiones por emigrar en busca de empleo a la Ciudad de México, Pachuca, San Luis Potosí y los Estados Unidos.

CUADRO 31
CLASIFICACION DE SUPERFICIES DE LABOR EN EL MEZQUITAL
(Ha)

Decenio	Total laboral	Riego	Jugo	Temporal	Con árb. y arbus. cultiv.
1950	137,209	31,045	1,601	98,981	5,582
%	100.0	22.6	1.2	72.1	4.1
1960	135,586	37,862	947	89,972	6,805
%	100.0	27.9	0.5	66.4	5.2
1970	157,400	41,793	896	108,074	6,637
%	100.0	26.6	0.4	68.7	4.3

Fuente: Censos Agropecuarios de 1950, 1960 y 1970. Como ocurriera con las otras zonas analizadas, no se publicaron los resultados de los censos de 1980, no al nivel de detalle en que se venían manejando.

Quienes optaron por el arraigo a la tierra, prosiguen con la caza y la recolección, explotan el maguey y el nopal y cultivan frijol y maíz. Tanto han decaído los rendimientos que con éste obtienen -a alrededor de 350 kilogramos por hectárea- que los otomíes prefieren usarlo como caña de maíz, como forraje.

A diferencia de la zona de riego, donde la mujer tiende a centrarse en cuidado del hogar, aquí sí participa en las labores del campo y en el cuidado de pollos, ovejas, cabras y cerdos. De ahí se puede decir que la existencia o carencia de aguas para riego ha incidido incluso en la división familiar de las labores, en el ámbito reproductivo -vida cotidiana- de la población. Los otomíes mantienen la manufactura del cordel; elaboran con él cuerdas, zacates, canastas, etc., que les proporcionan la más estable fuente de ingresos.

Diversas son las condiciones en la zona irrigada del Mezquital, en la que se ha fomentado una verdadera "economía

agropecuaria" (Kaja, F., 1974) que ha convertido al Valle en el productor agrícola número uno de Hidalgo, en el que se cultivan con éxito alfalfa, sorgo, cebada, avena, frijol, trigo y maíz; cultivos con alto riesgo de contaminación por aguas negras, tales como tomate, calabacita, espinaca, chile, zanahoria, betabel, ajo, cebolla y cilantro semillado y frutales como durazno y chabacano.

El dinamismo agrícola del Mezquital se evidencia, entre otras, en la tendencia que en torno a la superficie, el volumen producido y el rendimiento registraron dos cultivos fundamentales: maíz y alfalfa, producido el primero tanto en superficies de riego como de temporal -aunque en recientes fechas ha perdido peso en las primeras-; característico el segundo de los terrenos de riego.

A excepción de 1970, cuando decreció la superficie cultivada con maíz en el Mezquital todo, ésta ha registrado aumentos constantes durante el periodo analizado. Similar ha ocurrido con el volumen de producción, el cual exceptuando 1970 -en que se estancó- mostró aumentos permanentes. El rendimiento por hectárea sí ha mejorado notablemente: de 746.4 kilogramos por hectárea obtenidos en 1950, en 1981 se habían logrado 2,231.6 kg/ha (Ver CUADRO 32).

Aunque se debe tomar con reservas/8, la cifra del CUADRO 32 correspondiente 1982 muestra la importancia adquirida por el uso de riego en el aumento del rendimiento promedio regional, más cuando se considera que sólo el 55.3% de la superficie total dedicada al maíz fue cultivada bajo riego; que mientras el rendimiento obtenido en terrenos de riego fue de 3,439.2 kilogramos por hectárea, el logrado bajo sistema de temporal apenas llegó a 542.1 kilogramos por hectárea; que la existencia del riego acrecienta, por tanto, el rendimiento regional.

Típico de la agricultura de riego, el cultivo de alfalfa ha registrado los aumentos más sobresalientes. Su superficie se ha acrecentado, sobre todo a partir de los sesentas, en que tuvo un incremento de 258.6%, el cual pasó a 34.9% al iniciar los 80. Igual ha ocurrido con producción y rendimiento, cuando menos en términos de tendencia. De 201,889 toneladas cosechadas en 1950, al iniciar los 80 se habían alcanzado las 224,968 toneladas. El rendimiento promedio dio un salto de 38,367.4 kilogramos por hectárea en 1960, a 86,201 kilogramos por hectárea en 1989 (Ver CUADRO 33).

/8. Varios estudiosos de la agricultura en el país, coinciden en dudar de la veracidad de las más recientes cifras sobre producción y rendimiento; destacan como causantes: deficiencias en la información, limitantes financieras y de recursos de las instituciones encargadas de ejecutarlas, etc (Pérez, R., 1987, p.40-411).

CUADRO 32
SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO EN EL MEZQUITAL
MAIZ

Decenio	Superficie (Ha)	Volumen producido (kilogramos)	Rendimiento (Kg/ha)
1950	31,420	23,452,924	746.4
1960	61,462	54,066,000	879.6
1970	47,959	54,533,828	1,137.1
1980*	51,427	110,282,000	2,144.4

Fuente: Censos Agropecuarios de 1950, 1960 y 1970.

*La última información se obtuvo de INEGI, 1987.

CUADRO 33
SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO EN EL MEZQUITAL
ALFALFA

Decenio	Superficie (Ha)	Volumen producido (Kilogramos)	Rendimiento (Kg/ha)
1950	2,072	56,542,615	27,288.9
1960	5,394	205,161,000	38,035.0
1970	19,342	500,767	25.8
1980*	26,098	224,968,600	86,201.4

Fuente: Censos Agropecuarios de 1950, 1960 y 1970.

*INEGI., op.cit.

Tan espectacular desarrollo de la zona irrigada, convertida en una especie de vergel dentro de la aridez del Mezquital, no ha estado exento de contradicciones, de momentos difíciles/9. Las

/9. Uno de esos momentos fue sin duda 1970. Como muestran las cifras del censo, a pesar de que aumentó la superficie cultivada

mismas aguas que han permitido el dinamismo agrícola, han redundado en negativos efectos ecológicos que se han revertido socialmente.

Ejemplo de ello: el alfalfa, cuyo periodo productivo se ha reducido durante las últimas décadas; de haber oscilado entre los 6 y 8 años en los 50, es en la actualidad de entre 3 y 4 años. El alfalfa es altamente lucrativa en cuanto a pago al contado, pero demanda una inversión inicial relativamente alta. De ahí que la disminución en el periodo vital del forraje incida negativamente en su valor lucrativo.

La causa del problema vivido por el alfalfa se encuentra en las características del líquido usado en riego. Se trata de aguas negras que no obstante se mezclan con las de los ríos, han visto grandemente incrementado el contenido de diversas sustancias tóxicas y patógenas. Especialmente dañinos a la alfalfa son los detergentes y desechos de la industria química, los cuales afectan los nódulos de las raíces, los obstruyen.

Es poca la información cuantitativa respecto a concentraciones de contaminantes en las aguas residuales, sobre todo en lo que a sustancias tóxicas se refiere. Únicamente se habla de la existencia, a la fecha, de "concentraciones de coliformes fecales de 8×10^8 a 4.7×10^9 por cada 100 ml.l. /de aguas residuales/" (Sánchez, R., 1988, p.354 /10); de la "presencia de detergentes sintéticos difícilmente biodegradables, tipo alquilbenzeno-sulfonato (ABS) que a concentraciones altas aumenta la rapidez de infiltración /y/ que es tóxica para algunos cultivos y hortalizas" (Escobar, M., et.al., 1989, p.178).

Además de incidir negativamente en el alfalfa, la utilización de aguas negras ha comenzado a plantear limitaciones en el cultivo del maíz y el trigo. Más grave es la situación de jitomate, zanahoria, betabel, calabacita, chiles, lechuga y otras legumbres regadas con aguas residuales, no obstante las prohibiciones de la Comisión Nacional del Agua, fundadas en los negativos efectos de su consumo para la salud humana.

En cuanto a la ganadería y tal como lo muestra el CUADRO 34, ha seguido ocupando casi el 50% del total censado. No obstante mantenerse en el primer lugar, la superficie con pastos ha ido disminuyendo en términos absolutos, contrario a la superficie agrícola que ha mantenido incrementos constantes, lo que prueba la creciente importancia de la última.

con alfalfa, se registró una caída brutal del volumen producido y por supuesto del índice de rendimiento (CUADRO 33). /10. Según añade el autor, "estudios realizados en U.S.A., indican que en aguas residuales existe una relación de 1 virus por cada 92,000 coliformes y estiman que entre 30 y 100 partículas virales de una cepa de poliovirus infecta/n/ a niños".

CUADRO 34
CLASIFICACION DE SUPERFICIES EN EL VALLE DEL MEZQUITAL
(ha)

Decenio	Total	Labor	Forest.	c/pastos incultas	improd.	
1930	448,186	108,379	33,787	206,062	9,894	96,064
%	100.0	24.2	7.6	46.0	2.1	20.1
1950	439,770	137,209	34,980	218,757	10,347	37,477
%	100.0	31.3	8.0	49.9	2.3	8.5
1960	419,728	135,586	58,643	178,893	7,172	39,434
%	100.0	32.3	14.0	42.6	1.7	9.4
1970	388,389	157,400	10,206	175,540	9,581	35,660
%	100.0	40.5	2.6	45.2	2.5	9.2

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930, 1950, 1960 y 1970.

Como en el Valle del Lerma, el decrecimiento de las superficies con pastos en el Valle del Mezquital se ha acompañado de un incremento en las existencias ganaderas, no muy espectacular por cierto. De 85,068 cabezas de ganado vacuno en 1950, en 1970 se pasó a 106,996. El ganado lanar creció de 189,592 cabezas en 1950 a 252,933 en 1970. Solo el ganado caprino decreció de 649,109 a 234,049 cabezas en las dos décadas de referencia, pero como muestra el CUADRO 35, las existencias en 1950 fueron inusualmente grandes, comparadas con las de las otras décadas.

CUADRO 35
EXISTENCIAS GANADERAS EN EL VALLE DEL MEZQUITAL
(cabz.)

Decenio	Vacuno	Caprino	Lanar
1930	78,816	116,472	118,430
1950	85,068	649,109	189,592
1960	92,874	134,451	187,044
1970	106,996	234,049	252,933

Fuente: Censos Agropecuarios de 1930, 1950, 1960 y 1970

Al ser la ganadería predominantemente extensiva, el binomio decrecimiento de las superficies con pastos-incremento de las existencias significa en el Mezquital, como en el Lerma, un mayor sobrepastoreo y explotación de los suelos.

A manera de recapitulación se podría decir que, como entre el porfiriato y el decenio 40-50, el Valle del Mezquital sigue contando con una importante zona ganadera, cuyos rasgos técnicos la hacen ecológicamente inapropiada, no obstante redundar en beneficios económicos a corto plazo, precisamente por ser insignificantes las inversiones que demanda.

La agricultura temporalera sigue siendo importante aunque ha perdido peso en relación a la superficie laboral total (CUADRO 31). Todavía son magros los resultados que con ella se obtienen. Así lo demuestra el indicador sobre los rendimientos en el cultivo temporalero de maíz, los cuales ascienden a tan solo 350 kilogramos por hectárea aproximadamente.

Conclusión: apenas una tercera parte del total laboral o agrícola se ha visto positivamente impactada por el uso de las aguas provenientes de la ciudad. Pero este beneficio comienza a redundar en los efectos colaterales ya reseñados, los cuales han comenzado a revertirse económicamente (impacto socioambiental).

Ello evidencia que aunque la operación del sistema de drenaje ha sido positiva a corto plazo, en tanto ha permitido dinamizar una agricultura otrora grandemente limitada por la carencia de agua, a largo plazo está tornándose en negativa y hasta antieconómica, precisamente porque al omitir el tratamiento de las aguas, está provocando efectos ecológicos y económicos cuya solución es costosa. Ello demuestra, en otras palabras, que lo económicamente racional a corto plazo y en términos estrictamente económicos difícilmente es tal cuando en el análisis se incluye la dimensión ambiental.

La gente de la zona lo sabe, al igual que las autoridades. Sin embargo, salvo la prohibición de la Comisión Nacional del Agua, de regar hortalizas con aguas negras, no se ha tomado medida alguna para enfrentar la situación; no se construyen plantas de tratamiento, ni establecen convenios con las industrias emisoras de sustancias tóxicas y agricultores locales para compartir los costos de una solución.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

I

Especialistas en la materia -Hans Jürgen Liebscher entre ellos- plantean la existencia de diversos vínculos energéticos y materiales entre el recurso que determinado grupo social o economía explota y los otros componentes de una zona, por lo que toda actividad que afecte al recurso, incide en el papel que juega en una de las relaciones. Tal es el caso de las interrelaciones entre mantos subterráneos, bosques, lagos y suelos, a través del ciclo hidrológico (ámbito de lo natural que más incide y más decididamente se ve afectado por el sistema hidráulico). De ahí la pertinencia analítica de haber destacado, a más del sistema hidráulico, las otras actividades que han afectado el papel de los otros recursos con que las fuentes de abastecimiento se relacionan.

El análisis de la situación imperante en las zonas de estudio antes y después de ser conectadas por los componentes del sistema hidráulico citadino permitió demostrar, además, que la construcción y operación del sistema hidráulico de la ciudad no ha sido causante única del impacto socioeconómico sufrido por las regiones; que otras actividades transformadoras se han articulado con el sistema.

En la Cuenca del Valle de México, diques, presas, atierres, pozos artesianos y otras obras actuaban, desde el momento anterior a la construcción de la obra hidráulica porfiriana, en conjunción con las actividades causantes de deforestación y sobreexplotación, para provocar cambios en el ciclo hidrológico. La construcción y operación de la obra hidráulica porfiriana y el dinamismo económico-demográfico, manifiesto en el crecimiento de la mancha urbana, se agregarían como factores de perturbación. (Ver figuras 5, 6, 7 y 10). Por cierto que como parte de la política gubernamental de construcción de infraestructura, las obras hidráulicas se han retroalimentado con el dinamismo económico demográfico citadino.

En Xochimilco y durante el periodo que va de la inauguración del abastecimiento porfiriano (1914) al decenio 40-50, el sistema actuó en conjunción con la deforestación para provocar el descenso en los niveles freáticos, la desecación de lagos y terrenos agrícolas y la cada vez mayor peligrosidad de las inundaciones. Ambos fenómenos han proseguido hasta nuestros días, sólo que a partir de los cincuenta se han acompañado de la dotación de aguas tratadas, el dinamismo demográfico citadino que ya alcanzó a Xochimilco y una de las consecuencias de éste: la emisión incontrolada de aguas negras.

Destinado a satisfacer las necesidades de la Ciudad de México y del Valle del Lerma, el sistema Lerma de abastecimiento actuó en concatenación con el clareamiento de crecientes superficies, una ganadería extensiva y una agricultura predominantemente temporalera, para configurar fenómenos tales como el descenso en los niveles freáticos, la desecación, compactación y hundimiento del terreno, el crecientemente negativo impacto de las inundaciones, la desecación de las lagunas, etc. A esto se han agregado en recientes fechas dos factores de alteración: el desarrollo industrial y el crecimiento urbano de Lerma, determinantes entre otros, de mayores índices de extracción del líquido y de problemas de contaminación por la descarga de aguas residuales.

El uso de aguas negras ha sido determinante en el desarrollo de una agricultura de riego en la tercera parte del área laboral del Mezquital, pero ha sido insuficiente; tuvo que acompañarse de la construcción de infraestructura para la distribución del agua. El área laboral restante (68.7%) se dedica a la agricultura temporalera, con tan magros resultados que en el cultivo de maíz se obtienen apenas 542.1kg por hectárea. No obstante los beneficios obtenidos por la tercera parte del área laboral del valle, las crecientes cantidad y nocividad de los residuos acarreados por el agua han provocado problemas de contaminación, que han incidido incluso en la producción agrícola.

Junto con la tesis de la multicausalidad de un impacto, aquélla de la estrecha interdependencia sociedad-naturaleza permite sustentar a su vez, analíticamente, la tesis según la cual son complejas las implicaciones sociales del efecto de una actividad, su impacto socioambiental, lo que significa que las consecuencias ecológicas de una labor tendrán implicaciones sociales para la labor y aquéllas otras que dependen de los recursos vinculados con aquél que sustentaba la labor (ver modelo c).

La extracción del agua en Xochimilco, por ejemplo, se ha afectado a sí misma, pues al sobreexplotar el acuífero, cancela la posibilidad de mantenerse a largo plazo. Al provocar el abatimiento de niveles freáticos y la desecación del vaso lacustre, ha incidido además en la agricultura chinampera, sustentada en los suelos de humedad, cuya existencia se vinculaba estrechamente con la otrora abundante agua.

La deforestación de crecientes superficies de la Cuenca del Valle de México es otra evidencia de impacto socioambiental. Además de cancelar o cuando menos limitar las posibilidades de desarrollo a largo plazo de las actividades que la provocaron (obtención de madera, agricultura de roza, etc.) la deforestación ha incidido negativamente en el funcionamiento del ciclo hidrológico regional, de esta forma, en las posibilidades de extracción del agua. Ello porque como se ha señalado insistentemente, al ser clareadas, las superficies de ladera pierden su natural capacidad de infiltración del agua pluvial, alimentadora de los mantos.

Aquí se ha sostenido también que el carácter y el ritmo dados a diversas actividades transformadoras están determinados a su vez, por la particular articulación, entre otros, de los factores socioeconómicos y ecológicos descritos en el primer capítulo y cuya riqueza de interrelaciones -ya se ha insistido- demanda un más detenido estudio (Ver modelo b). La inclusión de este segundo plano de análisis permitió explicar la diferente forma en que la obra hidráulica impactó a Xochimilco y Lerma.

Las dos regiones compartieron rasgos ecológicos similares: contaron con bosques, un sistema lacustre y abundantes fuentes de abastecimiento. Sendos sistemas de captación han extraído el agua con ritmos que rebasan la capacidad de recarga del acuífero, la han sobreexplotado. Determinante, a su vez, del aceleramiento en la explotación del agua: la presión del dinamismo económico-demográfico en Lerma y la Ciudad de México. No obstante la presencia de tres factores similares, las dos regiones se han visto distintamente afectadas por la construcción y operación del sistema hidráulico.

Determinantes de la diferencia: el predominio de distintas actividades en cada zona y lo que es más importante, las particulares características técnicas de las labores. Los xochimilcas -pueblo predominantemente agrícola- desarrollaron al máximo el sistema de chinampas, sustentado en el aprovechamiento de los suelos de jugo, cuya existencia era posible por el abundante líquido del subsuelo. De ahí que la captación del líquido, al provocar la desecación de superficies, afectara a la chinamparía y a la zona toda.

También Lerma contó con superficies de humedad, aprovechadas mediante chinampas similares a las de Xochimilco. Pero éstas ni siquiera tenían peso dentro de la agricultura esencialmente temporalera, que por cierto, carecía del empuje y predominio de silvicultura y ganadería locales. A más de la operación del sistema Lerma, las tres labores se han visto impactadas y limitadas por sus mismas características técnicas.

Conclusión: a pesar de las similitudes ecológicas de las dos zonas, la existencia del mismo fenómeno externo de perturbación - ritmos de extracción de agua superiores a ritmo o capacidad de recarga- y la presencia del factor demográfico como elemento perturbador, la distinta manera en que cada zona manifestó el impacto socioambiental se vio marcada por las discrepancias entre las actividades productivas locales predominantes (entre las técnicas o modelos productivos que les eran propios) y en este sentido, por las particulares características y formas de concatenarse de los aquí llamados factores socioeconómicos y ecológicos.

Diversa fue la articulación de dichos factores en el Mezquital. No obstante contar con suelos de excelente calidad, careció desde siempre del vital líquido. Las aguas del drenaje y la construcción de infraestructura para implementar un sistema agrícola de riego han permitido enfrentar tal limitante

ambiental, cuando menos en las superficies beneficiadas con estas medidas, que como se pudo comprobar en el trabajo, ascienden a la tercera parte del total laboral. Pero he ahí que al no recibir el tratamiento adecuado a su posterior uso agrícola, las aguas han ocasionado fenómenos de contaminación que ya han comenzado a revertirse económicamente, lo que evidencia que lo racional en términos estrictamente económicos y corto plazo no siempre es tal cuando se incluye la dimensión ambiental.

II

El acercamiento a la historia del sistema hidráulico de la Ciudad de México permitió ubicar constantes en las condiciones de abastecimiento y drenaje, en la forma de concebir y enfrentar los problemas, pero también elementos y momentos de ruptura.

Constantes de la situación de abastecimiento: la desigual distribución del líquido; el desperdicio y despilfarro del recurso, originado en fugas e inadecuadas pautas de consumo de algunos sectores, y la sobreexplotación del agua. Constantes de las condiciones de drenaje: la insuficiente cobertura, que sobre todo desde los 40 no ha podido concordar con la creciente demanda total del servicio, originada en el dinamismo económico demográfico ciudadano; el dislocamiento de la mayoría de los componentes del sistema, resultante indirecto de la sobreexplotación del agua, y la anarquía en el crecimiento de la red primaria y secundaria.

Diversas determinantes de los problemas hidráulicos ciudadanos se han mantenido también, a lo largo de esta historia: deforestación y sobreexplotación de suelos, como causantes de agravamiento de inundaciones, aceleramiento de desecación de lagos, etc.; inadecuada explotación del agua, como causante de descenso en los niveles freáticos, agotamiento de fuentes, compactación y hundimiento de suelos, dislocamiento de infraestructura de abastecimiento y drenaje, etc.

Momentos que marcan rupturas: el porfiriato y el decenio 40-50. Durante el porfiriato inició el modelo o sistema hidráulico existente hasta nuestros días y consistente en una serie de estructuras conectadas entre sí y cuyo funcionamiento ha implicado la unificación artificial tanto de los espacios de la cuenca cubiertos por drenaje y abastecimiento, como de las zonas ligadas a la ciudad, a través de la extracción y emisión del agua.

En el porfiriato arrancó la "modificación integral" del ciclo hidrológico de la cuenca, a partir de la cual el recurso ya no seguiría sus tradicionales caminos de infiltración, almacenamiento, evaporación, transpiración, etc., no en las mismas proporciones, ni con la misma calidad. En adelante, una proporción del agua sería extraída para un consumo humano después del cual sería enviada a otros lares; antes de llegar al vaso lacustre o a los mantos del subsuelo, otra parte sería

captada por el drenaje, que también la enviaría hacia afuera de la cuenca (Ver Figuras 5 y 10).

La importación de zonas externas a la ciudad, de parte del líquido abastecedor de la ciudad y la emisión hacia fuera de la capital de las aguas de albañal, han sido dos rasgos que han evidenciado, desde el porfiriato, el "carácter heterotrófico" de la Ciudad de México.

Los regímenes emanados de la Revolución de 1910 prosiguieron y profundizaron este modelo. Consolidaron la estrategia inaugurada en el porfirismo, de dar prioridad a la construcción de obras para la ampliación en la oferta total de ambos servicios, como principal arma para enfrentar la situación de abastecimiento y drenaje. Tal permitió la situación económica del país; de no menor importancia fue la preeminencia que tuvo la ciudad en términos de inversión en infraestructura, de la que el sistema hidráulico forma parte.

El decenio 40-50 marcó cambios significativos en la historia del sistema de abastecimiento y drenaje; se recurrió por primera vez a aguas para el abastecimiento provenientes de Lerma, una cuenca externa a la del Valle de México; arrancó la política gubernamental de impulso a la agricultura de riego; fueron reconocidas las negativas consecuencias ecológicas y sociales de la extracción de agua en Xochimilco, e inició el segundo y definitivo impulso al proceso de concentración económico-demográfica de la ciudad, mediante políticas como la de construcción de infraestructura, con la cual el dinamismo se fue retroalimentando.

Otros rasgos que, a partir de los 50, distinguieron a las autoridades hidráulicas de sus predecesoras porfirianas: el recurso a la construcción de obras, no sólo como arma para incrementar la oferta total de agua y drenaje, también como mecanismo para enfrentar la creciente demanda total de ambos servicios, originada en el dinamismo económico-demográfico ciudadano; la inclusión de éste dinamismo en los cálculos sobre capacidad de desagüe, de captación, etc. de las obras hidráulicas. Sólo que los cálculos fueron ampliamente superados por la realidad¹

En la introducción señalaba que sería fructífero acercarme a los planes gubernamentales de abastecimiento y drenaje; destacar el diagnóstico de las autoridades sobre la situación imperante en la materia, las determinantes de los problemas y los impactos

/1. En el documento de 1954, la DGOH preveía por ejemplo la necesidad de incrementar la oferta total de agua para enfrentar el dinamismo que la ciudad registraría. Incluso calculó que hacia 1990 la población ascendería a 9.18 millones de habitantes quienes demandarían 36.6 m³/s. (Supra., inciso III.1, sexto capítulo). Tal cálculo sin embargo, ha sido ampliamente superado por la realidad.

regionales y extrarregionales de construcción y operación de las obras.

Los documentos revisados muestran que los artifices intelectuales de las obras conocían, con mayor o menor detalle, la problemática hidráulica citadina, varias de sus determinantes y consecuencias, diversos de los problemas que demandaban pronta solución. Don Francisco Garay sabía que la ciudad se ha inundado, entre otras, por su localización misma, que la operación del desagüe de Huehuetoca había acentuado la aridez del suelo. Antonio Peñafiel conocía la incidencia de la deforestación en la capacidad de recarga de los acuíferos y en el agravamiento de las inundaciones. La ahora DGCCH y la CHCVM reconocieron en fin, reiteradamente, la necesidad de enfrentar la insuficiencia del sistema de drenaje, su dislocamiento originado en la sobreexplotación del agua subterránea; sabían que para ello, era necesario disminuir los índices de extracción del líquido

Hubo sin embargo, elementos imprecisos y paradójicos en diagnósticos y alternativas, determinados más que por falta de conocimiento, por necesidades o presiones reales (la originada en el dinamismo económico demográfico), por la "idea subyacente" en la visión de los artifices, y estrechamente vinculada con ésta, por los móviles, -racionalidad- de los involucrados en la realización de las obras, móviles que no fue posible aquí analizar en toda su riqueza, pero que pueden encontrar importante fuente de explicación en el papel económico de la obra hidráulica (supra., inciso VI, primer capítulo).

Piénsese en el desagüe porfiriano. El estudio de la situación y de los planes y obras para enfrentarla muestra que las autoridades reconocían la necesidad de enfrentar las inundaciones. Encargado del desagüe, el Ing. Garay incluso diseñó al canal con una capacidad de desalojo de 33 m³ por segundo. Sólo que la "salida directa" de las aguas, tendría las mismas consecuencias del desagüe de Huehuetoca (el "aumento en la aridez" del suelo que Garay le había criticado), consecuencias que contradecían además, el propósito de mantener durante secas la cantidad de agua necesaria a la navegación. Lo contradictorio de las propuestas de Garay se origina, entre otras, en la idea subyacente de responder al paradójico espíritu de la convocatoria de 1856.

Las modificaciones a la capacidad de desalojo del Canal propuesta por Garay, estuvieron determinadas por el criterio costo-beneficio (racionalidad económica). Imbuído por la idea de "economizar", Espinosa -artifice intelectual de los cambios- propuso reducir a 15m³/s la capacidad del Canal. La "Mexican Prospecting", una de las contratistas de la obra, quiso ir más lejos. Movida por su lógica empresarial, se propuso acortar 6 km la longitud del Canal y desaguarse de diversa manera lumbreras y galerías, cambios poco rentables que acabaron orillándola a transferir los trabajos a la "Red & Campbell"

Recuérdese, por otra parte, la situación de abastecimiento imperante en los 50. Al diagnosticarla, la Dirección General de

Obras Hidráulicas reconocía las negativas consecuencias de la sobreexplotación del agua subterránea de la Cuenca del Valle de México (hundimiento del terreno y desplazamiento de infraestructura); sabía que para enfrentarlas era necesario reducir el bombeo a "límites tales que no se ocasionen movimientos en la superficie".

La Dirección sabía sin embargo -al igual que la CHCVM- los beneficios de la explotación de agua subterránea, en términos de tiempo y costo. Este criterio, la presión ejercida por el incremento en la demanda total del líquido -originado en el dinamismo económico demográfico- y su "balance hidrológico del Valle", le permitieron concluir que era posible extraer 8m³/s de cuencas subterráneas independientes de la Ciudad, cuya explotación -pensaban ambas instituciones- no provocaría desplazamientos en infraestructura y edificios.

Sólo que, contrario a lo previsto, los hundimientos provocados por la excesiva extracción del agua, sí han afectado a edificios e infraestructura, precisamente porque el crecimiento urbano ha alcanzado a las zonas de extracción. Resultado: se profundizaron y extendieron los efectos de la excesiva extracción del agua, lo que demuestra que lo racional a corto plazo y en términos estrictamente económicos, no es tal cuando en el análisis se incluye la dimensión ambiental.

Lo paradójico del caso es que, en su afán por cubrir las crecientes necesidades de ambos servicios, las autoridades se han visto superadas por ese galopante caballo que es el dinamismo económico-demográfico de la ciudad, por ese corcel que ellas mismas alentaron (entre otras con su política de construcción de infraestructura) y que según especialistas en el tema, está provocando que de metrópoli, la ciudad se convierta en megalópolis y se una a otras zonas metropolitanas: Cuernavaca, Puebla, Pachuca y Toluca /2. Este fenómeno permite prever un aumento en la demanda total de los dos servicios, que incidirá a su vez en la política hidráulica de las autoridades.

III

Como en los 50, las actuales autoridades siguen reconociendo varios de los componentes de la problemática hidráulica ciudadana, de sus determinantes y de sus consecuencias. No sólo eso, mantienen la política de construcción de obras como principal arma para enfrentar los problemas. Dos ingredientes marcan un giro en la actual política hidráulica: la crisis económica y el reajuste financiero que vive el país

/2. Existe ya una evidencia de la megalopolización: la unificación de Toluca y la Ciudad de México, las que según señala Garza, "pueden incluir al municipio de Huixquilucan. Como se considera parte de la /ciudad/ se podría extender la ZMCM hasta abarcar Lerma y Toluca. En otras palabras, ambas zonas metropolitanas están unidas o se traslapan.."(1986, p.421).

En junio de 1989, el Departamento del Distrito Federal publicó la "Estrategia" del actual régimen para enfrentar los problemas de abastecimiento y saneamiento de la Ciudad de México, Estrategia cuya instrumentación se lleva a cabo en estos momentos. Una primera afirmación resulta categórica en el documento: "el Valle de México, que en el pasado fue modelo de eficiencia hidráulica, ha perdido su equilibrio". Se ha mantenido la sobreexplotación de acuíferos, no obstante "las enormes inversiones para traer aguas de otras cuencas". Resultado: ha proseguido el abatimiento en los niveles freáticos, el hundimiento de los terrenos, la afectación de infraestructura, etc. (DDF., 1989, p.1-2).

Todo este esfuerzo -reconocen las autoridades- ha sido vano, en tanto no se ha logrado la famosa cobertura de 100% en la prestación de agua y drenaje; la oferta total, en otras palabras, nunca ha podido alcanzar a la demanda total. La situación del drenaje resulta ser la más grave, pues varios de sus componentes han sido rebasados por el acelerado crecimiento de la ciudad.

Por desgracia y según se concluye del documento, se acrecentará la brecha entre la oferta y la demanda totales de ambos servicios. El Area Metropolitana de la Ciudad aglomerará hacia el año 2,000 28 millones de habitantes aproximadamente, quienes demandarán 88m³/s, lo que en el marco del presente plan de acción, que parece no contemplar nueva obra de captación alguna, implicará una disminución sustancial de la dotación por habitante.

Un mérito de la "Estrategia" es el de reconocer a la política tarifaria (que durante décadas subsidió a amplios sectores de la ciudad y los estimuló a concentrarse en ella/3) como el talón de Aquiles del sistema hidráulico: "las bajas tarifas prevalecientes facilitan desperdicios en el consumo y limitan la capacidad de ampliar y mejorar los sistemas, ya que éstas no cubren ni los costos de operación. Además de las bajas tarifas, los sistemas de recaudación son deficientes captando sólo entre un 25% y 30% del ingreso potencial" (p.5).

Ya en 1957, en sus "Consideraciones sobre el Dictamen de la Comisión Especial sobre el Financiamiento para Atacar los Graves Problemas que Enfrenta la Capital de la República", la Dirección General de Operación Hidráulica se refería a las bajas cuotas que por la prestación de abastecimiento y drenaje pagaban los usuarios y a la necesidad de aumentarlas para obtener una mejor fuente de financiamiento.

Tal vez la favorable situación económica hizo que tal propuesta quedara en el olvido, hasta 1982, cuando la Dirección

/3. No se debe olvidar el papel de la política gubernamental de construcción de infraestructura y de prestación de servicios con precios subsidiados, como estimuladora del crecimiento económico y del dinamismo económico demográfico ciudadano.

General de Construcción y Operación Hidráulica, sucesora de la DGOH, volvió a tocar el tema y a proponer dos estrategias para solucionarlo:

"La primera se refiere al control de los egresos del SHDF /sistema hidráulico del Distrito Federal/; las opciones disponibles incluyen restringir los programas de inversión, reducir tanto la compra de agua en bloque como los costos de conservación, operación y mantenimiento. La segunda dirección se refiere a modificar los ingresos del SHDF, incluyendo aumentos en las tarifas y mejoras en las eficiencias de facturación y cobranza". (1982, p.18.5). Como se verá, el espíritu de las propuestas es recuperado en la Estrategia.

El reconocimiento de algunos de los nefastos efectos socioambientales de la política hidráulica, del dinamismo económico demográfico que seguirá registrando la ciudad y sobre todo, de las dificultades financieras para enfrentarlos, son fundamentales componentes del diagnóstico en que las autoridades fincan su actual estrategia hidráulica.

Más que recurrir a "la extracción y conducción de agua desde otras cuencas como el Tecolutla y el Amacuzac /lo cual implicaría altos costos de inversión y ocasionaría problemas ambientales a las regiones abastecedoras, se debe optar por una alternativa que incluya/, tanto el aumento en los caudales que se introducen a la red como la reducción drástica de las pérdidas y el desperdicio". En otras palabras, "actuar sobre la reducción de la demanda y no sólo sobre el aumento de la oferta" (p.6, 7 y 8 El subrayado es mío).

He aquí un planteamiento que separa a las autoridades de la tradicional visión inaugurada durante el porfiriato, de construir obras para incrementar la oferta total a la hora de concebir y resolver las necesidades de la ciudad en materia hidráulica. Claro que el divorcio entre las autoridades y sus antecesoras no es radical. Resulta más bien contradictorio.

Recuperando una de las propuestas que la DGOH hiciera en 1982 y buscando por tanto, lograr la autosuficiencia financiera, en la "Estrategia" se propone "el diferimento en la explotación de nuevas fuentes externas al Valle y /.../ la disminución de la sobreexplotación del acuífero del mismo" (p.8);

El documento es congruente con el primer propósito de las autoridades, pues excepto la prosecución de las tercera y cuarta etapas del Amacuzac, en ningún momento habla de nuevas obras para traer aguas de otras regiones. Sin embargo, nunca menciona medidas concretas para disminuir los actuales y excesivos niveles de extracción del agua regional; tampoco habla por desgracia, de la necesidad de disminuir la explotación de las aguas del Lerma y de evitar que en Amacuzac se repita la nefasta experiencia de las otras zonas de explotación.

Con estas propuestas, por tanto, los artifices de la Estrategia muestran dar mayor prioridad no tanto al dinamismo económico-demográfico, como tradicionalmente lo hicieran sus antecesores; tampoco a la indispensable disminución en los índices de sobreexplotación del agua. La autosuficiencia financiera es el tema fundamental.

Las autoridades lanzan, en la Estrategia, constantes quejas respecto al crecimiento de la ciudad, como determinante fundamental de la creciente demanda de bienes y servicios, cuya satisfacción -así ocurre con agua y drenaje- es origen de fuertes erogaciones para el Distrito Federal y la Federación. Pero siguiendo las pautas características de anteriores planes, no mencionan alternativa alguna para detenerlo, ni mucho menos para revertirlo. No sólo eso, continúan instrumentando y avalando proyectos que lo fomentan: la supercarretera México-Toluca, el desarrollo Santa Fe, etc.

He ahí la contradicción fundamental en que se enfrasca la Estrategia y la política hidráulica del régimen, cuando menos mientras mantenga los tradicionales mecanismos para cubrir la demanda total de ambos servicios. Dificilmente se podrá detener el incremento de ésta, mientras no se tomen medidas para frenar la tendencia, no sólo al crecimiento de la ciudad, a su megalopolización, la cual tarde o temprano presionará a las autoridades para que aumenten los ya excesivos índices de extracción de agua y hasta opten por captar el líquido de nuevas fuentes. No sólo eso, las obligará a seguir construyendo obras para ampliar la cobertura del drenaje, medidas ambas que se seguirán retroalimentando con el dinamismo económico demográfico ciudadano y que según parece, irán siempre a la zaga del último.

A N E X O

G L O S A R I O D E T E R M I N O S

Agua. "El agua -señala Jain R.K.- tiene significados diferentes para distintas personas. Su particular definición depende en gran medida, de los usos particulares que el definidor le asigne. El agua puede ser considerada por algunos un bien absoluto para sustentar la vida o un recurso necesario a la actividad económica; por otros, un refugio de especies biológicas". (1977, Apéndice B. Traducción de la autora).

"Autopurificación del Agua. Todas las aguas naturales poseen la capacidad de asimilar determinadas cantidades de desechos sin que se presente un efecto ambiental evidente. La autopurificación del agua superficial es distinta a la del agua subterránea. A continuación una descripción de las diferencias:

La capacidad natural del sistema de agua superficial, de enfrentar determinados niveles de degradación "es resultado de la dilución, sedimentación, floculación, volatilización, biodegradación, aeración, tiempo y absorción por organismos. Los efectos de cantidades de desechos relativamente pequeñas se mitigan y el sistema de agua se autorecupera. Si la carga de desechos es excesiva los efectos son devastadores, no obstante sea lanzada por un corto periodo de tiempo.

"Sistema de agua subterránea. Es difícil que se dé la contaminación de éste. Los contaminantes deben viajar un largo tramo antes de provocar cualquier deterioro. Los suelos son capaces de mitigar muchos tipos de desperdicios. Los procesos mediante los cuales los desechos se purifican al atravesar la columna del suelo son: descomposición aeróbica y anaeróbica, filtración, intercambio de iones, adsorción, absorción, etc. El proceso de dilución reduce también la concentración de contaminantes.

"Por lo regular muchos contaminantes se remueven mediante el movimiento del agua a través del suelo (a menos que el agua subterránea se contamine directamente a través de fisuras provocadas por grietas, hoyos, pipas, etc.)/.../

"La purificación del agua subterránea se torna en un problema difícil en el momento en que se contamina. Los contaminantes no se diluyen rápidamente, debido a los bajos niveles de circulación de los sistemas de agua subterránea. Existe además un retraso de tiempo considerable antes de que se evidencie la contaminación de estos sistemas, lo que provoca que las actividades actuales sólo muestren su impacto después de varios años" (Jain., R.K., 1977 Apéndice B. Traducción de la autora).

Sistema de abastecimiento. Lo conforman las estructuras destinadas a extraer, potabilizar, bombear y distribuir el agua que sacia a la sed de industrias, comercios, servicios y población.

Biocenosis y Biotope. Se dice que los seres vivos se establecen en un entorno como resultado de la atracción no recíproca que ejercen en ellos los diversos factores que lo componen. Llamada biocenosis, esta agrupación se distingue por poseer una composición determinada; porque entre los seres vivos que la conforman existe una interdependencia indirecta, esto es, mediada por las modificaciones que ellos mismos imponen a su medio; finalmente, porque ella ocupa un espacio denominado biotope.

Un hecho acaecido en la América del Norte del siglo XIX ejemplifica la interdependencia aludida. Al pisotear la vegetación arbórea, los bizontes interrumpieron su desarrollo y provocaron su sobrepastoreo y la formación de zonas herbáceas favorables al crecimiento de ciertas especies de mamíferos, pájaros e insectos. Como resultado, los bizontes hubieron de abandonar la zona, los arbustos reemplazaron la pradera y una nueva fauna sustituyó a la anterior. La presencia de una especie pudo incidir por tanto, en la composición de la flora, favorecer el desarrollo de otra fauna y cancelar su mismas posibilidades de sobrevivencia.

Cadena Trófica. Es un proceso ecosistemático conformado por las relaciones alimentarias entre los distintos seres vivos: parásito-huésped, predador-presa, herbívoro-planta, etc.

Ciclos Biogeoquímicos. Son los intercambios de materiales que se dan entre los componentes bióticos -biológicos- y abióticos del ecosistema. Los elementos a él básicos son: Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo y en menor medida, Hierro, Magnesio, Calcio, Sodio, Potasio, Azufre y Silice. La ausencia de alguno de ellos limita la producción biológica y por lo mismo, el desenvolvimiento de todo lo vivo. En su constante fluir, el agua transporta cuando menos dos de los elementos: hidrógeno y oxígeno.

Ciclo Hidrológico o del Agua. "Es el conjunto de fenómenos a través de los cuales pasa el agua, comenzando como vapor atmosférico, pasando a formas líquidas y sólidas como la precipitación, después a través o dentro de la superficie del subsuelo hasta llegar finalmente, vía la evaporación y la transpiración, a la forma atmosférica de vapor de agua" (Nature Science, s/f).

Comisión Hidrológica del Valle de México. Institución creada en 1951 y desaparecida en 1972, en la que participaban representantes de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, el Departamento del Distrito Federal, los gobiernos de Hidalgo y el Estado de México y el Colegio de Ingenieros Civiles, entre otros. Más que como ejecutora, la institución tenía un papel propositivo.

Comisión de Aguas del Valle de México (CAVM). Creada en 1972, en sustitución de la CHCVM, la comisión se encarga de dotar de

agua en bloque al Area Metropolitana de la Ciudad de México y depende de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Comisión Nacional de Irigación (CNI).—Institución antecesora de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, ahora Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y que en 1947 sería sustituida por ésta.

Demanda y oferta totales de abastecimiento o drenaje. Son la demanda y la oferta calculadas o previstas -no reales- de los servicios. Su cálculo se establece en base al número de habitantes, unidades industriales, comerciales, etc., así como en base a la estimación de las necesidades de éstos.

Dirección General de Obras Hidráulicas (DGOH). Existió entre 1953 y 1978 y dependió del Departamento del Distrito Federal. La dirección se haría cargo de proyectar e instrumentar las obras para abastecer la ciudad, sanearla y controlar las inundaciones y hundimientos que la aquejaban.

Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGOH). Apareció en 1978, como producto de la fusión de la Dirección General de Obras Hidráulicas y la Dirección de Aguas y Saneamiento. Depende del Departamento del Distrito Federal.

El sistema de drenaje es un conjunto de tuberías de distintos grosores, encargadas de sanear y desaguar (proteger contra inundaciones) a las áreas por él servidas. Los componentes del sistema han sufrido cambios en su denominación. En la época porfiriana se hablaba de saneamiento y desagüe, componentes ambos que correspondían con las sendas funciones del drenaje. Conforman en la actualidad al drenaje la red general de desagüe, que regula y desaloja aguas residuales y pluviales; la red secundaria, que recoge las aguas pluviales y las producidas por los usuarios, y la red primaria, que conecta a las dos anteriores.

Ecosistema. Es un concepto clave en la caracterización de las relaciones de las comunidades de seres vivos con su entorno (biocenosis-biotope) y en la definición de la estructura y funcionamiento de esos vínculos. Se llama ecosistema al conjunto formado por la(s) comunidad(es) y su ambiente cuando es abordado desde el ángulo de la acumulación, transformación y circulación de materia y energía, i.e., de los intercambios tróficos y de materiales (fósforo, agua) que se dan entre ambos.

Los componentes del ecosistema se pueden clasificar como abióticos o fisicoquímicos y bióticos o biológicos. Destacan entre los primeros las sustancias inorgánicas (carbono, oxígeno, nitrógeno) orgánicas (proteínas, lípidos) y el régimen climático (temperatura, vientos, lluvias). Los segundos son todos los seres vivos que habitan el planeta.

Ecosistema Simplificado. Cuando el hombre siembra un terreno, opera como factor regresivo de la sucesión ecológica, ya que elimina una comunidad climax (pastizal, bosque) e introduce una

seral o intermedia. Como consecuencia, el área se convierte en un ecosistema simplificado, caracterizado por el predominio de una o dos especies domesticadas.

El hombre debe valerse de una serie de mecanismos para mantener la comunidad deseada: dotación de subsidios energéticos (abonos), deshierbe, insecticidas y agua, etc.

"Esta situación revela la inestabilidad del sistema cultivado. Si se abandonan los subsidios, como por ej., el uso de pesticidas, aparecerán inmediatamente plagas que consumirán parte de la energía acumulada por el trigo. Al propio tiempo, las cosechas van restando a los suelos los nutrientes que debieran reciclarse por la muerte de las plantas. Nuevos subsidios energéticos deberán ser otorgados al sistema, esta vez en forma de abonos. Si no se usan herbicidas, las malezas competidoras obtendrán parte de los nutrientes del suelo, limitando también la productividad del trigo" (Olivier., S. R., 1981, p.54.).

Lixiviación. "Es el proceso mediante el cual los materiales solubles presentes en el suelo, tales como nutrientes, pesticidas químicos o contaminantes son arrastrados hacia horizontes del suelo más profundos o acarreados por el agua" (Nature Science, s/f).

Sucesión ecológica. Es la evolución temporal del conjunto biocenosis-biotope, dada por las interacciones energéticas y materiales entre sus componentes y que permite el paso de un ecosistema simple a uno más complejo y estable. Si la sucesión se da en una zona no ocupada antes por comunidad alguna, se le denomina sucesión primaria; si ocurre en un espacio que haya sufrido bruscas modificaciones, provocadas por desastres naturales o por el mismo hombre, se llamará sucesión ecológica secundaria.

Los ecólogos hablan de por lo menos dos tipos de comunidades dentro de la sucesión ecológica: las comunidades serales, que no han alcanzado el máximo grado de madurez, estabilidad y productividad a que la sucesión ecológica puede conducir; las comunidades climax que han logrado los tres óptimums mencionados como resultado de la sucesión.

GENERAL.

- Arroyo, G., "La Pérdida de la Autosuficiencia Alimentaria y el Auge de la Ganadería en México", México, UAM-Plaza y Valdes, 1989, 367p.
- Bojórquez, L., et.al., "La Evaluación de Impacto Ambiental. Conceptos y Metodologías", Baja California Sur, CIB, 1988, 59p.
- Bojórquez, L., "Profile. Methodology for Prediction of Ecological Impacts Under Real Conditions in Mexico", en *Environmental Management*, Vol.13, #5, New York, Spring 1989, p.545-551.
- Bojórquez, L., et.al., "Análisis de Técnicas de Simulación Cualitativa para la Predicción del Impacto Ecológico", en *Ciencia*, #40, 1989, p.71-78.
- Braudel, F., "Civilización Material, Economía y Capitalismo, Siglos XV-XVIII", Madrid, 1984, 3 Tomos.
- Corbin, M., "The City Transformed Nature, Technology and the Suburban Ideal, 1877-1917", en *Journal of Urban History*, Vol. 14, #1, Nov. 1987, p.81-111.
- Greenfield, M., "Privatism and Urban Development in Latinamerica. The Case of Sao Paolo, Brazil", en *Journal of Urban History*", Vol.8, #4, Agosto 1982, p.397-426.
- Hewitt, C., "La Modernización de la Agricultura Mexicana. 1940-1970", México, SXXI, 1988, 319p.
- Jain, R.K., "Environmental Impact Analysis. A new dimension in decision making", New York, Van Nostrand Reinhold, 1977, 330p.
- Leff, E., "Biosociología y Articulación de las Ciencias", México, UNAM., 1981, 238p.
- Leff, E., "Los Problemas del Conocimiento y la Perspectiva Ambiental del Desarrollo", México, SXXI, 1986, 476p.
- Liebscher, H-J., "The Hydrological Cycle and The Influence Exerted upon It by Man", en *Applied Geography and Development*, Vol.27, Institute for Scientific Co-operation, Tübingen, 1985, p.33-45.
- Maisner, Ch., "Infraestructural Improvement in Nineteenth-Century Cities: a Conceptual Framework and Cases", en *Journal of Urban History*, Vol. 12, #3, Mayo 1986, p.211-256.

- Nierig, ., "La Ecología de los Terrenos Pantanosos en Areas Urbanas", México, Extemporáneos, 1972, p.230-242.
- Olivier, S.R., "Ecología y Subdesarrollo en América Latina", México, SXXI, 1981,225p.
- Pérez Espejo, R., "Agricultura y Ganadería. Competencia por el Uso de la Tierra", México, Ed.Cultura Popular, 1987, 285p.
- SEDUE., "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente", México, Talleres Gráficos de la Nación, 1988, 138p.
- Schmidt, A., "El Concepto de Naturaleza en Marx", México, SXXI, 1982, 244p.
- Tarr, J., "The Separate vs Combined Sewer Problem. A Case Study in Urban Technology Design Choice", en Journal of Urban History, Vol.5, #3, Mayo 1979, p.308-339.
- Zemelman, H., "Totalidad y Forma de Razonamiento (Ensayo de Ideas sobre la Función Analítica de la Dialéctica)", en Leff, E., op.cit., p.67-89.

CUENCA DEL VALLE DE MEXICO.

- ATEC S.A., "Plan a Largo Plazo para el Abastecimiento de Agua Potable al Area Metropolitana del Valle de México", México, SRH, s/p., 1972.
- Blanco, G., "El Abastecimiento de Agua a la Ciudad de México. Su Relación con los Recursos Naturales Renovables", en Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, LXV, #2-3, Marzo-Junio 1948, p.199-223.
- Bibriesca, J., "Informe al Señor Director de Aguas sobre Pozos Artesianos, que se Remitió a la República de Venezuela", en Memoria del Ayuntamiento de 1901, Tomo II, Documento #3.
- Calderón, A., "Luchas por la Tierra, Contradicciones Sociales y Sistema Político. El Caso de las Zonas Ejidales y Comunales en la Ciudad de México (1980-1984)", en Estudios Demográficos y Urbanos, Vol.2, #2, Mayo-Agosto 1987, COLMEX, p.301-324.
- Carreño, M., et.al., "Las Nubes de Polvo en la Ciudad de México", en Boletín Mexicano de Geografía y Estadística, IX, 1919, p.237-239.
- Conolly, P., "Pearson & Son en México entre 1889 y 1911", México, 1990, (tesis doctoral en proceso).
- CHCVM., "Lineamientos Generales de el Plan Hidráulico para la Cuenca del Valle de México", México, SRH, 1966, 171p.

- CHCVM a., "La Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México (1951-1970)", México, SRH., 1970, 39p.
- CHCVM b., "El Problema de las Tolvaneras en la Ciudad de México", México, SRH., 1970, 95p.
- CHCVM., "El Abastecimiento de Agua Potable al Area Urbana Continua de la Ciudad de México", México, 1971, 70p.
- Cossio, J., "Las Aguas de la Ciudad", México, en Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística", XLV, 1935, p.33-52.
- Cortés, A., et.al., "Estudio Hidrogeoquímico Isotópico de Manantiales en la Cuenca del Valle de México", en Geofísica Internacional, Vol.28, #2, abril 1989, p.265-282.
- Cuevas, J., "El Hundimiento de la Ciudad de la República y la Replaneación de la Ciudad de México", en Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, #61, 1946, p.319-335.
- De Garay, Fco., "Proyecto de Desagüe General para el Valle de México", México, Documento 1 del Apéndice al Libro Tercero, Glz, Obregón, L., Memoria de las Obras del Desagüe, México, 1902, p.67-78.
- De Garay, Fco., "El Valle de México, Apuntes Históricos sobre su Hidrografía", México, Sria de Fomento, 1888, 93p.
- De Gortari, H., et.al., "Memorias y Encuentros: La Ciudad de México y el Distrito Federal (1824-1928)", México, 1988, DDF-Instituto José Ma. Luis Mora, 4 volúmenes.
- De Quevedo, M.A., "Las Polvaredas de los Terrenos Tequezquitosos del Antiguo Lago de Texcoco y los Procedimientos de Enyerbe para Remediarlas", en Memorias de la Sociedad Alzate, #40, 1922, p.533-548.
- De Quevedo, M.A., "La Necesaria Orientación de los Trabajos de la Deseccación del Lago de Texcoco y Problemas que con Ella se Ligan", en Memoria de la Sociedad Alzate, #40, 1921, p.265-300.
- Del Conde Arton, O., "Análisis de los Usos de Agua en el Distrito Federal", México, DDF-DGCOH, 1982, 28p.
- DDF., "Reseña de las Obras Hidráulicas más Importantes Construidas en el Distrito Federal de 1910 a la Fecha", México, s/f, Mimeografiado, s/p.
- DDF., "Memoria de las Obras de Drenaje Profundo", México, 1975, 4 tomos.
- DDF., "Programa de Reordenación Urbana y Protección Ecológica, Alternativas de Uso Eficiente del Agua en Ocho Centros Urbanos del Distrito Federal, Primera Etapa 1988", México, 1984, 385p.

- González Obregón, L., "Memoria de las Obras de Desagüe", México, Sria de Fomento, 1902.
- INGEN Consultores y Proyectistas, "Proyecto General para Regular Descargas del Valle de México e Incrementar su Disponibilidad en el Distrito de Riego 03 y en el PLICEN", México, SARH, 1979, 2vol.
- Instituto Geofísica, "Estudios para Evitar la Contaminación del Acuífero del Valle de México", México, UNAM, SARH, CNA, 1988, 123p.
- López, E., "Influencia de la Desecación del Lago de Texcoco en el Clima del Valle de México", México, en Memoria de la Sociedad Alzate, #40, 1919, p.631-642.
- López Rosado, D., "Los Servicios Públicos de la Ciudad de México", México, Ed. Porrúa, 1976, 307p.
- L. de la Barra, I., "El Abastecimiento de Aguas Potables para la Ciudad de México", en Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, #49, 1938, p.232-241.
- Marroquín, M., "Provisiones de Aguas Potables", México, 1910, 139p.
- Marroquín, M., "Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Agua Potable para la Ciudad de México", México, 1914, Muller Hnos., 600p.
- Márquez, J., "El Ciclo del Agua. Comportamiento y Tendencias al Sur del Valle de México", México, 1986, (Tesis Maestría en Geografía), 36p.
- Mateos, J., "Apunte Histórico y Descriptivo del Valle de México y Breve Descripción de su Desagüe y del Saneamiento de la Ciudad", México, Ayuntamiento de la Ciudad, 1923, 38p.
- Moreno, A., et.al., "Fuentes para la Historia de la Ciudad de México. 1810-1979", México, INAH, 1984, 2Vol.
- Palerm, A., "Obras Hidráulicas Prehispánicas en el Sistema Lacustre del Valle de México", México, SEP-INAH, 1973, 244p.
- Percherón, N., "Problemes Agraires de L'Ajusco", México, Centre D'Etudes Mexicaines et Centroamericaines", 1983, 163p.
- Peñafiel, A., "Memoria sobre las Aguas Potables de la Ciudad de México", México, Sria de Fomento, 1884, 208p.
- Perló, M., "Historia de las Obras, Planes y Problemas Hidráulicos en el Distrito Federal", México, Instituto Investigaciones Sociales UNAM., 1989, 63p.
- Perló, M., "La Obra Hidráulica en el Valle de México durante el Porfiriato", México, s/f., 41p. (Mimeo).

- Rodríguez, A., "Ciudad de México: Sociedad y Conflicto Político. 1880-1917", México, 1991, (Tesis doctoral en proceso).
- Rodríguez, R., et.al., "Estudio Geoelectrico del Sistema Acuífero de la Cuenca de México", en Geofísica Internacional, Vol.28, #2, Abril 1989, p.191-206.
- Rodríguez, R., et.al., "Monitoreo Geofísico en el Entorno de un Basurero Industrial de Desechos de Cromo", en *Ibidem.*, P.409-416.
- Rojas, T., et.al., "Nuevas Noticias sobre las Obras Hidráulicas Prehispánicas y Coloniales en el Valle de México", México, SEP-INAH, 1974, 231p.
- Sánchez, L., "Evaluación de Impacto Ambiental del Desarrollo Urbano en el Valle de México", México, IFIAS-COLMEX., 1982, 17p. y Anexos.
- Schteingart, M., "Expansión Urbana, Conflictos Sociales y Deterioro Ambiental en la Ciudad de México", en Estudios Demográficos y Urbanos, Vol.2, #3, Sep.-Dic., 1987, COLMEX., p.449-478.
- Schwarz, M., "Les Travaux Publics et L'Agriculture du Lac de Texcoco", en Memoria de la Sociedad Alzate, #3, México, 1913, p.251-261.
- Zicardi, A., "Política Urbana e Industria de la Construcción. El Caso de la Obra Pública en la Ciudad de México (1976-1982)", México, 1988, 2 tomos, (tesis doctoral).

XOCHIMILCO.

- Acosta, J., "El Uso de los Recursos Bióticos", en Plan para la Regeneración Ecológica y el Desarrollo Regional de la Cuenca Hidrológica de Xochimilco, México, Fundación Friedrich Ebert Stiftung-GEA, noviembre 1990, p.29-44.
- Balanzario, J., "Contaminación de los Canales de Xochimilco y su Repercusión en las Actividades Económicas", en Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Tomo CXXX, 1982, p.248-286.
- Canabal, B., "Viabilidad de las Actividades Agropecuarias como Generadoras de Empleo e Ingreso en Xochimilco Distrito Federal", México, 1988, UAM., Mimeografiado, 131p.
- DDF a., "Plan Maestro de Rescate Ecológico de Xochimilco", México, Julio 1989, Memoografiado, 82p.
- DDF b., "Rescate Ecológico de Xochimilco", México, 1989, 52p.

- Dirección Gral. Estadística, "Censos Agropecuarios 1960. DF", México, 1965, 23p.
- Dirección Gral. Estadística, "V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal. DF", México, 1975, 130p.
- Duffing, E., "Evaluación de Estudios sobre Contaminación de Aguas y Suelos, en Plan para la Regeneración Ecológica y el Desarrollo Regional de la Cuenca Hidrológica de Xochimilco, México, Fundación Friedrich Ebert Stiftung-GEA, noviembre 1990, p.95-104.
- García Mora, C., "La Subcuenca de Chalco", en Apuntes de Etnohistoria, #2, México, INAH, 1986, p.85-153.
- González, A., "Plan Ejidal Alternativo para el Rescate Ecológico de Xochimilco y Tláhuac", México, GEA, 1989, 38p.
- Peña, E., "El Trabajo Agrícola en un Pueblo Chinampero: San Luis Tlaxiátemalco", México, 1978, (Tesis Maestría Etnológica), 223p.
- López, G., "Chinampas. Perspectiva Agroecológica", México, UACH, 1988, 111p.
- Marroquín, M., et.al., "Memoire sur la Chaine de Montagnes de l'Ajusco et le Captage de ses Eux Souterraines", en Memoria de la Sociedad Alzate, #15, 1897, p.167-187.
- Peñafiel, A., "Aprovechamiento de los Manantiales de Xochimilco para Abastecer de Agua Suficiente a la Ciudad de México", en Memoria de la Sociedad Alzate, #11, 1897, p.251-261.
- Romero, P., "Agua y Aprovechamiento de los Recursos Naturales", en Plan para la Regeneración Ecológica y el Desarrollo Regional de la Cuenca Hidrológica de Xochimilco, México, Fundación Friedrich Ebert Stiftung-GEA, noviembre 1990, p.45-58.
- Santa Ma., M., "Las Chinampas del Distrito Federal", México, Sria de Fomento, 1912, 40p.
- Sanders, W., "El Lago y el Volcán" en Rojas, T., La Agricultura Chinampera, México, UACH, 1983, p.115-158.
- Shiling, E., "Los Jardines Flotantes de Xochimilco", 1938, en Ibidem., p.71-98.
- West y Armillas, "Las Chinampas de México. Poesía y Realidad de los Jardines Flotantes", en Cuadernos Americanos, Año IX, Vol.L., #2, México, Marzo-Abril 1950, p.165-182.
- Sria Economía Nacional, "Primer Censo Agrícola y Ganadero 1930. DF", Vol.2, TIX, 1937, 63p.

- Sria Economía Nacional, "Tercer Censo Agrícola y Ganadero 1950. DF"., México, 1955, 130p.

VALLE DEL LERMA.

- CHCVM, "Los Acuíferos del Alto Lerma", México, SRH, 1970, Apéndices (Convenios), 60p.

- Contreras, W., "Problemática del Agua en el Valle de Toluca", en: Ciudades Ecología y Medio Ambiente NQ 10, abril-junio 1991, p.3-9.

- De Garay, Fco., "Breve Reseña Histórica de los Trabajos de Deseccación de las Lagunas del Lerma", Toluca, 1871, 16p.

- Dir. Gral. Econ. Rural, "Regiones Agrícolas de la República Mexicana", México, 1936, 845p.

- Dir. Gral. Estadística, "Censos Agropecuarios 1960. Edo. de México", 1965.

- Dir. Gral. Estadística, "V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal. Edo. de México", 1975.

- Estudios y Proyectos, S.A., "Estudio Socioeconómico para el Programa 'Orígenes del Lerma'", México, SRH, 189p.

- Fabila, A., et.al., "México. Ensayo Socioeconómico del Estado", México, 1951, 2Vol.

- Gob. del Edo. de México, "Panorámica Socioeconómica en 1970", Tomo I, Toluca México, 1971, 694p.

- Gob. del Edo. de México, "Evolución Agrícola en el Estado de México. 1940-1975", México, 1979, 347p.

- ICATEC S.A., "Anteproyectos de Protección de la Margen Izquierda del Río Lerma", México, SARH, 1984, 5 Vol.

- Infraestructura, Recursos y Servicios S.C., "Estudios sobre el Aprovechamiento de las Lagunas del Lerma", SARH, 1978, s/p.

- Infraestructura Recursos y Servicios S.C., "Análisis de la Situación Actual y su Proyección", México, 1978, 132p.

- ININSA, S.A., "Anteproyecto para el Aprovechamiento en Riego de las Aguas Tratadas Provenientes del Corredor Industrial Lerma-Toluca", México, SARH, 1982, 2 Tomos.

- Instituto de Ingeniería, "Desarrollo de la Productividad Agrícola de la Cuenca del Lerma de 1950 a 1970", México, SRH, 1973, 55p.

- Rosenzweig, F., "La Formación y el Desarrollo del Estado de México", en Breve Historia del Estado de México, México, Colegio Mexiquense, 1987, p.193-252.
- Salinas, M., "Las Fuentes del Río Lerma", en Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, #41, 1929, p.113-117.
- Sánchez, S., "Estado de México. Su Historia, su Ambiente, sus Recursos", México, 1951, 532p.
- SRH., "Proyecto para el Aprovechamiento de las Lagunas del Lerma, Estado de México", México, 1975, 135p.
- Sria Economía Nal., "Primer Censo Agrícola y Ganadero. 1930", Estado de México, 1937.
- Sria Economía Nal., "Tercer Censo Agrícola y Ganadero. 1950", Estado de México, 1955.

VALLE DEL MEZQUITAL.

- Bancomer., "La Economía del Estado de Hidalgo", México, 1969, 66p.
- Belio, R., "El Estado de Hidalgo", México, en Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Tomo X, #67-68, 1924, p.211-250.
- Calvillo, Ma. T., "Fundamentos Geográficos para la Reorganización Espacial en el Valle del Mezquital", México, 1981, (Tesis Maestría en Geografía), 126p.
- Comisión de Aguas del Valle de México (CAVM), "Estudio Hidrológico del Distrito de Riego 03-Tula (El Mezquital) y Plan Hidráulico del Centro (PLHICEN 1a. Etapa), México, 1974, 54p.
- CHCVM., "La Investigación del Efecto que Produce en los Cultivos y el Ganado, el Empleo de Agua Conteniendo Detergentes", México, SARH., 1971, 52p.
- CHCVM., "Presencia del Boro en las Aguas Negras de la Ciudad", México, SRH., 1971, 37p.
- Comisión Nacional de Irrigación (CNI), "Tierras no Irrigadas en el Mezquital Hidalgo", México, SRH, 1929, 18p.
- CNI, "Reconocimiento del Río Tula Hidalgo", México, SRH, 1946, 77p.
- Dirección General de Estadística, "Censos Agropecuarios 1960", Edo. de Hidalgo, 1965.

- Dirección General de Estadística, "V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal de 1970", Edo. de Hidalgo, 1975.
- Echanoue, C., "Estudios Verificados en el Valle del Mezquital", México, en Hechos y Problemas del México Rural, 1952, p.99-142.
- Esparsa, R., "Reseña Administrativa y Económica de la Junta Directiva de Desagüe del Valle de México. 1886-1900", Libro Quinto, Cap.VIII, en Glz., O., L., op.cit., p.635-653.
- Escobar, M., et.al., "Una Problemática Ambiental en la Región Tula", en Tula: el Impacto Social del Proceso de Industrialización, México, Centro de Estudios de Población, Universidad Autónoma de Hidalgo, 1989, p.161-192.
- Fabila, A., "Valle de El Mezquital", México, Ed. Cultura, 1938, 272p.
- Flores, E., "Aprovechamiento de las Aguas Residuales en Riego Agrícola", en Congreso Nacional de Hidráulica", Vol.1, México, 1988, p.219-222.
- Gob. del Edo. de Hidalgo, "Reseña Relativa al Estado de Hidalgo", México, 1884-1885, en Bibliografía, Historia y Geografía de Luis Glz. Obregón, 110p.
- González, L., "Tipos de Vegetación del Valle del Mezquital, Hidalgo", México, INAH,, 1968, 53p.
- INEGI., "Manual de Estadísticas Básicas del Estado de Hidalgo", México, SPP, 1981, 598p.
- INSISA, "Actualización del Estudio Socioeconómico en el Area del Proyecto",,, México, 1973(?), s/p.
- Instituto de Geología, "Memoria de la Comisión Geológica del Valle del Mezquital", Hgo. México, Talleres Gráficos de la Nación, 1938, 239p.
- Kaja, F., "Estudio Comparativo de Dos Comunidades de México. El Papel de la Irrigación", México, INI, 1974, 246p.
- Manzano, T., "Geografía del Estado de Hidalgo", México, 1897, Eduardo Dublán, 77p.
- Mendizaval, O., "Las Industrias Indígenas", en Obras Completas, México,, Tomo VI, 1947, p.154-195.
- Pineda, R., "Catálogo de Documentos para la Historia del Valle de Mezquital en el Archivo General de la Nación", México, SEP-CIESAS-INI, 1981, 227p.
- Quiroz, R., "Hidalgo. Sus Elementos de Riqueza", en Irrigación en México, México, Vol.III, #1, 1931, p.80-99.

- Técnicas Mod. de Agricultura S.A., "Proyecto Agrícola de Riego Alto Actopan. Hidalgo. Estudio del Uso Actual del Suelo", México, SARH, 1986, s/p.
- Secretaría de la Economía Nacional, "Geografía Económica del Estado de Hidalgo", México, 1939, DAPP, 403p.
- Secretaría Economía Nacional, "Primer Censo Agrícola y Ganadero. 1930", Edo. de Hidalgo, 1937.
- Sria. Economía Nal., "Tercer Censo Agrícola y Ganadero. 1950", Estado de Hidalgo, 1955.
- SRH, "Resumen del Análisis Preliminar del Comportamiento Hidráulico de los Valles del Mezquital y Alfajayucan Hidalgo", México, 1974, 54p.