

Lej. 81



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias

SINTESIS ECOLOGICA DE LA CUENCA DE MEXICO

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

Ana María Susana Herrera Legarreta

México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

I-Introducción.....	1
II-Localización.....	3
III-Geología.....	8
Estudios.....	8
Historia geológica.....	9
IV-Relieve.....	13
V-Hidrología.....	19
Corrientes superficiales.....	19
Infiltraciones subterráneas.....	21
Región lacustre.....	21
Funcionamiento hidrológico.....	22
VI-Clima.....	26
Tipos de clima.....	26
Componentes climáticos.....	29
Modificaciones climáticas.....	36
VII-Suelos.....	41
Estudios.....	41
Tipos de suelos.....	42
Degradación.....	43
VIII-Historia del poblamiento.....	49
Estudios.....	49
Etapa preagrícola.....	50
Etapa agrícola.....	52
Etapa colonial.....	54
Etapa independiente.....	57
Etapa contemporánea.....	59
IX-Flora y vegetación.....	65
Flora natural.....	65
Perturbación antropógena.....	68
Flora cultivada.....	73
Reforestación.....	75
Protección.....	76

X- Fauna.....	79
Paleofauna.....	80
Fauna reciente.....	81
Intervención humana.....	85
XI- Contaminación.....	88
Atmosférica.....	88
Del Agua.....	109
Del suelo.....	113
XII- Zona metropolitana de la ciudad de México como ecosistema urbano.....	114
XIII- Comentarios finales.....	122
XIV- Referencias.....	127

INTRODUCCION

El Valle de México es en realidad una cuenca endorreica, que como tal no tiene aportes de agua del exterior ni salidad natural, está asimismo protegida de la circulación de los vientos.

Desde los asentamientos prehispánicos se han tenido que emprender grandes obras hidráulicas de aprovisionamiento de agua y de canalización para evitar las inundaciones periódicas. En estas condiciones un establecimiento urbano e industrial como es la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) que por causas económicas, políticas y sociales sostiene a una población de 15 millones de habitantes, con una tasa de crecimiento superior al 5% anual, y a más de 130 000 industrias, que representan respectivamente el 21 y el 36% del total del país, crea grandes problemas de aprovisionamiento de aguas, combustibles y alimentos, de utilización de suelos y eliminación de desechos.

Todo ello ha ocasionado un gran deterioro en los recursos naturales, manifiesto en las condiciones atmosféricas y edáficas.

Hasta muy recientemente se ha tomado conciencia de esto y a pesar de ser la cuenca una de las zonas mejor estudiadas de la República el conocimiento de sus recursos e interacciones es aún insuficiente.

Además, el gobierno federal con criterio centralista no ha tomado en cuenta los problemas de urbanización, crecimiento y desarrollo, tampoco ha considerado que la superficie de la cuenca pertenece a cinco entidades federativas: el Distrito Federal y los Estados de Hidalgo, México, Puebla y Tlaxcala, lo que ha impedido su planeación regional.

La situación actual requiere de planificar correctamente su uso y preservación para lograr su pronta regeneración y reconstrucción, lo cual implica un conocimiento general que permita ubicar la información disponible en la toma de decisiones sobre el manejo de recursos.

Es finalidad de este trabajo recopilar la información existente para presentar una visión sintética de conjunto de las condiciones prevaletentes en base al conocimiento sobre los aspectos físicos: geología, relieve, hidrología, clima y suelos; la historia del poblamiento, la flora, la fauna, la contaminación ambiental y finalmente las causas y consecuencias de la actual situación ecológica de la cuenca de México, enfocada desde la perspectiva que la ZMCM ha dado a la cuenca en su conjunto.

Para la elaboración de esta síntesis se empezó por recabar una bibliografía sobre la cuenca de México que comprende alrededor de 5 000 citas (próxima a publicarse), de donde se extrajo la literatura pertinente que se utilizó en este trabajo.

En los capítulos de geología, suelos, historia del poblamiento, flora y fauna, se incluye un apartado de estudios, que no pretende ser una revisión bibliográfica completa del tema, sino únicamente ilustrar el nivel de los conocimientos.

LOCALIZACION

La cuenca de México se localiza en la porción central del país, en la provincia fisiográfica denominada Eje Volcánico, la cual se extiende de oeste a este desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, cruza diferentes partes de los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, el Distrito Federal, Morelos, Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

La cuenca limita al norte con el Estado de Hidalgo, al oeste con el de México, al sur con el de Morelos y al este con los Estados de Hidalgo, Tlaxcala y Puebla. (Fig. No. 1). En el Cuadro No. 1 se presentan las entidades federativas y la superficie que ocupan en la cuenca.

Está ubicada a una altura de 2 230 m sobre el nivel del mar. Su forma es ligeramente alargada y elipsoide. Su eje mayor mide alrededor de 110 km., se inicia en la zona chinampera de Xochimilco al suroeste, en el paralelo $19^{\circ}2'$ y termina en las regiones semiáridas de Pachuca, en el paralelo $20^{\circ}12'$ de latitud norte. Su eje menor mide aproximadamente 80 km, va desde los bosques de la Sierra de las Cruces en el meridiano $98^{\circ}31'$ de longitud oeste hasta las cimas del Iztaccíhuatl en el este, en el meridiano $99^{\circ}30'$ de longitud oeste.

Según datos del Observatorio Magnético de Teoloyucan, la declinación magnética es de $9^{\circ}38'$ al oriente. (Borja, 1948).

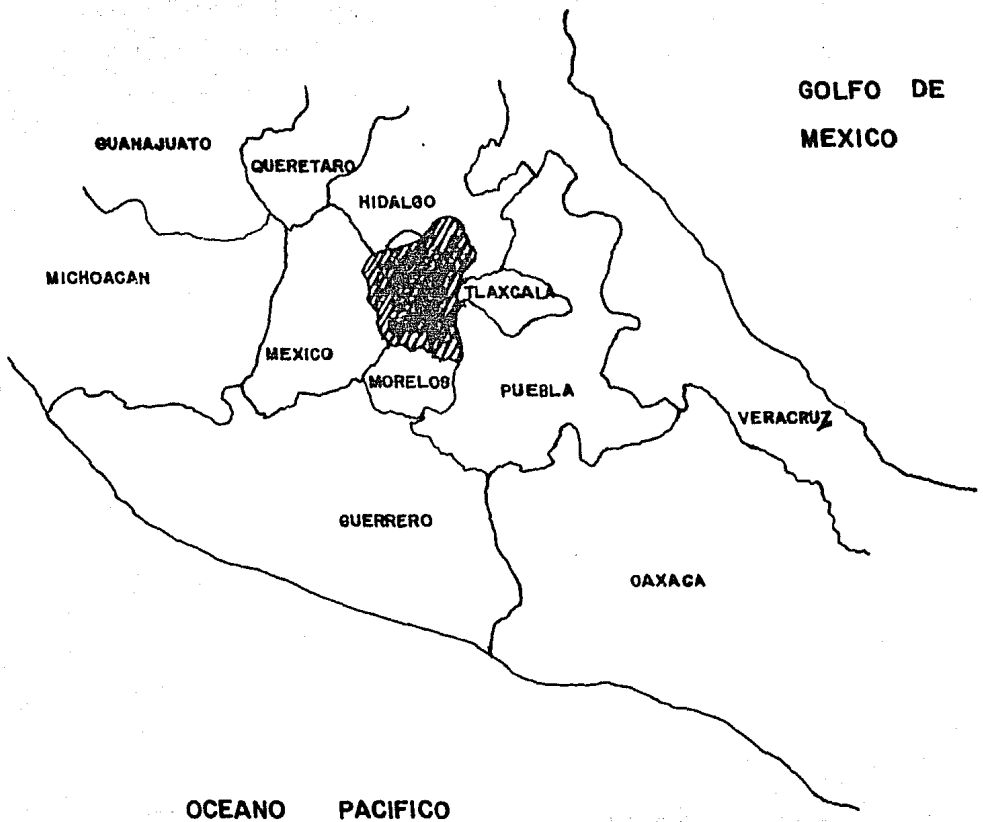
La superficie de la cuenca definida con criterio geomorfológico es de aproximadamente $7\ 500\text{ km}^2$. Sin embargo, al NE de la cuenca existen cuatro cuencas endorreicas vecinas: Singuilucan, Tecocomulco, Apan y Tochac, las cuales han sido unidas a la cuen

CUADRO No. 1

ENTIDADES QUE FORMAN LA CUENCA DE MEXICO

Entidad	Superficie	%
Estado de México	4 800	50.00
Estado de Hidalgo	2 540	26.46
Distrito Federal	1 320	13.75
Estado de Tlaxcala	840	8.75
Estado de Puebla	100	1.04
TOTAL	<u>9 600 km²</u>	<u>100.00%</u>

UBICACION



DIVISION POLITICA DE LA CUENCA DE MEXICO



- | | |
|-------------------------------|------------------|
| 1 TLAXIACA | 12 CHIAUTLA |
| 2 MINERAL DE LA REFORMA | 13 CHICONCUAC |
| 3 TEPEJI DEL RIO | 14 PAPALOTLA |
| 4 MELCHOR OCAMPO | 15 CAPULALPAN |
| 5 JALTENCO | 16 ATZCAPOTZALCO |
| 6 TULTEPEC | 17 IXTACALCO |
| 7 SAN MARTIN DE LAS PIRAMIDES | 18 CHICOLOAPAN |
| 8 COYOTEPEC | 19 OCOYOACAC |
| 9 V. DEL CARBON | 20 JALATLACO |
| 10 JIQUIPILCO | 21 TENAMATLA |
| 11 TEZOYUCA | 22 COCTITLAN |

ca mediante canales construidos recientemente por lo que se con
sidera parte de la cuenca, con este criterio su superficie au-
menta hasta 9 600 km².

En la sima de la cuenca, con ligera inclinación hacia el su
roeste, se encuentra la ciudad de México, capital del país.

GEOLOGIA

Estudios

Los conocimientos geológicos actuales son el resultado de observaciones y estudios realizados por geógrafos, geólogos y paleontólogos, quienes se han ocupado de ello desde fines del siglo pasado hasta nuestros días.

De acuerdo con Mooser (1961) entre los estudios más importantes se encuentran: las observaciones de Humboldt (1867) quien situó a los volcanes de México en una fractura transcontinental (Eje Neovolcánico); Ehrenberg (1869) sugirió a partir del estudio de diatomeas, que el relleno aluvio-lacustre de la cuenca se llevó a cabo en una época geológica reciente; Félix y Lenk (1890) hicieron las primeras determinaciones petrográficas de las rocas volcánicas y elaboraron el primer mapa geológico de la cuenca; Ordóñez (1895) elaboró un mapa geológico del suroeste de la cuenca e intentó establecer la estratigrafía de sus depósitos volcánicos; Bryan (1948) presentó un ensayo de subdivisión de los suelos fósiles del Pleistoceno Superior correlacionándolos con cambios climáticos; de Terra (1949) corroboró y amplió la estratigrafía señalada por Bryan para los suelos fósiles del Cuaternario Superior correlacionándola con pulsaciones de los glaciares del Iztaccíhuatl y con los cambios de nivel de las aguas del lago; Menard et al (1955) mediante estudios realizados en el Pacífico revelaron la zona de fracturas denominada Clarión; Fries (1956), Segerstrom (1957) y Mooser (1957) elaboraron los primeros mapas geológicos de detalle abarcando distintas zonas de la cuenca, en ellos aparece la primera subdivisión estratigráfica de las formaciones volcánicas, basadas en criterios morfológicos

y tectónicos, dejando en segundo lugar los criterios petrográficos que anteriormente prevalecían.

Mooser (1963) explica la formación de la cuenca como consecuencia de dos fracturamientos volcánicos: Chapala-Acambay y Clarión; el mismo autor (1975) modifica estos conceptos y señala que los dos fracturamientos forman sólo elementos de la Faja Volcánica Transmexicana. Define además, una secuencia del vulcanismo desarrollado en la cuenca.

Historia geológica

La formación de la cuenca ha sido un proceso irregular en el tiempo, en el que se han alternado períodos de menor y mayor actividad, consecuencia de los movimientos de varias fallas y fracturamientos localizados en la Faja Volcánica Transmexicana, responsable de la formación del Eje Volcánico.

Los procesos tectónicos y volcánicos que culminan con el desarrollo de la cuenca se verificaron en los últimos 58 millones de años. Previamente al Eoceno este espacio se encontraba cubierto por mares tropicales someros que se retiraron por el levantamiento paulatino del continente.

Posteriormente al plegamiento de las formaciones marinas y de su emersión del mar se inicia el vulcanismo a fines del Eoceno, responsable de la transformación del paisaje y de la conversión de este espacio en cuenca endorreica mediante la formación de la Sierra del Chichinutzin durante el Cuaternario Superior, hace apenas 700 000 años.

La serie de rocas volcánicas que se encuentran en toda la cuenca han permitido definir la secuencia de siete fases del

vulcanismo en los últimos 50 millones de años. La primera fase consiste en un vulcanismo de composición intermedia a ácida, las seis restantes obedecen a un vulcanismo continental, persistente hasta nuestros días.

En el Cuadro No. 2 se describen estas siete fases

Dichas fases han sido responsables de algunas de las características de los aspectos físicos de la cuenca como son: la agcidentada topografía, la diversidad climática y edáfica, y el funcionamiento hidrológico.

Basado en restos fósiles de peces Osorio (1946) deduce que durante el Mioceno, antes de la formación de la Sierra del Ajusco, la cuenca desaguaba al Pacífico por medio del río Balsas. Por su parte Mooser (1975) sugiere que drenaba hacia el mismo sitio mediante fosas tectónicas, además, contempla la posibilidad de otro desagüe al noreste, antes de la formación de la Sierra de Pachuca. Posteriormente, Osorio, (op. cit) considera que hasta el Plioceno la cuenca desaguaba hacia el oeste por medio del río Lerma antes de originarse la Sierra de las Cruces, mientras que Tamayo (1962) y Mooser (1975) piensan que la cuenca haya vertido sus aguas al Alto Amacuzac por los actuales valles de Cuernavaca y Cuauhtla.

Han quedado expuestas las hipótesis sobre los posibles antiguos drenajes de la cuenca, en espera de que futuras investigaciones aclaren estas controversias.

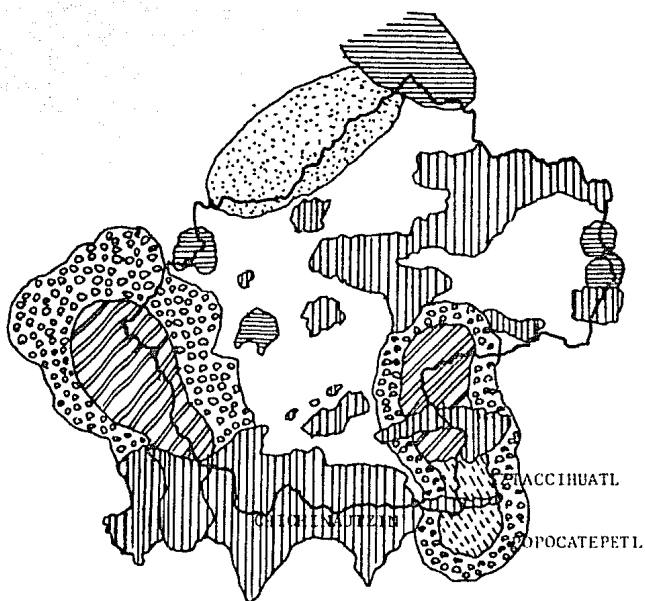
CUADRO No. 2

FASES DEL VULCANISMO DE LA CUENCA DE MEXICO

Fase	Edad	Estratigrafía
1	Oligoceno inferior	Cantos rodados de calizas intercaladas con depósitos de yeso, indicadores estos últimos, de lagunas que se evaporaron en un clima semiárido. Estos sedimentos no afloran en la superficie.
2	Oligoceno Medio	A esta fase corresponden las rocas más antiguas que afloran en la cuenca, se trata de ignimbritas y de tobos, además de depósitos fluviales. Se encuentran al noroeste de la cuenca entre la Sierra de Tepozotlán y el cerro del Sincoque (Serie Huehuetoca)
3	Oligoceno Superior y Mioceno	Rocas dacíticas fuertemente erosionadas y fracturadas que afloran en las bases de la Sierras Mayores: Sierra de las Cruces y Sierra Nevada (Formación Xochitepec), además las elevaciones andesíticas del Peñón de los Baños, Tlapacoya, Zacatepec y Chapultepec y las lavas andesíticas oscuras de la Serie Humaredas al noroeste de la cuenca.
4	Mioceno	En esta fase se formaron las Sierras Menores: Guadalupe, Pachuca, Alcaparrosa, Patlachique y Tepozán y algunas otras, que aunque erosionadas conservan sus formas cónicas originales.
5	Mioceno y Plioceno	Durante ésta se formaron los grandes macizos de las Sierras Mayores: la Sierra Nevada y la Sierra de las Cruces, que forman los límites oriente y poniente de la cuenca respectivamente. Son efusiones andesíticas y dacíticas.
6	Plio-Pleistoceno	Responsable de las andesitas basálticas que constituyen los cerros de Chimalhuacán, La Estrella, Los Pinos, Ajusco y Peñón del Marqués en el sur de la cuenca; en el norte los cerros Chiconautla y Gordo, así como erupciones fenobasálticas entre Tizayuca y Apan.
7	Pleistoceno	En esta fase se produjo un intenso vulcanismo que originó los conos del Iztaccíhuatl y del Popocatepetl y varios volcanes más al norte y nororiente de la cuenca y culminó con la formación de la Sierra del Chichinautzin, al sur de la cuenca, que cerró el último desagüe, convirtiendo la región en una cuenca endorreica e inició la acumulación de depósitos aluviales en su fondo.

Fuente: Mooser (1975)

MAPA GEOLOGICO



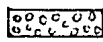
SERIES VOLCANICAS ANDESITICAS Y RIOLITICAS DEL EOCENO SUPERIOR Y OLIGOCENO Y SERIE HUMAREDAS DEL MIOCENO



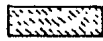
GRUPO DE LAS SIERRAS MENORES-MIOCENO



GRUPO DE LAS SIERRAS MAYORES - TERCIARIO



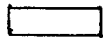
FORMACION TARANGO, ABANICOS VOLCANICOS - TERCIARIO



RIODACITAS DEL POPOCATEPETL - CUATERNARIO



LAVAS Y TOBAS DEL GRUPO CHICHINAUTZIN Y LAVAS RECIENTES - CUATERNARIO



DEPOSITOS ALUVIALES - CUATERNARIO (PLEISTOCENO)

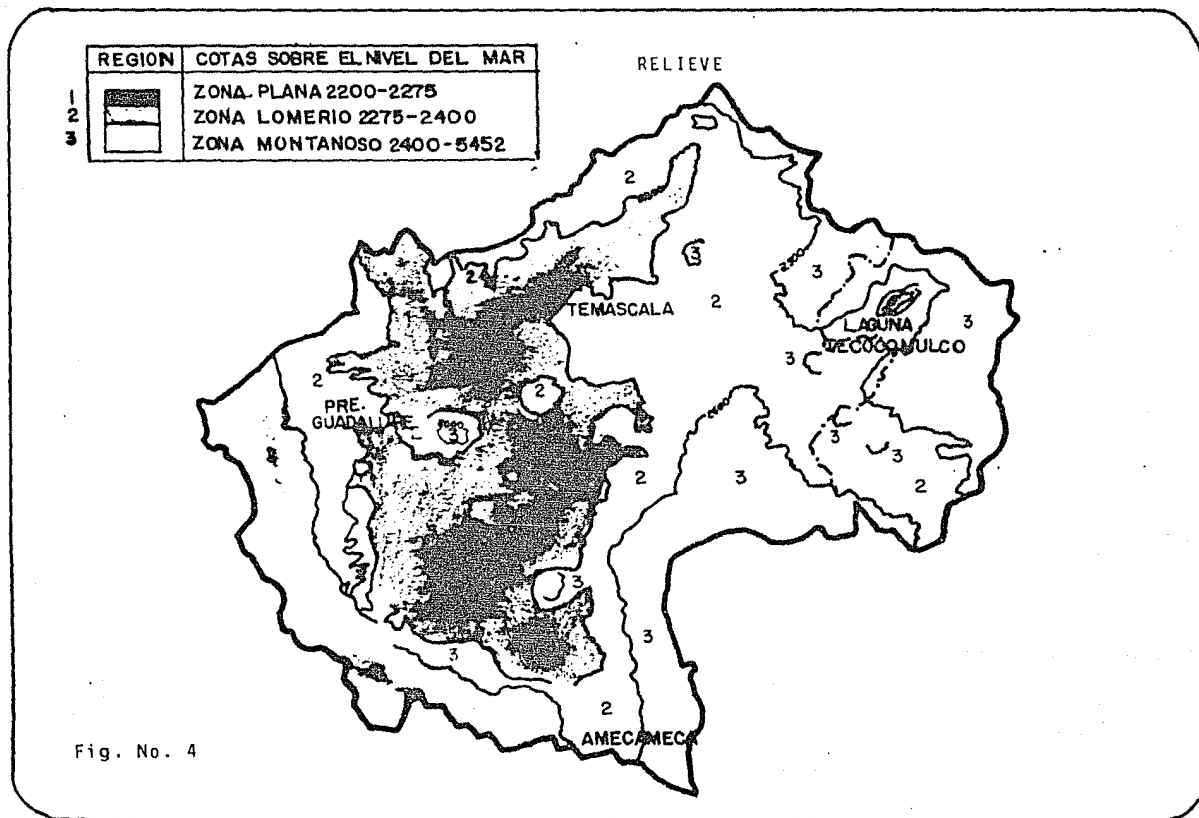
MOOSER, 1975

RELIEVE

El relieve de la cuenca está representado por tres condiciones: una región plana, una faja de lomeríos y una zona montañosa. Fig. No. 4. La superficie plana forma la parte baja de la cuenca, se encuentra entre los 2 230 y los 2 275 msnm. La mayor parte de esta planicie coincide con la extensión de la antigua zona lacustre. Se concentra sobre todo en la mitad sur de la cuenca, adonde ocupa las llanuras de Chalco y Xochimilco y gran parte de la ciudad de México; en la parte central y más baja se halla el lecho del lago de Texcoco y zonas adyacentes y se prolonga hacia las regiones de Zumpango y Pachuca en la mi tad septentrional de la cuenca. Cubre una superficie de 1 507 km², que corresponden al 15.7% del área total.

La zona de lomeríos está comprendida entre las cotas de nivel de 2 275 y 2 400 msnm. Es una faja de anchura variable que alcanza su mayor extensión en la mitad norte de la cuenca, lige ramente hacia el oriente. La mayor parte de los lomeríos están formados por materiales tobáceos poco consolidados, fácilmente erosionables, resultando de ello un gran número de barrancas y cañadas de diferentes profundidades y anchuras. Abarca una extensión de 2 575 km², que representan el 26.8% de la superficie de la cuenca.

La zona montañosa está dada por una serie de serranías que limitan la cuenca en forma casi ininterrumpida y por algunas prominencias que se levantan en su interior. Se eleva a partir de los 2 400 msnm y termina en la cúspide del volcán Popocatepetl en la cota de 5 452 msnm. Ocupa un área de 5 518 km²,



equivalente al 57.5% de la extensión de la cuenca.

Las elevaciones de la cadena montañosa que circunda a la cuenca son las más importantes por su extensión y por su altura y son: la Sierra Nevada, situada al sureste de la cuenca. Es la que alcanza las mayores altitudes, en ella sobresalen de sur a norte los siguientes volcanes: Popocatepetl (5 452 m), Iztaccíhuatl (5 285 m), Papayo (4 100 m), Telapón (3 996 m) y Tláloc (3 587 m). Las elevadas alturas de los dos primeros permiten la existencia de nieves perpetuas y de pequeños glaciares.

Continuando la cadena montañosa hacia el norte se encuentra la Sierra de Calpulalpan al oriente de la cuenca, cuyas cumbres más altas sobrepasan ligeramente los 3 000 m de altitud. Los cerros Xihuingo (3 264 m), Soltepec, Choca y Tepozán con alturas de 2 800 m aproximadamente destacan en el límite noreste de la cuenca.

La Sierra de Pachuca, en el norte de la cuenca, está constituida por numerosos cerros, algunos de más de 3 000 m de altura, como son: Las Ventanas, Los Laureles, Horcón y otros de menor altura. La cadena se continúa con la Sierra de Tezontlalpan, cuyos picos más conspicuos fluctúan entre los 2 400 y los 2 700 m. En el vértice sur de la Sierra de Tezontlalpan el sistema montañoso se ve interrumpido por una serie de llanuras en la región noroeste de la cuenca. Estas llanuras han sido aprovechadas para hacer pasar por ellas las obras que dan salida a las aguas de la cuenca. Después de este intervalo, el relieve vuelve a elevarse hacia el oeste con la Sierra de Alcaparrosa (3 000 m), la que se continua con las serranías de Monte Bajo y Monte Alto, cuyas cimas más altas sobrepasan ligeramente la cota de 3 000 m.

La Sierra de Monte Alto se prolonga hacia el suroeste con la Sierra de Las Cruces, la que presenta prominentes picos, entre otros: El Muñeco (3 840 m) y Taravilla (3 815 m). De esta Sierra se desprenden en su vértice oriental los lomeríos de Mixcoac, Tacubaya, Santa Fé, Molino del Rey, Dolores y Tacuba. La Sierra de las Cruces sigue hacia el sur cerrando el macizo montañoso al unirse a la Sierra del Ajusco, también conocida como Sierra de Chichinautizin. La Sierra del Ajusco constituye una región en la que es posible observar gran cantidad de aparatos volcánicos que se extienden hasta el Popocatepetl y que forman la separación entre la cuenca de México y el valle de Cuernavaca.

En esta sierra destacan por su altura el cerro del Ajusco (3 929 m), además los volcanes: Pelado, Oyameyo, Cuautzfn, y algunos otros, cuyas alturas son del orden de los 3 400 m. Pertenecen también a la Sierra del Ajusco otra línea de volcanes más bajos, cuyas altitudes oscilan entre los 2 700 y los 3 400 m, entre ellos: El Xitle, El Topilejo y El Teutli.

Las elevaciones del interior de la cuenca se encuentran en forma aislada y no sobrepasan los 1 000 m de altitud sobre la región plana. En la mitad norte de la cuenca se encuentran los cerros Xalpan, Paula y Chiconautla, además la sierra de los Pitos (2 900 m) que forma el parteaguas entre el río de las Avenidas y su afluente el Papaloapan. Hacia el centro de la cuenca se levanta la Sierra de Guadalupe, formando una herradura con sus ramas hacia el sur, su cumbre más prominente, el cerro del Sombrero, es el punto más septentrional de la ciudad de México. La Sierra de Guadalupe separa las zonas lacustres de Zumpango

y Texcoco.

En la mitad sur de la cuenca, se localiza el Cerro de la Estrella y próximo a éste, la Sierra de Santa Catarina, formada por una serie de colinas de mediana altura que separan las zonas lacustres de Chalco y Xochimilco de la de Texcoco. Otros cerros de la porción austral son el de Chimalhuacán, el de Tlapacoya y El Pino.

La Fig. No. 5 ilustra los aspectos topográficos mencionados.

HIDROLOGIA

El régimen hidrológico de la cuenca está dado por: corrientes superficiales, infiltraciones subterráneas y restos de un gran depósito lacustre.

Corrientes superficiales

Las corrientes superficiales de la cuenca son de régimen torrencial e intermitente, presentándose principalmente en la época de lluvias (mayo a octubre). Durante el estíaje sus caudales disminuyen notablemente. La mayoría desciende de la periferia hacia la porción central de la cuenca. Se calcula que su volumen es del orden de 445 millones de m³ de agua (SAHOP, 1980).

Se reconocen diferentes zonas hidrológicas que, por su situación geográfica se han clasificado como se muestra en el Cuadro No. 3.

La mayoría de los ríos de las zonas II y III han sido entubados con fines urbanísticos.

En las zonas IV y V, situadas al noroeste de la cuenca, región con altos niveles de precipitación (700 a 1 2000 mm anuales) y grandes extensiones de abanicos volcánicos impermeables se localizan los ríos más caudalosos de la cuenca (Cuautitlán y de las Avenidas), responsables de la mayoría de las inundaciones que se han presentado en la cuenca.

En las zonas restantes las corrientes superficiales son menores debido a la permeabilidad del terreno y/o a niveles más bajos de precipitación. Las zonas IX, X y XI originalmente no formaban parte de la cuenca, han sido incorporadas a ésta mediante obras de ingeniería.

CUADRO No. 3

ZONAS HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DE MEXICO

No. de zona	Nombre	Ubicación en la cuenca.	Corrientes con mayor volumen
I	Xochimilco	Sur	San Lucas y San Buenaventura.
II	Churubusco	Cd. de México	Magdalena, Mixcoac, Eslava y Guadalupe.
III	Cd. de México	Cd. de México	Hondo, Tlalnepantla, Los Remedios, San Joaquín.
IV	Cuautitlán	Oeste	Tepotzotlán y Cuautitlán
V	Pachuca	Noroeste	Rfo de las Avenidas
VI	Teotihuacán	Este	San Juan Teotihuacán
VII	Texcoco	Este	Papalotla, Xalapango, Coxacoaco, Texcoco y Chapingo.
VIII	Chalco	Sureste	San Francisco, Amecameca y Milpa Alta.
IX	Apan	Noreste	Calpulalpan y Tízar
X	Tochac	Noreste	San José y Barranca del Muerto.
XI	Tecocomulco	Noreste	El Canal y Coatlico.

Fuente: Secretaría de Recursos Hidráulicos (1963-1964).

Infiltraciones subterráneas

La cuenca cuenta con un volumen estimado en 1 213 millones de m³ de aguas subterráneas (Wolffer, 1975). La mayor parte de ellas se encuentra bajo los basaltos cuaternarios de la Sierra del Chichinautzin, especialmente en las zonas de Xochimilco, Chalco y Topilejo, bajo las rocas andesíticas fracturadas de la Sierra de las Cruces y de la Sierra Nevada y bajo las lavas cuaternarias localizadas al norte de la cuenca, entre Tizayuca y Apan, particularmente en la región de San Juan Teotihuacán, adonde aflora una cantidad considerable de manantiales.

La mayor parte de la planicie está formada por arcillas prácticamente impermeables, sin embargo, existen algunas zonas en el oeste y en el sur de la cuenca con depósitos arenosos como las desembocaduras de los ríos y barrancas que constituyen áreas de infiltración apreciable.

Región lacustre

Durante el Pleistoceno, después de la formación de la Sierra del Chichinautzin, que obstruyó la salida de las aguas, se provocó que éstas formaran un gran lago. Cuando el hombre hizo su aparición en la cuenca, el cuerpo lacustre se hallaba ya en un proceso natural de senectud y desecación y su establecimiento aceleró el proceso.

Se ha estimado que en el siglo XVI los lagos ocupaban una extensión de 2 000 km² (Wolffer, 1975), pudiéndose distinguir tres regiones.

En la región norte existían los lagos de Zumpango, Xaltocan y Ecatepec (Strauss, 1974). En la parte central y más baja se

encontraba el mayor de los lagos, dado que representaba siempre el peligro de las inundaciones, se construyó una albarrada (1449) para evitarlas, quedando dividido en dos partes: al este, el lago de Texcoco y al oeste la laguna de México (Gurría, 1978). Esta separación hizo que las aguas del lago de Texcoco fueran saladas debido al acarreo de los feldespatos sódicos y potásicos existentes en el sistema montañoso de la cuenca y las de la laguna de México dulces debido a la comunicación y desagüe de los lagos del sur. El sistema lacustre del sur estaba formado por los lagos de Xochimilco, Chalco y Mexicaltzingo (Rojas, 1974).

Del gran depósito lacustre en la actualidad subsisten tres pequeños lagos, los que se describen en el Cuadro No. 4

Al noroeste de la cuenca, fuera de sus límites naturales, se encuentran las lagunas de Apan, Tochac y Tecocomulco, las cuales han sido conectadas a la cuenca mediante obras de ingeniería ejecutadas recientemente. Ocupan una superficie aproximada de 5.0, 5.0 y 20 km² respectivamente, no tienen capacidad de almacenamiento definida y en temporadas secas llegan a ser extensiones encharcadas.

Funcionamiento hidrológico

El funcionamiento hidrológico de la cuenca ha sido seriamente afectado tanto en las aguas superficiales como en las subterráneas.

Desde la época prehispánica sus habitantes han sometido a las aguas de los lagos y de las corrientes bajo diferentes técnicas de ingeniería hidráulica (acequias, acueductos, puertos, chinampas, canales de desagüe, tajos, túneles, presas, etc.)

CUADRO No. 4

CARACTERISTICAS DE LOS LAGOS DE LA CUENCA DE MEXICO

Nombre	Localización	Superficie km ²	Capacidad de al macenamiento Millones m ³	Corrientes recibidas
Zumpango	Noroeste	19.50	27	Río de las Avenidas y parte de los ríos del po- niente.
Texcoco	Región central y mas baja.	140.00	101	Parte de los ríos del oriente y del poniente.
Xochimilco Sur		19.14	11	Río Churubus- co y arroyos.
		<u>178.64</u> km ²	<u>129</u> millones m ³	

Fuente: Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (1980).

con fines agrícolas y urbanísticos, así como para protegerse de inundaciones, (García y Romero, 1978; Orozco, 1964; Palerm, 1972; Ramírez, 1976).

Estas obras van desde el acarreo de tierra firme hacia el agua hasta la apertura de un desagüe artificial, localizado al noroeste de la cuenca, que conduce las aguas del lago de Texcoco, receptor de las de los otros lagos y de la de las corrientes, fuera de la cuenca por medio del Tajo de Nochistongo y del Túnel de Tequixquiac, construidos entre 1607 y 1900.

Como resultado de estas obras, en especial las de desagüe y el de utilizar las aguas como receptoras de desechos, su volumen se ha visto reducido drásticamente, particularmente las del antiguo lago, que ha quedado reducido a menos de 180 km².

Esto produjo que sus lechos, especialmente los de la región más baja, Texcoco, quedaran fuertemente afectados por altos contenidos de sales, con poca o nula capacidad para sostener vegetación alguna, altamente erosionados, expuestos a la acción del viento y, consecuentemente, fuente de tolvaneras. Además, se disminuyó el efecto de humedad que las aguas ejercían sobre el clima.

Los acuíferos subterráneos han disminuido su capacidad de recarga por la urbanización de algunas de las zonas con mayor capacidad de infiltración. Esta reducción es patente en la desaparición o reducción del agua que afloraba en los manantiales, especialmente en los de la ciudad de México, como en Chapultepec, Peñón de los Baños, Xochimilco, etc. Este fenómeno se ve incrementado a partir de 1940 con el acelerado crecimiento de la ZMCM,

el que ha invadido parte de los terrenos de las sierras del Ajusco y de las Cruces, que constituyen las zonas más permeables de la cuenca.

Este mismo crecimiento de la Ciudad de México, que originó la disminución de la capacidad de recarga de los acuíferos por el proceso de urbanización, es también el responsable, a causa de la demanda de agua, de la sobreexplotación del manto freático, siendo el volumen de agua extraída superior al de recarga, anualmente se bombean 1 671 millones m^3 y se reintegran 735 millones m^3 , (SAHOP, 1982).

La excesiva extracción de agua y la disminución de la capacidad de infiltración de los acuíferos de la cuenca, manifiesta en el hundimiento hasta de 7.0 m en el centro de la ciudad de México, entre 1891 y 1966 (Hiriart y Marsal, 1969), han provocado daños en el ambiente como son disminución en la humedad edáfica con la consecuente pérdida de fertilidad en los suelos y erosiones progresivas en sus serranías.

CLIMA

Por la influencia que la altitud y el relieve ejercen sobre la temperatura, la precipitación y la circulación atmosférica, la cuenca presenta varios subtipos climáticos.

Jáuregui (1965) distingue tres regiones mesoclimáticas:

1. Zona semiárida del centro y norte de la planicie con lluvias deficientes todo el año y temperaturas extremosas en la estación seca.
2. Zona de lomeríos, al pie de las sierras del sur y del poniente de la planicie con clima más húmedo y menos extremo.
3. Zona montañosa, comprendida desde la parte alta de la zona de lomeríos (2 400 m) hasta el parteaguas por el sur y por el poniente (3 900 m) y al oriente hasta cerca del nivel inferior de las nives perpetuas de los volcanes (4 700 m).

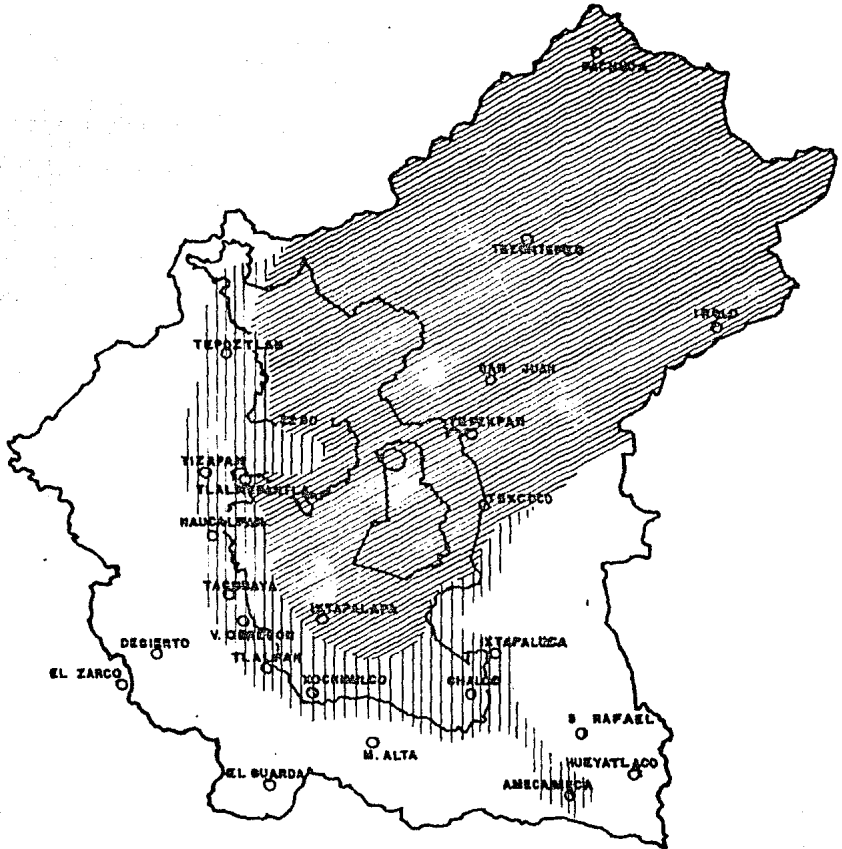
(Fig. No. 6).

García (1968) hace una subdivisión más fina observando nueve subtipos que van de semisecos templados en la parte central de Texcoco y la mitad noreste de la capital, pasando por los subhúmedos en la zona de lomeríos, semifríos a partir de los 2 800 m, fríos a los 4 000 m y muy fríos en los picos más altos del Popocatepetl y del Iztaccíhuatl. En ella ha encontrado una correlación bastante estrecha con la distribución de las asociaciones vegetales, por lo que resulta de gran utilidad en estudios ecológicos (Fig. No. 7).

Estas condiciones no han sido las mismas a lo largo del tiempo, existen diversas manifestaciones paleoclimáticas que indican que el clima en la cuenca ha variado. Bryan (1948), basado en estudios realizados en suelos fósiles, sostiene que los tipos de

LOS MESOCLIMAS DEL VALLE DE MEXICO

SEGUN JAUREGUI (1965)






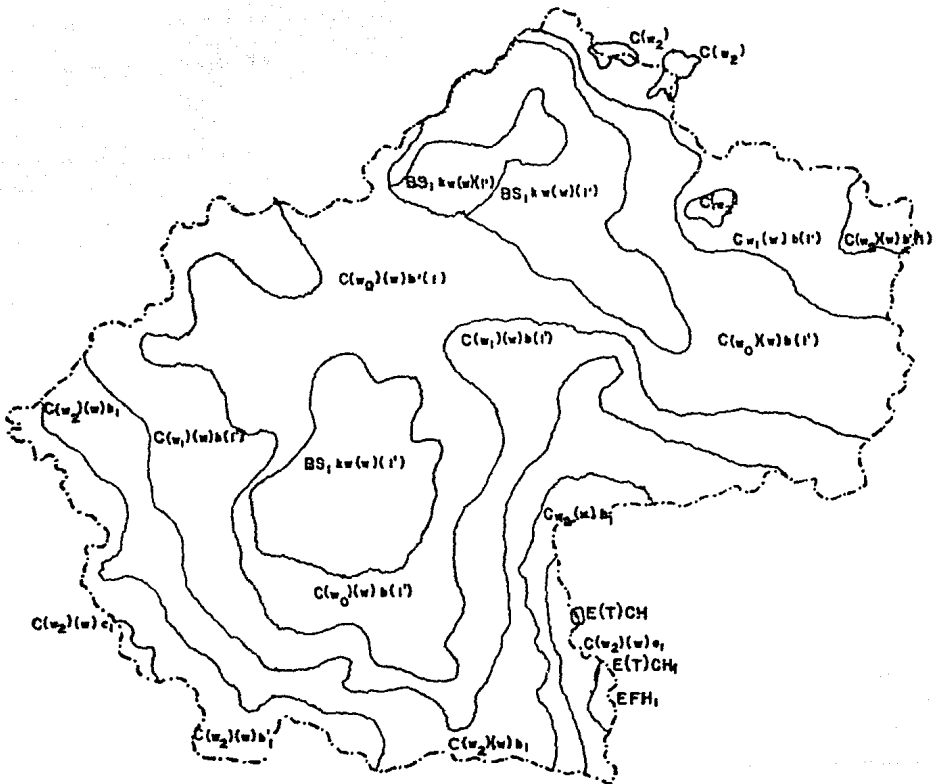
-  CLIMA SEMI-ARIDO
-  CLIMA DE MONTANA
-  CLIMA PIEMONTANO

Fig. 11.1

CLIMAS DE LA CUENCA

GARCIA (1968)



suelo encontrados (caliche o caledafo) solamente pudieron formarse bajo condiciones de clima árido; Clisby y Sears (1955) encontraron polen fósil de coníferas típicas de climas fríos; Foreman (1955) observó diferentes tipos de sedimentación en rocas extraídas de la ciudad de México originadas por variaciones climáticas; Lorenzo (1969) encontró evidencias glaciares en zonas del Popocatepetl y del Iztaccíhuatl por debajo de su actual límite inferior.

Componentes climáticos

Antes de describirlos, conviene mencionar que las primeras observaciones climatológicas de la cuenca se realizaron en el Palacio Nacional de la ciudad de México (1877) y en los observatorios de Pachuca (1892) y Tacubaya (1896). En ellos se registraba fundamentalmente la temperatura. A la fecha, la cuenca cuenta con 130 estaciones termopluviométricas aproximadamente, en tanto que el número de anemométricas e higrométricas no llega a 10. Todas carecen de continuidad en sus registros y no están convenientemente distribuidas, encontrándose aglutinadas en torno a la ciudad de México. Los observatorios que registran los datos más completos se localizan en Tacubaya, Aereopuerto Internacional, Chapingo y Colegio de Geografía de la UNAM.

Vientos

En la cuenca se manifiestan dos sistemas generales de vientos: de mayo a septiembre dominan los vientos alisios que soplan del noreste y de octubre a abril los vientos altos del oeste (westerlies), típicos de las latitudes medias que propician la sequía característica de esta parte del año (García, 1968;

Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1963-1964).

Por la presencia del macizo montañoso que rodea a la cuenca la velocidad del viento es muy lenta (10 km/h), salvo en los meses de febrero y marzo en los que se presenta una mayor insola- ción que favorece la inestabilidad de la atmósfera y aumenta la turbulencia del aire a un promedio de 72 km/h (Ramírez, 1961) formando pequeños tornados que provocan las tolveneras típicas de esta parte del año.

Temperatura

En función del gradiente altitudinal la temperatura descien- de 0.49°C por cada 100 m, de tal manera, el promedio de la tem- peratura media anual en la planicie oscila entre 14° y 16°C, a los 4 000 m de altitud es de 6°C aproximadamente y en las partes más altas del Popocatepetl y del Iztaccíhuatl, que sobrepasan los 5 000 m, la temperatura media anual desciende a menos de -2°C. (García, 1968). Las temperaturas mínimas ocurren en diciem- bre o enero. En estos meses llegan masas de aire frío y seco ori- ginando las ondas frías típicas de la estación. Las temperaturas mínimas en la planicie oscilan entre -1 y -7°C. (Fig. No. 8). Las temperaturas máximas se presentan en abril o mayo, en la pla- nicie fluctúan entre 30° y 33°C. (Jáuregui, 1965).

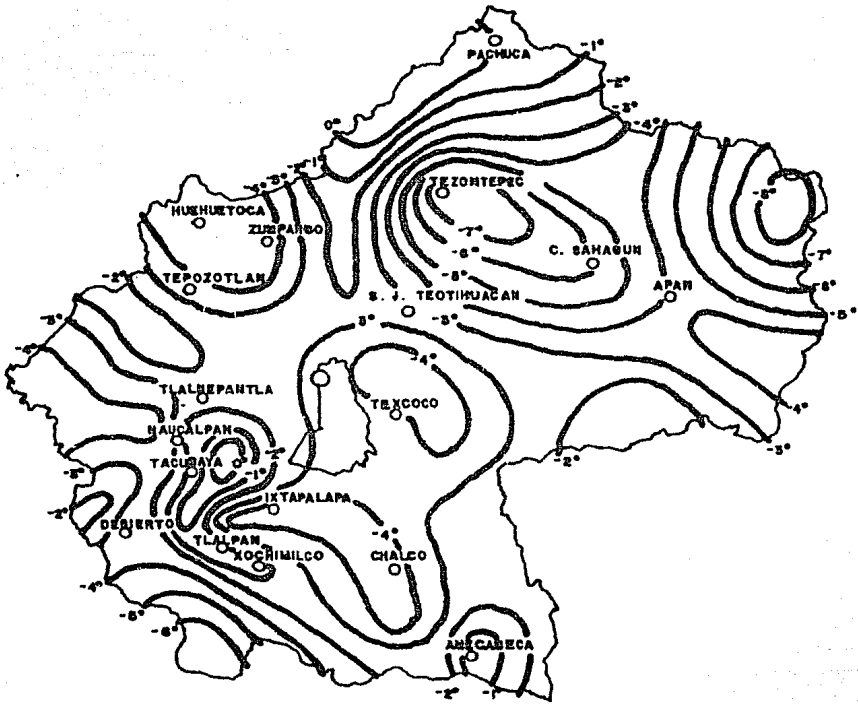
Por su latitud (entre los paralelos 19° y 20°N) existe poca variación en las temperaturas medias mensuales entre el mes más caliente y el mes más frío: de 5° a 7°C en la planicie y menor de 5°C en la región montañosa.

Precipitación

La influencia de las corrientes húmedas de los vientos ali-

DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA MINIMA MEDIA
DEL MES MAS FRIO (DIC. O ENE.) PERIODO 1920 - 58.

TOMADO DE CLIMATOLOGIA C.H.C.V.M. JAUREGUI (1971)



sios determina una estación de lluvias estival de mayo a octubre. En esta temporada se recibe del 80 al 94% de la precipitación total anual. Estas lluvias son de carácter torrencial y de duración relativamente corta. La influencia de los ciclones tropicales produce lluvias intensas y generalmente ininterrumpidas a fines del verano y principios del otoño. A mediados de esta estación se presenta una pequeña temporada seca llamada "sequía intraestival" o "cáncula" (Mosiño y García 1968).

Durante la época seca del año se presentan lluvias ocasionales, prolongadas y finas, que en conjunto no exceden al 5% de la precipitación anual, causadas por los "nortes" del Golfo de México. La distribución geográfica de la precipitación en la cuenca no es uniforme. En la planicie las regiones centro y norte son las que reciben menor cantidad de lluvia alcanzando el promedio mínimo, que coincide con la isoyeta de 400 mm/año hacia la región de Pachuca; las zonas SW y SE son las que registran los valores más altos, que alcanzan hasta 750 mm/año.

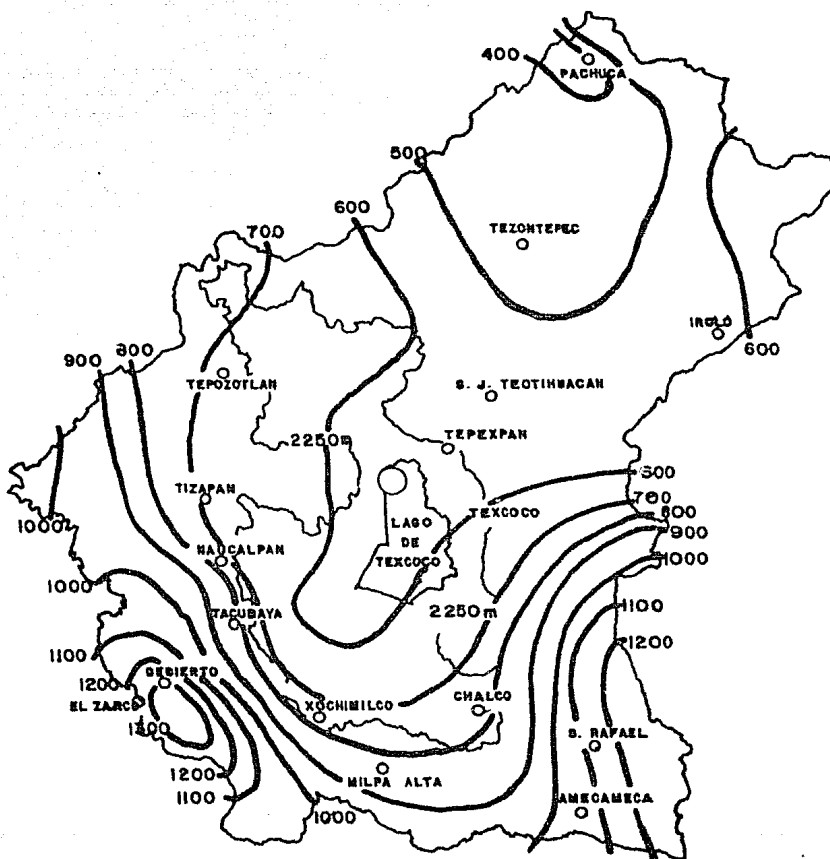
La precipitación aumenta con la altura hasta los 3 000 m (1 300 mm/año) de donde empieza a descender debido a la presencia del techo de nubosidad, que en la cuenca se localiza entre los 2 700 y los 3 500 m de altitud (Fig. No. 9)

El promedio anual de precipitación total en la cuenca es de 721 mm/año (SAHOP, 1980).

Componentes asociados a temperatura y precipitación

El granizo, las heladas, las nevadas, las nieblas y los rocíos son eventos meteorológicos relacionados a las condiciones de temperatura y precipitación.

DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION MEDIA ANUAL
EN EL VALLE DE MEXICO (en mm.). JAUREGUI (1971)



La precipitación en forma de granizo ocurre de 4 a 6 veces al año, siendo más frecuente al sur y al oeste. Aunque son de corta duración pueden tener efecto destructor sobre la vegetación herbácea y sobre los cultivos.

Las nevadas en la planicie se presentan de 2 a 4 veces por siglo, mientras que a los 3 000 m de altitud, cada 2 ó 3 años.

Las heladas coinciden con los días fríos y despejados, se observan de octubre a marzo generalmente acompañadas de escarcha. Al igual que el granizo llegan a dañar seriamente a la vegetación herbácea y a los cultivos.

Humedad atmosférica

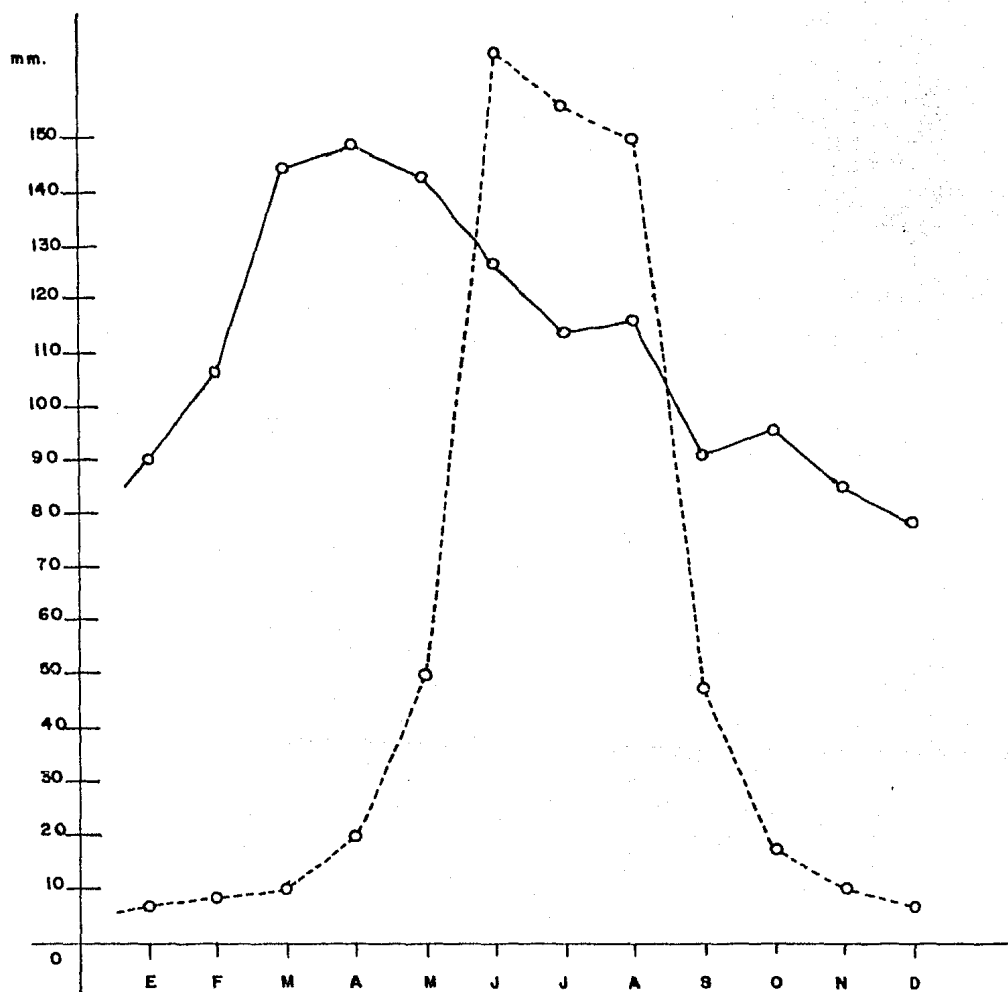
El conocimiento de la distribución geográfica de este elemento es limitado. La humedad anual promedio en la planicie oscila entre 61 y 70%, existiendo una marcada diferencia entre la estación seca (45 a 55%) y la de lluvias (75 a 81%). Se carece de registros para las zonas elevadas de la cuenca, pero la relativa escasez de epifitas en toda la cuenca indica que en general la humedad atmosférica no se mantiene alta (Rzedowski y Rzedowski, 1979).

Evaporación potencial

La información de este elemento es sumamente escasa. Alcanza sus máximos valores en los meses más secos y calientes (marzo o abril) y los mínimos en diciembre. En la planicie los promedios anuales fluctúan entre 1 400 y 2 000 mm. (Rzedowski y Rzedowski, 1979). No existe información a partir de la zona de lomeríos, pero se puede asumir que este componente climático descienda al incrementarse el gradiente altitudinal (Fig. No. 10).

EVAPORACION 1346 mm.

PRECIPITACION 767 mm.



MARCHA ANUAL DE LA PRECIPITACION Y DE LA EVAPORACION POTENCIAL, REGISTRADA EN LA ESTACION DE TACUBAYA. RZEDOWSKI (1979)

—○— EVAPORACION
- - -○- - - PRECIPITACION

Modificaciones climáticas

Las modificaciones climáticas de la cuenca ocasionadas por la intervención de sus habitantes se deben básicamente a la desecación de los lagos, a la tala inmoderada de áreas boscosas y a la creación de centros urbanos e industriales. Aunque se carece de registros, es de esperarse que estas actividades se hayan traducido en un descenso en la humedad atmosférica y en un aumento en la temperatura, al menos en una parte de la planicie de la cuenca.

La alteración del clima en la cuenca es particularmente notoria en la ZMCM, el cual se ha visto afectado tanto por los procesos descritos anteriormente como por los efectos producidos por la "Isla de calor", característica de los grandes centros urbanos e industriales.

Las modificaciones mesoclimáticas originadas por la isla de calor se deben a la sustitución de los suelos naturales por concreto y otros materiales, al establecimiento de áreas densamente edificadas y a la producción artificial de calor y de núcleos higroscópicos ocasionados por la presencia de sustancias contaminantes en la atmósfera. Sus efectos consisten fundamentalmente en: aumento de temperatura, disminución de la humedad relativa, modificación del patrón de circulación de los vientos y aumento en la precipitación.

La isla de calor de la ZMCM localizada al suroeste de la zona centro de la ciudad de México, ha ocasionado en ésta un aumento de temperatura de 1.6°C. El promedio entre 1877 y 1892 reportado por Barcena (1893) en Wolffer (1975) era de 15.4°C y en

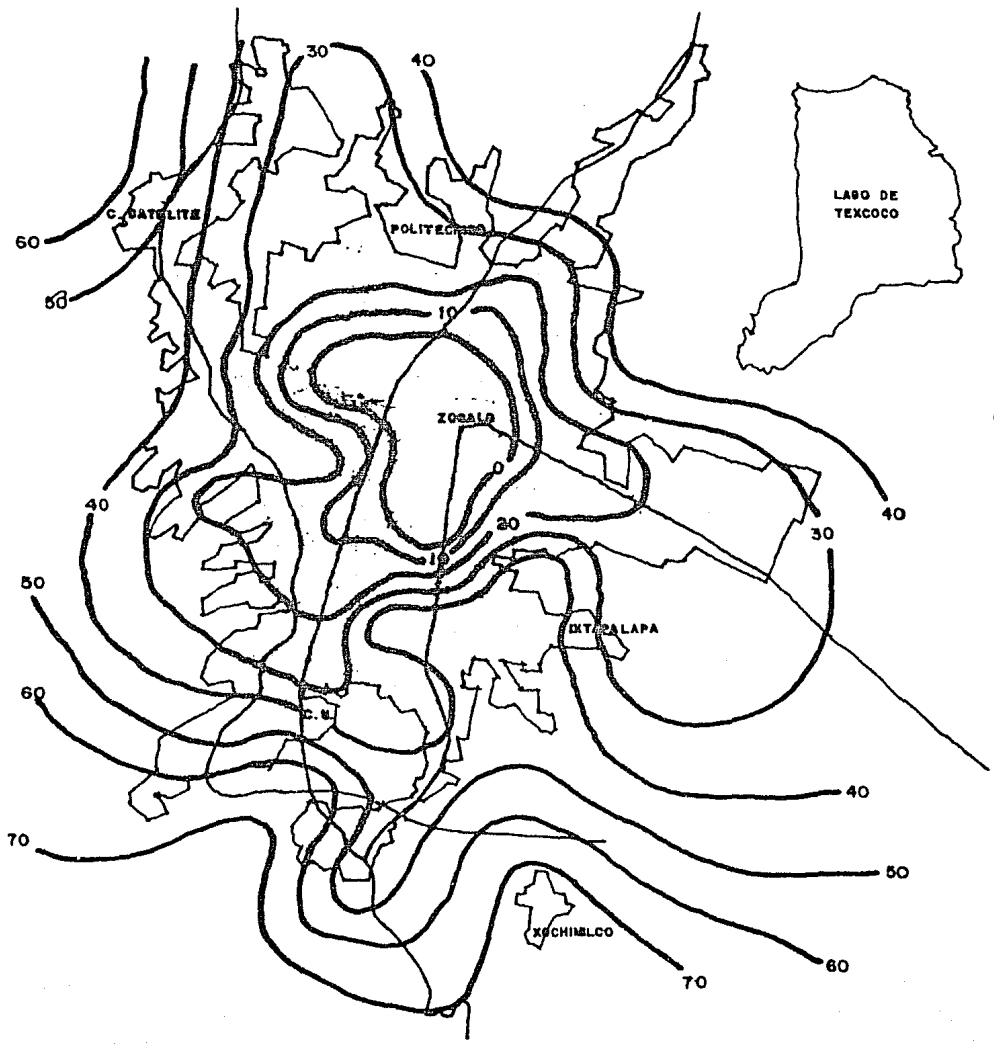
la actualidad es de 17°C. Además, ha causado que entre la zona centro y las áreas periféricas de la ZMCM halla diferencias de temperatura hasta de 8° y 10°C, especialmente en las temperaturas mínimas (Fig. No. 11) y una disminución hasta de 25% en la humedad relativa (Fig. No. 12) (Jáuregui, 1971).

También ha afectado la circulación de los vientos, al haber reducido su velocidad: en las zonas periféricas el promedio de ésta es de 10 km/h, mientras que en el centro de la ciudad de México, el promedio es menor de 2.5 km/h (Bravo, et al, 1958). Asimismo, ha contribuido a la estabilización de los movimientos verticales de la atmósfera mediante la formación de la inversión térmica. Vizcaíno (1975) señala que en la ciudad de México se presentan 180 días al año con inversión térmica. Ambos fenómenos inhiben la difusión de los contaminantes y aumentan la turbiedad atmosférica.

En lo tocante al aumento en la precipitación, no se dispone de suficientes datos que permitan establecer si ésta ha registrado cambios.

Otro de los efectos de la isla de calor se manifiesta en el fenómeno de las heladas. La ZMCM se encuentra en un área afectada por heladas y éstas han desaparecido del centro de la ciudad de México. Estableciéndose un gradiente del centro a la periferia, especialmente hacia el suroeste, la región relativamente más limpia de la ZMCM (Fig. No. 13).

NUMERO ANUAL PROMEDIO DE DIAS CON HELADA



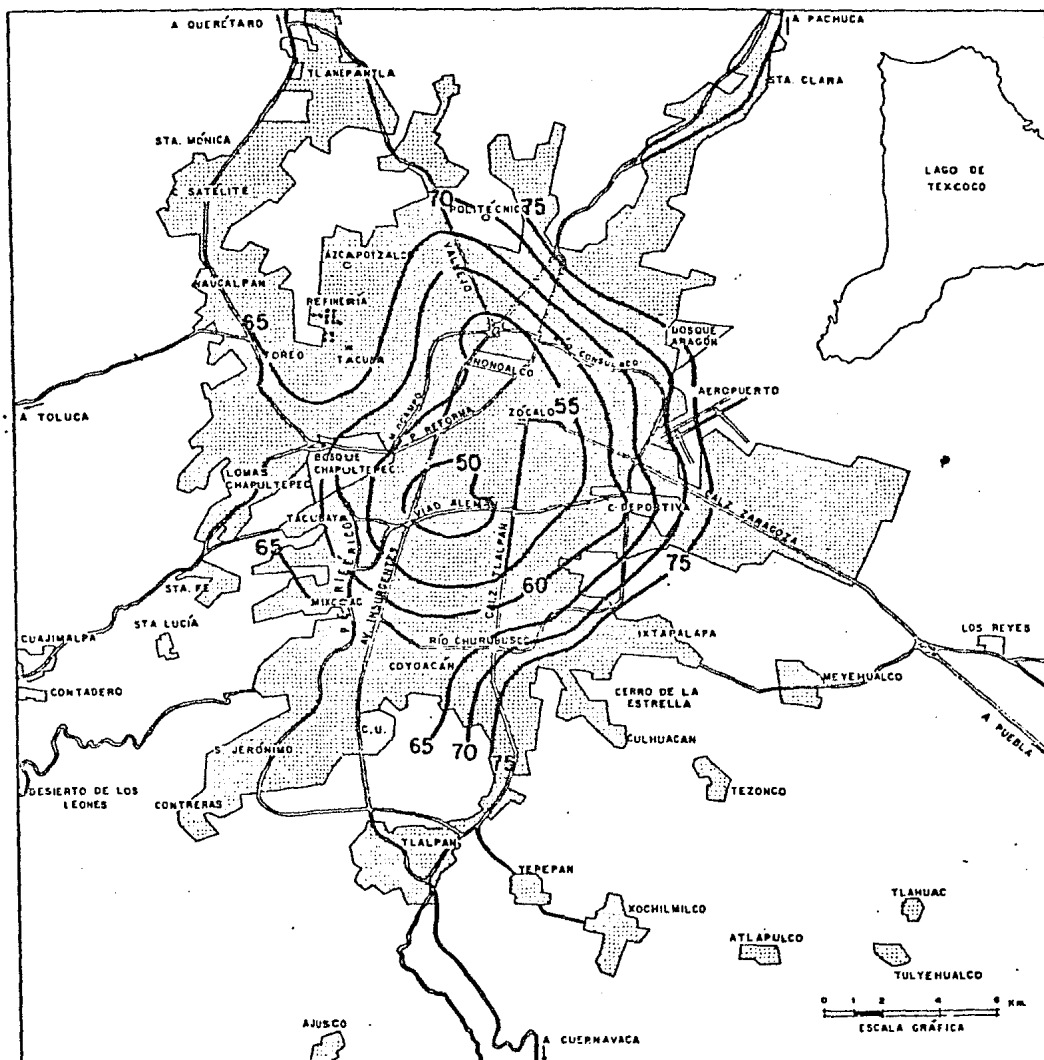
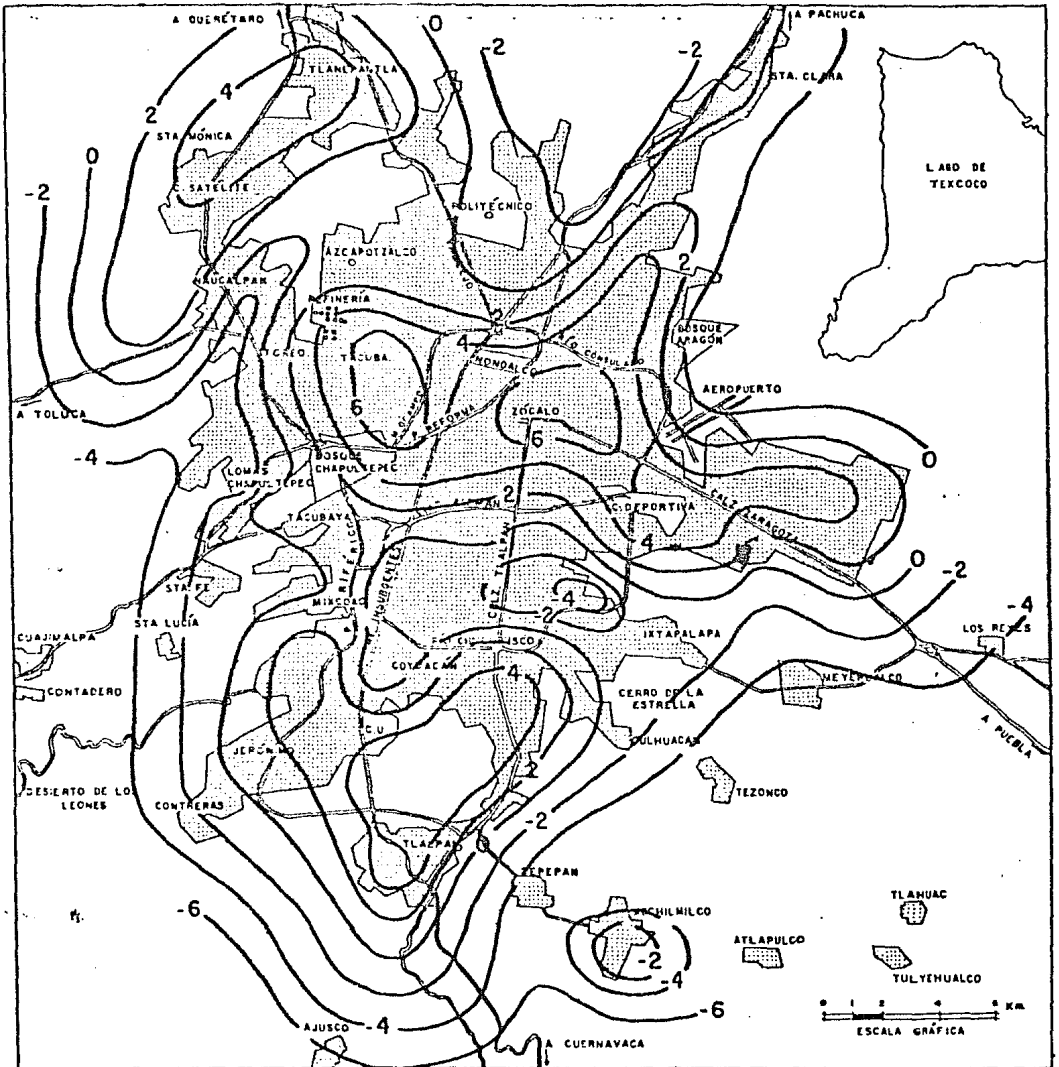


FIG. 41. DISTRIBUCIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA. EL 23 DE FEBRERO DE 1969 DE 4:15 A 6:15 A.M. (en %).

Jáuregui (1971)
Pág. No. 12



Jáuregui (1971)
Fig. No. 11

TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO
EN DICIEMBRE (grados. centígrados).

SUELOS

Estudios

Los suelos de la cuenca han sido muy poco estudiados, los trabajos sobre ellos se limitan a porciones muy restringidas. Además, han sido clasificados por su color, condición climática, por la vegetación que presentan o por su capacidad agrológica.

Hasta recientemente, - aunque bajos dos diferentes sistemas: Food and Agriculture Organization (FAO) y Séptima Aproximación Americana - han empezado a considerarse también su evolución, génesis, grado de desarrollo, procesos formadores y propiedades físicas y químicas.

Entre los estudios que se han hecho se encuentran los de: Waitz (1936) quien realiza una clasificación de los suelos del país en base a provincias edafológicas tomando en cuenta fundamentalmente factores climatológicos; Brambila y Ortiz (1946) quienes distinguen tres tipos principales de suelos en la cuenca: castaños, negros y complejos de montaña; Macías (1960) considera ocho grupos: podzólicos de montaña con vegetación de pinos, insitu de montaña o de lomerío erosionados con vegetación raquílica, Chestnut de montaña formados a través de depósitos llevados por el agua, aluviales formados por ríos o arroyos, lacustres salino-alcalinos, "Praire" de montaña, tundra de nieves perpetuas y litosoles del Pedregal de San Angel, en (Amurio, 1971).

Madrigal (1967) estudia los suelos donde se desarrollan los bosques de oyamel, encontrando suelos café podzólico en la Sie-

rra Monte Bajo, café forestal en la Sierra Monte Alto y amarillo forestal en San Luis Ayucan; Váldez (1970) estudia las características morfológicas y mineralógicas de los suelos de tepetate de la Sierra de Guadalupe y de los Remedios, D.F., y los clasifica en el orden de los Molisoles; Amurio (1971) hace un estudio pedogenético en el NW de la cuenca, encontrando regiones con suelos con un incipiente desarrollo adonde no se distinguen los horizontes y zonas con suelos en una etapa intermedia de desarrollo pudiendo diferenciar los horizontes más claramente; Shimada (1972) trabaja con suelos del Ajusco entre los 3 400 y 3 900 m y los clasifica como Inceptisoles; Hiroishi (1974) en la Sierra del Chichinautzin encuentra suelos Inceptisoles a 3 200 m y Regosoles a 2 530 m.; Cachón, Genes y Cuánalo (1974) estudian por su color y textura los suelos del área de influencia de Chapingo; Flores (1974) realiza un transecto que abarca desde las cimas del Iztaccíhuatl hasta los depósitos lacustres de la planicie, en él distingue 9 tipos: Ranker, Ranker pseudoalpino, Andosol, Vertisol, Faeozem dórico (tepetates), Regosol; Cambisol y finalmente Solonashak y Solonetz.

La falta de estudios se manifiesta en la ausencia de un mapa detallado de suelos.

Origen y distribución

Los suelos de la cuenca se han formado a partir de rocas sedimentarias del Cuaternario, por lo que la mayor parte son jóvenes y poco desarrollados. En su formación han influido la depositación de cenizas volcánicas, sedimentos glaciares, asimismo, intervienen el gradiente altitudinal, la topografía, com

posición y edad del material parental y la capacidad de drenaje, ejemplo de ello es el ya mencionado transecto de Flores (op. cit.), Bryan (1948) en estudios hechos en suelos fósiles de la cuenca ha encontrado que las variaciones climáticas han impuesto características reconocibles. Sus observaciones se muestran en el cuadro No. 5.

La distribución de los tipos de suelo más representativas se muestran en el cuadro No. 6. Se debe considerar que las unidades de clasificación son muy amplias y abarcan grandes áreas.

Degradación

Diversas actividades humanas como son la deforestación, inadecuadas prácticas agrícolas, obtención de materiales para construcción, modificación del sistema hidrográfico y el sobrepastoreo han repercutido de manera muy desfavorable, provocando una intensa y extensa erosión, así como grandes áreas de terrenos impregnadas por sales.

En un informe hecho por la Comisión de Aguas del Valle de México se mencionan las superficies afectadas y su grado de erosión. Las observaciones se muestran en el cuadro No. 7.

La distribución de las zonas erosionadas es bastante discontinua, existiendo regiones donde en una pequeña superficie hay zonas completamente erosionadas y otras con remoción leve o profunda de los horizontes. En un estudio hecho por Icatec (1977) para evaluar el grado de erosión se describen en detalle los sitios y los diferentes grados de afectación.

La sobreexplotación de los acuíferos subterráneos y la desecación de los lagos han dejado grandes extensiones de suelos

CUADRO No. 5

SUELOS COMPLEJOS Y FOSILES CARACTERIZADOS POR CAMBIOS CLIMATICOS.

Clase de suelo	Clima inferido
Suelo prieto	Clima fluctuando, más húmedo que el período anterior.
Pedocal desarrollado en horizonte bajo. Caliche Barrialaco.	Seco.
Becerra, arcilla morena y limitada en concreciones difusa.	Húmedo, incluyendo un episodio seco.
Pedocales en horizonte bajo. Caliche Morales	Seco
Arcilla amarilla morena, limonita difusa.	Húmedo

Fuente: Bryan (1948).

CUADRO No. 6

TIPOS DE SUELOS MAS REPRESENTATIVOS DE LA CUENCA.

Zona	Tipo de suelo
N, S y W	Regosol éútrico.
NE	Andosol
N	Xerosol cálcico
NE y NW	Asociaciones de litosoles, regosoles calcáreos y nitrososles éútricos.

Fuente: SAHOP (1980).

CUADRO No. 7

SUPERFICIE EROSIONADA DE LA CUENCA.

Grado de erosión	Superficie (km)
Incipiente	1 749.60
Moderada	1 370.60
Acelerada	2 819.60
Totalmente erosionada	2 175.20
TOTAL	<hr/> 8 115.00 km ²

Fuente: Comisión de Aguas del Valle de México, en
Andrade (1975)

con altos contenidos de salinidad. Aguilera (1973) reporta costras de trona o tequesquite hasta de más de un centímetro de espesor y muy litificadas en los lechos del lago de Texcoco y Tيرادo (1970) ha encontrado que estos suelos han perdido ya su capacidad de formar nitratos.

Otro factor que ha modificado las condiciones del suelo es el proceso de urbanización. La sustitución de los suelos por concreto y otros materiales ocasiona alteraciones en el equilibrio térmico y en el hídrico.

Los suelos naturales son pobres conductores del calor, al ser pavimentados, conducen el calor con mucha mayor rapidez que un suelo esponjoso y se vuelven impermeables.

Estas alteraciones son particularmente notorias en la ZMCM adonde sus aproximadamente 1 000 km² urbanizados (D.D.F., 1980) - que día a día se extienden sobre terrenos forestales y aptos para la agricultura, (Cuadro No. 8) han producido ya aumentos en la temperatura, disminución en la humedad atmosférica y reducción en la capacidad infiltración, como se mencionó en los capítulos de clima e hidrología.

CUADRO No. 8
CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL DISTRITO FEDERAL

<u>Uso</u>	Superficie km ²	
	1971-76	1978
Agrícola	190.7	
Pastizales	214.2	
Matorrales	57.4	
Bosques	72.7	
Otros	15.0	
Habitacional		503.0
Industrial		47.0
TOTAL :	<u>550.0 km²</u>	<u>550.0 km²</u>

Fuente: D.D.F. (1980).

HISTORIA DEL POBLAMIENTO

Para tener una idea de la historia del poblamiento y del modo de vivir durante el más antiguo período en la cuenca, los historiadores, arqueólogos y antropólogos han recurrido a tres fuentes: a los códices y textos indígenas, a los testimonios de los conquistadores y a las capas de desechos acumulados a través de los siglos, los cuales han sido interpretados y con ellos se ha elaborado una secuencia de los primeros asentamientos en la cuenca.

De los códices pre y posthispánicos que se conservan, la mayoría se encuentra en países europeos, donde se han hecho reproducciones de algunos de ellos. Entre los códices prehispánicos se encuentran: el código Borbónico (1900) y el Tonalamatl de Aubin (1900-1901) y entre los posthispánicas el Telleriano-Remensis (1900) y el código Vaticano (1904).

Entre las obras de los conquistadores y sus descendientes se encuentran: "Historia verdadera de la conquista de la Nueva España" de Bernal Díaz del Castillo, "Historia general de las cosas de Nueva España" de Fray Bernardino de Sahagún, los "Anales de Cuauhtitlán" anónimo, "Historia de las Indias de la Nueva España" de Fray Diego Durán, fuente capital para la historia mexicana, "Crónica Mexicana" de Hernando Alvarado Tezozomoc, "Monarquía Indiana" de Juan de Torquemada, etc. De las obras antes citadas existen diversas publicaciones en varias editoriales con introducciones e interpretaciones de diferentes autores.

El interés por conocer la Antropología y la Historia nacionales se manifiesta en la publicación de varias obras en la segunda

mitad del siglo XIX, entre las que destacan los estudios de Orozco y Berra (1854) y bajo la dirección de Riva Palacio (1884-1889) la obra "México a través de los Siglos" escrita por varios autores.

En la segunda década del siglo XX, son los estudios estratigráficos de Gamio (1922) los que han sido la base de la cronología y del conocimiento de la sucesión de las culturas prehispánicas de la cuenca. Le han seguido los estudios de Caso (1953), León Portilla (1974), Vaillant (1944) y varios más quienes han enriquecido el acervo de datos históricos y antropológicos.

A partir de 1960 un grupo de investigadores emprendieron estudios antropológicos desde el punto de vista de adaptación ecológica y evolución cultural de los asentamientos en la cuenca durante el período comprendido entre 1 500 A.C. y de 1 519 D.C. Entre ellos destacan Palerm (1973) Parsons (1976), Sanders (1976), Wolf (1976). Sus trabajos dieron un nuevo giro a los estudios antropológicos al enmarcarlos dentro del ambiente físico, determinante principal para los distintos tipos de asentamientos.

En la historia del poblamiento de la cuenca se pueden distinguir 5 etapas las que se describen en el Cuadro No. 9.

Etapas Preagrícola (22 000 A.C. - 1 500 A.C.).

Basado en el descubrimiento de un cráneo humano encontrado en 1962 en Tlapacoya, Méx. Lorenzo (1976) sustenta que el hombre aparece en la cuenca hace aproximadamente 22 000 años, en el período que los historiadores han denominado Horizonte Arqueolítico. Hasta ahora, este descubrimiento corresponde al hallazgo más antiguo encontrado no solo en la cuenca sino en todo el país.

CUADRO NO. 9
ETAPAS DEL POBLAMIENTO DE LA CUENCA DE MEXICO

<u>Etapa</u>	<u>Años</u>
Preagrícola	22 000 A.C. - 1 500 A.C.
Preclásico	1 500 A.C. - 150 A.C.
Agrícola	150 A.C. - 900 D.C.
Clásico	150 A.C. - 900 D.C.
Postclásico	900 D.C. - 1 521
Colonial	1 521 - 1 810
Independiente	1 810 - 1 910
Contemporánea	1 910

Otros restos que denotan la presencia humana en la cuenca se han encontrado en: Xico, D.F., Tepexpan, Méx., San Bartolo Atepehuacán, D.F., Peñón de los Baños, D.F., Tequixquiac, Méx. etc., se les ha asignado una antigüedad entre 9 600 y 5 000 años. A.C., Romano (1974) hace una detallada descripción de ellos. Eran recolectores, cazadores y pescadores agrupados en comunidades de 100 a 200 individuos.

Etapa agrícola

Se inicia con el establecimiento de los primeros pueblos sedentarios y termina con la caída de Tenochtitlán en manos de los españoles. Durante esta etapa fué el factor medioambiental la causa preponderante para la concentración de núcleos humanos en la cuenca. En efecto, las posibilidades de vida que implicaba la gran acumulación de agua, aunada a la gran riqueza florística y faunística, ofrecían y aseguraban grandes facilidades para el desarrollo de la vida humana en esta zona, en contraste con la dureza del ambiente en otras regiones del país. Esta etapa ha sido dividida por los historiadores en tres períodos: Preclásico, Clásico y Postclásico.

Período Preclásico (1 500 A.C. - 150 A.C.)

Los primeros pueblos agrícolas sedentarios de la cuenca se establecieron hacia el año 1 500 A.C. (Bernal, 1979; Sanders, 1979; Vaillant 1944; Wolf 1976). Ocupaban aldeas permanentes. Su nivel de desarrollo era el de una sociedad relativamente primitiva que vive de la caza y del cultivo. Evidencias de ello se han localizado en El Arbolillo, Coapexco y Tlapacoya en el Estado de México y en Zacatenco, Tlatilco y Cuicuilco en el Distrito

Federal. La mayor parte de los restos de estos asentamientos se han encontrado en la región sur de la cuenca, debido probablemente a que las condiciones climáticas e hidrológicas favorecían el desarrollo de las prácticas agrícolas.

Período Clásico (150 A.C. - 900 D.C.)

Después de la erupción del Xitle, pequeño volcán de la Sierra del Ajusco, los habitantes de Cuicuilco y de otros poblados del sur de la cuenca fueron a establecerse en la región de Teotihuacán, en la porción oriental de la cuenca, adonde con un desarrollo cultural mucho más amplio que el de los habitantes del Preclásico fundaron un centro cultural, ceremonial y político de gran importancia. Fué el lugar de peregrinaciones adonde acudía gente desde distantes lugares con motivos económicos, políticos y religiosos. El desarrollo cultural que implicó el tamaño y complejidad del imperio teotihuacano, requirió necesariamente de la realización de obras de ingeniería hidráulica en los ríos de la región.

El imperio teotihuacano empieza a decaer hacia 650 D.C., su caída se ha atribuido entre otras causas, a la sobreexplotación de los recursos naturales de la zona (Beltrán, 1958).

Testimonios de asentamientos de menor tamaño y nivel de desarrollo, que vivieron durante esta época se han encontrado en Atzacotalco, Zumpango, Amecameca, Ixtapalapa, y algunos otros sitios.

Período Postclásico (900 - 1521)

Fué este un período de inmigraciones, guerras y conquistas en el interior de la cuenca.

Hacia el siglo X se establecen los toltecas en Tula, Hgo. (Bernal, 1979) al norte de la cuenca. Con los toltecas, primer pueblo mencionado en "Los Anales del Valle de México", se inicia la Historia en la Cuenca.

Después de la caída de los toltecas, hubo una serie de inmigraciones que se establecieron a lo largo de las riberas del lago entre los siglos XI y XII. En el Cuadro No. 10 se mencionan en orden cronológico de su llegada los grupos inmigrantes que al arribo de los españoles mantenían entidades separadas. (Fig. No. 14).

Hubo varias guerras entre ellos, y fué la civilización mexicana, último grupo en llegar a la cuenca, el que triunfó y dominó a los demás pueblos.

A medida que los aztecas establecían su imperio, la cuenca siguió funcionando como centro de confluencia de comercio y eje militar político-religioso.

La población estimada en la cuenca a la llegada de los españoles (1519) es aproximadamente de 1 157 000 habitantes (Parsons, Sanders, Santley, 1979).

Etapas colonial (1521-1810)

Con la caída de Tenochtitlán (1521) en manos de los españoles dá comienzo la etapa de dominación española sobre el territorio nacional.

Después de su triunfo sobre los aztecas, los españoles deciden establecer la capital de la colonia de Tenochtitlán por ser el centro demográfico más importante del país, lo que conllevaba una gran riqueza de mano de obra para las diferentes actividades de

CUADRO No. 10

RESUMEN DEL POBLAMIENTO DE LA CUENCA DURANTE EL PERIODO POST-CLASICO.

<u>Grupo</u>	<u>Lugar de establecimiento</u>
Otomí	Xaltocan, al norte de la cuenca
Culhua	Culhuacán, cerca del extremo de la península que separaba la laguna de México del lago de Texcoco.
Cuitlahuaca	Tláhuac, entre los lagos de Chalco y Xochimilco.
Mixquica	Mixquic, al lado de los cuitlahuaca.
Xochimilca	Al sur de la cuenca, en la región que lleva su nombre.
Chalca	Sudeste de la cuenca, en Chalco, Amecameca, Tlalmanalco y Chimalhuacán.
Tepaneca	A lo largo del borde occidental de los lagos, entre Zumango y Coyoacán.
Acolhua	En el oriente, siendo Coatlinchán y Texcoco sus ciudades más importantes.
Mexica	A su llegada (1168) se establecieron en Chapultepec, de donde fueron expulsados. Se trasladaron a Tenochtitlán, un pequeño islote del lago de Texcoco, sobre el cual fundaron su ciudad (1325).

Fuente: Gibson (1967).

AREAS TRIBALES DEL PERIODO TARDIO DE LA PRECONQUISTA.

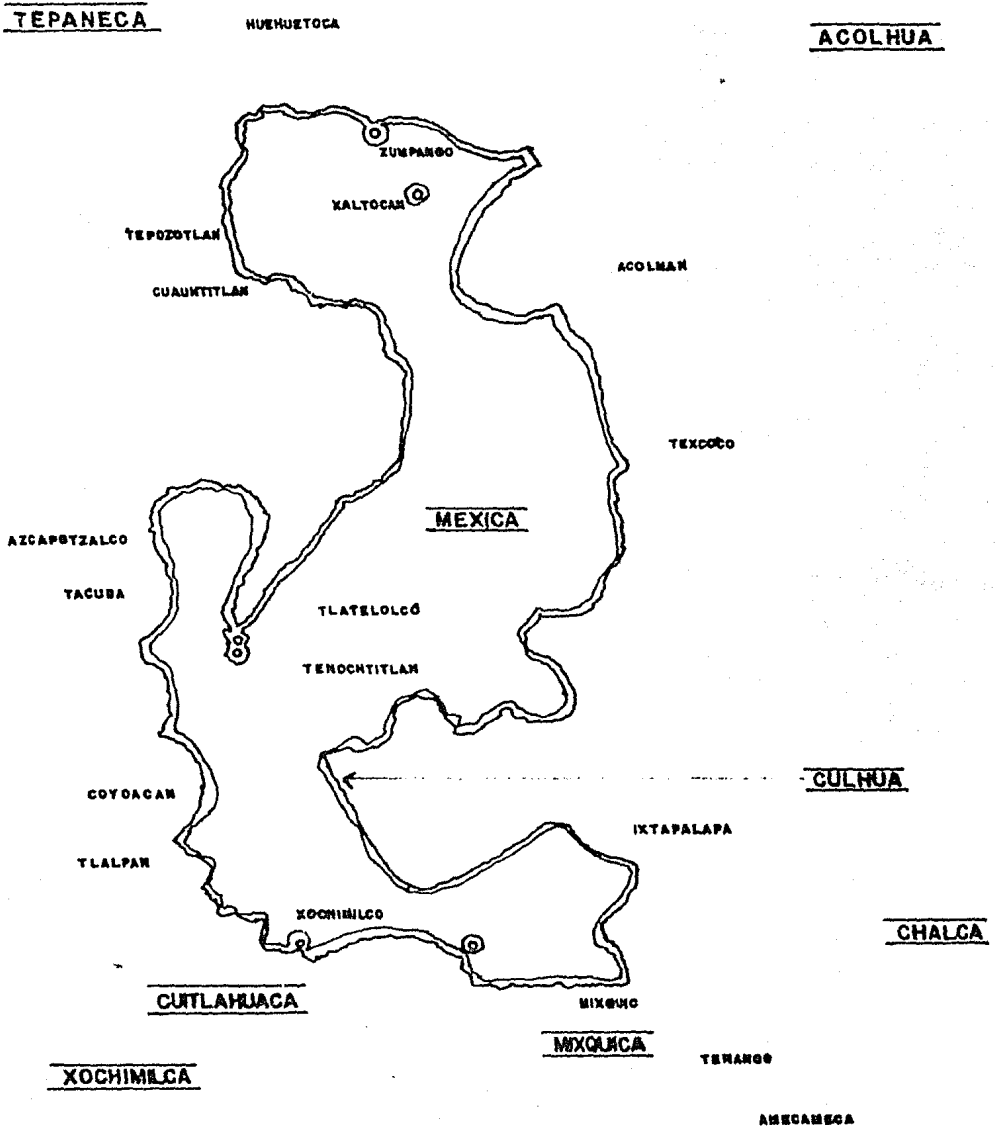


Fig. 10 ()
T. P. N. 10

los conquistadores. Quedó así establecido el centro político y administrativo del país sobre México-Tenochtitlán, la antigua capital mexicana.

Las cifras de población del México colonial sufren una multitud de defectos estadísticos. Sin embargo, las diferentes fuentes históricas coinciden en que a raíz de la conquista la población indígena se vió seriamente afectada por el gran número de epidemias que se presentaron. Florescano y Gil (1981) mencionan que tan sólo seis de ellas arrojaron un saldo de más de 123 000 muertos.

A pesar de ésto, la ciudad de México siguió presentando los índices de población más altos de la Nueva España, en función de la centralización administrativa, política y económica que en ella se concentraba, como puede apreciarse en el Cuadro No. 11.

Hacia el final de la época colonial la ciudad de México quedaba circunscrita dentro de 370 manzanas (Rojas, 1976), en una superficie de 14,5 km² (León Portilla, 1974), sus límites según Terrés (1977) eran: al norte las Plazas del Carmen y de la Lagunilla; al oeste el convento de San Fernando; al sur y al oeste la ciudad no tuvo mucho crecimiento, siendo sus límites las casas de San Antonio Abad para el primero y la Plaza de San Lázaro para el segundo. Resumiendo, a lo largo de tres siglos de dominación, la metrópoli nunca creció en forma significativa ni en población ni en extensión, si fué en cambio centro urbano de importancia económica, política y administrativa siempre creciente.

Epoca Independiente

La hegemonía de la ciudad de México se ve desvirtuada al ini-

CUADRO No. 11
POBLACION DE LAS PRINCIPALES CIUDADES DE LA NUEVA
ESPAÑA EN 1790

<u>Ciudad</u>	<u>Número de habitantes</u>
México	104,760
Puebla	80,646
Querétaro	35,000
Guanajuato	32,000
Guadalajara	24,249
Morelia	17,093

Fuente: Castro (s/a) en Icatec, 1977.

cio de la guerra de independencia en 1810, pero cuando en 1824 se decidió que fuera ésta la que albergara los poderes federales de la nación, constituyéndose el Distrito Federal en la ciudad capital, vuelve a adquirir su supremacía.

La inseguridad creada durante las épocas conflictivas en el interior del país propicia el desplazamiento de la población, especialmente hacia la ciudad de México. Con estos antecedentes, al instaurarse la República con Juárez en 1867, el poder central de la capital se ve reforzado y la ciudad empieza a crecer más rápidamente. Se desarrollan las primeras colonias, siendo la primera la llamada Francesa (Morales, 1974), localizada entre las actuales calles de Bucareli, San Juan de Letrán, Victoria y Arcos de Belén.

Durante el porfiriato (1876-1911) se reafirma nuevamente la preponderancia de la ciudad de México mediante el proceso de concentración de comunicaciones y transportes, al converger en ella las líneas de ferrocarriles y carreteras para comunicarla con los centros de exportación: la frontera norte y el puerto de Veracruz.

El resurgimiento de la ciudad capital se refleja en su crecimiento demográfico, al duplicarse la población en el período 1877-1910, pasando de 200 000 a 471 000 habitantes.

Medel (1982) comenta que: ... "Con las obras de desagüe terminadas en 1900 comienza el cambio definitivo de la estructura geográfica de la cuenca y la región lacustre se convierte en una región urbana".

Epoca contemporánea 1910 -

Antes de exponer este período resulta conveniente precisar

los probablemente bien conocidos conceptos de: Ciudad de México y Distrito Federal; área urbana de la ciudad de México y zona metropolitana de la ciudad de México.

Ciudad de México y Distrito Federal

El Distrito Federal es una entidad federativa de las 32 que forman el país. De acuerdo a la Ley Orgánica del D.F. de diciembre de 1970, se divide políticamente en 16 delegaciones, 12 que ya existían: Azcapotzalco, Coyoacán, Cuajimalpa, Gustavo A. Madero, Ixtapalapa, Ixtacalco, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Alvaro Obregón, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco, a las que se agregó la superficie de la ciudad de México (137.76 km²), quedando convertida ésta en 4 nuevas delegaciones: Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo y Benito Juárez. Desde entonces, los límites y la superficie (1499 km²) del Distrito Federal y de la ciudad de México son iguales.

Area Urbana de la Ciudad de México (AUCM)

Es la ciudad propiamente dicha, definida desde todos los puntos de vista, excepto política o administrativamente. Es el área urbanizada o habitada con usos del suelo de naturaleza urbana, no agrícola, la que partiendo de un núcleo central presenta continuidad física. El AUCM incluye en su totalidad las siguientes delegaciones: Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Azcapotzalco, Coyoacán, Ixtacalco y Gustavo A. Madero, parte de las restantes, excepto Milpa Alta en su totalidad y los siguientes municipios del Estado de México: Naucalpan, Tlalnepantla, Zaragoza, Ecatepec, Netzahualcóyotl, Chimalhuacán, Huixquilucan y la Paz.

Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM)

Es la extensión territorial en la que se encuentra la unidad político administrativa de la ciudad central así como todas las unidades político administrativas de localidades contiguas, que mantienen una relación socioeconómica directa, constante, intensa y recíproca con la ciudad central.

La ZMCM incluye al AUCM, además de los municipios de Coacalco, Cuautitlán, Cuautitlán-Izcalli y Tultitlán, todos ellos pertenecientes al Estado de México (Fig. No. 15).

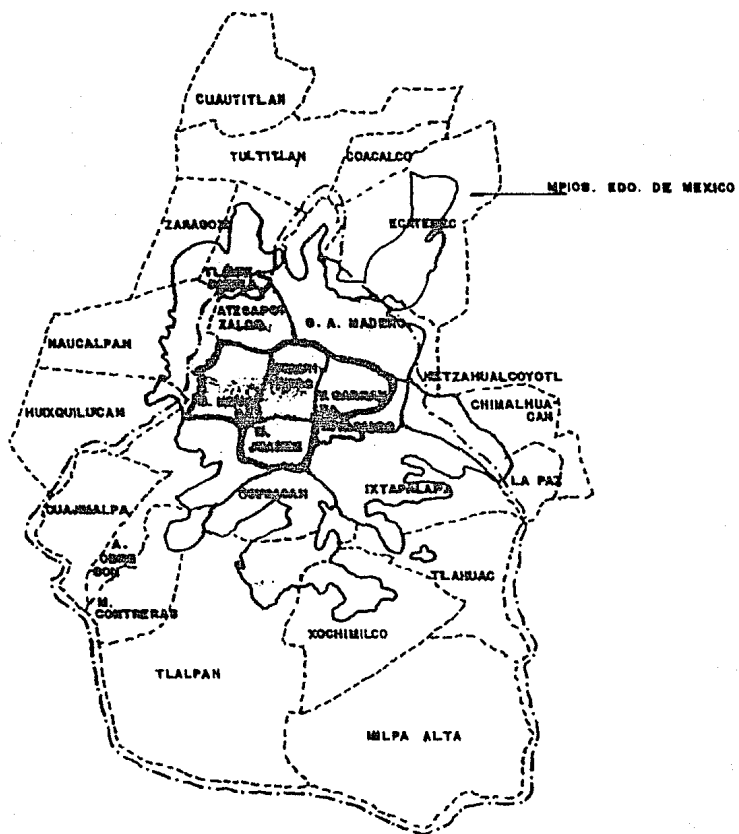
Al estallar la revolución en 1910, termina la etapa independiente y da comienzo la época contemporánea.




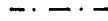
Pese al período revolucionario armado (1910-1920) la ciudad de México sostuvo su hegemonía política, económica y administrativa, de la que se derivó el apoyo fiscal y económico dado por el gobierno federal al Distrito Federal para iniciar en él, a principios de siglo, el proceso de industrialización del país y reforzarlo en 1940, cuando empieza a regir en el país la política de sustitución de importaciones.

Estos procesos históricos se han traducido en un incremento de población y consecuentemente de superficie urbanizada. El número de habitantes de 1910 a la fecha aumentó a 471 000 a 15 500 000 (33 veces) y el área urbanizada creció de 33 a 2 396 km² (72 veces).

Este notable incremento de población que representa el 21% del total del país y más del 90% del de la cuenca, obedece al crecimiento natural, a la migración interna y a la expansión física correspondiendo 3.3, 2.2 y 0.2% respectivamente, lo que significa que la ZMCM ha alcanzado tasas anuales de crecimiento hasta

ZONA METROPOLITANA Y AREA URBANA de la Cd. de MEXICO



-  AREA URBANA
-  ZONA METROPOLITANA
-  CD. DE MEXICO
-  DISTRITO FEDERAL

de 5.7% (Wolffer, 1975).

En cuanto a la superficie urbanizada, ésta se ha extendido sobre todas las delegaciones del Distrito Federal (excepto Milpa Alta) y los 12 municipios ya mencionados del Estado de México, sin que los límites político-administrativos hayan significado mayor obstáculo. Hasta 1930 el AUCM se restringe al contorno de los antiguos límites de la ciudad de México, hasta 1950 sobrepasa los límites de ésta pero se circunscribe a los actuales y a partir de 1950 se extiende hacia el Estado de México, con los que forma la ZMCM (Unikel, 1973).

Con las actuales tendencias de crecimiento se ha estimado que para fines de siglo la ZMCM habrá absorbido a más de 30 municipios de la cuenca y se convertirá en megalópolis con la zona metropolitana Toluca-Lerma, Estado de México, con una población de 31 millones de habitantes.

Se puede concluir que las diferentes etapas de los asentamientos y del crecimiento demográfico de la ciudad de México corresponden a largos procesos históricos en los que han intervenido factores ambientales, económicos, políticos y sociales, los que han interactuado en un complejo sistema, donde cada elemento ha influido en el conjunto, y como se ha expuesto, desde los orígenes históricos más remotos se dieron las bases para la actual explosión demográfica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

En síntesis, se puede afirmar que las causas que la han propiciado obedecen a:

Factores ambientales: acumulación de agua, benevolencia climática, riqueza florística y faunística.

Factores sociales: creación de centros ceremoniales y religiosos.

Factores políticos: ser la capital del virreinato y posteriormente de la república, sede de los poderes federales de la nación.

Factores económicos: Contraste con la pobreza en el interior del país tanto en zonas rurales como en urbanas, reflejada en: mejores servicios públicos, mayor infraestructura, mejores salarios, facilidades fiscales y subsidios para la industria, concentración de la actividad bancaria, etc.

FLORA Y VEGETACION

En este capítulo se tratarán la flora natural y la flora cultivada.

Estudios

La flora natural de la cuenca no ha sido totalmente estudiada, aunque existe un gran número de trabajos que datan desde el período precolonial y que gradualmente se ha ido incrementando, especialmente a partir de 1930. Sobre las descripciones y estudios anteriores a esta fecha Rzedowski y Rzedowski (1979) hacen recopilación más completa.

De 1930 a la fecha el interés por conocer la vegetación de la cuenca se refleja en la creciente cantidad de estudios que hay sobre ella, principalmente de gimnospermas y angiospermas, sin olvidar algunos trabajos para los otros grupos. Las algas han sido tratadas por Samano y Sokoloff (1931) y Sámano (1934); sobre los hongos se puede citar al trabajo de Herrera (1964) en torno a los gasteromicetos como el más completo; los líquenes son estudiados por Gilbert (1935); de Briofitas y Pteridofitas no hay trabajos generales, aunque estos últimos han sido parcialmente estudiados por Matuda (1956) y Arreguín (1971). Como se indicó, son las gimnospermas y las angiospermas los grupos más estudiados, sobre ellas se han hecho trabajos tanto a nivel de los diferentes taxa como sinecológicos. Como ejemplo de estudios taxonómicos tenemos: Calderón de Rzedowski (1969) quien trata el género Peperomia; a nivel de familia la misma autora ha trabajado las Crasulaceae (1974) y las Euphorbiaceae (1980); las Cactaceae han sido estudiadas por Gold (1955) y por Scheinvar (1982). Con los trabajos de

Rzedowski en el Pedregal de San Angel, D.F. (1954), en el lago de Texcoco (1957) y en la mitad norte de la cuenca (1964) se inician los estudios ecológicos de la vegetación de la cuenca. A partir de entonces se han seguido realizando trabajos de este tipo tanto regionales como sinecológicos, destacan los de: Beaman (1965) sobre la flora del Popocatepetl y del Iztaccíhuatl; Madrigal (1967) en torno a los bosques de Abies religiosa; Cruz (1969) sobre los pastizales; Domínguez (1975) quien consideró la vegetación de los páramos de altura, de Pinus y de Abies religiosa del Popocatepetl; Alvarez et al (1982) sobre la vegetación y factores de perturbación del Pedregal de San Angel; Rapoport, Díaz y López (1983) quienes con el fin de detectar plantas indicadoras de alteración ambiental (contaminación y urbanización) y la futura flora adventicia han empezado a trabajar la flora cultivada y la espontánea de la ciudad de México.

Miranda (1963) y Rzedowski y Rzedowski (1979) han clasificado la vegetación de la cuenca en tipos y Sánchez (1969) ha realizado un estudio florístico en el que se pueden identificar gran cantidad de especies.

Es importante mencionar que no existen trabajos cartográficos de vegetación debido probablemente a que las actividades humanas modifican constantemente su distribución tanto por abandonar zonas para su recuperación como por comenzar a utilizar áreas que presentaban vegetación sin perturbar y a que como indica Rzedowski (1970) comunidades tan pequeñas como el bosque mesófilo de montaña apenas se podría cartografiar a una escala mayor de 1: 20 000.

Origen

Biogeográficamente la cuenca se encuentra en la zona de transición de los reinos neártico y neotropical. En las diferentes regiones de la cuenca se encuentra una convivencia de especies de ambas filiaciones con predominancia del elemento neártico.

De acuerdo con Rzedowski (1975) el componente neotropical se encuentra representado con géneros como Fuchsia, Stevia, Tillandsia, etc. En tanto que el elemento neártico está más ampliamente representado en los árboles dominantes de las comunidades forestales con especies de Pinus, Quercus, Alnus y Juniperus entre otros.

A nivel más restringido concuerda con la flora de las montañas de México (Abies, Cupressus) y con la del Altiplano (Adolphia, Menodora) y comparte algunos géneros endémicos de estas regiones como Hilaria, Milla y Eysenhardtia. Presenta también géneros de distribución cosmopolita como Buddleia e Ipomoea Rzedowski (1954). En ciertas zonas de la parte baja de la cuenca existen algunas especies de afinidades termófilas, posibles reliquias de clima más cálido que el actual como Bursera cuneata, Mimosa albida, etc.

El elemento endémico en la cuenca es bastante reducido, no se ha encontrado ningún género, pero se conocen algunas especies como Chenopodium mexicanum, Rumex flexicaulis y Sedum pachucense entre otras, que hasta ahora no se han encontrado fuera de la cuenca.

Distribución

La presencia de ambientes acuáticos, subacuáticos y terrestres, el gradiente altitudinal, la filiación variada y la diversidad de climas favorecen el desarrollo de una gran riqueza florística. Se

ha estimado que distribuidas en los diferentes taxa existen 5 616 especies en la cuenca como se muestra en el Cuadro No. 13.

La gran diversidad de condiciones ecológicas y la riqueza florística de la cuenca se reflejan en la existencia de varias comunidades vegetales.

La clasificación de la actual vegetación de la cuenca en tipos ha sido definida por Miranda (1963) (Cuadro No. 14) y por Rzedowski (1975) (Cuadro No. 15).

Perturbación Antropógena

Las diferentes actividades de los habitantes de la cuenca como son explotaciones agrícolas y forestales, pastoreo, fuego, procesos de urbanización, obras de ingeniería hidráulica, extracción de materiales para construcción, contaminación ambiental, etc. han modificado drásticamente la vegetación natural y consecuentemente la composición de las comunidades.

En general, todas las comunidades de la cuenca han sido afectadas, especialmente las acuáticas y subacuáticas, las cercanas a los centros urbanos y las que se encuentran bajo explotación forestal y agrícola.

Los daños causados se manifiestan en la expansión de unos tipos de vegetación en perjuicio de otros, desaparición o reducción de áreas cubiertas con vegetación natural y secundaria, extinción de comunidades y especies.

Así se tiene que, los bosques de Pinus están siendo sustituidos por vegetación xerófila y matorrales de encinos, la comunidad de Juniperus deppeana se ve invadida por la asociación de Opuntia-Zaluziana-Mimosa, el matorral de Quercus ocupa superficies cubier-

CUADRO No. 13

NUMERO DE ESPECIES DE LA FLORA DE LA CUENCA
SEGUN CATEGORIAS SISTEMATICAS.

<u>Grupo</u>		<u>Número de especies</u>
Fanerógamas		2 016
Angiospermas	2 000	
Gimnospermas	16	
Pteridofitas		150
Briofitas		250
Hongos macroscópicos		2 000
Líquenes		200
Algas		<u>1 000</u>
		5 616 (sin incluir bacterias y hongos microscópicos).

Fuente: Rzedowski (1975).

TIPO	ALTURA (MSNM)	SUELOS	DISTRIBUCION	ESPECIES DOMINANTES
Páramos de altura	4 000			Gramíneas y hierbas. <u>Arenaria</u> , <u>Draba</u> .
Zacatonales	2700-4000	someros		Gramíneas. <u>Festuca</u> sp.
Bosque de oyamei	2700-3500	profundos		<u>Abies religiosa</u>
Bosque de escumifolios	2600-3000		sur y este de la cuenca	<u>Cupressus lindleyi</u>
Encinares	3000		zonas secas a muy húmedas	Varias especies de <u>Quercus</u>
Pinares	2500-4100			<u>Pinus leiophylla</u> , <u>P. montezumae</u> , <u>P. hartwegii</u>
Bosque caducifolio				<u>Salix bonpladiana</u> , <u>J. monticola</u> , <u>Alnus</u> sp.
Bosque bajo escuamifolios.			laderas bajas del noreste	<u>Juniperus deppeana</u>
Agrupación de pirú		profundos pedregosos	dominante en muchas zonas de la cuenca.	<u>Schinus molle</u>
Matorral de encinos			norte y noreste	<u>Quercus microphylla</u>
Selva baja caducifolia.			laderas secas de la sierra de Gpe., Pedregal y SE. de los Reyes.	<u>Ipomoea murucoides</u> , <u>Bursera cuneata</u>
Matorral de palo loco			partes bajas del Pedregal de San Angel, D.F.	<u>Senecio praecox</u>
Nopales e izotales			mitad norte de la cuenca	<u>Opuntia</u> spp., <u>Yucca filifera</u>
Matorral espinoso y selva espinosa perennifolia.		someros y profundos	orientación sur de la mitad norte de la cuenca.	<u>Mimosa</u> sp., <u>Acacia tortuosa</u> , <u>Prosopia juliflora</u> .
Pastizales de <u>Distichlis</u> y agrupaciones de halófitos crasi o subcrasifolios.		salinos	lago de Texcoco	<u>Distichlis spicata</u>

CLASIFICACION DE LA VEGETACION EN TIPOS, RZEDOWSKI (1975)

TIPO	ALTITUD msnm	PRECIPITACION mm	SUELOS	DISTRIBUCION	OBSERVACIONES
Bosque de yamel	2700-3500	1000 - 1400	profundos ri- cos en materia orgánica, hú- medos todo el año.	sierras del sur, parte alta de la sierra de Pachuca y Cerro Xihuingo.	perennifolio, especies dominante: <u>Abies religiosa</u>
Bosque me- dófilo de montaña.	2500-3000	poco más de 1000	profundos, ri- cos en materia orgánica, húme- dos casi todo el año.	2 km ² , partes bajas del Iztaccihuatl y sierra de las Cruces.	principalmente perennifolio, algunas especies caducifolias. Especies do- minantes: <u>Clethra mexicana</u> , <u>Cornus</u> <u>disciflora</u> , <u>Ilex toluicana</u> .
Bosque de Pinus. <u>leionhvlla</u> <u>moncezumae</u> <u>hartwegii</u> <u>rudis</u>	2350-4000 2350-2600 2500-3100 2900-4000 2700-3000	700-1200	profundos o so- meros a veces rocosos	preferentemente en las sierras del sur.	asociado con <u>Quercus</u> sp. asociación casi pura puro o asociado con <u>Alnus firmifolia</u> puro y asociado
Bosque de Quercus	2350-3100	700-1200	profundos o someros.	toda la cuenca	perenifolios o casi, puros y asocia- dos.
Bosque de Juniperus	2450-2800	600-800	poco profundos	norte, noreste y este.	especie dominante <u>Juniperus deppeana</u> , <u>J. monticola</u> y <u>J. flaccida</u>
Montañosal de Quercus	2350-3100	700-900	poco profundos	noreste principal- mente, N, E y W.	<u>Quercus frutex</u>
Pastizales	2250-4300	700-1200	de someros a profundos.	toda la cuenca	predominan las gramíneas 5 tipos. <u>Hilaria cenchroides</u> <u>Buchloe dactyloides</u> <u>Potentilla candicans</u> <u>Calamagrostis tolucensis</u> <u>Festuca</u> spp.
Montañosal xerófilos	2250-2700	400-700	someros o profundos	norte principalmen- te, centro y sur Pedregal	<u>Opuntia</u> , <u>Zaluziana</u> y <u>Mimosa</u> <u>Shinus molle</u> , <u>Yucca filifera</u> <u>Senecio praecox</u> .
Vegetación halófila	menor a 2250		salinos y al- calinos.		Dominan gramíneas: <u>Distichlis spicata</u> y <u>Eragrostis obtusiflora</u> .
Vegetación acuática y subacuática				Texcoco y Zumpango Xochimilco arroyos de zona montañosa.	<u>Typha latifolia</u> <u>Lemma</u> spp. <u>Eichornia crassipes</u> <u>Juncus</u> spp.

Tipos sin com-
posición flo-
rística o de
vegetación
muy restrin-
gida y ruda-
les.

tas por encinares arbóreos. Melo y Oropeza (inédito).

Rzedowski y Rzedowski (1979) contemplan la posibilidad de que más de 150 especies del medio terrestre en la zona se hayan ya extinguido, pues no han sido colectadas en los últimos 50 años, entre ellas: Agrimonia parviflora, Dalea uncinata, Iresine ajucana, etc., así como Cosmos schaffneria, Rubus cymosus y Stevia fluorensioides, estas últimas conocidas únicamente en la cuenca.

Respecto a la vegetación de las comunidades acuática y subacuática, con excepción de la que se encuentra en los arroyuelos permanentes y áreas pantanosas de la zona montañosa, ha sido de las más perjudicadas. Las obras hidráulicas y la contaminación de las aguas han causado que un gran número de plantas asociadas al agua hayan reducido el número de sus individuos, y que otras hayan ya desaparecido. Lot, Novelo y Quiroz (1979) consideran que Scirpus lacustris, Potamogeton foliosus, Nymphaea mexicana y varias especies del género Typha han desaparecido de las aguas de Xochimilco y Mixquic, asimismo, Rzedowski y Rzedowski (1979) estiman que especies como Anemopsis californica, Lotus repens y otras más sólo conocidas en localidades acuáticas restringidas, han desaparecido al secarse sus receptáculos.

Se estima que la flora adventicia representa alrededor del 8% de la flora silvestre de la cuenca (Rzedowski y Rzedowski, 1979) y su comportamiento puede ser ruderal y/o arvense. Como ejemplo de especies que se desarrollan en ambos ambientes, se puede citar a Amaranthus hybridus, Bidens odorata, Poa annua, Solanum rostratum, etc. y entre las más conspicuas en el medio arvense, Cuspi-nera (1967) cita a Bidens pilosa, Encelia mexicana, Medicago hispida y Amaranthus hybridus.

La alteración de la cubierta vegetal en el transcurso del tiempo en extensas superficies de diversas partes de la cuenca ha sido bastante intensa y ha dejado grandes extensiones desprovistas de vegetación o ésta es muy raquítica, quedando el suelo con superficies completamente erosionadas y con difícil recuperación. Además, también ha contribuido a desorganizar el sistema hidrográfico natural, reduciendo la capacidad de infiltración del agua de la lluvia, ocasionando que los manantiales se sequen y que las avenidas se tornen intermitentes y bruscas.

Caso especial de transformación de la cubierta vegetal es el creciente proceso de urbanización de la ZMCM que ha ido absorbiendo vastas extensiones con diferentes tipos de vegetación, como son las superficies ocupadas por bosques de Pinus y de Quercus en las laderas de Monte Alto, de la Sierra de las Cruces y del Ajusco y zonas como el Pedregal de San Angel y la sierra de Guadalupe que albergan especies que no existen en otras áreas de la cuenca, por citar algunos ejemplos de reducción de la vegetación, en cuanto a expansión, se le puede atribuir el crecimiento explosivo de Eichhornia crassipes (de origen brasileño) en los canales de Xochimilco en los últimos años, debido a la eutroficación del medio causada por la introducción de las aguas residuales de la ciudad de México.

Flora cultivada

Los habitantes de la cuenca han ido cultivando varias plantas, tanto nativas como introducidas de diferentes regiones del mundo, con diferentes fines (alimenticio, ornato, reforestación, medicinal, etc.) durante aproximadamente 3 500 años.

Como resultado de ello, la flora cultivada ocupa grandes extensiones, especialmente la que se encuentra bajo explotación agrícola, ésta ocupa casi la mitad del área total de la cuenca (Villegas, 1979; Melo y Oropeza, inédito). Cabe mencionar que casi las 7/10 partes de su extensión (Beltrán, 1971) se realiza en terrenos de topografía accidentada, no aptos para la agricultura, con la consecuente pérdida de suelo.

Las plantas más usadas en zonas agrícolas son las siguientes: Zea mayz (maíz), se encuentra cultivado en toda la cuenca, en altitudes que van desde los 2 240 hasta los 3 000 msnm, ocupa la mitad de la superficie cultivada; otros cultígenos frecuentemente sembrados en los mismos maizales son: Phaeosolus vulgaris (frijol), Vicia faba (haba) y Cucurbita pepo (calabaza). Medicago sativa (alfalfa), Avena sativa (avena) Secale cereale (centeno) y Sorghum vulgare (sorgo), se cultivan en el fondo de la cuenca, en las regiones ocupadas por los antiguos lagos. Agave atrovirens (maguey pulquero), Nopalea ssp. (nopal) y Opuntia spp. son cultivadas principalmente en la mitad norte, pero también a diferentes alturas en la mayoría de las sierras de la cuenca.

En la región chinampera, agroecosistema tradicional, que provoca poco o ningún deterioro y de extraordinaria alta productividad: 4000 kg/ha. (Venegas, 1978 en Toledo, 1983) destacan los cultivos de: Capsicum spp. (chile), Brassica oleracea (col), Raphanus spp. (rábano) Petroselinum crispum (perejil), Daucus carota (zanahoria) Lactuca sativa (lechuga), Chenopodium ambrosioides (epazote), C. album (quelite), Gladiolus spp. (gladiola), Dianthus spp. (clavel) y muchas más.

En el sureste de la cuenca se cultivan: Malus pumila (manzana), Amygdalus persecae (durazno), Pyrus communis (pera), etc. En esta misma región hay plantas semicultivadas, entre ellas: Crataegus mexicana, (tejocote), Prunus capulli (capulín), Juglans spp. (nogal).

Reforestación

Como ya se mencionó, la vegetación de la cuenca ha sufrido una intensa y extensa perturbación, por lo que a principios de este siglo se inicia aunque no en forma continua un proceso de forestación y de reforestación. El propósito de restaurar la cubierta vegetal ha sido combatir la erosión, preservar y aumentar el volumen de los acuíferos subterráneos, frenar los azolves, restablecer las condiciones de los bosques, así como de recreación y ornato.

Los trabajos de reforestación se han realizado principalmente en los predios urbanos y en las laderas montañosas aledañas a la ZMCM, preferentemente en los cerros de la Estrella, del Tepeyac y de Zacatépetl; en las sierras del Ajusco, de las Cruces y de Guadalupe; en las tres secciones del bosque de Chapultepec, San Juan de Aragón, etc., así como en parques, glorietas, camellones y jardines tanto públicos como privados.

Han sido las zonas sur y poniente de la ZMCM en las que se han reforestado mayores superficies (Cerda, 1970; Carvajal, 1970; Calvillo, 1976).

Con elementos arbóreos se reforestan las sierras y las zonas urbanas, en estas últimas se emplean además plantas arbustivas, trepadoras y rastreras.

Los árboles más empleados han sido: Eucalyptus spp, Ligustrum spp, Casuarina equisetifolia, y Schinus molle (Anónimo, 1960; Guevara, en prensa). Como ejemplo de especies arbustivas, trepadoras y rastreras se pueden mencionar: Hydrangea hortensis, Dianthus spp, Gladiolus spp, Rosa spp, Hedera spp., Dahlia spp, etc.

Cabe hacer notar que en las labores de reforestación generalmente no se ha considerado el emplear especies nativas. Los árboles mencionados son los que se cultivan en los viveros que surten a la cuenca, se trata de especies introducidas, de rápido crecimiento, competidoras exitosas y requieren poco cuidado, pero forman agrupaciones poco densas, son pobres formadoras de suelo, impiden el crecimiento de otras especies y no evitan la erosión del suelo.

Un aspecto que conviene señalar es la escasez de áreas verdes. La norma de la ONU indica que debe haber $9 \text{ m}^2/\text{hab.}$ de espacios verdes. En la ZMCM dista mucho de cumplirse, el promedio en la ciudad de México es de $0.41 \text{ m}^2/\text{hab.}$, en el AUCM es de 2.5 y en la ZMCM de $5.2 \text{ m}^2/\text{hab.}$ y la creciente presión demográfica propicia que estas áreas no tengan garantía de permanencia y año con año vayan reduciéndose aún más.

Protección

Para la protección de la flora natural y cultivada (no agrícola) la cuenca cuenta con 20 zonas aproximadamente entre Parques Nacionales y Estatales. Estos se establecieron casi en su totalidad entre 1936 y 1939, con excepción del Desierto de los Leones decretado en 1917 y Molino de Belén en 1952. En la Tabla No. 16

CUADRO NO. 16

PARQUES NACIONALES Y ESTATALES DE LA CUENCA DE MEXICO

<u>Nombre</u>	<u>Localización</u>	<u>Superficie</u> <u>(has).</u>
Zoquiapan	Ixtapaluca, Méx.	20 454
Molino de Flores	Texcoco, Méx.	89
Los Remedios	Naucalpan, Méx.	400
Sacromonte	Amecameca, Méx.	45
El Contador	Texcoco, Méx.	34
Sierra Guadalupe	Tlanepantla, Méx.	6 322
Atizapán	Atizapán, Méx.	300
Sierra Patlachique	Acolman, Méx.	3 123
Sierra Tepetzotlán	Tepetzotlán, Méx.	13 175
Cerro Gordo	S. Martín de las Pirámides, Méx.	3 027
Desierto de los Leones	Distrito Federal	1 900
Cumbres del Ajusco	Distrito Federal	920
Fuentes Brotantes	Distrito Federal	129
El Tepeyac	Distrito Federal	420
Lomas de Padierna	Distrito Federal	610
Cerro de la Estrella	Distrito Federal	1 100
Histórico Coyoacán	Distrito Federal	584
Molino de Belén	Distrito Federal	17
Bosques del Pedregal	Distrito Federal	-
Izta-Popo	Edos. de México y Puebla	25 679
Miguel Hidalgo	Ocoyoacac, Méx.	1 836
TOTAL		<u>80 164 has.</u>

se presenta una lista de ellos mencionando su localización y superficie.

Desde su creación todos han tenido escaso mantenimiento y conservación y no se han respetado sus finalidades ni su superficie. No han cumplido con la conservación e investigación de comunidades ni especies y sus funciones recreativas también han sido descuidadas.

Ejemplo de ello se puede observar en diferentes parques: Lomas de Padierna, Molinos de Belén e Histórico Coyoacán han sido urbanizados (Guevara, en prensa); en el Miguel Hidalgo se construyó el Centro de Energía Nuclear Salazar (Beltrán, 1971) y el de Sacromonte ha sido talado casi en su totalidad (Pisanty, com. pers.). Además, las actividades turístico-recreativas y la mala administración han ocasionado la degradación en muchos de ellos, como en el de Zoquiapan (Oropeza, 1980) y en el del Desierto de los Leones (Alanís, 1976).

Cabe hacer notar que a la fecha la cuenca no cuenta para la protección de áreas naturales con Reserva alguna.

Resulta obvio que en una zona donde las condiciones del medio han sido perturbadas tan intensamente y donde el clima ha sufrido variaciones la reconstrucción de la vegetación resulte casi imposible.

FAUNA SILVESTRE

En este capítulo se presentará un panorama general de la fauna silvestre de la cuenca

Estudios

La fauna de la cuenca no ha sido totalmente estudiada. Los trabajos de la paleofauna se refieren sobre todo a grandes mamíferos. Alvarez (1965) concentra la información sobre ellos, aunque hay también algunos hallazgos para los otros grupos: Brodkorb y Phillips (1973) reportan fósiles de aves; Block (1963) de peces de la familia Ciprinidae y Maldonado (1947a) de anfibios y reptiles subfósiles.

Sobre la fauna de épocas recientes existen también pocos trabajos. Se han estudiado algunos grupos de invertebrados en regiones limitadas, entre ellos se encuentran los de: Barrera (1953) quien trata los Sifonápteros de la cuenca; Lapiedra (1965) sobre los Testáceos del lago de Xochimilco; en el Pedregal de San Angel, D.F. han trabajado Kattain (1971) con Lepidópteros, Flores (1978) con Hemípteros; Ibarra (1979) con quelicerados Beutelspacher (1980) quien estudia los Lepidópteros de la cuenca y Palacios (1981) trabaja con Colémbolos.

Sobre los vertebrados en general pueden citarse los trabajos de Herrera (1888 y 1890) y en particular sobre los diferentes grupos los de: Alvarez y Navarro (1957) quienes han estudiado los peces; los anfibios y reptiles son grupos poco estudiados y se mencionan en los trabajos de Seurat (1900) y Maldonado (1947b y 1953); además, el de Sánchez (1980) sobre la herpetofauna del Pedregal; de aves se pueden citar los estudios de Martín del Campo

(1953); de Ramos (1974) para las aves del Pedregal y el Bab et al (1982) para las del lago de Texcoco; los mamíferos han sido estudiados por Villa (1952 y 1953).

Cabe mencionar la recopilación de Reyes y Halffter (1975) para varios grupos de invertebrados y de vertebrados.

Origen

La fauna de la cuenca tiene un origen fundamentalmente neártico, aunque presenta también algunos elementos neotropicales. (Villa, 1952; Alvarez y Navarro, 1957; Alvarez 1965; Reyes y Halffter 1975; Beutelspacher 1980).

Paleofauna

El registro fósil de la fauna de la cuenca denota que ésta era abundante y variada. La mayoría de los fósiles se han encontrado en Tequixquiac, Méx., Tlapacoya, Méx. y Tepeapulco, Hgo. Se les ha asignado una edad del Pleistoceno o anterior (Alvarez, 1965). Pertenecen a animales que convivieron con los primeros habitantes de la cuenca y que desaparecieron hace 9 000 años aproximadamente, probablemente por fenómenos climáticos y geológicos.

La mayoría de los fósiles encontrados corresponden a grandes mamíferos, entre ellos: Proboscídeos, varias especies de las familias Camelidae y Bovidae y del género Equus spp., etc.

Fauna reciente

Después de la desaparición de la mayoría de los grupos que conformaban la fauna pleistocénica, cuando los habitantes de la cuenca se establecieron como agricultores, encontraron una fauna distinta y variada.

En términos generales se puede considerar a esta fauna asociada a tres grandes ecosistemas: zona lacustre, región montañosa y áreas urbanas.

Zona lacustre

La fauna acuícola y de zonas pantanosas es más rica y variada en los restos de aguas dulces de Xochimilco y Zumpango, en presas y arroyuelos que en los vestigios salobres del lago de Texcoco.

Los invertebrados están representados por gran cantidad de grupos, entre ellos: Helix spp., Physa spp., Cambarellus montezumae, etc. En el lago de Texcoco abundan particularmente Hemípteros (Corisella mercenaria, C. texcocana, etc) cuyos nidos son abundantes sobre hidrófitas del género Potamogeton (Ancona, 1933).

Entre los vertebrados existen algunos anfibios como Siredon humboldti, S. mexicanum, Hyla eximia, Buffo compactilis, etc. (Maldonado, 1953), de reptiles el mismo autor (op. cit.) menciona a Gerrhonotus liocephalus, Kinosternon spp, Tamophis spp., etc.

Entre las especies más abundantes de peces reportadas por Alvarez (1953) y Gómez (1978) se encuentran: Chirostoma humboldtianum, C. jordani y Girardinichtys viviparus.

De aves asociadas al medio lacustre se pueden citar varias especies del género Anas spp., Buteo spp. y Falco spp. y la endémica Rallus langirostris, entre otras. Durante el invierno es posible observar en la cuenca varias especies de aves migratorias, aunque sus visitas son menos frecuentes debido a la reducción de áreas de reproducción (Canadá y Estados Unidos) y a las de hibernación en la cuenca (Leopold, 1965), entre las más comunes se encuentran: Oxyura jamaicensis rubida, Arenaria macularia y Recur-

virostra americana.

Ninguno de los mamíferos que habitan actualmente la cuenca presenta hábitos acuáticos o anfibios, aunque algunos como Cratogeomys merriami y Bassariscus astutus astutus viven en las márgenes de los lagos (Villa, 19512).

Región montañosa

La distribución de la fauna de las montañas guarda una estrecha relación con la vegetación, por lo que en la región norte de la cuenca, zona semiárida con exigua vegetación, la fauna es bastante escasa, en tanto que en la porción sur, adonde la vegetación es mucho más abundante y variada, existe una mayor diversidad y cantidad de especies faunísticas.

Reyes y Halffter (1975) han asociado la fauna de las montañas con cuatro pisos altitudinales de acuerdo a la clasificación de la vegetación de Rzedowski y Rzedowski (1979):

Las comunidades de Quercus, Pinus y Abies y el pastizal de Hilaria cenchroides (2 500 - 3 000 msnm) sostienen una variada fauna. Se pueden observar gran cantidad de insectos en varios microhabitats: coleópteros en troncos podridos de Pinus spp. en excremento de mamíferos, en nidos de tuzas, etc. Abundan también los lepidópteros como Evita hyaliniaria, la cual en estado larvario constituye una seria plaga en el bosque de Abies spp. y a Synopcia eximia que en la misma fase se alimenta de Buddleia spp. (tepozán).

Se han encontrado anfibios como Pseudeurycea leprosa en troncos podridos de diferentes árboles, especies de los géneros Hyla y Rana que viven cerca de los arroyos. Asimismo, se han observado varias especies de reptiles del género Sceloporus, González (1964)

reporta a S. grammicus como la especie más abundante. Se han visto también varias especies de las familias Colubridae y Crotalidae.

Se han citado más de cien especies de aves aunque con escasos ejemplares. La mayoría son especies invernantes, las residentes existen en mucho menor proporción, entre éstas, las más observadas son: Hylocharis spp, Hirundo spp y Passer spp.

Entre los mamíferos se pueden encontrar varias especies de roedores de los géneros Peromyscus, Neotomodon y Microtus, de este último género la especie M. mexicanus mexicanus constituye un importante eslabón en la alimentación de otros mamíferos, entre ellos: Canis latrans cagotis y éste a su vez es depredador de Sciurus spp. y de Sylvilagus spp. Menos abundantes son: Lynx rufus escuinapae, Didelphis marsupialis, Odocoileus virginianus, herbívoro íntimamente ligado a los bosques de Quercus y Urocyon cineroargenteus, estas dos últimas especies son los animales más intensamente cazados.

Entre los 3 000 y 3 500 msnm, adonde se desarrollan los bosques de Abies, de Pinus montezumae y la pradera de Potentilla candicans y zacatonales subalpinos, gran parte de las especies son las mismas del piso anterior, sin embargo, hay algunas especies típicas de este piso como Romerolagus diazi, especie endémica de la cuenca, otros mamíferos característicos de los zacatonales subalpinos y de los bosques de Pinus son: Cryptotis alticola y Sylvilagus cunicularis. Especies del género Thomomys spp. son abundantes en la pradera de Potentilla candicans, adonde también hay gran cantidad de insectos.

Entre los 3 500 y los 4 000 m donde se desarrollan el bosque

de Pinus hartwegii y zacatonales subalpinos como Calamagrostis tolucensis, Festuca amplissima, etc. la fauna es muy escasa, encontrándose esporádicamente algunas especies de alturas inferiores. En el bosque de Pinus hartwegii es frecuente encontrar al coleóptero Trechus aztec Jeannel.

A partir de los 4 000 m se han observado coleópteros sílfidos como Pteroloma sallei y Calathus bolivari entre los pastizales alpinos.

Areas urbanas

Existen animales que han encontrado un medio favorable para su desarrollo en los ambientes urbanos. Se han observado una gran variedad de insectos, entre ellos, varias especies de Lepidópteros, Beutelspacher (1980) reporta a Papilio multicaudatus como la más abundante en la cuenca; en parques y jardines son frecuentes varias especies de Himenópteros, Coleópteros, Ortópteros, Dípteros, etc. también en estos ambientes es frecuente encontrar a la Rana montezumae, a Bufo compactilis y especies del género Sceloporus. Asimismo, es común la presencia de aves, las más adaptadas a las condiciones urbanas son Passer domesticus, Scardafella inca y Papilo fuscus, viven en los jardines y se alimentan de la basura, Escalante y Rodiles, (inédito); también es frecuente observar aves canoras como: Parus selateri, Thurdus rufopaliatus, etc. Castillo (1974) reporta a Nycticorax n. hoactli y Nycatanassa violacea adaptadas al bosque de Chapultepec.

Existen poblaciones de mamíferos como Rattus norvegicus, Mus musculus, Rattus rattus, etc. que han encontrado en el medio urbano un ambiente ideal para su desarrollo.

Dentro de la ZMCM existen comunidades naturales como el Pedre-

gal de San Angel, D.F. y los cerros del norte de la ciudad de México, que han quedado rodeadas por zonas urbanizadas, adonde se encuentran varias especies que subsisten adaptándose a las nuevas condiciones.

El Pedregal de San Angel, zona de las más estudiadas, alberga una variada fauna, particularmente notoria en cuanto a insectos se refiere, ya que las diferentes condiciones topográficas y de vegetación favorecen una rica fauna entomológica (Kattain, 1971). Sobre quelicerados, Ibarra (1979) menciona que las arañas de la localidad ocupan una gran diversidad de nichos y reporta a Neoscona oaxacnesis como la especie más abundante.

En cuanto a la fauna herpetológica, Díaz (1961) reporta la existencia de Phrynosoma o. orbiculare, Crotalus molossus, entre otras.

Sobre las aves, Ramos (1974) menciona especies de las familias Colibridae, Parulidae y Fringillidae asociadas a Pinus spp. y a Senecio praecox. Mamíferos asociados con zacates como Epicampes robusta son: Didelphis spp, Citellus v. variegatus, Spilogale spp y Dasypus spp.

Intervención humana

Actividades como la cacería, creación de zonas agrícolas, deforestación, disminución de cuerpos lacustres, urbanización y contaminación se han traducido en la pérdida de los diferentes hábitats así como en la eliminación de eslabones en la cadena alimenticia, acarreando la reducción y extinción de especies y la proliferación de fauna adventicia.

La fauna de la región lacustre, la de la planicie y la de las laderas circundantes ha resultado la más afectada.

Entre los animales acuáticos, Alvarez (1953) considera extintas a Evarra eigenmanni y a E. tlahuacensis, otras especies como Girardinichtys innominatus por Seurat (1900) y Soto (1953) y Aztecula vitata por Soto (op.cit) no han vuelto a citarse en trabajos posteriores. Asimismo, la riqueza de la avifauna lacustre ha disminuído enormemente tanto en las especies residentes como en las migratorias. Entre las primeras, Reyes y Halffter (1975) contemplan la posibilidad que especies como: Anas d. diazi, Aramides cajanea, Porphyryla martinica entre otras, se hayan ya extinguido. Respecto a las segundas, los mismo autores consideran que especies como Pelecanus erythrorhynchus, Phalacrocorax pelagicus y Plegadis falcinellus ya no visitan más la cuenca.

De la fauna de la región montañosa, Reyes y Halffter (1975) han concluído que entre los mamíferos Felis pardalis, Procyon lotor y Nasua narica han desaparecido y en vías de extinción se encuentran Odocoileus virginianus, Taxidea americana y algunos otros. Esto mismo es aplicable para todos los otros grupos, aunque resulte más fácil concluir para peces, aves y mamíferos.

En cuanto a la expansión de la fauna adventicia es en los centros urbanos y en las zonas agrícolas, adonde a causa de la provisión ilimitada de alimentos y a la eliminación de sus depredadores naturales han encontrado el mejor ambiente para su proliferación. Ejemplo de ésto es el incremento en las poblaciones de algunos insectos como Diabrotica spp, Epilachna varivestis y Epitrix cucumeris en los cultivos y de varios roedores, entre ellos: Rattus norvegicus y Mus musculus tanto en las zonas agrícolas como en las urbanas. Para las dos últimas especies, González (1980) in-

dica que sus principales depredadores: Taxidea taxus y Pituophis melanoleucus han sido prácticamente eliminados.

Para la conservación de la fauna terrestre que aún alberga la cuenca se han decretado vedas permanentes para las especies de caza y se han establecido Parques Nacionales y Estatales (mencionados ya en el capítulo de flora) pero ninguna de estas medidas es respetada y varias especies siguen reduciéndose y extinguiéndose.

CONTAMINACION

La contaminación ambiental en la cuenca en términos generales obedece a causas artificiales ocasionadas por las diferentes actividades humanas que liberan al medio sustancias (sólidos, líquidos, gases, humos, aerosoles, etc.) de diversa índole. Proceden principalmente de procesos industriales, de la circulación de vehículos de combustión interna, de desechos municipales y de excretas humanas y animales; además las alteraciones producidas en el sistema lacustre, en los suelos y en la vegetación han ocasionado la dispersión de grandes cantidades de partículas de tierra. Su presencia ha alterado las condiciones naturales de sus receptores: aire, agua y suelo, afectando a la flora, a la fauna y a la salud de sus habitantes.

El problema de contaminación en la cuenca se incrementa a partir de 1940, cuando las concentraciones industrial y demográfica aumentan considerablemente.

Contaminación atmosférica

Las primeras estimaciones sobre la contaminación atmosférica en la cuenca fueron hechas por Bravo et al (1958) mediante muestreos químicos y por Jáuregui (1958) evaluando la turbiedad del aire. A partir de entonces, la UNAM y la Secretaría de Salubridad y Asistencia inician programas de análisis de identificación y concentración de los contaminantes existentes en la cuenca. En 1972 la Subsecretaría del Mejoramiento del Ambiente pone en servicio un sistema automático de monitoreo del aire, sin embargo, Bravo (com. pers.) señala que los resultados obtenidos no han sido satisfactorios. Actualmente, el Centro de Ciencias de la Atmósfera y la Subsecretaría de Ecología realizan estudios para cuantificar los ni-
tu, bleda

niveles de contaminación atmosférica en la cuenca.

Cabe hacer notar que los estudios que se han efectuado hasta ahora salvo escasas excepciones se restringen a la ZMCM. No se ha considerado que aunque la ZMCM concentre la mayor cantidad de población, de vehículos y de actividades industriales los contaminantes no se limitan a las zonas de emisión, debido a que los movimientos atmosféricos los dispersan. Además de que también existen otros centros demográficos (Texcoco, Méx., Pachuca, Hgo., etc.) así como industriales (Ciudad Sahagún, Hgo.) y la zona minera de Pachuca, Hgo., que los vehículos circulan por todas las vías de comunicación de la cuenca, que los suelos erosionados, las zonas de extracción de materiales para construcción y los animales del sector pecuario se encuentran preferentemente fuera de la ZMCM. Por otro lado, también recibe las emisiones de la cercana región industrial de Tula, Hgo.

Aunque en 1977 la Subsecretaría del Mejoramiento del Ambiente empezó a elaborar el "Índice mexicano de la calidad del aire" a la fecha la cuenca en general y la ZMCM en particular no cuentan con normas de calidad del aire ni con sistemas de detección de daño significativo. La información sobre las concentraciones de los diferentes contaminantes identificados es bastante escasa y confusa. Los muestreos no se realizan con regularidad, los métodos utilizados son diferentes y las zonas estudiadas no son siempre las mismas. Para tener una idea relativa de los niveles de contaminación, cuando se mencionen cifras, los criterios de comparación (tiempo, normas, ciudades) se harán en base a la información disponible.

Los altos niveles de contaminación atmosférica en la cuenca se

deben principalmente a 3 factores: las condiciones orotopográficas, la presencia de la ZMCM y a las grandes extensiones de suelos erosionados.

Las condiciones orotopográficas de la cuenca limitan la circulación de los vientos y favorecen la formación de inversiones térmicas impidiendo con ello la difusión de los contaminantes (Mosiño, 1971; Jáuregui, 1972). Su altura (2 230 - 5 442 msnm) propicia la conversión de algunos contaminantes primarios como el bióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno a contaminantes secundarios: ozono y peroxiacetilnitrato (PAN) Bravo y Magaña (1979). Por otro lado, la respiración normal de la cuenca se realiza por el corredor Tula-Mixcoac, adonde se localiza una gran parte de la industria.

Contener en su sima a la ZMCM, que consume 185 000 barriles/día de petróleo (SAHOP, 1978b) para el uso de sus más de 130 000 industrias y de su creciente número de vehículos de combustión interna (48 000 en 1940 y 2 300 000 actualmente) y una población de 15.5 millones de habitantes que generan alrededor de 12 000 tons/día de desechos.

Más del 80% de sus suelos están erosionados, ocasionando que el viento eleve y transporte enormes cantidades de polvo.

Contaminación por el uso de combustibles

Se distinguen dos tipos de fuentes contaminantes que utilizan combustibles: fijas y móviles. Ambas consumen energéticos derivados del petróleo que liberan diariamente grandes cantidades de sustancias contaminantes a la atmósfera. En el Cuadro No. 17 se muestra la emisión diaria del aire de contaminantes por el uso de combustibles durante 1971 en la cuenca.

Fuentes fijas

La emisión de contaminantes atmosféricos por estas fuentes en la cuenca está dada fundamentalmente por emanaciones provenientes de industrias, plantas termoeléctricas, las refinerías de Atzacapatzalco y Tula; además, por un gran número de tortillerías, panaderías, tintorerías y baños públicos y en menor escala por actividades domésticas e incendios.

En los diferentes procesos se queman combustibles que contienen bióxido de azufre, además de cantidades apreciables de hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, sulfuro de hidrógeno, aldehídos, etc. y partículas de metales pesados, siendo los más abundantes: cobre, mercurio, cadmio, cromo, zinc y plomo.

En el Cuadro No. 18 se exponen los principales tipos de industrias en la cuenca productoras de SO_2 en orden de importancia según su consumo total de combustibles.

En el cuadro No. 19 se muestran las concentraciones de SO_2 obtenidas en los años 1976 y 1978 en las zonas noreste y noroeste de la ZMCM donde se localiza la mayor concentración industrial de la cuenca. En él, puede observarse un incremento de más del 90% para las dos zonas en los años considerados.

Para partículas en suspensión, Bravo y Magaña (1979) encontraron concentraciones mayores a $250 \mu g/m^3$ en las zonas noreste y suroeste de la ZMCM; datos publicados por el DDF (1980) dan valores de $450 \mu g/m^3$ para las zonas noreste y noroeste de la ZMCM. Los valores máximos propuestos por la norma primaria americana son de $75 \mu g/m^3$. En ambas evaluaciones, los niveles en las tres zonas exceden ampliamente los límites de esta norma (Fig. No. 16).

CUADRO No. 18
 CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE INDUSTRIAS PRODUCTORAS DE
 SO₂ EN LA CUENCA.

<u>Actividad</u>	<u>Consumo combustible</u> <u>m³ día</u>	<u>Producción SO₂</u> <u>ton/día.</u>
Fabricación de papel, cartón y celulosa	580.98	40 784
Laminación de metales(proceso en ca- liente)	433.24	30 413
Vidrio,(fabricación,tallado,grabado)	383.98	26 955
Cemento	373.43	26 214
Elaboración de pan	286.58	20 118
Fabricación de tortillas	265.37	18 628
Fabricación de refrescos	203.28	-
Elaboración de cerveza	194.67	13 665
Fabricación de hule, llantas	189.75	13 320
Fabricación de artículos metálicos	158.78	11 146
Aparatos eléctricos, implementos y materiales.	135.80	9 533
Armado de automóviles	121.98	8 562
Plásticos y artículos de baquelita	105.22	7 386
Telas, hilos (acabado, teñido y es- tampado)	91.83	6 440
Pinturas, barnices, tintas para im- prenta.	88.10	6 184
Total ZMCM	3 612.99 m ³ 68.8%	253 618
Total fuera ZMCM	1 362.14 31.2%	114 870
Total cuenca	5 249.13 m ³ /día	368 488 ton/día

Fuente: SAHOP (1978a)

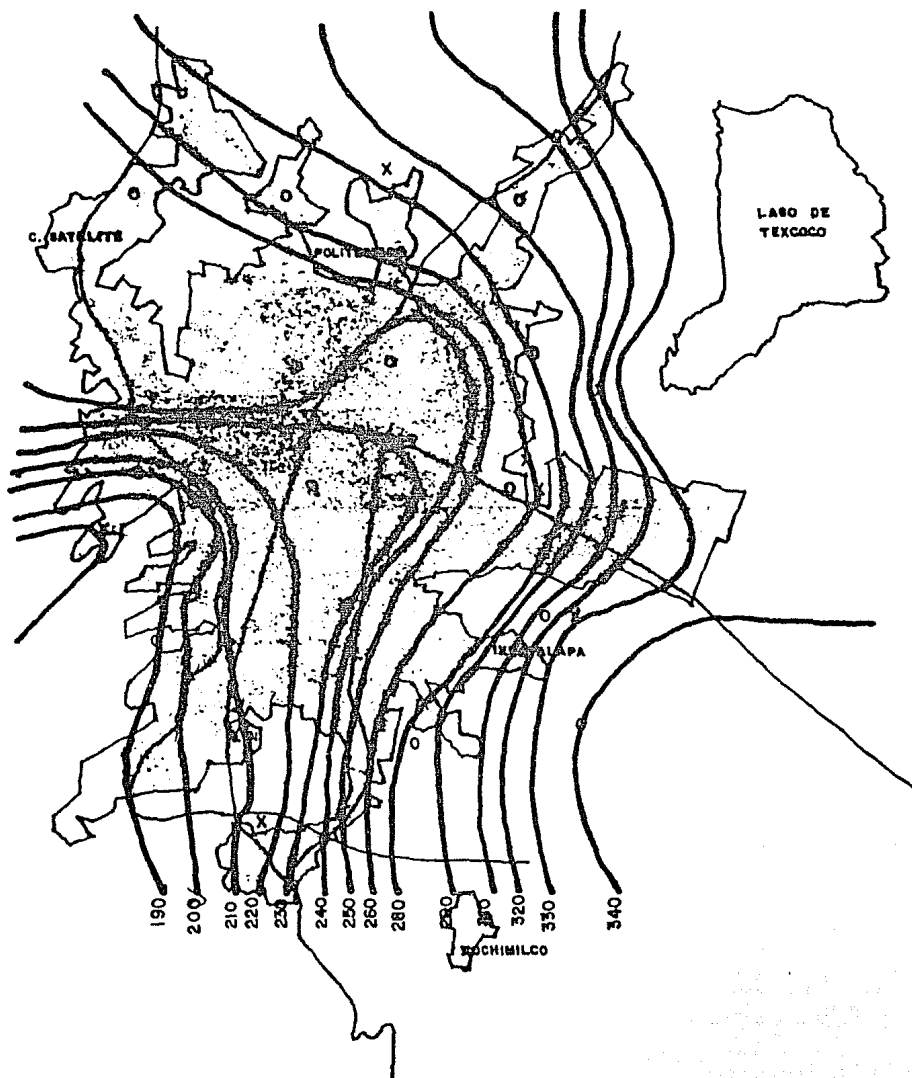
CUADRO No. 19

CONCENTRACIONES DE SO₂ EN LAS ZONAS NE Y NW DE LA ZMCM EN 1976 y 1978.

Mes	NW	NE	NW	NE
	1976 (ppm)	1976 (ppm)	1978 (ppm)	1978 (ppm)
enero	0.041	0.036	0.072	0.059
febrero	0.031	0.038	0.052	0.076
marzo	0.032	0.020	0.064	0.086
abril	0.034	0.041	0.059	0.056
mayo	0.031	0.027	0.036	0.046
junio	0.019	0.020	0.025	0.022
Promedio	0.031	0.030 ppm	0'056	0.057 ppm.

Fuente: S.S.A., Memorándum Técnico SMA/DESAT 04-78, en:
Bravo y Magaña (1979).

COMPORTAMIENTO Y TENDENCIA DE LAS PARTICULAS TOTALES
EN SUSPENSION DURANTE 1978 (Ugr/m³)



o EST. AUTOMATICA

x EST. MANUAL

CONTOUR
1978

Fuentes móviles

Las fuentes móviles (vehículos) son responsables del 60% de la contaminación producida por el uso de combustibles en la cuenca.

Se considera al SO_2 como indicador de la contaminación producida por industrias y al CO por vehículos. En el Cuadro No. 20 se pueden observar las diferencias e incrementos correspondientes.

La emisión de contaminantes por vehículos se ve afectada por varios factores: calidad de la gasolina, estado del motor y velocidad de circulación.

En el refinamiento de las gasolinas en México se usan productos de mala calidad, lo que ocasiona una mayor liberación de contaminantes (Rivera, 1971). La emisión de contaminantes en base a 1 m^3 de gasolina refinada en México, se describe en el cuadro no. 21.

De acuerdo con los datos expuestos en el Cuadro No. 21 y con el consumo de gasolina en la cuenca el que según SAHOP (1978a) para 1973 fué de 3 615 000 y para 1974 de 3 890 00 m^3 /año, se tiene que para esos años, la emisión de contaminantes emitidos a la atmósfera por el uso de gasolina fue de 2 129 235 y 2 291 210 kg/año de contaminantes respectivamente.

Además, el uso de tetraetilo de plomo como antidetonante origina que diseminen plomo. Bravo y Corona (1969) en mediciones hechas en la ciudad de México encontraron niveles de 5.11 g/m^3 , concentración 3.5 veces mayor que la de la ciudad de Cincinnati y 2.5 que la de Nueva York.

CUADRO No. 20

EMISION DE SO₂ Y CO DURANTE 1973 y 1977 EN LA CUENCA

Año	SO ₂ tons/año	CO tons/año
1973	136 975	180 675
1977	299 890	588 860

Fuente: SAHOP (1978a)

CUADRO No. 21

EMISION DE CONTAMINANTES EN BASE A UN m³ DE GASOLINA
EN MEXICO

Contaminante	Cantidad
CO	536 kg
HC	22
NO	29
SO ₂	1
Partículas	1
TOTAL	<hr/> 589 kg.

Fuente: Ramírez (1973)

Respecto a la velocidad de circulación, ésta resulta muy lenta en comparación con otras ciudades del mundo; pues mientras en París y Londres la velocidad promedio es de 23 km/h en la ciudad de México es tan sólo de 12 km/h., debido probablemente al reducido número de vías denominadas rápidas, respecto al total de vías de comunicación.

Pese a que las fuentes móviles contribuyen con el 60% de la contaminación atmosférica, puede considerarse a las fijas como las más dañinas, ya que además de contaminar el aire, descargan aguas residuales y desechos sólidos que afectan por igual al aire, al agua y al suelo.

Contaminación por desechos

Esta fuente de contaminación en la cuenca está dada por los desechos sólidos municipales (basura) y por excretas humanas y animales.

La contaminación atmosférica en la cuenca por la basura constituye un serio problema pues tan sólo en la ZMCM se estima que los desechos ahí generados son del orden de 12 000 tons/día y existe únicamente una planta de recicló-composteo con capacidad para procesar 700 tons/día (Siller, 1981), lo que implica que 11 300 tons/día de desechos que pueden ser recicladas quedan expuestas a la acción del viento, dispersa o depositada en tiraderos a cielo abierto favoreciendo la proliferación de fauna nociva (bacterias, moscas, ratas, etc.). Además, la acumulación de desechos fermentables por acción bacteriana produce gases altamente tóxicos e inflamables como metano, ácido sulfúrico y otros, que en ocasiones al ascender la temperatura pueden originar com-

combustiones espontáneas como las ya ocurridas en el tiradero de Santa Cruz Meyehualco, D.F. (Velázquez, 1982) de las que han surgido grandes cantidades de humos, gases, partículas, etc. contaminando la atmósfera y dañando la salud de los habitantes de las zonas adyacentes.

Los desechos animales, especialmente los del sector pecuario y los de los habitantes de la cuenca que carecen de servicios sanitarios son responsables de la gran cantidad de microorganismos presentes en la atmósfera de la cuenca. Unicamente en la ZMCM se calculó que en 1973 existían alrededor de 2 millones de personas en esas condiciones que producían 248 tons/día de excretas (Vizcaíno, 1975).

A este fenómeno se añade el no menos grave problema de las 7 000 has. del lago de Texcoco cubiertas con aguas negras que dejan una capa de detritos de 3 cm. de espesor que en la estación seca del año son levantados por el viento contaminando la atmósfera con bacterias patógenas (Valenzuela y Calderón, 1973).

Estudios realizados por la Subsecretaría del Mejoramiento del Ambiente durante 1974-1975 en varios sitios de la ZMCM encontraron una gran variedad de agentes patógenos (virus, hongos, bacterias) cuyo número de colonias/m³ de aire llegó a ser incontable (SAHOP, 1978a).

Contaminación por tolvaneras.

Este tipo de contaminación en la cuenca obedece al levantamiento de partículas de suelos erosionados, producto de la desecación de los antiguos lagos, de la tala de vegetación así

como de las zonas bajo explotación agrícola y de las de extrac
ción de materiales para construcción. Estas actividades huma-
nas se han traducido en la erosión de más del 80% de los sue-
los de la cuenca. Estos suelos erosionados originan tormentas
de polvo que contaminan la atmósfera.

Todas las zonas erosionadas de la cuenca producen tolvaner-
as, pero son las llanuras áridas y con escasa vegetación del
centro y noreste de la cuenca, particularmente el área del ex-
lago de Texcoco, las principales fuentes de polvo.

Las tolvaneras ocurren especialmente durante la estación
seca del año, cuando los fuertes vientos que se presentan en
la cuenca transportan el polvo con trayectorias de NE a SW y de
ENE a WSW, resultando las regiones norte, centro y oriente de
la cuenca las más afectadas (Wolffer, 1975). Bravo (1975) re-
porta de 30 a 50 tons/km²/mes de polvo depositado por gravedad
en los sectores norte y este de la ZMCM y de 9 a 12 tons/km²/
mes en los sur y poniente.

Por otro lado, las zonas bajo explotación minera de la ciu-
dad de Pachuca, Hgo. y la extracción de materiales obtenidos de
diferentes regiones de la cuenca también contribuyen con emisi
ones de polvo a contaminar la atmósfera.

Distribución

La distribución geográfica de los diferentes contaminantes
atmosféricos varía de acuerdo a la densidad de fuentes contami-
nantes, condiciones medioambientales y circulación de los vien-
tos. De acuerdo a estos parámetros se puede asumir que las zo-
nas con mayor concentración de contaminantes atmosféricos en

la cuenca sean la mitad norte y la ZMCM. En efecto, la mitad norte de la cuenca, área con mayor concentración fabril, con menor cubierta vegetal, con mayores extensiones de suelos erosionados y más afectada por la circulación de los vientos presenta niveles de contaminación más altos que la mitad sur de la cuenca. Dentro de la ZMCM resultan particularmente afectadas las regiones norte, centro y oriente por presentar una mayor densidad de fábricas y de población que las zonas sur y poniente y por las mismas causas que la mitad norte en cuanto a circulación de los vientos y a cubierta vegetal se refiere.

En lo que respecta a su distribución en el tiempo, los gases, humos y partículas en suspensión alcanzan sus máximos valores en la estación seca del año (octubre a mayo). Es en los meses invernales cuando el fenómeno de inversión térmica es más frecuente debido a un mayor enfriamiento del aire cercano al suelo, requiriendo de una mayor cantidad de trabajo para elevar las capas superiores de aire más tibio. En los meses de febrero y marzo se presenta una mayor turbulencia del aire provocando que grandes cantidades de polvo rasante al suelo sean levantadas y transportadas por el viento.

Durante el período de lluvias disminuye la concentración de los contaminantes atmosféricos, aunque entonces se produce la llamada "lluvia ácida" cuyas concentraciones y efectos empiezan a evaluarse.

Daños

A partir de las muertes ocasionadas por epidemias de contaminación como las ocurridas en Donora, Penn. (1948); Poza Rica,

Ver, (1950) y Londres (1952) se iniciaron en varios países minuciosos estudios sobre los efectos causados por la contaminación. De éstos se ha podido establecer que diversos estados patológicos que van desde la irritación de ojos y sistema respiratorio hasta la muerte están relacionados con la contaminación (Turk, Turk, Wittes y Wittes, 1976). Además, sus nocivos efectos también repercuten en la flora, la fauna, el clima, los instrumentos y las construcciones, reducen la visibilidad y disminuyen la capa de ozono en la atmósfera superior, lo que permite que grandes cantidades de luz ultravioleta perjudicial lleguen a las capas inferiores de la atmósfera.

En la ZMCM se han empezado a hacer algunos estudios sobre los daños ocasionados por la contaminación atmosférica, tanto en lo que concierne a la salud de sus habitantes como a la flora, la fauna, el clima y la turbiedad atmosférica.

Entre los estudios hechos para evaluar su repercusión sobre la salud de sus habitantes, se encuentran el de Báez et al (1975) quienes realizaron muestreo en la zona de Lechería, Méx, adonde la población ha estado expuesta a la contaminación por cromo, proveniente de la Fábrica Cromatos de México. Los resultados encontrados se indican en el Cuadro No. 22.

Ordóñez (1970, en Guevara en prensa) menciona que la mortalidad por bronquitis, enfisema y asma en el Distrito Federal llega a ser el doble respecto a otros sitios.

En cuanto a los perjuicios ocasionados a la vegetación, Rapoport, Díaz y López (1983) encontraron un decremento en el número de especies tanto en las espontáneas como en las culti-

CUADRO No. 22

CONCENTRACIONES DE CROMO EN PELO Y ORINA EN LECHERIA, MEX.

	Niños		Adultos		Trabajadores de la Fábrica.
	Lechería	Z. control.	Lechería	Control	
pelo	5.9 ppm	0.9 ppm	7.4	0.63	
orina	25.2 ng/ml	10.8	24.4	11.26	44.3

Fuente: Báez et al (1975)

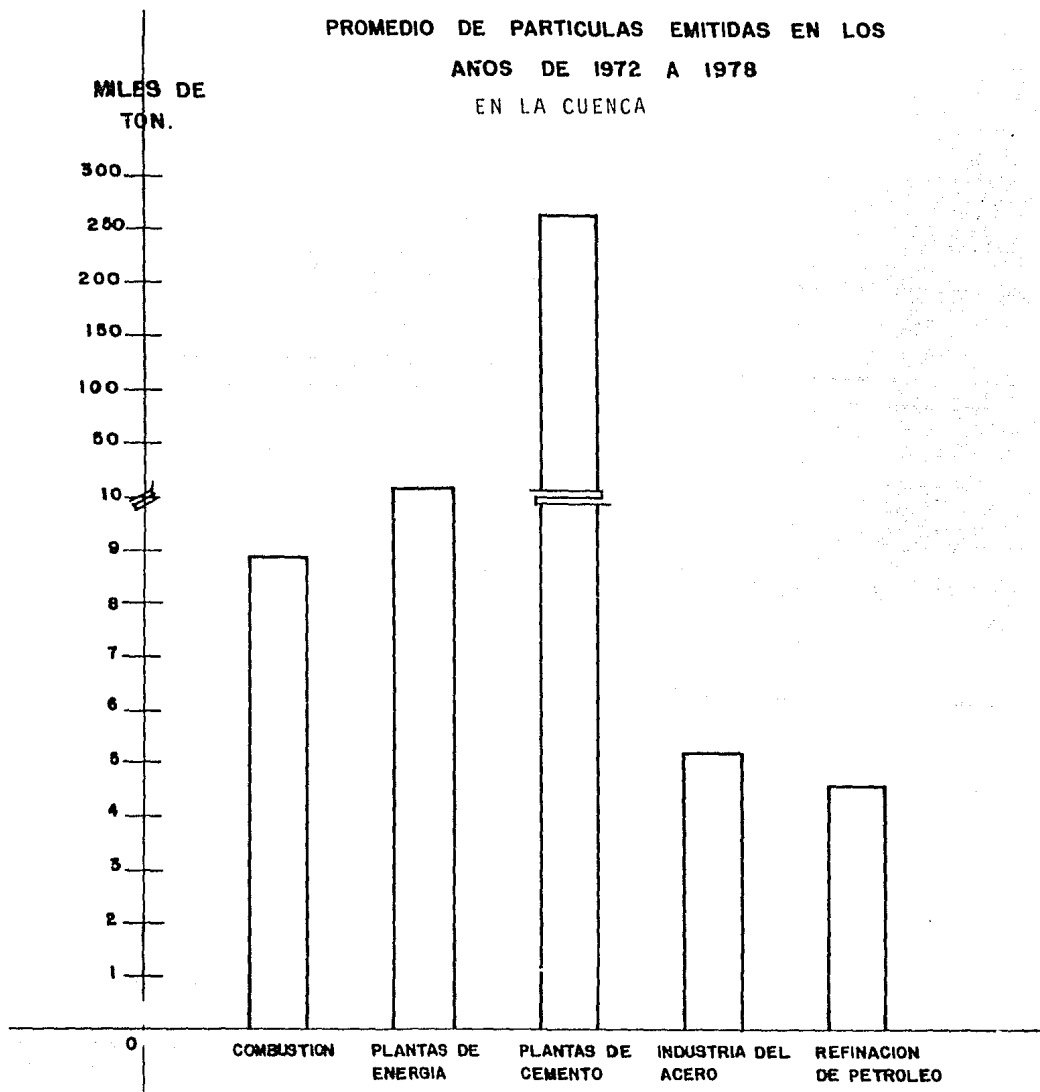
vadas en relación al incremento de la concentración de partículas en suspensión y una disminución en el número de especies espontáneas respecto al aumento de la concentración de SO_2 . Tovar (1978) observó que los álamos (Populus) de la ciudad de México, muestran acúmulo de polvo, cenizas y aerosoles en sus hojas y que éstas han reducido su tamaño, lo que conlleva una disminución en el proceso fotosintético.

En cuanto al clima, se ha registrado un aumento en la temperatura media anual de $1.1^{\circ}C$ en la ciudad de México de 1940 a 1970 (Wolffer, 1975). Este aumento también se debe a la sustitución de los suelos naturales por concreto. Respecto a la mayor precipitación que se recibe en las ciudades con atmósferas contaminadas, debido a que los aerosoles sirven de núcleos de condensación de humedad, en la ZMCM no existen suficientes datos que permitan evaluar si los niveles de lluvia recibidos han sufrido cambios.

La capa de contaminantes presente en la atmósfera en la ZMCM ha ocasionado que la visibilidad en ésta haya ido decreciendo notoriamente. Jáuregui (1972) reporta que las visibilidades menores de 2 km en Tacubaya, D.F. en 1937 tenían una incidencia de 25 a 30% y para 1966, éstas aumentaron su frecuencia hasta 70 y 80%, asimismo, indica que la visibilidad media en 1937 era de 15 a 20 km y para 1966 era de 2 a 4 km.

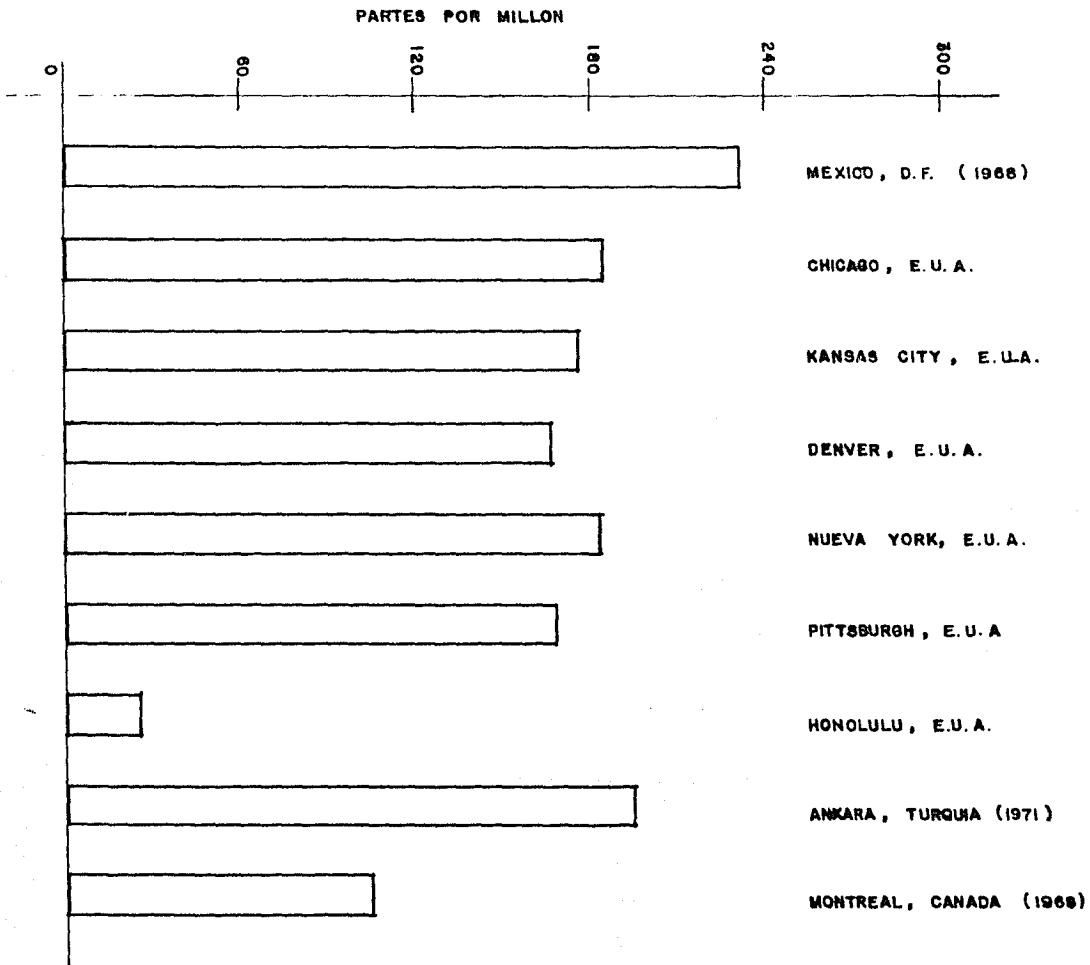
Cabe hacer notar que no se encontraron trabajos sobre los daños ocasionados por la contaminación atmosférica en la fauna de la cuenca, así como tampoco mediciones en los niveles de la capa de ozono ni de las cantidades recibidas de luz ultravioleta.

PROMEDIO DE PARTICULAS EMITIDAS EN LOS
AÑOS DE 1972 A 1978
EN LA CUENCA

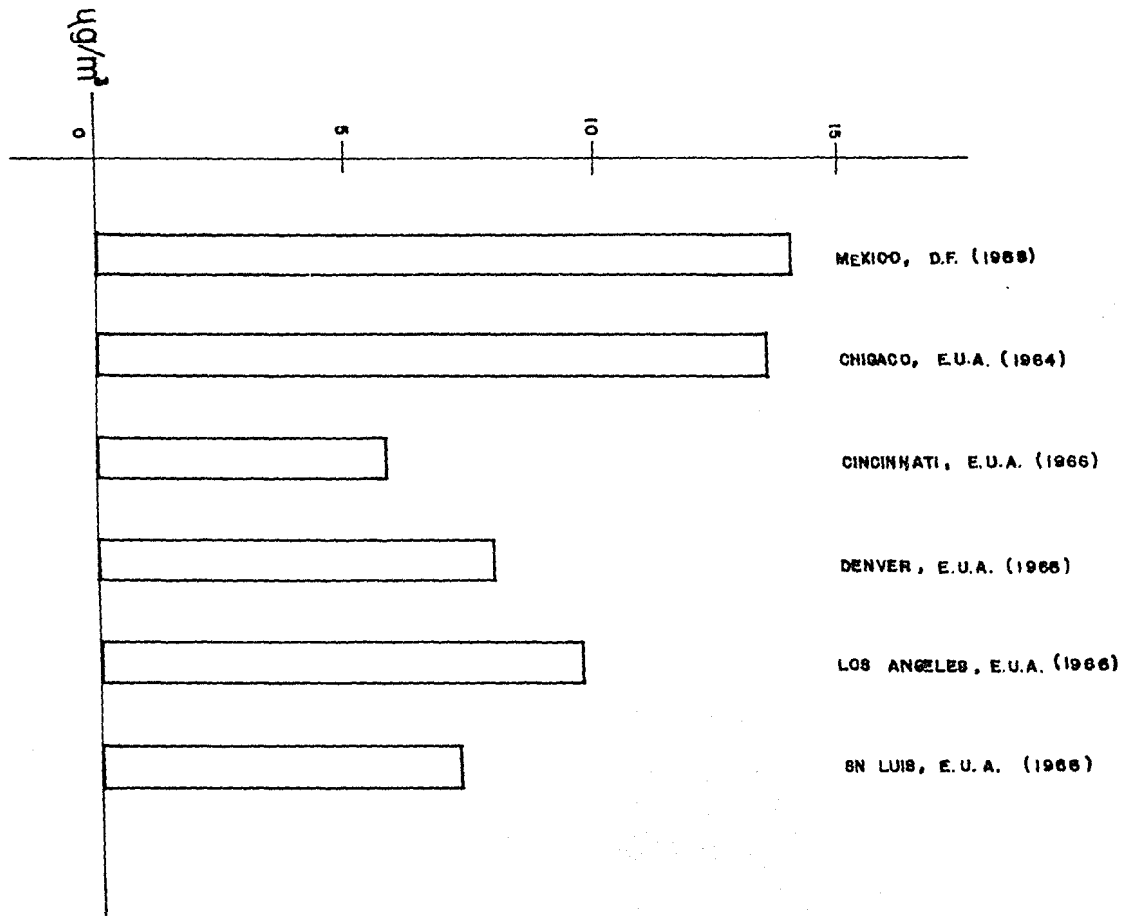


SAHOP (1978)

PARTICULAS
CONCENTRACION
PROMEDIO



MONOXIDO DE CARBONO



Contaminación por ruido

Este tipo de contaminación implica el deterioro de la calidad ambiental del aire por el ruido. Es producido principalmente por transportes industrias y personas. Sus efectos no han sido muy estudiados aunque se sabe que en el hombre intensidades entre 95 y 120 decibeles disminuyen la agudeza auditiva y originan estados nerviosos y angustia.

En la ZMCM se han iniciado audiometrías para determinar los decibeles que el ruido produce en algunas zonas y se ha detectado que el ruido se incrementa en la zona centro de la ciudad de México, en el Aereopuerto Internacional y en las vías que dan salida a los autobuses foráneos, Saad (1973) reporta que éstos producen un estímulo de 100 decibeles.

Contaminación del agua

Los desechos industriales, agrícolas y municipales contaminan las aguas superficiales y subterráneas con una gran variedad de sustancias: productos químicos, detergentes, metales pesados, fertilizantes, herbicidas, excretas humanas y animales, etc. Además, producen alteraciones en la temperatura (contaminación térmica) y cambios en el pH, por lo que la contaminación causada en las aguas es muy variada tanto en sus contenidos como en sus efectos.

Las descargas que reciben las aguas superficiales directamente o mediante conductos de drenaje son ricas en materia orgánica y nitrógeno a lo que se suma el fósforo de los detergentes, produciendo con ello la hiperfertilización de las aguas, Esto dá por resultado la existencia de poblaciones explosivas

de vegetales y de gran cantidad de organismos aeróbicos que se multiplican de manera exagerada, los cuales consumen el oxígeno existente en las aguas hasta agotarlo, interviniendo entonces los organismos anaeróbicos que inician la putrefacción y la fermentación. Bajo estas condiciones se hace inasequible la vida para los organismos acuáticos que requieren oxígeno.

Las aguas de la cuenca que reciben la mayor cantidad de desechos son las de la ZMCM, adonde la mayor parte de las corrientes han sido entubadas y funcionan como canales de desagüe. No se han hecho estudios de eutroficación y desoxigenación en las corrientes restantes ni para las próximas a la ZMCM ni para las alejadas a ésta. Pero es de esperarse que los ríos que reciben desechos de la ZMCM no se encuentren peces ni otros organismos que necesiten oxígeno, sino únicamente gérmenes, muchos de ellos patógenos al hombre y una gran cantidad de algas, mientras que los que no reciben las descargas de la ZMCM posiblemente mantengan su capacidad de autopurificación.

Sin embargo, en los relictos del lago de Xochimilco, el proceso de eutroficación es patente en el desmedido crecimiento de Eichhornia crassipes (lirio acuático) (Balanzario, 1976), en cuanto al de desoxigenación se manifiesta en la ausencia de macroinvertebrados bentónicos en los sedimentos de los canales (Rosas et al, 1975). Estos procesos se deben tanto a los desechos vertidos directamente al lago como a la introducción de aguas negras tratadas provenientes de la ciudad de México (Balanzario, 1983).

Respecto a la contaminación de aguas subterráneas, éstas se

contaminan por la presencia de desechos en fermentación esparcidos por la cuenca, por la falta de drenaje o por la sustitución de éste por fosas sépticas en algunas zonas como Tlalpan, D.F., Pedregal de San Angel, D.F., etc. Estos fenómenos ocasionan que la lluvia o las corrientes superficiales arrastren consigo masas de sustancias tóxicas y de microorganismos hacia el subsuelo alcanzando las aguas subterráneas. En muestras de agua provenientes de 72 pozos del Distrito Federal, se han encontrado bacterias aerobias mesofílicas y organismos coliformes (Fernández, 1971).

Reuso

Pese a la autopurificación natural en los diversos sistemas acuáticos es necesario someter a las aguas bajo tratamientos descontaminantes en función de su uso (municipal, agrícola, industrial, potable, etc.) y fuente de procedencia (drenaje, acuíferos superficiales o subterráneos). Para ello se requiere del establecimiento de controles de calidad utilizando varios parámetros simultáneamente debido a la gran cantidad de contaminantes que pueden presentarse.

Las aguas contaminadas con excretas son responsables de la transmisión de múltiples enfermedades como amibiasis, salmonelosis, tifoidea, hepatitis infecciosa, etc. Respecto a los contaminantes de desechos industriales, de algunos se sabe que son venenosos para el hombre y los animales como los compuestos que contienen arsénico, plomo, mercurio, boro, cadmio, etc., los efectos de gran cantidad de ellos son oscuros todavía, aunque se sabe que su acción puede ser acumulativa.

El agua distribuída en la ciudad de México está prácticamente libre de agentes contaminantes debido a los tratamientos que recibe y a que procede de pozos y de zonas alejadas ausentes de contaminación (Paz, 1971).

Sin embargo, en el resto de la cuenca no se realizan estudios analíticos sobre la contaminación del agua, por lo que no se sabe si ha habido casos de intoxicación aguda o crónica como resultado del consumo de agua.

La carencia de fuentes superficiales de agua ha hecho necesario el uso de aguas residuales para regar suelos agrícolas, que si bien contienen elementos nutritivos y materia orgánica benéficos para los cultivos, también pueden causar toxicidad en las plantas e introducirse en la cadena alimenticia del hombre y de los animales, además pueden llegar a ocasionar bajos rendimientos en los cultivos.

Parte de las aguas negras de la cuenca se utilizan en el riego de zonas agrícolas en el Mezquital, Hgo. y en Xochimilco, D.F.

En el Mezquital (Distrito de riego 03), región que desde 1900 se riega con las aguas residuales de la cuenca y donde se llegaron a formar hasta 70 cm. de suelo y que se consideró el distrito con mayor rendimiento por hectárea en toda la República, en los últimos 20 años la productividad agrícola ha descendido debido al cambio de composición de las aguas que recibe (Vizcaíno, 1975).

Por su parte, Balanzario (1976) y Villanueva (1983) mencionan que a partir de 1959, cuando en los canales de Xochimil-

co, se introdujeron aguas residuales tratadas provenientes de la ciudad de México - para sustituir el agua de los manantiales que la región chinampera enviara a la metrópoli - ha habido una baja en el volumen y en la calidad de la producción agrícola. Esta situación puede deberse a que las aguas no reciban el tratamiento adecuado y/o a las descargas directas de algunas industrias.

Asimismo, se ha establecido que dadas las altas concentraciones de organismos coliformes encontradas en las aguas negras de la ciudad de México, éstas no deben usarse en el riego de productos que se ingieran crudos.

Contaminación en suelos

La presencia o acumulación de metales pesados como mercurio, cobre, arsénico, cadmio, cromo, plomo, etc. que se encuentran en los herbicidas, plaguicidas, fertilizantes y en las aguas residuales contaminan los suelos afectando a la flora y a la fauna y a través de ellos al hombre.

. Los daños ocasionados se han estudiado especialmente en los suelos agrícolas irrigados con aguas negras: región del Mezquital, Hgo. y Xochimilco, D.F., en donde, como ya se mencionó ha habido un descenso en la cantidad y la calidad de la producción agrícola, debido a la alteración de las condiciones de adsorción de las partículas del suelo.

Por otro lado, la presencia de desechos sólidos en los suelos ocasiona que al quedar éstos cubiertos se inutilicen para otro fin y además pueden impregnarse de sustancias tóxicas. Rapoport, Díaz y López (1983) encontraron una disminución en la flora espontánea en relación con el incremento de desechos sólidos depositados en terrenos baldíos de la ciudad de México.

ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO COMO ECOSISTEMA URBANO.

El concepto de ecosistema urbano considera a las ciudades como asentamientos de poblaciones que interactúan entre sí y con el medio ambiente natural y artificial.

Aunque entre los ecosistemas urbanos y los ecosistemas equilibrados, existe una diferencia fundamental que es la casi total ausencia de reciclaje debido a que los primeros son demasiado subutilizados para ser eficientes (Terradas, 1971), el concepto ofrece varias opciones acerca de como las ciudades deben de ser estudiadas desde el punto de vista de sistemas. Los ecosistemas urbanos requieren de energía la que es suministrada esencialmente en forma de agua, combustibles y alimentos, los cuales en gran medida necesitan del proceso de importación (Duvigneaud, 1978). El uso de estos energéticos conlleva la generación de aguas residuales, sustancias contaminantes y desechos sólidos.

Agua

El suministro de agua es bastante complejo debido tanto a la carencia de fuentes superficiales importantes y a la sobreexplotación que se ha hecho de sus acuíferos subterráneos como por estar ubicada a una altura de 2 230 msnm y estar rodeada de montañas.

Para satisfacer la creciente demanda de agua de la ZMCM se ha tenido que recurrir a la importación de ésta, pese a los altos costos económicos que este abastecimiento foráneo implica.

A partir de 1951 empezó a traerse el agua del Sistema Lerma teniendo que transportarla 60 km y en 1982 del Sistema Cutzamala por el que el agua recorre 100 km. de distancia y es elevada

1 100 m.

Esta costosa importación que necesita de complejos sistemas de conducción y bombeo ha alterado las condiciones naturales de una extensa zona del Estado de México al haberse agrietado el terreno y perdido la fertilidad de sus suelos afectando los intereses de sus habitantes quienes utilizaban el agua con fines agrícolas y para generar energía eléctrica.

Se planea que para satisfacer las necesidades futuras, antes del año 2 000 será necesario recurrir a varios ríos, entre ellos el Tecolutla, ubicado a 200 km de distancia y el agua tendrá que bombearse 2 000 m.

Asimismo, dentro de la ZMCM existen zonas agrícolas como la región chinampera de Xochimilco, D.F., adonde a consecuencia del bombeo de agua de sus manantiales y a la apertura de pozos entre Tlalpan, D.F. y Chalco, D.F. que surten a otras delegaciones se ha originado un abatimiento considerable en los niveles del lago afectando seriamente a la agricultura de la región y por lo tanto, al abastecimiento de hortalizas para la ZMCM.

En el Cuadro No. 23 se presentan las fuentes de abastecimiento de agua en la ZMCM, en él se puede apreciar que hasta ahora el 55% del total del consumo proviene del exterior de la misma.

La ZMCM cuenta únicamente con siete plantas de tratamiento de aguas residuales con una capacidad total de sólo $4.8 \text{ m}^3/\text{seg}$ (SAHOP, 1978b), las que se emplean con fines industriales y municipales (riego de áreas verdes urbanas y zonas deportivas) así como en la realimentación del lago de Xochimilco, adonde por no recibir un tratamiento adecuado, han ocasionado que varias especies vegetales y animales hayan desaparecido y que halla una baja

CUADRO No. 23

FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA PARA LA ZCMC

<u>Fuentes</u>	m^3 /seg.
<u>Abastecimiento interno</u>	
Pozos municipales	7.0
Sistema Xochimilco	5.0
Desierto de los Leones, Bosques de Santa Fé, San Bartolo, Ameyalco, etc.	3.6
Sistema Chiconautla	3.5
Pozos particulares	2.5
Sistema del Peñón	0.5
	<hr/>
Total abastecimiento interno	22.1
<u>Abastecimiento externo</u>	
Sistema Lerma	23.0
*Sistema Cutzamala	4.0
	<hr/>
Total abastecimiento externo	27.0
	<hr/>
TOTAL	49.1 m^3 /seg.

NOTA: El volumen del Sistema Cutzamala es el recibido actualmente, está planeado para una captación de 19 m^3 /seg.

Fuentes: Peralta (1982)

* CAVM s.a.

en el volumen y en la calidad de la producción agrícola.

Tomando en cuenta que el 20% del agua consumida se evapora, de los 27 m³/seg de agua importada, 21.6 m³/seg tienen que ser evacuados, los que sumados a los 17.7 m³/seg de origen local más los 16 m³/seg de drenaje pluvial da un total de 55.3 m³/seg de aguas contaminadas que tienen que ser desalojadas.

Para eliminar este caudal de aguas residuales se han tenido que construir grandes y costosas obras de infraestructura hidráulica que van desde el sistema de alcantarillado y pequeñas redes de drenaje hasta los grandes conductos (Gran Canal del Desagüe, Interceptor del Poniente y Sistema de Drenaje Profundo) que expulsan las aguas hacia el exterior de la cuenca.

Pese a que el sistema general de drenaje de la ZMCM tiene una capacidad de 200 m³/seg y cuenta con ocho vasos reguladores que juntos tienen una capacidad de 103.4 m³/seg SAHOP (1978b) se producen encharcamientos e inundaciones en las partes bajas debido al azolvamiento de las alcantarillas y de los vasos reguladores.

Combustibles

Para el abastecimiento de combustibles la ZMCM depende 100% del exterior. Las fuentes de suministro se hallan en el Golfo de México, desde donde a través de gaseoductos y oleoductos son conducidos a las refinerías "18 de marzo" (Atzacapotzalco) y Tula, las que reciben 105 000 y 80 000 barriles/día respectivamente. SAHOP (1978b).

En el Cuadro No. 24 se muestran los productos obtenidos en la refinación de combustibles y su producción diaria. En él se observa que en la refinería "18 de marzo" se obtienen diariamente 73 910 m³ de los diferentes derivados de los combustibles.

CUADRO No. 24

PRDOCUTOS OBTENIDOS EN LA REFINACION DE COMBUSTIBLES
EN LA REFINERIA "18 DE MARZO"

Producto	Cantidad m ³ /día
Gasolina	45 000
Combustoleo	17 000
Diesel	9 000
Gas natural	2 020
Gas licuado	890
TOTAL	<hr/> 73 910 m ³

Fuente: SAHOP (1978b).

De los 80 000 barriles refinados en la de Tula se obtiene una producción proporcional a la de Atzacapotzalco.

La producción total de ambas refineras es del orden de 130 222 m³/día. El 90% de estos combustibles se consume totalmente transformándose en agua y anhídrido carbónico y el 10% restante se convierte en sustancias contaminantes por combustión incompleta (Duvigneaud, 1978) de lo que resulta que la ZMCM genera 13 022 m³/día de desechos contaminantes, que como se mencionó en el capítulo de Contaminación son de difícil difusión debido a las condiciones orotopográficas de la cuenca.

Resulta obvio que al carecer de corrientes superficiales importantes y al depender totalmente de la importación de combustibles, en el suministro de energía eléctrica, la ZMCM depende completamente del exterior.

En la ZMCM la mayor parte de electricidad es producida por plantas termoeléctricas generada por combustibles foráneos y el resto es obtenido de plantas hidroeléctricas proveniente de las presas de Infiernillo, Gro., Necaxa, Pue., Malpaso, Chis. y Mazatepec, Ver. entre otras.

Alimentos

Por lo que respecta al consumo de alimentos la ZMCM depende básicamente de la producción de varias regiones del país. De distintas entidades tanto cercanas como lejanas llegan diariamente miles de toneladas de comestibles, fundamentalmente son traídas por carreteras aunque también por vías férreas y aéreas.

El ganado vacuno proviene en su mayoría de la Huasteca y

de la costa del Golfo, el porcino de la región del Bajío y del estado de Michoacán, los frutos de las regiones tropicales, el trigo del Bajío y de Sonora, la leche y los productos lácteos de Veracruz, Jalisco, Guanajuato, México, Puebla y hasta del lejano estado de Coahuila (Bataillon y Riviere, 1979).

En el cuadro No. 25 se presentan la cantidad y el origen de los alimentos importados que diariamente entran a la ZMCM.

Se estima que de esta cantidad aproximadamente el 50% (alimentos no consumidos más envases) se convierte en desechos. De lo que resulta que la ZMCM genera alrededor de 7 200 tns/día de basura, proveniente de la importación de comestibles.

Como se ha podido observar para sostenerse, la ZMCM necesita de grandes cantidades de energía ya que dista mucho de ser auto-suficiente en sentido alguno y carece de la infraestructura adecuada para evacuar los remanentes. Es por ello que el abastecimiento y la expulsión de estos tres requerimientos representa serios problemas a la vista de este flujo energético, tanto por su creciente concentración demográfica, industrial y de vehículos como por sus características geográficas -encontrarse en una cuenca originalmente endorreica y estar protegida de la circulación de los vientos - y por su falta de desarrollo y de organización social.

CUADRO NO. 25

IMPORTACION DE ALIMENTOS PARA LA ZMCM

<u>Procedencia</u>	<u>tons/día</u>	<u>%</u>
Norte	6 853.05	47.1
Oeste	1 981.50	13.0
Sur	1 658.70	11.4
Este	4 146.00	28.5
TOTAL	<u>14 548.25</u>	<u>100.00</u>

Fuente: SAHOP (1978b).

COMENTARIOS FINALES

Los estudios sobre los diferentes aspectos nos demuestra que la cuenca de México ha sufrido un proceso de deterioro bastante elevado.

En esta parte, se expondrán sintéticamente las causas y con secuencias de este deterioro así como algunas alternativas de mejoramiento que conlleven a su recuperación.

En la cuenca existen actualmente dos sistemas: uno urbano-metropolitano y uno rural. Aunque se podría plantear que cada uno se ha deteriorado de manera separada, el primero ha acarreado básicamente el deterioro del segundo.

En términos generales, se puede concluir que la actual degradación ambiental que prevalece en la cuenca obedece fundamentalmente al mal uso y a la sobreexplotación que sus habitantes han hecho de los recursos naturales y que el deterioro de éstos se inicia con: la explotación de flora y fauna originales, el uso agrícola del suelo, la modificación del sistema hidrográfico y la eliminación de desechos.

Si bien hasta la década de los cuarenta las condiciones medioambientales habían sufrido ya importantes trastornos fué a partir de entonces, cuando a causa de la creciente concentración demográfica e industrial de la ZMCM se agudizaron en forma acelerada las profundas alteraciones del medio ambiente en los dos sistemas señalados.

A manera de resumen se puede indicar que: la explotación de flora y fauna han acarreado:

- proliferación de flora y fauna adventicia
- desaparición de especies

desaparición de comunidades

erosión de suelos

modificación de ciclos de agua por arrastre

El uso agrícola del suelo ha ocasionado:

modificación de comunidades

erosión de suelos

Las modificaciones en el sistema hidrográfico han producido:

disminución de mantos freáticos

deseccación de lagos

hundimientos

cambios microclimáticos

desaparición de flora y fauna

salinización de suelos

La eliminación de desechos ha causado:

contaminación de aire, agua y suelo

daños en la salud humana y afectación y desaparición de especies.

expansión de flora y fauna adventicias

modificación microclimática

La sustitución de suelos ha acarreado:

alteraciones en los equilibrios térmico e hídrico

modificación microclimática

La sustitución de suelos ha acarreado:

alteraciones en los equilibrios térmico o hídrico

modificación microclimática.

Todo lo anterior ha reducido la vegetación natural y la fauna silvestre, con comunidades vegetales y animales completamente desaparecidas y con varias especies en peligro de extinción; con una superficie de suelo bajo erosión: acumulado y volando en tolvaneras, con déficit de agua potable y de regadío, con problemas agrícolas y de cultivos seriamente afectados, con un microclima seco, caliente y con fuertes vientos, con gran cantidad de microorganismos dañinos, sin áreas verdes, parques y reservas y con altos niveles de contaminación.

Dado que todos los recursos están funcionalmente relacionados entre sí, al afectar alguno se alteran los demás, dando por resultado el deterioro del ambiente con la consecuente degradación de la calidad de la vida de sus habitantes.

Alternativas de mejoramiento

Para mejorar las condiciones ambientales, es necesario enfocar las investigaciones hacia el uso, preservación y regeneración de los recursos, de manera muy especial hacia la vegetación.

La gran diversidad de ambientes y la disponibilidad de especies nativas pueden producir un plan de reforestación. Para lograr esta reconstrucción debe ponerse especial atención en el estudio de las especies con que se ha de reforestar. Poner énfasis en la vegetación arbórea, ya que ésta tiene una mayor influencia sobre las condiciones del suelo, del ciclo hidrológico, del clima, de la concentración de los contaminantes atmosféricos y de la vida animal que la flora arbustiva y la herbácea.

En este plan deben contemplarse el establecimiento y la protección de parques y reservas y la creación de áreas verdes, así como la racionalización de suelo urbano y agrícola y la explotación racional de los recursos forestales y del manto freático.

Y, dado que la ZMCM compromete los recursos de la cuenca - y de varias regiones del país aún geográficamente alejadas -, deben establecerse dos sistemas: el rural y el urbano metropolitano, en los cuales los asentamientos humanos tiendan a crear ciclos cerrados con necesidades mínimas de entrada y salida, con una administración local propia y en los que se normen los efec-

tos recíprocos de ambos a través de reglamentos estrictos.

Para lograrlo, las investigaciones deberán estar dirigidas hacia: tratamientos adecuados de reciclaje de agua, procesamientos de desechos sólidos con fines agrícolas y hortícolas y controles estrictos sobre la emisión de contaminantes atmosféricos.

Todas estas medidas deben ser objeto de un cuidadoso estudio empírico, de manera que al implementarse, se tenga la garantía de su utilidad, y no caer, como con frecuencia se ha hecho en actos precipitados o con un carácter provisional y/o demagógico.

El intenso deterioro ambiental que se ha presentado en nuestra cuenca constituye un problema de tal magnitud, que ofrece un reto a las autoridades políticas y a sus habitantes. No hay de hecho una "solución", se trata de un conjunto de problemas continuos e indivisibles, que seguramente irán variando a lo largo del tiempo y requerirán de una actitud interdisciplinaria, seria y crítica si queremos mantener una calidad de vida decorosa para los habitantes de la cuenca.

REFERENCIAS

- Aguilera, N. 1973. Problemas de contaminación salina-sódica de suelos. In: Primera reunión nacional sobre problemas de la contaminación ambiental. S.R.H. México. 1147-1149.
- Alanís, D. 1976. Algunos aspectos del impacto ambiental en el Parque Nacional Desierto de los Leones. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM. México. sp.
- Alvárez, F.J. et al. 1982. Proyecto para la creación de una reserva en el Pedregal de San Angel. Laboratorio de Ecología. Fac. de Ciencias. UNAM. 49 pp. mimeo.
- Alvarez, J. 1953. Peces. In: Vida silvestre y recursos naturales a lo largo de la Carretera Panamericana. Inst. Mex. Rec. Nat. Ren, A.C. México. 87-105.
- Alvarez, J. y L. Navarro. 1957. Los peces del Valle de México. Dir. Gral. de Pesca. Publ. No. 6 México. 62 pp.
- Alvarez, T. 1965. Catálogo paleomastozoológico mexicano. INAH. Depto. de Prehistoria. Publ. No. 17. México. 70 pp.
- Amurio, J. 1974. Estudio pedogénético de los suelos de la porción oeste de la cuenca del Valle de México. Tesis. E.N.A. Chapin-go. México.
- Ancona, I. 1933. El ahuate de Texcoco. An. Inst. Biol. México. 4: 51-69.
- Andrade, A. 1975. La erosión. Fondo de Cultura Económica. Testimonios del Fondo. México. 61 pp.
- Anónimo. 1960. Trabajos de reforestación alrededor de la ciudad de México. México Forestal. México. 34(4): 15-17.
- Arreguín, Ma. de la L. 1981. Avances de la flora pteridológica del Valle de México (Subfamilia Asplenioideae). VII Congreso Mexicano de Botánica. Morelia.
- Bab, K. et al. 1981. Guía excursoria para las aves del ex vaso del lago de Texcoco. Soc. Mex. Ornitología. México. sp. mimeo.
- Báez, A. et al 1975. Determinaciones de cromo en pelo y orina en una población no expuesta ocupacionalmente, In: II Congreso Iberoamericano del Medio Ambiente. Bogotá. 19 pp.

- Balanzario, D. 1983. Presentación. In: Rescate. Imp. de Juan Pablos, S.A. México. 56 pp.
- Balanzario, J. 1976. Contaminación de las aguas en los canales de Xochimilco. Tesis. Fac. de Filosofía y Letras. UNAM. México. 76 pp.
- Barrera, A. 1953. Sinopsis de los Sifonápteros de la cuenca de México. An. Esc. Nat. Ciencias Biol. 7 (1-4): 155-245.
- Bataillon, C. y H. Rivière. 1979. La ciudad de México. SEP-Diana No. 99 México. 178 pp.
- Beaman, J.H. 1965. A preliminary ecological study of the alpine flora of Popocatepetl and Ixtlaccihuatl. Bo. Soc. Bot. Mex. 29: 63-75.
- Beltrán, E. 1958. El hombre y su ambiente. Ensayo sobre el hombre y su ambiente. Fondo de Cultura Económica. México. 258 pp.
- Beltrán, E. 1971. La deterioración ambiental. Enfoque ecológico. In: Mesas redondas sobre deterioración del ambiente. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 153-258'
- Bernal, I. 1979. Tenochtitlán en una isla. SEP-Diana No. 39. México. 157 pp.
- Beutelspacher, C. 1980. Mariposas diurnas del Valle de México. Ediciones Científicas L.P.M.M. México. 134 pp.
- Block, C. 1963. Contribución a los peces fósiles del Valle de México. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México. 25 pp.
- Borja, A. 1948. Carta del Valle de México. Ing. Hidr. 2: 14-22.
- Bravo, H. et al. 1958. Informe preliminar acerca de la polución atmosférica en la ciudad de México. In: XII Reunión Anual de la Soc. Mex. de Higiene. Puebla 17 pp.
- Bravo, H. 1975. El problema actual de la contaminación atmosférica en el Area Metropolitana de la ciudad de México. Mesa redonda sobre contaminación atmosférica. Programa conjunto de la Esc. Sup. de Ing. y Arq. (I.P.N.) y de la Comisión del lago de Texcoco. México. 10 pp. mecanografiado.
- Bravo, H. y L. Corona. 1969. La contaminación atmosférica y su relación con el flujo de vehículos en la ciudad de México. Inst. Ingeniería. No. 227. UNAM. México. 27 pp.

- Bravo, H y R. Magaña. 1979. The actual air pollution situation in Mexico City. inédito. 6 pp.
- Brodkorb, P. y A.R. Phillips. 1973. Pleistocene birds from the Valley of Mexico. *The Auk*, 90 (2): 438-440.
- Bryan, K. 1948. Los suelos complejos y fósiles de la altiplanicie de México en relación a los cambios climáticos. *Bol. Soc. Geol. Méx. México*. XIII: 1-20.
- Cachón, H., N. Genes y H. Cuánalo. 1974. Los suelos de influencia de Chapingo, E.N.A. Chapingo. México 79 pp.
- Calvillo, M.T. 1976. Areas verdes de la ciudad de México. *Anuario de Geografía. Fac. Filosofía y Letras. UNAM. México*. 16: 377-382.
- Carvajal, R. 1970. Gimnospermas cultivadas en la ciudad de México. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México.
- Caso, A. 1941. El pueblo del sol. Fondo de Cultura Económica. México, 125 pp.
- Castillo, M.I. 1974. Aportaciones al estudio de la biología de las garzas silvestres *Nycticorax nycticorax* y *N. ejctanassa violacea* en el bosque de Chapultepec. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México. 34 pp.
- Cerda, M. 1970. Las monocotiledóneas cultivadas en la ciudad de México. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México. 78 h.
- Clisby, K.H. y P.B. Sears. 1955. Palynology in southern North America III. Microfossil profiles under Mexico City correlated with the sedimentary profiles. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 66: 511-520.
- Comisión de Aguas del Valle de México, s/a. Sistema Cutzamala. Agua potable para el Area Metropolitana de la ciudad de México. folleto.
- Cruz, R. 1969. Contribución al conocimiento de la ecología de los pastizales en el Valle de México. Tesis. E.N.C.B. México. 235 pp.
- Cuspínera, M. 1967. Estudio sobre la ontogenia de algunas malezas del Valle de México. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM. México. 42 pp.
- Díaz, M.E. 1961. Contribución al conocimiento de la herpetología del Pedregal de San Angel, D.F. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México. 43 pp.

- Domínguez, V.I. 1975. Estudios ecológicos del volcán Popocatepetl, Edo. de México. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México. 124 pp.
- Duvigneaud, P., 1978. La síntesis ecológica. Ed. Alhambra. España. 306 pp.
- Escalante, P. y R. Rodiles. s.a. Fauna del Area Metropolitana de la ciudad de México. mecanografiado 20 pp.
- Fernández, E., 1971. La contaminación del agua en el Valle de México. In: Mesas redondas sobre problemas de Ecología Humana en la Cuenca del Valle de México. Inst. Mex. Rec. Nat. Renovables. México. 97-115.
- Flores, A. 1974. Los suelos de la República Mexicana. In: El escenario geográfico. SEP/INAH. México. 7-108.
- Flores, O. 1978. Hemípteros del Pedregal de San Angel. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México. 107 pp.
- Florescano, E. e I. Gil., 1976. La época de las reformas borbónicas y el crecimiento económico 1750-1808. In: Historia general de México. Colegio de México. México. 471-590.
- Foreman, F. 1955. Study of two cores from lake sediments of the Mexico City basin. Bull. of Geol. Soc. of Amer. U.S.A. 66 (5): 475-510.
- Gamio, M. 1922. La población del Valle de Teotihuacan. Secretaría de Agricultura y Fomento. México. 3 vol.s.
- García, E. 1968. Los climas del Valle de México. Col. de Postgraduados. E.N.A. Chapingo. Serie sobretiros No. 6 México. 34 pp.
- García, J. y J.R. Romero., 1978. México Tenochtitlán y su problemática lacustre. Inst. Inv. Históricas. Serie histórica No. 21 UNAM. México 132 pp.
- Gibson, Ch., 1967. Los aztecas bajo el dominio español. Siglo XXI Editores, México. 531 pp.
- Gilbert, M.A., 1935. Líquenes del Valle de México. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México. 153 pp.
- Gold, D., 1955. Las cactáceas del Valle de México. Bol. Cact. Suc. Mex. 14: 13-15.

- Gómez, H. 1978. Estudio de las poblaciones naturales de peces de la cuenca de México. Reporte biología de campo. Fac. Ciencias. UNAM. inédito.
- González, H. 1964. Contribución al conocimiento de la fauna herpetológica de las serranías que bordean la cuenca. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México. 29 pp.
- González R.A., 1980. Roedores plaga en las zonas agrícolas del Distrito Federal. Instituto de Ecología. Publ. No. 7. México. 83 pp.
- Gurría, J., 1978. El desagüe del Valle de México durante la época novohispana. Inst. Inv. Históricas, Serie histórica No. 19. UNAM. México. 175 pp.
- Guevara, S. en prensa. Areas verdes y Ecología de la ciudad. In: Atlas del Area Metropolitana de la ciudad de México. D.D.F. México.
- Herrera, A., 1888. El Valle de México considerado como provincia zoológica. La Naturaleza, 2a. serie, 1: 343-378.
- _____ .1890. Nota acerca de los vertebrados del Valle de México. La Naturaleza, 2a. Serie, 1: 299-342.
- Herrera, T., 1964. Los gasteromicetos del Valle de México. An. Inst. Biol. 35: 9-43.
- Hiriart, F. y R. Marsal. 1969. El hundimiento de la ciudad de México. In: El hundimiento de la ciudad de México y Proyecto Texcoco. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. México. 109-149.
- Hiroishi, Ma. S. 1974. Estudio de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas de los volcanes Xitle, Teuhtli, Chichinautzin y Tres Cumbres. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México.
- Ibarra, G. 1979. Las arañas Labidognatha de la parte norte del Pedregal de San Angel. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México. 134 pp.
- Icatec, S.A., 1977. Deterioro ecológico de la cuenca del Valle de México. Comisión de Aguas del Valle de México. México 6 tomos y sinópsis. (mimeo).

- Jáuregui, E., 1958. El aumento de la turbiedad del aire en la ciudad de México. Ing. Hidr. en México. México. 12.
- _____ 1965. Mesoclima y bioclima del Valle de México, Inst. Geografía. UNAM. México. 1: 98-123.
- _____ 1971. Mesomicroclima de la ciudad de México. Inst. Geografía. UNAM. México. 87 pp.
- _____ 1972. La meteorología y el ambiente urbano en la ciudad de México. In: Primer Seminario sobre evaluación de la contaminación ambiental. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México. 19-24.
- Kattain, G., 1971. Estudio taxónomico y datos ecológicos de especies del suborden Phopalocera (Insectos, Lepidóptera) en un área del Pedregal de San Angel, D.F. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. 189 pp.
- Lapiedra, B.R., 1965. Contribución al conocimiento de los testáceos del lago de Xochimilco, D.F. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. México. 45 pp.
- León Portillo, M. 1974. Microhistoria de la ciudad de México. Col. Popular ciudad de México. No. 18 D.D.F. México. 156 pp.
- Leopold, A.S. 1965. Fauna silvestre de México. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México. XII + 655 pp.
- Lorenzo, J.L. 1969. Condiciones periglaciares de las altas montañas de México. I.N.A.H. Depto. de Prehistoria, Serie Paleocología, No. 4. México. 45 pp.
- _____ 1976. Los orígenes mexicanos. In: Historia general de México. El Colegio de México. México. 85-123.
- Lot, A., A. Novelo y A. Quiroz. 1979. The chinampa: an agricultural system that utilizes aquatic plants. Jour. Aquat. Plant Menage. U.S.A. 17: 74-75.
- Madrigal, X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham.) en el Valle de México. Inst. Nal. Invest. Forest. Bol. Técn. No. 18. México. 94 pp.
- Maldonado K., M. 1947a. Nota preliminar sobre una fauna subfósil de pequeños vertebrados en un antiguo delta de la región de Zumpango, Méx. Rev. Soc. Méx. Hist. Nat. México. 1-4: 243-251.

- Maldonado K., M. 1947b. Notas anfibiológicas. Observaciones sobre algunos anfibios de la cuenca de México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. México. 1-4: 229-242.
- _____ 1953a. Anfibios. In: Vida silvestre y recursos naturales a lo largo de la Carretera Panamericana. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México. 107-119.
- _____ 1953b. Reptiles. In: Vida silvestre y recursos naturales a lo largo de la Carretera Panamericana. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México. 121-133.
- Martín del Campo, R. 1953. Aves. In: Vida silvestre y recursos naturales a lo largo de la Carretera Panamericana. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. A.C. México. 135-173.
- Matuda, E. 1956. Los helechos del Valle de México y sus alrededores. An. Inst. Biol. México. 27: 49-168.
- Medel, V. 1982. Estructura y función en la ciudad de México. 2o. Simposio de urbanismo e historia urbana. Universidad Complutense Madrid. sobretiro 5 p.
- Melo, C. y O. Oropeza. s.a. Los grupos vegetales en la cuenca de México y su estado actual de conservación. Inst. Geografía. UNAM. 13 pp. (inédito).
- Miranda, F. 1963. Comentario. In: Mesas redondas sobre problemas del Valle de México. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México. 189-199.
- Mosiño, P. 1971. Comentario. In: Mesas redondas sobre problemas de ecología humana en la cuenca del Valle de México. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México 56-61.
- _____ y E. García. 1968. Evaluación de la sequía intraestival en la República Mexicana. Col. de Postgraduados. E.N.A. Chapingo. México. serie sobretiros No. 6: 36-52.
- Mooser, F. 1961. Informe sobre la geología de la cuenca del Valle de México y zonas colindantes. Comisión Hidrológica de la cuenca del Valle de México. Sec. Rec. Hidr. México. 97 pp.
- _____ 1963. La cuenca lacustre del Valle de México. In: Mesas redondas sobre problemas del Valle de México. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. A.C. México. 3-28.

- Mooser, F. 1975. Historia geológica de la cuenca de México. In: Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal. D.D.F. México. 1: 9-38.
- Morales, M.D., 1974. La expansión de la ciudad de México en el Siglo XIX. El caso de los fraccionamientos. In: Cuadernos de trabajo No. 11 I.N.A.H. Investigaciones sobre la historia de la ciudad de México. México. 71-91.
- Oropeza, U. 1980. Geomorfología del Parque Nacional Zoquiapan. In: Biología. 10: 28-35.
- Orozco, J.V. 1964. Breve reseña histórica sobre el drenaje del Valle de México. México. sp. (mimeo).
- Orozco y Berra, M. 1854. Diccionario Universal de Historia y Geografía. Imp. de F. Escalante y Cía. México. 10 vol.
- Osorio, B. 1946. Anotaciones sobre algunos aspectos de la hidrología mexicana. Rev. Mex. Soc. Mex. Hist. Nat. México. 7: 139-165.
- Palacios, J. 1981. Note en Collembola of Pedregal de San Angel, México, D.F., Ent. News. Vol. 92 (1): 42-44.
- Palerm, A. 1972. La base agrícola de la civilización urbana prehispánica en Mesoamérica. In: Agricultura y civilización en Mesoamérica. Sep. Setentas/Diana No. 32. México. 65-108.
- _____ 1973, Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del Valle de México. SEP/INAH. México. 244 pp.
- Parsons, J. 1976. Settlement and Population History of the Basin of Mexico. In: The Valley of Mexico. Studies in Prehispanic ecology and society. E. Wolff Editor. University of New Mexico Press. Albuquerque. 69-100.
- Paz, A. 1971. Comentario. In: Mesas redondas sobre problemas de ecología humana en la cuenca del Valle de México. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov., A.C. México. 115-129.
- Peralta, J.A. 1982. El uso del agua en la ciudad de México. In: Ciencias. México. 2: 45-52.
- Ramírez, F. 1973. Las gasolinas en México. In: Primera reunión sobre problemas de contaminación ambiental. S.R.H. México. 797-804.

- Ramírez, F. 1976. Memoria acerca de las obras e inundaciones en la ciudad de México. SEP/INAH. México. 254 pp.
- Ramírez, J. 1961. Condiciones geológicas de la cuenca de México y sus relaciones con la ingeniería civil. Tesis. Fac. de Ingeniería. UNAM. México. 142 pp.
- Ramos, M. 1974. Estudio ecológico de las aves del Pedregal de San Angel, D.F. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM. México. 108 pp.
- Rapoport, E., M. Díaz e I. López. 1983. Aspectos de la ecología urbana en la ciudad de México. Flora de calles y baldíos. Inst. de Ecología, Publ. No. 11. Ed. Limusa. México. 197 pp.
- Reyes, P. y G. Halffter, 1975. Fauna de la cuenca del Valle de México. In: Memoria de las obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal. México. 1: 135-180.
- Riva Palacio, V. (1884-1889). México a través de los siglos. México.
- Rivera, G. 1971. Comentario. In: Mesas redondas sobre deterioración del ambiente. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México. 14-19.
- Rojas, J.A. 1976. Población y vivienda en la zona central de la ciudad de México. In: Seminario de historia urbana. Investigaciones sobre la historia de la ciudad de México, II. INAH, Depto. de Investigaciones Históricas, Cuaderno de trabajo No. 11. México. 58-67.
- Rojas, M.T. 1974. Aspectos de las obras hidráulicas coloniales. In: Nuevas noticias sobre las obras hidráulicas prehispánicas y coloniales en el Valle de México. SEP/INAH. México. 21-133.
- Romano, A. 1974. Restos óseos precerámicos de México. Antropología física. Epoca prehispánica. SEP/INAH. México 29-81.
- Rosas, I., et al. 1975. Efecto de la contaminación del agua del lago de Xochimilco sobre la fauna bentónica. In: Memorias publicadas en el Primer Congreso Iberoamericano del Medio Ambiente. Madrid 19 pp.
- Rzedowski, G.C. de 1969. El género Peperomia (Piperaceae) en el Valle de México. Ciencia, México. 27(1): 19-26.

1974. Las crasuláceas del Valle de México. *Cact. Suc. Mex. México.* 19: 3-15.
1980. Adiciones a la flora fanerogámica del Valle de México. III. Algunas euforbiáceas para la flora de la región. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol. México.* 22: 9-18.
- Rzedowski, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Angel, D.F. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol. México.* 59-121.
1957. Algunas asociaciones vegetales de los terrenos del lago de Texcoco. *Bol. Soc. Bot. Mex. México.* 21: 19-33.
1970. Nota sobre el bosque mesófilo de montaña en el Valle de México. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol. México.* 18: 91-106.
1975. Flora y vegetación en la Cuenca del Valle de México. In: Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal. D.D.F. México. 1: 79-134.
- et al, 1964. Cartografía de los principales tipos de vegetación de la mitad septentrional del Valle de México. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol. México.* 13: 31-57 + 1 mapa.
- y G.C. de Rzedowski. 1979. Flora fanerogámica del Valle de México. Cía. Editorial Continental, S.A. México. 403 pp.
- Saad, E. 1973. El problema del ruido urbano. Primera reunión nacional sobre problemas de la contaminación ambiental. S.R.H. México. 823-826.
- Sámano, A. 1934. Contribución al conocimiento de las algas verdes de los lagos del Valle de México. *An. Inst. Biol. México.* 11: 167-171.
- Sámano, A. y D. Sokoloff. 1931. La flora y fauna de aguas dulces del Valle de México. Monografías del Inst. de Biología. UNAM. 5-49.
- Sánchez, O. 1969. La flora del Valle de México. Ed. Herrero. México. 519 pp.
- Sánchez, O. 1980. Herpetofauna of the Pedregal de San Angel, D.F. México. *Bull. Maryland Herpetological Society.* Vol. 16, 1: 9-18.

- Tamayo, J.L. 1962. Geografía general de México. Inst. Mex. de Investigaciones Económicas. México. 4 vol.
- Terradas, J. 1971. Ecología hoy: El hombre y su ambiente. Edit. Teide. Barcelona 144 pp.
- Terrés, E. 1977. La ciudad de México. Sus orígenes y su desarrollo. Ed. Porrúa. México.
- Tirado, J.F. 1970. Estudio biológico de algunos suelos del lago de Texcoco. Rev. Latinoamericana de Microbiología. Brasil. 12 (2): 93-101.
- Toledo, V.M. 1983. La cuestión ecológica: la nación entre el capitalismo y la naturaleza. In: Ecología y recursos naturales. Edic. del Comité Central del Partido Socialista Unificado de México. Coord. V.M. Toledo y J. Carabias. México. 17-52.
- Tovar, E. 1978. Los Populus utilizados en las plantaciones de las calles de la ciudad de México. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM. 67 pp.
- Turk, A., J. Turk, J. Wittes y R. Wittes. 1976. Tratado de ecología. Nueva Editorial Interamericana, S.A. México. 542 pp.
- Unikel, L. 1973. La dinámica del crecimiento de la ciudad de México. In: Ensayos sobre el desarrollo urbano de México. SEP Setentas No. 143. México. 175-207.
- Unikel, L., C. Ruiz y G. Garza. 1976. El desarrollo urbano de México. Diagnóstico e implicaciones futuras. El Colegio de México. 466 pp.
- Vaillant, G. 1944. La civilización azteca. Fondo de Cultura Económica. México. 317 pp.
- Váldez, L. 1970. Características morfológicas y mineralógicas de los suelos de tepetate de la cuenca de México. Tesis. E.N.A. Chapingo, México.
- Valenzuela, R. y S. Calderón. 1973. Bacteriología del aire en el Distrito Federal. In: 1a. Reunión sobre problemas de la contaminación ambiental. México. 855-862.
- Velázquez, M.A. 1982. Expondrán el panorama de la contaminación en el Distrito Federal. Uno más Uno, abril 29, México.

- Sanders, W.T. 1976. The Natural Environment of the Basin of Mexico. In: The Valley of Mexico. Studies in Pre-hispanic Ecology and Society. E. Wolff, Editor. University of New Mexico Press. Alburquerque. 59-67.
- Sanders, W.T., J.R. Parsons y R.S. Santley. 1979. The basin of Mexico. Ecological processes in the evolution of a civilization. Academic Press. New York. 651 pp. + 26 mapas.
- Scheinvar, L. 1982. La familia de las cactáceas en el Valle de México. Tesis doctoral. Fac. de Ciencias. UNAM. México.
- Seurat, L.G. 1900. Sobre la fauna de los lagos y lagunas del Valle de México. La Naturaleza, Ser. II, Tomo III 5/6: 403-406.
- Shimada, K. 1972. Estudio de lagunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas y de Ando del Ajusco, D.F. Tesis. Fa. de Ciencias. UNAM. México 45 h.
- SAHOP, 1978a. Diagnóstico de la calidad atmosférica del Valle de México. Dir. Grał. Ecología Urbana. México. 92 pp.
- _____ 1978b. Memoria descriptiva del flujo de agua, alimentos y energéticos en el Area Metropolitana de la ciudad de México. Dir. Grał. de Ecología Urbana. México. sp.
- _____ 1980. Ecoplan del Valle de México. Dir. Grał. de Ecología Urbana. México. 165 pp.
- _____ 1982. La ciudad de México como ecosistema. Resumen preparado por el equipo de redacción de la revista Ciencias Urbanas del documento "Mexico city as an Ecosystem" de T. Campbell. In: Ciencias Urbanas. SAHOP. México. 1: 28-35.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1963-64. Hidrología de la cuenca del Valle de México. 7 tomos. (mimeo).
- Siller, D. 1981. Produce más de 9 000 toneladas de basura al día el Distrito Federal. Uno más Uno, suplmento de aniversario, noviembre 14, México.
- Soto, C. 1953. Peces de la cuenca de México. Estudio zoológico y etnológico. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM. México. 44 pp.
- Strauss, R. 1974. El área septentrional del Valle de México: problemas agrohidráulicos prehispánicos y coloniales. In: Nuevas noticias sobre las obras hidráulicas prehispánicas y coloniales en el Valle de México. SEP/INAH. México. 135-174.

- Villanueva, P. 1983. Crisis sociopolítica en la región chinampe-
ra. In: Rescate. México. 1: 17-26.
- Villa, B. 1952. Mamíferos silvestres del Valle de México. An.
Inst. Biol, México. 23: 269-492.
- Villa, B. 1953. Mamíferos. In: Vida silvestre y recursos natu-
rales a lo largo de la carretera panamericana. Inst. Mex.
Rec. Nat. Renov. México. 175-189.
- Villegas, M. 1979. Malezas de la cuenca de México. Inst. de Eco-
logía, Publ. No. 5. México. 137 pp.
- Vizcaíno, F. 1975. La contaminación en México. Fondo de Cultura
Económica. México. 514 pp.
- Wolff, E. 1967. Pueblos y culturas de Mesoamérica. Biblioteca
Era. México. 251 pp.
- Wolff, E. 1976. Introduction. In: The Valley of Mexico. Studies
in Pre-hispanic Ecology and Society. E. Wolff, Editor.
University of New Mexico Press. Albuquerque. 1: 10.
- Wolffer, J. 1975. La cuenca en la geografía. In: Memorias de
las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Fe-
deral. D.D.F. México. Tomo 1: 39-78.