



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

BALANCE DE AGUAS SUPERFICIALES EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTA:
ROBERTO GUILLAUME LÓPEZ

ASESOR:
ING. VALENTE TORRES ORTIZ

MÉXICO

2004.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS.

Por haberme dado la vida y unos padres bien buenos, por haberme dado la oportunidad de sentir a todas las personas que me rodean, por tener la dicha de concluir una carrera y también por haberme hecho como soy.

"DIOS BENDICE A LOS HOMBRES QUE PROGRESAN SIN CAMBIAR SU ESENCIA"

A MIS PADRES.

Les agradezco infinitamente todo lo que me han brindado, su apoyo moral en los tiempos buenos y malos, por haber estado ahí cuando mas los necesite y por brindarme lo mas importante, su confianza, su amor y comprensión.

Aquí esta reflejado su esfuerzo que hicieron ustedes para brindarme unos estudios, los amo y les agradezco todo.

A MI HERMANA Y FAMILIARES.

Por haber creído en mí y por estar a mi lado en todos los momentos importantes de mi vida.

A LA UNIVERSIDAD.

Le agradezco todos los momentos padres de mi vida que pase dentro de esta casa de estudios, el haber conocido tantos amores, amigos y amigas, lugares que nunca imagine y sobre todo por haber creado en mi un nivel intelectual y pensante, te llevo por siempre en mi corazón.

"TODOS LOS SERES VIVOS NACEN CON LIBERTAD, CON DIGNIDAD Y CON IDEALES"

A MIS PPROFESORES.

Por haberme trasmitido sus conocimientos y sus enseñanzas,
por haber creado en mi una mentalidad en mí de superación y
hambre por saber más cada día.

A MIS AMIGOS.

A todos mis amigos, por enseñarme cada día que hay una razón
por que seguir viviendo, por aceptarme como soy y por
tenerlos a mi lado en las buenas y en las malas.

ÍNDICE.

• PROLOGO	1
• OBJETIVOS	2
• ALCANCES	3
• INTRODUCCIÓN	5
• CAPITULO I. "Consideraciones Generales"	13
1.1 Introducción	13
1.2 Ciclo Hidrológico	13
1.2.1 Fases del Ciclo Hidrológico	14
a) Evaporación	14
b) Transpiración	15
c) Condensación del Vapor	15
d) Precipitación	16
e) Escurrimiento	17
f) Distribución del agua en el subsuelo	18
1.3 Fisiografía de la Cuenca Hidrológica	20
1.3.1 Concepto de Cuenca	20
1.3.2 Características fisiográficas de la cuenca y de los cauces	21
1.4 Balance Hidráulico	24
1.4.1 Balance de Aguas Superficiales	26
1.5 Disponibilidad de Agua Superficial	28
• CAPITULO II. "Fundamentación Teórica"	31
2.1 Introducción	31
2.2 Métodos para la determinación del volumen de Aguas Superficiales	32
2.2.1 Fórmula de Coutagne	32
2.2.2 Fórmulas de Turk	33
2.2.3 Método de Langbein	34
2.2.4 Método de Smith R. L.	35
2.2.5 Método del Coeficiente de Escurrimiento	36

• CAPITULO III. "Metodología del Balance Hidráulico en Cuencas"	40
3.1 Introducción	40
3.2 Método para determinar la disponibilidad de agua superficial	40
• CAPITULO IV. "Aplicación del Método a la Cuenca del Valle de México"	50
4.1 Introducción	50
4.2 Localización geográfica	51
4.3 Ubicación	51
4.4 Tipo predominante de suelo	56
4.5 Uso de suelo	61
4.6 Geología	65
4.7 Climatología	71
4.8 Hidrografía	74
4.9 Memoria de cálculo del Balance de Aguas Superficiales de la Cuenca del Valle de México	77
• CAPITULO V. "Conclusiones y Recomendaciones"	111
• Anexo A	114
• Anexo B	122
• Anexo C	146
• Anexo D	154
• Anexo E	162
• BIBLIOGRAFÍA	167

PRÓLOGO

La historia de todos los progresos logrados por el hombre hoy en día, es una historia de su adaptación a las leyes del medio ambiente, quienes viven según esas leyes, generalmente crecen y prosperan; quienes dejan de hacerlo, tienen muchas probabilidades de pasar ratos muy desagradables por ello.

Una de las tareas de la ciencia consiste en resumir nuestras experiencias y formular el conocimiento de nuestro medio ambiente en reglas, leyes y principios sencillos, fáciles de comprender y aplicables, con el fin de mejorar nuestra vida diaria. De ahí nace la Ingeniería en la cual encontramos una amplia diversidad en su género, pero aquí es donde solamente me abocaré a hablar de la Ingeniería Civil, específicamente, de la Hidráulica.

Durante los últimos veinte años, hemos observado, leído, escuchado y vivido, el problema de la escasez del agua, único elemento natural que se encuentra en la tierra en sus tres fases conocidas. Todos sabemos que el agua ocupa tres cuartas partes del planeta, pero solo el uno por ciento de ésta es agua dulce; éste porcentaje se encuentra dividido en todo el mundo, ¿de qué forma? no se sabe en su totalidad, pero se puede llegar a estimar el volumen disponible de una región por medio de métodos matemáticos y otros que ha aplicado el hombre a través del tiempo.

La elaboración de este trabajo de tesis tiene un espíritu de esfuerzo interesante, y quienes deseen conocer la disponibilidad del agua en la región del Valle de México, tendrán que adentrarse más.



OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es el siguiente:

- Determinar la disponibilidad del agua superficial en la Cuenca del Valle de México, mediante un Balance Hidrológico.

De este objetivo principal se puede particularizar en los siguientes objetivos.

- Una vez conocida la disponibilidad, crear una conciencia de responsabilidad y uso del vital líquido, induciendo a la sociedad en su conjunto a reconocer el valor económico actual del agua.
- Tener en cuenta el tratamiento de las aguas pluviales, fluviales y residuales para poder hacerla agua de primer uso.
- Tener un manejo integral y sustentable del agua en la Cuenca del Valle de México.

ALCANCES

Hemos escuchado noticias en donde nos dicen que el agua se está terminando, vemos en nuestras comunidades que el agua ya escasea o es distribuida por sistema de tandeos, existen otras comunidades en donde las personas tienen que ir para abastecerse de agua a otros lugares lejanos, países que están en guerra por el aprovechamiento de tal recurso, endeudamientos de agua por tratados que no se han cumplido (como el tratado de aguas con Estados Unidos).

En nuestro país, con base en estudios que ha realizado la Comisión Nacional del Agua, se ha detectado que en diversas regiones, entidades federativas y localidades del país, los volúmenes de agua concesionados superan el escurrimiento y la recarga de los mantos acuíferos, situación que agrava más la escasez del recurso.

Con base en lo anterior es de suma importancia cuantificar los recursos hídricos mediante un **Balance Hidrológico de Aguas Superficiales** de las diferentes cuencas hidrográficas en las que se divide el país junto con un estudio completo y detallado de sus resultados que permitan un aprovechamiento, distribución y administración del agua, y de esta forma ubicar las corrientes que producen inundaciones, las zonas favorables para el aprovechamiento del recurso, así como estimar el potencial hídrico para evitar una sobreexplotación en una determinada región.

Es por eso que uno de los principales alcances que se pretende obtener en este trabajo es el de dar a conocer los volúmenes de agua superficial de la cuenca del Valle de México, así como la metodología que se utiliza para determinar esta disponibilidad y la posibilidad de aplicarla en otras cuencas.

Otros puntos que se pretende alcanzar, son que toda persona que tenga la posibilidad de leer este trabajo, pueda crear dentro de sí misma, una mentalidad de responsabilidad para el manejo y uso del agua. Proponer el tratamiento de agua (pluvial, fluvial y residual), como alternativa de solución a corto plazo. Y tener una planeación para el manejo del agua logrando así un crecimiento armónico, integral y sustentable.

Debido a la importancia del tema, me nació el interés de llevar a cabo la investigación así como la elaboración de un Balance Hidrológico de aguas superficiales, en donde se conjuntarán los conocimientos adquiridos en la carrera con un problema real (como lo es la escasez del agua superficial en el Valle de México), y que será de gran utilidad para el apoyo académico en la materia de hidrología, ya que se abordan los métodos para la elaboración del Balance Hidrológico de aguas superficiales, esperando que a futuras generaciones les sirva de gran apoyo para el desempeño de sus estudios.

Esta investigación, está estructurada de la siguiente manera:

- En el Capítulo I, denominado **Consideraciones Generales**, se describen los conceptos hidrológicos básicos y necesarios para la elaboración del Balance de aguas superficiales.
- En el Capítulo II, llamado **Fundamentación Teórica**, se describen algunos de los distintos métodos indirectos que se pueden utilizar para el cálculo del escurrimiento virgen, si es que no hay información hidrométrica.
- En el Capítulo III, **Metodología del Balance Hidráulico en Cuencas**, se plantea el procedimiento general y las expresiones que debemos emplear con base en la información de la cuál se dispone para la realización del balance de aguas superficiales.
- En el Capítulo IV, nombrado **Aplicación del Método a la Cuenca del Valle de México**, en éste se desarrolla amplia y claramente la memoria de cálculo de la metodología planteada en el capítulo III aplicada a un proyecto real.
- Finalmente en **Conclusiones y Recomendaciones** se encuentran las observaciones a que se llegan después de haberse obtenido los resultados del Balance Hidrológico en el capítulo IV.

INTRODUCCIÓN

De todos los elementos necesarios para la vida, el agua, después del aire, es el más importante, el más conocido y el más maravilloso, es el único compuesto que en forma natural existe en nuestro planeta en sus tres estados físicos, y al parecer, la tierra, dentro del sistema solar, es el único planeta que tiene ese privilegio.

Su distribución en manos del Estado, con una avanzada legislación, hace del agua un eficaz instrumento de justicia social.

La utilización de los recursos hidráulicos por el hombre está ligada a su existencia misma, y basado en ingenio y esfuerzo, ha luchado en todos los tiempos para someter el recurso a su control; desviándola, transportándola, almacenándola, renovándola, y así superando su escasez o abundancia regulándola a sus necesidades y asegurando su disponibilidad, apoyándose en ciencias que han surgido desde entonces, tales como la Hidrología.

La definición más completa de Hidrología es la siguiente:

"Hidrología es la ciencia natural que estudia el agua en sus tres estados, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades físicas y químicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos".

En Hidrología se estudian aspectos de interés, como la:

- a) Protección contra inundaciones.
 - Drenajes urbanos, bordos de protección, represas, canales, alcantarillas, drenaje lateral en carreteras (cunetas), drenaje en aeropuertos.
- b) Aprovechamiento hidrológico.
 - Presas de almacenamiento (riego, agua potable, generación eléctrica y otras), presas derivadoras, lagunas de regulación, estanques (criaderos de camarones, etc).

Para los que se hace necesario definir.

- Las características fisiográficas de la cuenca y del cauce, así como, la precipitación, el escurrimiento y la integración de esos eventos.

Así, el hidrólogo se encuentra en una difícil situación cuando no cuenta con los datos históricos adecuados para la zona particular del problema. Por ello, la mayoría de los países del mundo disponen de una o más subgerencias gubernamentales que tienen la responsabilidad de recolectar y difundir datos hidrológicos. En México, los organismos encargados de esta recolección y publicación en forma de boletines hidrométricos y climatológicos son la Comisión Nacional del Agua (CNA), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y la Comisión Internacional de Límites y Aguas México-Estados Unidos de América, además de algunos otros organismos de carácter local, como el Departamento del Distrito Federal (Sistema de Aguas de la Ciudad de México).

Es importante revisar la historia, los proyectos y las obras construidas por nuestros antepasados, poseen un notable aire de modernidad y sus logros sólo han sido igualados durante los últimos 100 años.

En México, al igual que en todos los puntos del mundo, las civilizaciones primigenias tuvieron que batallar incansablemente para dotarse del agua. Con técnicas autóctonas, los habitantes de nuestro territorio trataron de convertir el agua en aliada del hombre.

Tras la caída de la civilización tolteca, que había florecido principalmente en Tula entre los siglos X y XI, oleadas de inmigraciones inundaron la meseta central de México, alrededor del lago de Texcoco.

Debido a su tardía aparición en el lugar, los aztecas-mexicas se vieron obligados a ocupar la zona pantanosa situada al oeste del lago. Estaban rodeados por enemigos poderosos que les exigían tributos, y la única tierra seca que ocupaban eran los islotes del lago de Texcoco, rodeados de ciénagas.

En la época prehispánica las civilizaciones se desarrollaron al amparo de los lagos, las vegas de los ríos y en las zonas de lluvia regular y suficiente. Pero no ocurrió en todos los casos, pues algunas civilizaciones buscaron asiento en el altiplano, lo que originó una inmensa carga de problemas por la escasez de recursos hidráulicos.



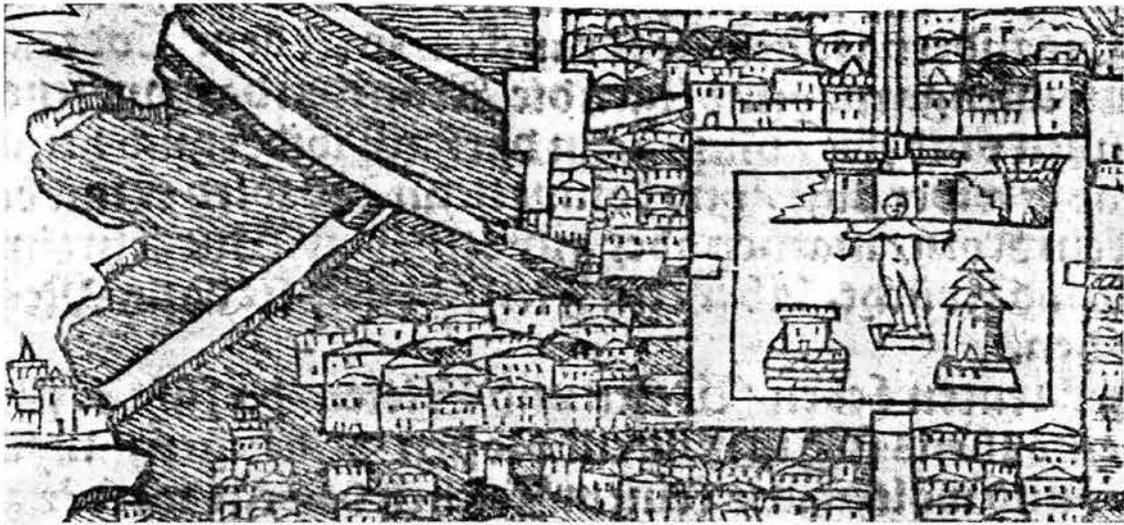
Según una leyenda, los aztecas fundarían una gran ciudad allí donde encontrarán un águila devorando a una serpiente posada sobre un nopal. En el año 1325, los sacerdotes aztecas descubrieron esta escena en un islote cerca del lago Texcoco, y allí erigieron la ciudad llamada Tenochtitlan. En el momento de su más alto desarrollo, el Imperio azteca se extendió por lo que hoy es la región central del país, desde la costa del golfo de México hasta la del Pacífico, y desde el Bajío hasta Oaxaca.

Los grandes centros culturales prehispánicos florecieron precisamente por haberse ubicado en regiones donde fue posible la construcción de rudimentarias obras de irrigación.

Ejemplo claro de lo anterior lo constituye la Gran Tenochtitlan, en donde se emprendieron trabajos de conducción de agua potable y defensa contra inundaciones que causaron la admiración de los conquistadores españoles.

Desde el primer momento de su fundación, la Gran Tenochtitlan tuvo conciencia de que el agua estaba ligada a su destino, ofreciéndole sustento y defensa.

Debido a su posición insular pudo sobrevivir primero junto a grupos más numerosos y poderosos y convertirse, después, en la formidable fortaleza de donde surgió la gran cultura Mexica.



"Mapa histórico de ciudad de México"

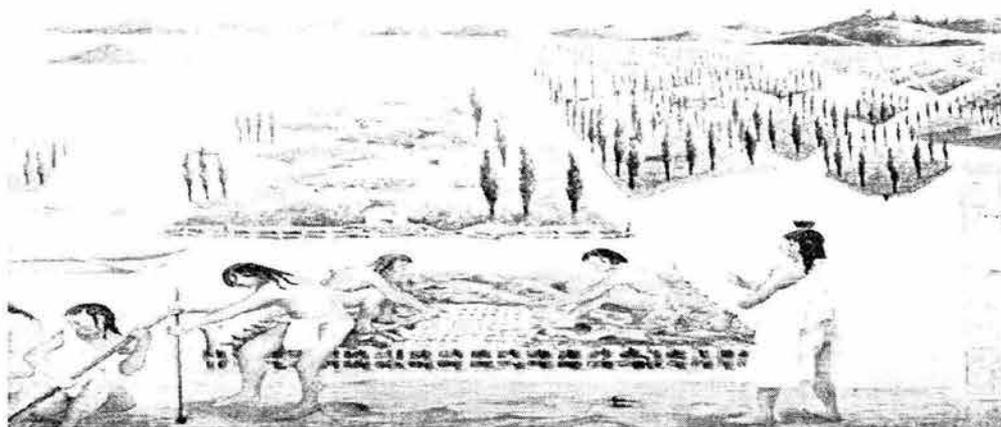
La ciudad de México fue originariamente la capital del Imperio azteca, Tenochtitlan, fundada en 1325. Tenía más de 200.000 habitantes cuando los conquistadores españoles llegaron allí a principios del siglo XVI. El mapa muestra los puentes y diques que cruzaban en lago Texcoco para conectar la ciudad con tierra firme.

Pero el agua, que le había dado una posición tan ventajosa, le creó también graves problemas que se fueron resolviendo con la intuición innata de sus habitantes.

Las inundaciones obligaron a los aztecas a construir obras de defensa, diques que impidieron la destrucción causada por el exceso del vital elemento. Por otra parte, la urgencia de obtener líquido potable les obligó a fabricar acueductos.

El crecimiento de la población y el acrecentamiento de la cultura, que obligó a la división y especialización del trabajo, exigía una agricultura de excedentes que sólo podía obtenerse mediante obras de riego.

El crecimiento demográfico y cultural obligó a los mexicas a utilizar el agua para mejorar en cantidad y calidad su alimentación, a través del aprovechamiento acuífero.



"Chinampas aztecas"

Con el término chinampa se designa en México a un huerto flotante situado sobre una laguna y en el que se cultivan flores y hortalizas. Los aztecas, antiguos pobladores del territorio mexicano, llevaron a cabo en esos jardines una horticultura intensiva por medio de la cual ampliaban las extensiones de tierra firme, de hecho, la propia Tenochtitlan fue erigida por aquellos en el siglo XIV sobre una isla del lago Texcoco.

El lago, como medio de transporte, sirvió para surtir abundantemente el mercado de la gran ciudad. La lucha constante por subsistir despertó el ingenio de los moradores primitivos y se construyeron así las primeras obras.

El Valle de México, en el que se asentó la civilización precursora de la ciudad actual, es una zona geográfica cercada por serranías que van vertiendo sus aguas y que en la antigüedad formaron un gran lago. Contaba con bosques, praderas y mantos de formación aluvial. Con el transcurso del tiempo el clima se volvió seco, bajó el nivel de las aguas y ese gran lago se fragmentó en varios lagos menores: Zumpango, Xaltocan, Ecatepec, Texcoco, Xochimilco y Chalco. Luego las aguas volvieron a crecer, el clima se tornó húmedo y las lluvias favorecieron la agricultura y propiciaron la sedentarización.

Valiéndose del desmonte y mejorando las técnicas de cultivo, se acondicionaron tierras para la agricultura. Se recurrió a la irrigación por medio de canales para aumentar la seguridad y la abundancia de las cosechas. La agricultura de riego, por ende, se practicó desde antes que llegaran los españoles. Almacenaban las aguas en depósitos llamados tlaquilacaxtli, precursores de las presas, y la conducción la realizaban por acequias, llamadas también apantles. De esta manera surgieron los primeros sistemas de riego.

Una obra representativa de esa época es el dique construido por Nezahualcóyotl para evitar inundaciones en la Gran Tenochtitlan. Asimismo, son de mencionarse las obras de abastecimiento para la ciudad mayor, que fueron construidas por Chimalpopoca, bajo la dirección del mismo Nezahualcóyotl, y

que servían para llevar el agua de los manantiales de Chapultepec hasta el Templo Mayor, cruzando pantanos y canales. En Texcoco aún quedan vestigios de las obras realizadas por Nezahualcóyotl para el abastecimiento de agua mediante un caño de mampostería de once kilómetros de longitud, que partía del manantial de Atexoac.

Una nueva época, con otra administración y forma de gobierno, se inicia en la nación mexicana con la toma de Tenochtitlan por los españoles, el 13 de agosto de 1521.

Durante la época colonial, la obra hidráulica tuvo un incremento importante, se construyeron numerosas obras con fines de riego, abastecimiento de agua potable y para satisfacer las necesidades de la industria minera que se había constituido en la principal fuente de explotación. El núcleo indígena desempeña un papel muy importante en el avance de los sistemas hidráulicos imperantes hasta entonces.

Las obras eran, principalmente de tierra y mampostería; el acueducto vino a ser el aspecto vital para la solución del abastecimiento de agua potable a las poblaciones neoespañolas, el primero en ser construido fue el de Zempoala-Otumba, dirigido por Fray Francisco de Tembleque, que sirvió para dotar de agua potable a esa región. La fuente de abastecimiento estaba ubicada a 63 kilómetros de Otumba y para conducir el líquido fue necesario superar obstáculos naturales como un barranco que fue nivelado con la construcción de 67 arcos, con espesor de metro y medio. La construcción duró 17 años, de los cuales 5 fueron empleados para edificar el arco mayor. Al término de la obra el acueducto era capaz de conducir de 30 a 40 litros por segundo.

Dado el primer paso, la construcción de acueductos proliferó en toda la nación, así, al del Carmen y Xalpa siguieron los de Chiconcuac y Oaxaca hasta que el territorio se vio invadido por los acueductos, unos altos y esbeltos, otros bajos y rollizos, cortos y largos, de piedra bola y cantera.

La necesidad de asegurar las cosechas y de evitar inundaciones obligó a la construcción de bordos y pequeñas presas de mampostería. Las presas fueron otras de las construcciones que más se fomentaron en aquella época. Ejemplos de éstas son la Pabellón (San Blas), de 23 metros de altura y 180 de longitud, y

la presa Los Arquitos, de 12 metros de altura y 254 de longitud, ambas en el estado de Aguascalientes.

El Valle de México era víctima en aquella época de continuas y muy grandes inundaciones. Se hicieron varios estudios, algunos claramente descabellados tomando en cuenta los pocos recursos con que se contaba entonces, hasta que se optó por abrir la cerrada cuenca del valle mediante un tajo que diera salida a las aguas.

Fue el alemán Henrich Martín, el que concibió la idea de construir un túnel llamado de Nochistongo, que después fue convertido en tajo y que sirvió de principal conducto para el desagüe del Valle de México.

Esta obra de infraestructura ha sido la más grande que se realizó en la época de la Colonia. Gracias a la técnica moderna, en la actualidad esta construcción ha servido de punto de partida para la solución del problema del desagüe.

Uno de los mayores sufrimientos de los mexicanos había sido la falta de agua potable; los españoles, como era natural, destruyeron los acueductos por donde se proveía la plaza y el agua de los canales y de los lagos tenía un sabor desagradable. Cortés ordenó inmediatamente la reparación de los acueductos y los mexicanos por orden de su gobernante dieron principio a la obra en que se conducía el agua de Chapultepec.

México inició su vida independiente bajo las condiciones más adversas. En este mar de situaciones problemáticas las obras elementales para el desarrollo de la nación quedaron al margen. En materia hidráulica se provocó un estancamiento en las obras de riego, de defensa contra inundaciones y de abastecimiento de agua potable.

Al iniciar el último tercio del siglo pasado, se registra un incremento en la construcción de obras hidráulicas, las más destacadas fueron las de saneamiento de la ciudad de México que comprendieron la red colectora, el Gran Canal del Desagüe y el primer túnel de Tequixquiac. Debe estimarse como muy empeñoso el esfuerzo para edificar estas obras y ponderarse como un importante triunfo de la ingeniería de la época vistos los difíciles problemas que ofrece el subsuelo del Valle de México aún en la actualidad.

Posteriormente, la Constitución de 1857, en su artículo 72, fracción XXII, faculta al Congreso para determinar cuáles son las aguas de jurisdicción federal para expedir leyes sobre su uso y aprovechamiento.

El 4 de enero de 1926, el Presidente Calles promulga la Ley Sobre Irrigación con Aguas Federales, y se crea la Comisión Nacional de Irrigación, cuya misión fundamental fue la construcción de obras hidráulicas para riego a fin de aumentar la producción agrícola nacional y elevar las condiciones del campesino.

Como se pudo observar, la historia de la Hidrología a estado envuelta desde un principio con la historia de la humanidad, y es una materia de suma importancia ya que con los datos obtenidos de algunos estudios hidrológicos podemos comprender el comportamiento del agua.

Como reflexión, debo decir que:

"Estamos en un mundo que no nos pertenece, antes de que llegáramos a habitarlo, ya había rastros de vida, es de recordar que la vida comenzó en el agua, se dice que somos los seres más inteligentes, pero sólo destruimos hasta extinguir, ya no vemos a nuestro alrededor lo que sucede y lo que nos está afectando, debemos de cuidar nuestros recursos para las generaciones que vienen tras de nosotros, no dañemos más nuestro hogar. Yo no conozco otro más, y solo les puedo decir que es terrible ver que la cápsula neoliberal, nos esta llevando a un mundo acelerado, que es el mismo sistema el que nos está volviendo irracionales, a vivir por uno solo, al egoísmo, a la indiferencia, a la mediocridad, ya ni siquiera volteamos a mirar el cielo, a observar las estrellas.

Lo único que me resta decir es que es lamentable ver que después de que existía un gran lago, hoy no quede rastro alguno de él, solamente queda una gran carpeta asfáltica que cada vez es más caliente, ¿seremos capaces de seguir viviendo así?

Por favor, cuidemos nuestros recursos, que es lo único por lo que en realidad, vale la pena esforzarse."

RGL

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describirán de manera general las nociones básicas y necesarias para la elaboración de un Balance Hidrológico de agua superficial.

La hidrología es la encargada de la evaluación y desarrollo de los recursos hidráulicos, de ahí la importancia del conocimiento en este campo como un elemento esencial para garantizar el máximo aprovechamiento de la disponibilidad del recurso en la realización de una obra de control¹ o uso² de agua en el sitio determinado.

1.2 CICLO HIDROLÓGICO

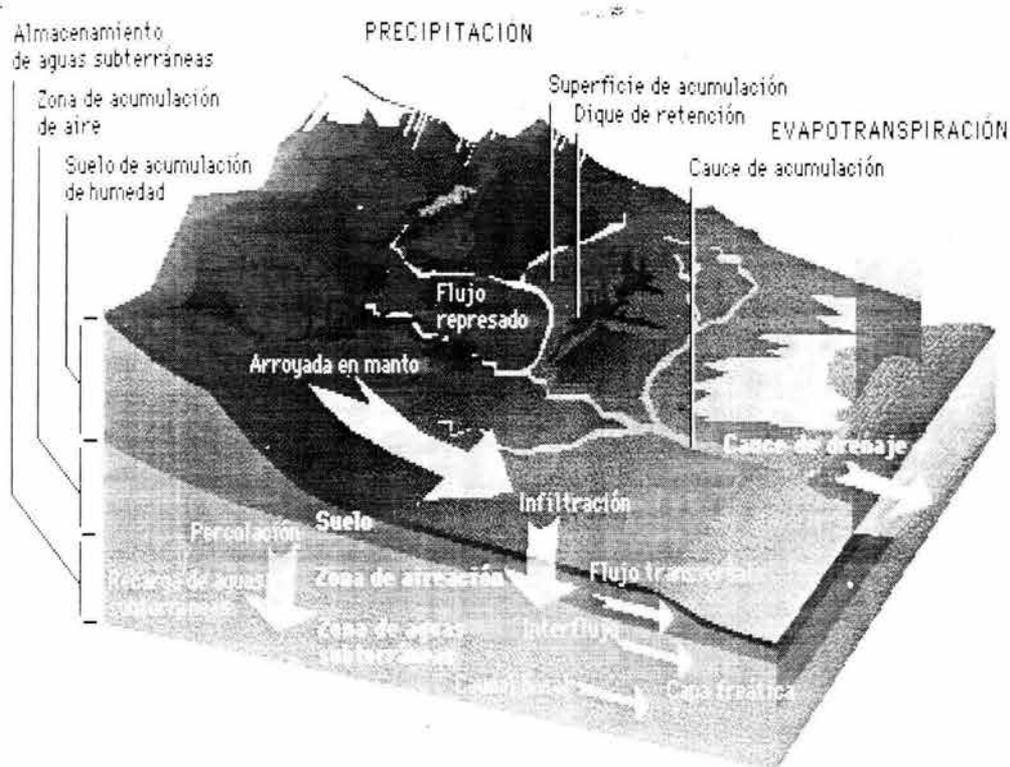
El ciclo hidrológico es un término descriptivo aplicable a la circulación general del agua en la tierra, que involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente debido fundamentalmente a dos causas: evaporación y precipitación-escorrimento.³

En resumen, el ciclo hidrológico representa el agua circulando a partir del mar, y por evaporación se forman nubes que penetran en los continentes provocando lluvias que al caer a tierra escurren superficialmente dando lugar a los ríos, arroyos y lagos, esta lluvia también se infiltra formando mantos freáticos y mantos profundos, prácticamente toda el agua subterránea tiene su origen en la precipitación y los escurrimientos superficiales. De la superficie libre del agua de los ríos, arroyos y lagos, ésta se evapora retornando a la atmósfera y nuevamente formando nubes, con las cuales se inicia este ciclo de acontecimientos que se repite indefinidamente.

¹ Tal como el drenaje, el control de crecientes, la disminución de la contaminación, el control de insectos, el control de sedimentos y el control de salinidad.

² Tal como el suministro de agua doméstica e industrial, la irrigación, la generación hidroeléctrica, la recreación, el mejoramiento de la vida silvestre, el aumento de los caudales bajos para el manejo de la calidad del agua y el manejo integral de la cuenca.

³ La primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento).



"Esquema del ciclo hidrológico"

1.2.1 Fases del ciclo hidrológico

a. - Evaporación

La hidrología define a la evaporación como la tasa neta de transporte de vapor hacia la atmósfera. Sin embargo, la realidad es que existe continuamente un intercambio de moléculas de agua hacia y desde la atmósfera.

El cambio de estado líquido a vapor, requiere de un intercambio de calor de 580 calorías por cada gramo de agua evaporada. Esta energía y la gran cantidad de calor necesario para que se mantenga la temperatura en el suelo, debe ser proporcionada por la radiación solar y la conducción de esta radiación por la capa de aire en contacto, o bien por la cesión de calor de las capas de suelo debajo de la superficie. Una superficie libre de agua y una de suelo saturado del mismo tamaño y a la misma temperatura, tienen aproximadamente la misma tasa de evaporación, pero cuando el suelo se va secando la evaporación

disminuye y su temperatura aumenta manteniéndose de esta manera el balance de energía.

b. - Transpiración

En el proceso de nutrición de las plantas, el agua sustraída del suelo por las raíces, se evapora hacia la atmósfera a través de las estomas⁴ y sólo una pequeña porción es retenida dentro de los vegetales, con el objeto de formar y regenerar tejidos y crear sustancias alimenticias en solución, esta pequeña porción constituye el uno por ciento o menos del total del agua transpirada.

Por las consideraciones anteriores, se estima que el agua transpirada más el agua evaporada desde la superficie del suelo, constituyen la **evapotranspiración**.

El mecanismo de la evapotranspiración es importante, porque a través de él es como una buena parte del agua de precipitación regresa a la atmósfera.

Cuando se trata de estudiar el balance hídrico en una determinada cuenca; se hace uso de la evapotranspiración como un todo, pues es difícil separar a sus dos componentes y estudiarlos separadamente.

c. - Condensación del vapor.

Cuando una masa de aire se encuentra saturada con vapor de agua y se pone en contacto con una superficie líquida, este contacto origina una disminución de temperatura que provoca la **condensación** y ésta continuará hasta que se establezca el equilibrio de temperaturas entre la masa de aire y la superficie líquida.

Cuando no existe la superficie líquida, la condensación puede efectuarse sobre los cuerpos sólidos o en el seno de la masa de aire, pero entonces las leyes que rigen la condensación son diferentes. La temperatura sigue siendo el factor principal que hace variar la tensión de saturación y su relación es directamente proporcional pero con valores diferentes en el caso de que la superficie aún siendo agua, sea curva.⁵

⁴ Parte de una planta que permite la salida de moléculas de agua. están ubicadas en la parte trasera de la plánta.

⁵ Recordemos que la superficie de la tierra, lagos y mares, es curva.

d. - Precipitación

Precipitación es el agua que recibe la superficie terrestre en cualquier estado físico, proveniente de la atmósfera. Para que se origine la precipitación es necesario que una parte de la atmósfera se enfríe hasta que el aire se sature con el vapor de agua, originándose la condensación del vapor atmosférico. El hecho de que exista la condensación no necesariamente implica la precipitación, si no que deben existir imprescindiblemente los núcleos de congelamiento o condensación (humos, óxido de nitrógeno, yoduro de plata y otras sales). El enfriamiento de la atmósfera se logra por la elevación del aire. De acuerdo con la condición que provoca dicha elevación, la precipitación puede ser por convección, orográfica y ciclónica, y son registradas en estaciones climatológicas⁶.

Precipitación por convección

Es la más común en los trópicos. Se origina por el levantamiento de masas de aire más ligero y cálido al encontrarse a su alrededor con masas de aire densas y frías, o por desigual calentamiento de la superficie terrestre y la masa de aire. Al irse elevando dichas masas de aire, se expanden y se enfrían dinámicamente, originando la condensación y precipitación.

Precipitación orográfica

Cuando los vientos cargados de humedad soplando ordinariamente del océano a tierra encuentran una barrera montañosa o pasan de la zona de influencia de un mar relativamente caliente a la de vastas extensiones de suelo más frío, las masas de aire húmedo tienen tendencia a elevarse y el estado de calma relativa que de ello resulta, produce un enfriamiento que puede alimentar la formación de una cobertura nubosa y desatar precipitaciones.

⁶ Se denomina estación climatológica a la instalación que permite medir precipitaciones, evaporaciones, temperaturas y viento.

Precipitación ciclónica

La precipitación ciclónica está asociada al paso de ciclones y está ligada con los planos de contacto (superficies frontales) entre masas de aire de diferentes temperaturas y contenidos de humedad. Esta precipitación puede ser no frontal y puede ocurrir donde exista una depresión barométrica.

e. Esgurrimiento

El esgurrimiento se define como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca. Conviene dividir estos caminos en tres clases: esgurrimiento superficial, esgurrimiento subsuperficial y esgurrimiento subterráneo.

Fuentes de los diferentes tipos de esgurrimiento

El flujo sobre el terreno, junto con el esgurrimiento en corrientes, forma el **esgurrimiento superficial**. A una parte del agua de precipitación que se infiltra y esgurre cerca de la superficie del suelo más o menos paralelamente a él se le llama **esgurrimiento subsuperficial**; la otra parte, que se infiltra hasta niveles inferiores al freático, se denomina **esgurrimiento subterráneo**.

De los tres tipos de esgurrimiento, el superficial es el que llega más rápido hasta la salida de la cuenca. Por ello está relacionado directamente con una tormenta particular y entonces se dice que proviene de la precipitación en exceso o efectiva y que constituye el esgurrimiento directo. El esgurrimiento subterráneo es el que de manera más lenta llega hasta la salida de la cuenca (puede tardar años en llegar), y, en general difícilmente se le puede relacionar con una tormenta particular, a menos que la cuenca sea demasiado pequeña y su suelo muy permeable. Debido a que se produce bajo el nivel freático, es el único que alimenta a las corrientes cuando no hay lluvias y por eso se dice que forma el esgurrimiento base.

El esgurrimiento subsuperficial puede ser casi tan rápido como el superficial o casi tan lento como el subterráneo, dependiendo de la permeabilidad de los estratos superiores del suelo; por ello es difícil distinguirlo de los otros dos.

Para analizar el **esgurrimiento total**, puede considerársele compuesto por los esgurrimientos directo y base. Este último proviene del agua subterránea, y el directo es el originado por el esgurrimiento superficial.

Descripción del proceso de escurrimiento

Cuando llueve sobre una determinada zona, parte del agua es interceptada por la vegetación que existe en la zona, como son arbustos, pastos o árboles y otra parte se infiltra en el suelo o llena las diferentes depresiones de la superficie.

Después de que las depresiones del suelo han sido llenadas, si la intensidad de lluvia excede a la capacidad de infiltración del suelo, la diferencia es llamada lluvia en exceso. Esta lluvia en exceso primero se acumula sobre el terreno como detención superficial, y a continuación fluye hacia los ríos. A este movimiento se le denomina flujo por tierra, y el agua que en esta forma llega a los ríos es el escurrimiento superficial.

En general, debajo de la superficie del suelo hay un manto de agua, a cuyo límite superior se le denomina nivel freático; a la que se encuentra por debajo de este nivel se le llama agua subterránea, y a la que se encuentra sobre él, humedad del suelo. A la cantidad de agua que cualquier suelo puede retener indefinidamente contra la acción de la gravedad se le llama capacidad de campo.

La diferencia entre la capacidad de campo de un suelo y la humedad que contenga en un cierto instante, se conoce como deficiencia de humedad del suelo. De acuerdo con esto, cuando ocurre una tormenta, el agua que se infiltra primero satisface la deficiencia de humedad del suelo y posteriormente recarga el agua subterránea. Por lo tanto, puede ocurrir que muchas veces no exista recarga aunque haya infiltración.

El nivel freático del agua subterránea normalmente tiene una pendiente muy suave hacia su salida, que puede ser una corriente, un lago o el mar. El movimiento del agua subterránea usualmente es muy lento y depende principalmente del gradiente del nivel freático y de la textura del suelo.

f. Distribución del agua en el subsuelo

El agua del subsuelo que se encuentra en los intersticios o poros de las rocas se puede dividir en dos zonas principales, éstas son *la zona de aireación* y *la zona de saturación*.

Zona de Aireación

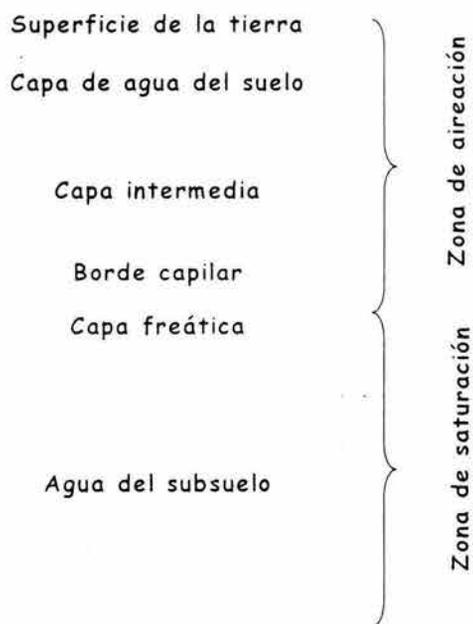
La zona de aireación se extiende de la superficie de la tierra al nivel al cual todos los poros o espacios abiertos en los componentes de la tierra se

encuentran completamente llenos o saturados de agua. Una mezcla de aire y agua se encuentra en los poros en esta zona, y de aquí su nombre. Se puede subdividir en tres capas. Estas son: la **capa de agua de suelo**, la **capa intermedia** y el **borde capilar**.

La **capa de agua del suelo** yace inmediatamente debajo de la superficie, y ésta es la región de la que las plantas extraen, por medio de sus raíces, la humedad necesaria para su desarrollo. El grueso de la capa difiere grandemente según el tipo de suelo y vegetación, variando de unos 30.5 cm en las tierras compactas y las áreas de cultivo, hasta varios metros en los bosques y tierras que soportan plantas de raíces profundas.

La **capa intermedia** yace entre la capa de agua del suelo y el borde capilar. La mayor parte de su agua llega por gravedad hacia abajo a través de la capa del agua del suelo. El agua de esta capa se llama agua (vadosa) intermedia.

El **borde capilar**, ocupa la porción del fondo de la zona de aireación y yace inmediatamente sobre la zona de saturación. Su nombre procede del hecho de que el agua, en esta capa, está suspendida por fuerzas capilares, mientras más estrecho sea el tubo o los poros, más se elevará el agua. Por lo tanto, el espesor de la capa depende de la textura de la roca o el suelo y puede ser prácticamente cero cuando los poros son grandes.



Zona de Saturación

Inmediatamente bajo la zona de aireación yace la zona de saturación en la cual los poros están completamente llenos o saturados de agua. El agua de la zona de saturación se conoce como *agua del subsuelo* y es la única forma de agua del subsuelo que puede fluir fácilmente hacia un pozo. El objeto de la construcción de un pozo es penetrar la tierra en esta zona con un tubo, cuya sección inferior tiene aberturas de un tamaño tal que permiten la entrada del agua desde la zona de saturación, pero excluyen las partículas de roca. Las formaciones que contienen agua del subsuelo y que la proporcionan fácilmente a los pozos son llamadas acuíferas.

1.3 FISIOGRAFÍA DE LA CUENCA HIDROLÓGICA

Las características físicas de una cuenca constituyen elementos que tienen una gran importancia en el comportamiento hidrológico de la cuenca. Se puede decir que estos elementos físicos constituyen la posibilidad más conveniente de conocer la variación en el aspecto de los elementos del régimen hidrológico.

Para la determinación de estos parámetros físicos se precisa especialmente de cartas topográficas e hidrográficas, aunque también son de gran utilidad las climatológicas, geológicas y de uso de suelo. En cuanto a las escalas empleadas se tienen las siguientes; 1:50,000, 1:100,000, 1:250,000 y 1:500,000 que son las más usuales y se eligen de acuerdo a la superficie real de la cuenca y así se logra la exactitud deseada de los cálculos.

1.3.1 Concepto de cuenca

Se denomina **cuenca de un río**, en un punto dado de su curso, a la zona interior de la superficie terrestre, dentro de la cual las gotas de lluvia que caen sobre ella fluyen (son drenadas por el sistema de corrientes) hacia ese punto del río (punto de salida).

Si el suelo es impermeable, los límites de la cuenca quedan definidos topográficamente por la línea de cresta (divisoria), que la separa de la cuenca adyacente. Es decir, está limitada por un **parteaguas**, que es una línea imaginaria que encierra a todos los tributarios⁷ la cual corta a la curva de nivel,

⁷ Permite la contribución de todas las corrientes superficiales de agua al cauce principal.

en los puntos altos, donde ésta es convexa (sentido del escurrimiento) y separa la cuenca de las cuencas vecinas.

En la práctica, y en especial para grandes cuencas, se admite que la cuenca de aguas subterráneas coincida con la superficial (topografía), aunque en algunos casos no coincida con ésta. Esta simplificación, cuyo origen se encuentra en la dificultad de la determinación de la frontera divisoria de las aguas subterráneas, puede conducir a grandes errores en cuencas de pequeño tamaño.

La disposición de un **sistema de drenaje natural** está por regla general, fija en parte por la estructura geológica y fisiográfica de la cuenca en estudio. Tales características gobiernan comúnmente la posición del parteaguas en los orígenes de las cuencas, mientras que los linderos naturales pueden quedar limitados bien sea por la estructura geológica o por la erosión; que en las cuencas chicas constituye el factor dominante.

Desde el punto de vista de su salida, existen fundamentalmente tres tipos de cuencas:

- a. Endorreicas.- No tienen salida al mar, por lo que el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca, generalmente desembocan en un lago, laguna o el agua se infiltra.
- b. Exorreicas.- El punto de salida se encuentra en los límites de la cuenca y ésta descarga a otras corrientes o al mar.
- c. Triptorreicas.- El drenaje es subterráneo.

1.3.2 Características fisiográficas de la cuenca y de los cauces

Las cuencas quedan caracterizadas por su morfología (características de forma), por la naturaleza de su suelo y la de la vegetación que la recubre. Los cauces quedan caracterizados por el tipo de corriente, sus pendientes, su longitud, su grado de bifurcación, densidad de corrientes y densidad de drenaje.

Las características fisiográficas de la cuenca y de los cauces son:

CUENCA	CAUCE
• Localización Geográfica	• Longitud del Cauce Principal
• Ubicación	• Pendiente del Cauce Principal
• Orientación	• Red de Drenaje
• Tipo de Suelo	• Orden de la Corriente
• Uso de Suelo	• Relación de Bifurcación
• Perímetro	• Longitud de Tributarios
• Área	• Densidad de Corriente
• Tamaño	• Densidad de Drenaje
• Forma	
• Pendiente Media	
• Elevación Media	

Tabla 1.3.2.1 Características fisiográficas de la cuenca y los cauces.

A continuación se detallan cada uno de ellos.

La **localización geográfica** de la cuenca en el punto de interés se da por las coordenadas geográficas (latitud y longitud) y por el número de la carta topográfica.

La **ubicación** de la cuenca debe ser con respecto a las regiones hidrológicas de la República Mexicana, según la subdivisión hecha por la antigua S.R.H. (Secretaría de Recursos Hidráulicos).

La **orientación** afecta las pérdidas por transpiración y evaporación debido a la influencia que tiene en la cantidad de calor solar que recibe una cuenca. Por ejemplo, en las cuencas ubicadas en las regiones frías, la dirección de la pendiente resultante de la cuenca hacia el Sur o el Norte tiene influencia en el tiempo de deshielo de las nieves acumuladas en dicha cuenca y por lo tanto, en el volumen con que la nieve contribuye al escurrimiento superficial.

En cualquier cuenca las características del escurrimiento superficial se ven influenciadas por el **tipo predominante de suelo**. Influye debido a las diferentes capacidades de infiltración que a su vez son el resultado de las propiedades mecánicas del mismo, como el tamaño de los granos del suelo, el modo en que están agrupados, y de la forma y arreglo de sus partículas.

De todos los factores que afectan el escurrimiento superficial en una cuenca, el **uso del suelo**, es uno de los más importantes. Ya que de las características físicas (textura, profundidad, densidad, etc.) y químicas (riqueza en elementos

nutritivos, pH, bases de cambio, salinidad, etc.) depende el desarrollo de la vegetación, espontánea o cultivada, y de ahí su gran influencia en el balance hídrico, dado que los volúmenes de agua consumidos en la transpiración y en el desarrollo de las plantas, pueden ser muy importantes, y su influencia en el escurrimiento es grande, ya que la vegetación densa, ofrece una gran resistencia al escurrimiento del agua por la superficie del terreno.

El **perímetro** de la cuenca es la longitud obtenida siguiendo con un curvímetro, y tomando en cuenta la escala en la carta topográfica, el contorno del parteaguas.

El **área de la cuenca** de drenaje de una corriente, está definida por la superficie de la proyección horizontal en planta delimitada por el parteaguas, aún cuando la cuenca de drenaje superficial no coincide con la cuenca de drenaje subterránea, ya que esta última depende de la formación geológica del subsuelo.

El **tamaño** de la cuenca afecta la magnitud de las avenidas y de los escurrimientos mínimos y medios en formas muy diversas, por lo tanto, sus efectos deben considerarse debidamente, las cuencas de captación de la red de drenaje se subdividen en dos grupos: grandes y chicas, según su extensión y sus características más relevantes.

En una cuenca chica, la variación y cantidad de los escurrimientos están muy influenciados por las condiciones físicas del suelo y la cubierta vegetal, (sobre las cuales el hombre interactúa), por lo que, el escurrimiento superficial es más dominante que el efecto de almacenamiento y éste tendrá mayor sensibilidad a lluvias de alta intensidad y corta duración que esa sensibilidad de las cuencas chicas disminuye. La clasificación, que del tamaño de las cuencas, hace Ven Te Chow es la siguiente:

TAMAÑO	AREA EN KM ²
• Cuenca muy pequeña	• Menor que 25
• Cuenca pequeña	• 25 a 250
• Cuenca intermedia pequeña	• 250 a 500
• Cuenca intermedia grande	• 500 a 2500
• Cuenca grande	• 2500 a 5000
• Cuenca muy grande	• Mayor a 5000

Tabla 1.3.2.2 Clasificación del tamaño de las cuencas

Falta página

N° 24

Entonces un adecuado balance hidráulico de los recursos hídricos en la cuenca nos permitirá:

- Estimar el potencial hídrico para evitar una sobre explotación del recurso en una determinada región, o bien, extender su disposición y aprovechamiento.
- Conocer zonas favorables para la explotación subterránea o superficial del recurso.
- Ubicar las corrientes de la cuenca que producen inundaciones.
- Determinar las posibles llanuras de inundación y sus lugares de influencia¹⁰ para tomar las medidas necesarias¹¹ y en lo posible disminuir las consecuencias y daños que éstas ocasionan.
- Analizar la insuficiencia de obras hidráulicas existentes para tomar las precauciones oportunas en las presas (de almacenamiento), en caso de derramar o dejar pasar el gasto excedente a la capacidad de diseño de la estructura.
- Realizar programas de administración del recurso en época de estiaje.

El balance hidráulico total en una cuenca o región hidrológica, es la suma algebraica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos considerados de manera integral, de tal forma que el incremento o decremento en volumen en uno de ellos produce el efecto contrario en el otro.

Por lo que el balance hidráulico superficial se realiza con la suma algebraica del gasto base en la corriente y las extracciones de agua para uso y aprovechamiento humano y consuntivo de una cuenca.

El balance hidráulico subterráneo se obtiene como la suma algebraica de los componentes de carga y descarga natural del sistema acuífero y de sus variaciones a través del tiempo.

¹⁰ En las partes bajas donde van las corrientes, los ríos cambian haciéndose sus cauces más anchos y con poco tirante.

¹¹ Como programas de prevención y auxilio para la población y la construcción de obras hidráulicas de protección.

1.4.1 Balance de aguas superficiales

El método del balance hidráulico, es flexible en el sentido de que puede aplicarse en cualquier punto de una corriente y manejarse para diversas magnitudes de terreno dentro de una misma superficie principal. Para su estimación se recurre a la fórmula de continuidad que consiste en la diferencia de las entradas y salidas que nos dan como resultado un ΔV que representan el cambio de volumen de agua superficial almacenada.

$$\text{Entrada} - \text{Salida} = \text{Cambio de Almacenamiento} \quad (1.4.1.1)$$

La simplicidad de la ecuación anterior es frecuentemente engañosa ya que en ella intervienen variables hidrológicas tales como la precipitación (P), evaporación (E), transpiración (T), escurrimiento superficial (R), infiltración (I), escurrimiento Subterráneo (G) y los términos de almacenamiento (S). En la mayoría de los casos algunos de estos términos no pueden ser cuantificados adecuada y fácilmente. La ecuación simplificada se puede escribir como:

$$P - R - E - T - G = \Delta S \quad (1.4.1.2)$$

La ecuación del balance hidrológico es una herramienta útil para obtener estimaciones de la magnitud y distribución en el tiempo de las variables hidrológicas que en ella intervienen.

De una manera más completa la ecuación toma la forma:

$$\underbrace{C_p + A_r + R + I_m}_{\text{ENTRADA}} - \underbrace{(A_b + U_c + E_v + E_x)}_{\text{SALIDA}} = \Delta v \quad (1.4.1.3)$$

En donde:

- Cp.- escurrimiento virgen
- Ar.- escurrimiento aguas arriba
- R.- retornos
- Im.- importaciones
- Ab.- escurrimiento aguas abajo
- Uc.- usos consuntivos

- Ev.- evaporación
- Ex.- exportaciones
- Δv .- cambio de almacenamiento

Entonces las entradas están conformadas por:

Cp: Esgurrimiento por cuenca propia o escurrimiento virgen, escurrimiento total medio anual proveniente de una cuenca sin aprovechamientos. En el caso de existir aprovechamientos, el escurrimiento virgen, en general, será igual al volumen aforado más las extracciones netas. Con un grado aceptable de detalle se puede definir como la suma del escurrimiento aguas abajo, las extracciones para usos consuntivos, las exportaciones y las evaporaciones en los vasos de almacenamiento menos la suma del escurrimiento aguas arriba, las importaciones y los retornos utilizables.

Ar: Esgurrimiento aguas arriba, es el volumen medio anual de agua que a través de un cauce natural proviene de una cuenca hidrológica ubicada aguas arriba de la cuenca o subcuenca en análisis.

R: Retornos utilizables, volúmenes promedio que se reincorporan a la red de drenaje fluvial de la cuenca hidrológica como remanentes de los volúmenes aprovechados en los diferentes usos del agua. Es importante aclarar que dichos volúmenes serán tomados en cuenta para los objetivos del balance siempre y cuando sean reintegrados a la red con carga suficiente para poder ser aprovechados en la misma cuenca o en otra aguas abajo. En este último caso, los retornos se deberán incluir en el balance de la cuenca aguas abajo como parte del escurrimiento aguas arriba. En los balances de ambas cuencas se deberán especificar los volúmenes que corresponden a retornos para no duplicarlos al cuantificar el escurrimiento aguas abajo.

Im: Las Importaciones son el volumen de agua que se recibe en una cuenca hidrológica o unidad geohidrológica desde otra u otras, hacia las que no drena en forma natural.

Las salidas están conformadas por:

Ab: Esgurrimiento aguas abajo, es aquel que, a través de un cauce natural, sale de la cuenca hacia otra de cotas inferiores.

Uc: Usos consuntivos, los volúmenes que se extraen o derivan de los almacenamientos o directamente de los cauces para satisfacer las demandas de los diversos sectores usuarios que existen en la cuenca tales como el agua potable, agricultura, abrevadero, industria, medio ambiente, cabe aclarar que éste último no tiene un consumo propiamente, pero su volumen no es aprovechable dado que lo requiere para su subsistencia. El Uc se determina como la diferencia entre el volumen que se extrae y el que se retorna.

Un: Usos no consuntivos, son aquellos volúmenes que después de ser aprovechados pasan a formar parte de la red en su totalidad. Como ejemplos se tienen los empleados en la generación de energía eléctrica en hidroeléctricas, acuicultura y recreación, aún cuando éstos dos últimos no emplean volúmenes considerables. Generalmente no se consideran en el balance ya que se integran a la red después de su uso.

Ev: Evaporación es el proceso por el cual las moléculas del agua, en la superficie de un cuerpo de agua natural o artificial o en la tierra húmeda, adquieren la suficiente energía cinética de la radiación solar, y pasan del estado líquido al gaseoso.

Ex: Exportaciones, es el volumen de agua superficial o subterránea que se transfiere de una cuenca hidrológica o unidad hidrogeológica a otra u otras, hacia las que no drena en forma natural.

Re: Volumen reservado, escurrimiento que sale de la cuenca y que contribuye a satisfacer las extracciones de las cuencas aguas abajo.

1.5 DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

El estudio del balance hidráulico permite conocer la disponibilidad de agua superficial¹² de cuenca, es decir, el volumen de agua que después del análisis

¹² Como ya se indicó esta disponibilidad está enormemente influenciada por el clima que determina las variables del ciclo hidrológico y de la cultura, y medios de vida, de cada región según la cuenca que aprovechan.

hidrológico e hidráulico nos queda para satisfacer las demandas de los usuarios, de la fauna, flora y cultivos de cada lugar.

La disponibilidad media anual de aguas nacionales superficiales en cuencas hidrológicas clasificadas como grandes (área mayor de 3000 km²), deberán subdividirse en función de la problemática regional que enfrente el uso de los recursos, de la importancia de sus afluentes, localización de los diferentes usuarios e información hidroclimatológica disponible.

La disponibilidad media anual de agua superficial en una cuenca hidrológica es el valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo y el volumen anual actual comprometido aguas abajo.

- a) **El volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo** es la suma algebraica del volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba, se determina con la expresión utilizada para calcular el volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo que corresponde al de la subcuenca ubicada aguas arriba en estudio, (véase tema 3.2 página 40).
- b) **El volumen anual actual comprometido aguas abajo** es la cantidad de agua que se debe preservar para satisfacer los derechos de explotación, uso o aprovechamiento de agua asignada o concesionada, y para satisfacer las reservas establecidas conforme a la Programación Hidráulica la cual es un conjunto de programas y estrategias, mediante los cuales se precisan los objetivos nacionales, regionales, estatales y locales de la política en materia de agua.

Una vez obtenida la disponibilidad de agua superficial, se calcula el índice de la disponibilidad relativa, el cual representa el grado de aprovechamiento de las aguas superficiales de una cuenca. Este último se estima con base en el agua que escurre en la cuenca, independientemente de que sea factible su utilización. Se define como el cociente que resulta de dividir la oferta en la cuenca entre el volumen comprometido. Este índice clasificará la cuenca o subcuenca en condiciones de escasez, de equilibrio, de disponibilidad y abundancia.

Dependiendo del rango en que se encuentre este valor se ha clasificado a la cuenca de acuerdo a la siguiente distribución:

RANGO	CLAVE	COLOR	DESCRIPCIÓN
$Dr \leq 1.4$	1	ROJO	DÉFICIT
$1.4 < Dr \leq 3.0$	2	AMARILLO	EQUILIBRIO
$3.0 < Dr \leq 9.0$	3	VERDE	DISPONIBILIDAD
$9.0 < Dr$	4	AZUL	ABUNDANCIA

Tabla 1.5.1 Índice de las disponibilidad relativa de Agua Superficial.

Entendemos entonces, como:

Déficit.- Se considera que la cuenca se encuentra dentro de este rango cuando no es posible abastecer todo el volumen de agua que se requiere aún en épocas de lluvia y es peor cuando es periodo de sequía o estiaje.

Equilibrio.- El agua con que cuenta la cuenca sólo satisface al volumen requerido pero no se puede aceptar más demanda ya que no se podría abastecer, evitando así una sobreexplotación del recurso.

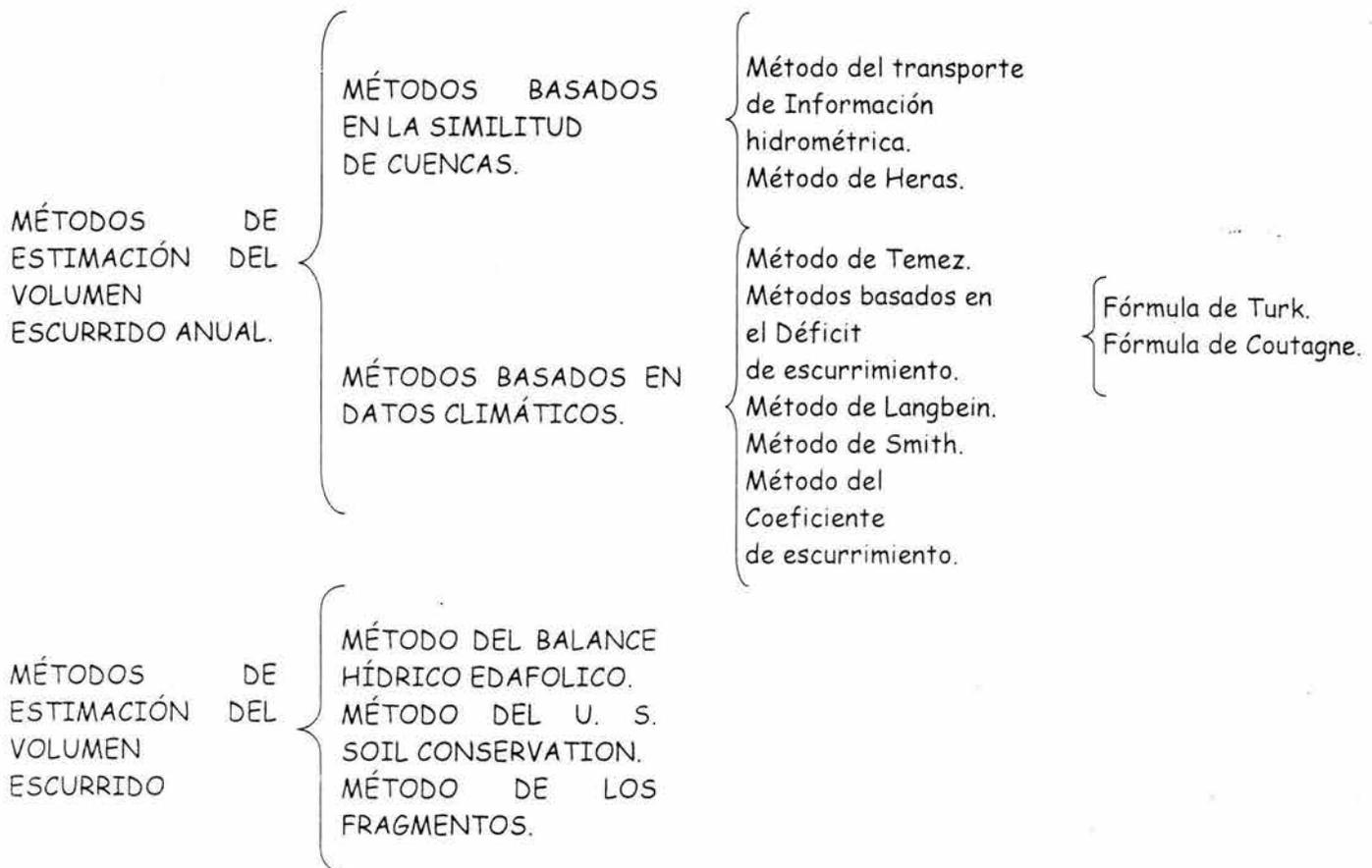
Disponibilidad.- Cuando son épocas normales o de lluvia se puede concesionar cierto volumen de agua solicitado, pero no comprometido, ya que se cuenta con un excedente, el cual disminuye en épocas de estiaje.

Abundancia.- Se dispone de un gran volumen de agua, que supera a la demanda por lo que el potencial hídrico tiene la posibilidad de extender su disposición y aprovechamiento.

CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 INTRODUCCIÓN

Los diversos criterios de que se dispone actualmente para estimar los volúmenes escurridos anuales de una corriente, se pueden clasificar en:



Recientemente, se han desarrollado métodos que se basan en la información hidrométrica de la zona y que permiten generar estocásticamente¹³ secuencias del escurrimiento anual y mensual, en el punto de interés de la cuenca no aforada.

¹³ Un proceso es estocástico cuando no es posible pronosticar con exactitud su futuro con base en su pasado. es la descripción de un evento o proceso que implica variables aleatorias.

El marco teórico que se menciona en este trabajo es el basado en datos climatológicos dentro de los cuales trataré el de Turk, Coutagne, Langbein, Smith y el de Coeficiente de escurrimiento que son los más utilizados en nuestro país para el desarrollo de los Balances de Aguas Superficiales.

2.2 MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUAS SUPERFICIALES

Las variables que se utilizan en los métodos de Coutagne, Turk, Langbein, Smith y el Coeficiente de Escurrimiento, son las siguientes:

- ETR = Evapotranspiración, en mm
- T = Temperatura, en °C
- P = Precipitación media anual, en mm
- V' = Escurrimiento específico, en mm
- Cp = Escurrimiento virgen anual, en Mm³
- ÁREA = Área de la cuenca, en km²

2.2.1 Fórmula de Coutagne

Coutagne propuso dos fórmulas, la primera para latitudes comprendidas entre 30° y 60° N, ésta es:

$$\text{ETR} = 210 + 30T \text{ para } P = 800 \pm 20\% \quad (2.2.1.1)$$

La segunda fórmula, fue deducida para cuencas tributarias al océano Atlántico, de EUA, su expresión es:

$$\text{ETR} = 255 + 33T \text{ para } P = 1000 \text{ mm} \quad (2.2.1.2)$$

En las dos fórmulas anteriores ETR está en milímetros y T en °C, adicionalmente, Coutagne propuso lo siguiente:

$$\text{ETR} = P - \lambda P^2 \quad \text{con: } \lambda = \frac{1.00}{0.80 + 0.14T} \quad (2.2.1.3)$$

La fórmula sólo es aplicable para valores de la precipitación media anual (P) comprendidos entre $\frac{1}{8} \lambda$ y $\frac{1}{2} \lambda$, estando ETR y P en metros y T en °C.

Si P es menor que $\frac{1}{8} \lambda$ la ETR es igual a la precipitación, es decir, no existe escurrimiento; si la precipitación P es mayor que $\frac{1}{2} \lambda$ la ETR es prácticamente independiente de P y su valor está dado por la ecuación siguiente:

$$ETR = 0.20 + 0.035T \quad (2.2.1.4)$$

nuevamente, ETR está dada en metros y T en °C.

$$V' = P - ETR \quad (2.2.1.5)$$

$$Cp = V' * \text{ÁREA} \quad (2.2.1.6)$$

2.2.2 Fórmulas de Turk

Turk a partir de observaciones realizadas en 254 cuencas distribuidas por todos los climas del mundo, reporta la siguiente expresión:

$$ETR = \frac{P}{0.9 + \left(\frac{P^2}{L^2}\right)} \quad (2.2.2.1)$$

siendo:

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3 \quad (2.2.2.2)$$

estando ETR y P en milímetros y T en °C.

La limitación teórica de esta fórmula es que para $p < 0.31 L$ daría una ETR mayor que la precipitación, por tanto, en tales casos habrá que considerar a $ETR = P$.

Por otra parte, los valores numéricos a los que conduce la fórmula de Turk son únicamente aproximados, ya que su propio autor indica que la diferencia absoluta (e) entre los déficit medidos y los calculados quedó comprendida en los intervalos siguientes:

$0 < e < 222$ milímetros para las 254 cuencas estudiadas.

$0 < e < 40$ milímetros para el 55% de las cuencas.

Las diferencias (e) serán tanto más grandes cuanto más características excepcionales tenga la cuenca, como son: tamaño reducido, cuencas de montaña, regiones o zonas de fuerte o débil insolación, etc.

$$V' = P - ETR \quad (2.2.2.3)$$

$$C_p = V' * \text{ÁREA} \quad (2.2.2.4)$$

2.2.3 Método de Langbein

En 1962 W. B. Langbein propuso un método que está basado en una relación única entre P/F_t y V'/F_t , donde F_t es un factor de temperatura.

Cuando P y V' se toman en milímetros y T , la temperatura media del año se expresa en $^{\circ}\text{C}$, la expresión de F_t es la siguiente:

$$F_t = 10^{(0.027T+1.886)} \quad (2.2.3.1)$$

La relación entre P/F_t y V'/F_t está dada en la tabulación siguiente:

Tabla 2.2.3.1 Relación entre P/F_t y V'/F_t

P/F_t	V'/F_t
0	0.009
1	0.026
2	0.075
3	0.200
4	0.475
5	1.000
6	1.9
7	2.7
8	3.4
10	5.0
12	7.0
14	9.7

$$V' = P - ETR \quad (2.2.3.2)$$

$$Cp = V' * \text{ÁREA} \quad (2.2.3.3)$$

2.2.4 Método de Smith R. L.

Smith (1970) examinó los datos de aproximadamente 250 cuencas en EUA y Puerto Rico, encontrando una relación empírica entre el coeficiente de escurrimiento y el llamado Índice Climático de la Cuenca (BCI); dicha relación se muestra en la gráfica y en la tabla 2.2.4.1.

PUNTOS DE LA GRÁFICA	
BCI	C
30	0.016
40	0.062
50	0.118
60	0.171
70	0.227
80	0.283
90	0.333
100	0.383
110	0.430
120	0.470
140	0.535
160	0.583
180	0.624
200	0.655

Tabla 2.2.4.1 Cálculo del BCI

El BCI está definido por la expresión siguiente:

$$BCI = 40.9 \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{P_i}{18T_i + 220} \right)^{1.11} \quad (2.2.4.1)$$

en la cual:

BCI = Índice climático de la cuenca, adimensional.

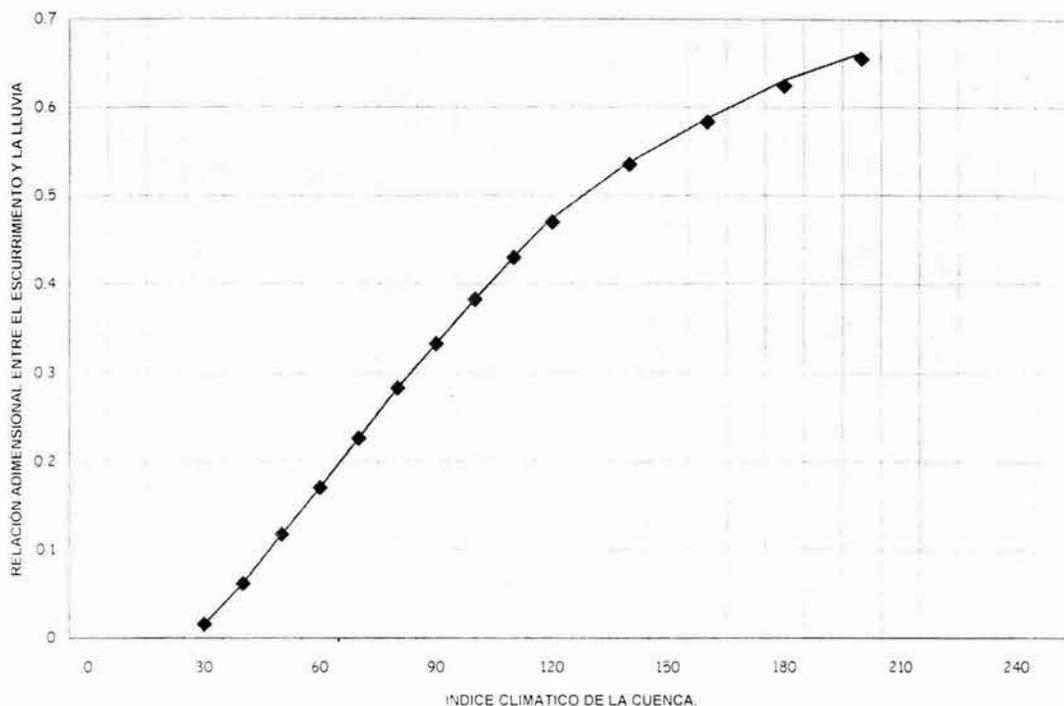
T_i = Temperatura media del mes, en °C.

Por lo que el escurrimiento virgen se obtiene con las siguientes fórmulas:

$$V' = P - ETR \quad (2.2.4.2)$$

$$Cp = V' * \text{ÁREA} \quad (2.2.4.3)$$

RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE CLIMÁTICO DE LA CUENCA Y EL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.



Gráfica 2.2.4.1 Relación del índice climático y coeficiente de escurrimiento

2.2.5 Método del Coeficiente de Escurrimiento

En 1975 la Dirección General de Obras Hidráulicas para el Desarrollo Rural de la S.A.R.H., concentró en su "Instructivo de Pequeños Almacenamientos", sus experiencias relativas a la evaluación del coeficiente de escurrimiento anual, apoyándose en la clasificación de tipos de suelos y coberturas o usos del mismo, del U.S. Soil Conservation Service. Según dichas experiencias el coeficiente de escurrimiento anual C se le evalúa con las fórmulas siguientes:

$$1) \quad \text{cuando } k < 0.15: C = k \left(\frac{P - 20}{2.000} \right) \quad (2.2.5.1)$$

$$2) \quad \text{cuando } k > 0.15: C = k \left(\frac{P - 250}{2.000} \right) + \left(\frac{k - 0.15}{1.5} \right) \quad (2.2.5.2)$$

siendo:

C = Coeficiente de escurrimiento anual, adimensional.

k = Parámetro que depende del tipo y uso o cubierta del suelo, se determina en la tabla 2.2.5.1. El valor de k para la cuenca se determina por promedio pesado.

Tabla 2.2.5.1 Parámetro k de la fórmula del coeficiente de escurrimiento anual, función del tipo de suelo y cubierta vegetal.

CUBIERTA (O USO) DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
BARBECHO, ÁREAS INCULTAS O DESNUDAS	0.26	0.28	0.30
CULTIVOS:			
En hierro	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
PASTIZAL:			
% del suelo cubierto y pastoreo			
Más del 75% - Poco	0.14	0.20	0.28
Del 50% al 75% - Regular	0.20	0.24	0.30
menos del 50% - Excesivo	0.24	0.28	0.30
BOSQUE			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Cascos y zonas con edificaciones	0.26	0.29	0.32
Caminos, incluyendo derecho de vía	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente.	0.18	0.24	0.30

Para determinar el escurrimiento virgen anual se utilizan las siguientes fórmulas:

$$V' = C * P \quad (2.2.5.3)$$

$$C_p = V' * \text{ÁREA} \quad (2.2.5.4)$$

El coeficiente de escurrimiento se determina a partir de los siguientes procedimientos:

A) Transferencia de información hidrométrica y climatológica de cuencas vecinas, hidrológicamente homogéneas.

- En la cuenca vecina, se determinan los coeficientes anuales de escurrimiento (C_e), mediante la relación del volumen de escurrimiento anual (V_e), entre el volumen de precipitación anual (V_p) correspondiente.

$$C_e = V_e/V_p \quad (2.2.5.5)$$

- Con los valores del volumen de precipitación anual y el coeficiente de escurrimiento anual obtenidos en la cuenca vecina, se establece una correlación gráfica o su ecuación matemática.
- Con apoyo de la ecuación matemática o en la gráfica; y al utilizar los valores del volumen de precipitación anual de la cuenca en estudio, se estiman los correspondientes coeficientes anuales de escurrimiento.

B) En función del tipo, uso de suelo y de la precipitación anual, de la cuenca en estudio.

- Con apoyo en la cartografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los suelos de la cuenca en estudio, en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables); y C (suelos casi impermeables), que se especifican en la tabla 2.2.5.1 y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro k .
- Si en la cuenca en estudio, existen diferentes tipos y usos de suelo, el valor de k se calcula como la resultante de subdividir la cuenca en zonas homogéneas y obtener el promedio pesado de todas ellas.
- Una vez obtenido el valor de k , el coeficiente de escurrimiento anual (C_e), se calcula mediante las fórmula 2.2.5.5 antes mencionada.

- C) En aquellos casos en que se cuente con estudios hidrológicos y se conozcan los coeficientes de escurrimiento, éstos se podrán usar para el cálculo del escurrimiento.

Información requerida:

- Procedimiento de cálculo y metodología utilizados para determinar la precipitación media anual en la cuenca.
- Procedimiento de estimación y consideraciones para determinar el coeficiente de escurrimiento.
- Relación de las estaciones climatológicas utilizadas para determinar los escurrimientos, indicando sus coordenadas geográficas, así como las entidades federativas a las que pertenecen, poblaciones próximas importantes y cualquier otra información de utilidad que permita hacer más claro el cálculo del volumen medio anual de escurrimiento natural.

En el caso de que en la cuenca en estudio no se cuente con suficiente información hidrométrica, ni pluviométrica o ambas sean escasas, el volumen medio anual de escurrimiento natural, se determina indirectamente transfiriendo la información de otras cuencas vecinas de la región, mismas que se consideran homogéneas y que cuentan con suficiente información hidrométrica o pluviométrica.

Además de la información requerida en los puntos anteriores, es necesaria la siguiente:

- Descripción del método aplicado, así como la justificación de su empleo en esa cuenca, subcuenca o punto específico.
- Relación de las variables significativas de la cuenca, empleadas en el cálculo del coeficiente de escurrimiento.
- Resultados de las pruebas de homogeneidad hidrológica, climatológica y fisiográfica de las cuencas vecinas y/o registros empleados en la transferencia de información.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DEL BALANCE HIDRÁULICO EN CUENCAS

3.1 INTRODUCCIÓN

Es este tema, en donde se explica el método para poder cuantificar la disponibilidad de agua superficial. El proceso de estimación de los recursos hídricos superficiales en una cuenca o región hidrológica (sistemas de cuencas) conectadas natural o artificialmente mediante el Balance Hidráulico consta de tres fases principales:

1. Estimación del escurrimiento aguas abajo.
2. Distribución de las demandas aguas arriba.
3. Estimación de la disponibilidad.

3.2 MÉTODO PARA DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

Determinación del volumen medio anual de escurrimiento natural.

El volumen medio anual de escurrimiento natural, se puede determinar por medio de:

- Registros hidrométricos.

Si en la cuenca en estudio se cuenta con suficiente información hidrométrica para un período mínimo de 20 años en el caso común de tener un sistema de cuencas interconectadas, se debe elaborar el esquema de interconexión de la cuenca hidrológica en estudio con las cuencas vecinas, indicando los nombres de los cauces, dirección del flujo y, en su caso, la ubicación de los embalses naturales y artificiales.

Información básica requerida:

- Nombre y área de la cuenca hidrológica o subcuenca en estudio.
- Ubicación de la cuenca hidrológica en cartas hidrográficas que se encuentran en los boletines hidrológicos, indicando su localización

con respecto a la región o subregión hidrológica y entidad(es) federativa(s) a la(s) que pertenece.

- Nombre de las estaciones hidrométricas y su ubicación sobre el cauce principal.
- Volúmenes de extracción de la cuenca hidrológica en estudios y sus diversos usos.
- Notas aclaratorias necesarias.

• Precipitación-escurrimiento.

En caso de que en la cuenca en estudio no se cuente con suficiente información de registros hidrométricos o ésta sea escasa, para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural se aplica el método indirecto denominado: precipitación-escurrimiento.

Precipitación media anual en la cuenca:

- A) Si en la cuenca en estudio se cuenta con suficiente información pluviométrica de cuando menos 20 años, la precipitación media anual se determina a partir del análisis de los registros de las estaciones ubicadas dentro y vecinas a la cuenca, mediante el método de Polígonos de Thiessen o Isoyetas.
- B) Cuando en la cuenca en estudio no se cuenta con información pluviométrica o ésta sea escasa, la precipitación media anual, se podrá obtener con apoyo de los planos de isoyetas normales anuales editados por CNA.

El volumen anual de escurrimiento natural se determina con la siguiente expresión (ver antecedentes en la página 26, ecuación 1.4.1.3):

$$C_p = U_c + E_v + E_x + \Delta v - (A_b + A_r + R + I_m) \quad (3.2.1)$$

Estimación del escurrimiento aguas abajo

El volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo del sitio de interés, se determina mediante la siguiente expresión:

El principio de continuidad se aplica de la siguiente manera:

$$\text{Entradas} - \text{Salidas} = \Delta v \quad (3.2.2)$$

En esta ecuación Δv representa el cambio anual de volumen de agua superficial almacenada. Se obtiene restando el volumen almacenado al principio de año en cuestión, del volumen almacenado al final del mismo.

$$\Delta v = V2 - V1 \quad (3.2.3)$$

Identificando cada uno de los términos, la ecuación de continuidad se expresa de la siguiente manera:

$$C_p + A_r + R + I_m - (A_b + U_c + E_v + E_x) = \Delta v \quad (3.2.4)$$

Despejando de la ecuación anterior el escurrimiento aguas abajo A_b , tenemos que (ver antecedentes en la página 26, ecuación 1.4.1.3):

$$A_b = C_p + A_r + R + I_m - (U_c + E_v + E_x + \Delta v) \quad (3.2.5)$$

Que es la expresión para estimar el escurrimiento aguas abajo, el cual, a su vez. Es la base para estimar la disponibilidad en el cauce principal a la salida de la cuenca.

Es importante aclarar que la estimación de la disponibilidad debe tomar en cuenta las condiciones de oferta media del agua, la cual se representa por el escurrimiento virgen promedio. El resto de los términos involucrados corresponden a un año en especial.

Distribución de las demandas aguas arriba

Aparentemente todo el escurrimiento que sale aguas abajo de una cuenca podría aprovecharse totalmente dentro de ella. Sin embargo, si existen aprovechamientos aguas abajo de esta cuenca, una fracción de ese escurrimiento se utiliza para satisfacerlos parcialmente.

Lo anterior se debe a que los volúmenes extraídos en el cauce principal de una cuenca intermedia se satisfacen con los volúmenes aportados por los

escurrimientos provenientes de aguas arriba, con el escurrimiento por cuenca propia, los retornos y con las importaciones, si es que existen estos últimos. Esta distribución de la extracción se hace en cada cuenca intermedia de manera proporcional a cada uno de estos conceptos y se procede de aguas abajo hacia aguas arriba.

Se entiende como volumen reservado aguas abajo, Re_{xy} , de una cuenca X, la fracción del escurrimiento superficial que sale de la misma y que contribuye a satisfacer las extracciones de la cuenca de aguas abajo. El volumen reservado por cuenca propia, Re_{xx} , es el que contribuye a la satisfacción de las extracciones dentro de la misma cuenca X. La distribución de las demandas se inicia de aguas abajo hacia aguas arriba. Para efectos de cálculo las entradas se consideran como oferta y las salidas como volumen comprometido.

La oferta es la suma de los escurrimientos aguas abajo de las subcuencas analizadas aguas arriba de ese punto, más el escurrimiento virgen o natural de la subcuenca de interés, más las importaciones y los retornos si los hubiere.

Matemáticamente se puede expresar como:

$$\sum_{i=1}^n Ab + Cp + Im + R \quad (3.2.6)$$

donde:

n = número de subcuencas interconectadas en ese punto.

Con la finalidad de evaluar los volúmenes reservados. Al valor obtenido con la ecuación 3.2.5 de la página 42, se le considera como el 100% de la oferta correspondiéndoles un porcentaje respectivo a cada uno de los componentes de dicha ecuación.

El volumen comprometido se determina con la siguiente ecuación:

$$Vc = \sum (Uc + Ev + Ex + R_{xy}) \quad (3.2.7)$$

Determinación de los volúmenes disponibles en cada subcuenca.

La disponibilidad media anual superficial en una cuenca hidrológica, se determina en el cauce principal en la descarga de la cuenca hidrológica, mediante las siguientes expresiones:

$$D_{xy} = Ab_x - R_{xy} \quad (3.2.8)$$

en donde:

D_{xy} = Disponibilidad media anual superficial a la salida de una subcuenca.

Ab_x = Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo.

R_{xy} = Volumen anual actual comprometido que dicha subcuenca contribuye para satisfacer las extracciones aguas abajo.

Así mismo, los volúmenes remanentes disponibles por subcuenca propia son:

$$D_{xx} = Cp_x - R_{xx} \quad (3.2.9)$$

donde:

D_{xx} = Disponibilidad media anual superficial por cuenca propia.

Cp_x = Escurrimiento natural o virgen por cuenca propia.

R_{xx} = Volumen anual actual comprometido por cuenca propia.

Para la clasificación de las subcuencas por zonas de disponibilidad, se utiliza el término de disponibilidad relativa (Dr), el cuál está expresado por la siguiente ecuación:

$$Dr = (\text{oferta en la cuenca}) / (Vc) \quad (3.2.10)$$

Donde Vc es el volumen comprometido, que equivale al volumen reservado de una cuenca "X" para una cuenca "Y" (Re_{xy}) más el caudal ambiental o volumen ecológico destinado a la preservación de la flora y la fauna de los cauces.

De acuerdo con el rango en que se encuentre el valor de la disponibilidad relativa (Dr), se clasificará a la cuenca o subcuenca con base en la tabla 1.5.1 de la página 30.

Pasos para realizar un Balance Hidráulico de Aguas Superficiales.

A continuación se describen los pasos que se llevan a cabo para la elaboración de un Balance Hidráulico de aguas superficiales.

- 1) Ubicación del sistema de cuencas (región hidrológica) o de la cuenca de interés con el boletín hidrológico de la región correspondiente y en cartas hidrográficas.
- 2) Dividir la región hidrológica o cuenca en estudio en subcuencas de acuerdo a las estaciones hidrométricas que se encuentran sobre el cauce principal.
- 3) Se identifica el nombre de estas subcuencas.
- 4) Tomando como base el cauce principal se construye una interconexión de las subcuencas asignándoles una letra o número progresivo e identificando el lugar de origen y el de destino.
- 5) Se aplica el método de Balance Hidráulico, visto en el capítulo I del apartado 1.4.1, mediante el empleo de la ecuación 1.4.1.3 de la página 26.
- 6) Para tal efecto recopilamos la información de los registros hidrométricos, evaporaciones, exportaciones, importaciones, precipitaciones, usos consuntivos, variación de almacenamiento de cada estación implicada en el estudio (esta información se puede obtener en el BANDAS¹⁴, ERIC¹⁵, REPDA¹⁶, Boletines Hidrológicos, tarjetas de lluvias mensuales de la CNA).
- 7) Si están incompletos los registros de escurrimiento, evaporación y precipitación deben generarse los datos faltantes por procedimientos

¹⁴ Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales.

¹⁵ Extractor Rápido de Información Climatológica.

¹⁶ Registro Público de Derechos de Agua.

adecuados para tal efecto como los de correlación, el método de regresión lineal, éste último es el más utilizado por su mejor ajuste a los datos por la CNA.

8) Si se cuenta con esta información la expresión 1.4.1.3 de la página 26, puede ser evaluada para determinar el escurrimiento virgen o natural mediante el empleo de métodos directos como los descritos en el apartado 3.2 de la página 40.

9) Si no se cuenta con la información del inciso 6, entonces para determinar el escurrimiento natural o virgen se recurre al empleo de métodos indirectos conforme lo estudiado en el capítulo II y apartado 3.2 de la página 40.

10) A continuación se procede a determinar el valor del escurrimiento aguas abajo de cada subcuenca con ayuda de la ecuación 3.2.5 de la página 42 y de acuerdo a lo analizado en el capítulo I apartado 1.4.1 en la página 26.

11) Enseguida se determina la distribución de las demandas aguas arriba de acuerdo con lo estudiado o analizado en el apartado 3.2 página 42 y sus expresiones.

12) Se determinan los volúmenes superficiales disponibles hacia aguas abajo y por cuenca propia de cada subcuenca de acuerdo con las ecuaciones 3.2.8 y 3.2.9 de la página 44.

13) Se obtiene la disponibilidad relativa con la ayuda de la ecuación 3.2.10 en la página 44, y los resultados de la oferta y el volumen comprometido evaluados en el paso 11.

14) Finalmente con estos últimos resultados se clasifica a la cuenca según la tabla 1.5.1 de la página 30.

15) Se emiten las conclusiones y recomendaciones para el mejor uso y aprovechamiento del agua.

16) Se elabora una matriz en donde los valores calculados irán en sus columnas correspondientes. A continuación, se presentan la descripción de las columnas que integran la matriz del balance hidráulico superficial.

Columna A) Se anota en orden descendiente el número de líneas a utilizar de acuerdo con las cuencas que integran la región hidrológica.

Columna B) Se asigna el nombre de la cuenca, subregión y región hidrológica.

Columnas C y D) Se interconectan las cuencas por medio del número de línea asignada, de: origen, hacia: destino.

Columna E) Se calcula C_p de acuerdo a la ecuación 1.4.1.3 de la página 26:

$$C_p = A_b + U_c + E_x + E_v - (A_r + I_m + R)$$

La ecuación anterior proviene del planteamiento de la ecuación de continuidad aplicada al agua superficial dentro del ámbito de una cuenca. Dicho planteamiento se realiza bajo la suposición de que el período de tiempo analizado es suficientemente prolongado, $t \rightarrow \infty$, como para considerar que el cambio en el volumen de almacenamiento, ΔV , es despreciable:

$$\text{Entradas} - \text{Salidas} = \Delta V \cong 0 \quad t \rightarrow \infty$$

Identificando las entradas y salidas, la ecuación de continuidad se puede escribir de la siguiente manera:

$$C_p + A_r + I_m + R - (A_b + U_c + E_x + E_v) = 0$$

De donde, despejando C_p , se obtiene la ecuación para la estimación del escurrimiento virgen basándose en los escurrimientos aforados aguas arriba, A_r , y aguas abajo, A_b , de la cuenca en cuestión.

Columna F) A_r , escurrimiento aguas arriba.

Columna G) I_m , importaciones.

Columna H) R , retornos.

Columna I) Total, suma de las entradas naturales y artificiales a la cuenca.

Las columnas E a la H forman parte de la oferta potencial.

Columna J) U_n , usos no consuntivos.

Columna K) Uc, usos consuntivos.

Columna L) Ev, evaporación.

Columna M) Ex, exportaciones.

Columna N) Total, suma de las salidas, naturales y artificiales, de la cuenca.

Columna O) Ab, diferencia de las columnas I y N.

Columna P) Es el escurrimiento por cuenca propia, igual a la columna E.

Columnas Q, R, S, T y U) Escurrimientos aguas arriba de la cuenca estudiada.

Columnas V y W) Son las importaciones y retornos de la cuenca estudiada.

Debajo de los valores de las columnas Q y a la W, se calcula el porcentaje que representa cada una de las partes de la oferta con respecto al total.

Columna X) Total, suma de los parámetros que conforman la oferta.

Columna Y) Un, usos no consuntivos.

Columna Z) Uc, usos consuntivos.

Columna AA) Ev, evaporación.

Columna AB) Ex, exportaciones.

Columna AC) Total, suma de las salidas, naturales y artificiales de la cuenca.

Columna AD) Re, volumen reservado.

Columna AE) Suma de AC y AD, suma de las salidas totales de la cuenca y los volúmenes reservados de la cuenca para abastecer hacia aguas abajo.

Las columnas Y a la AB forman parte de las extracciones y la AD los volúmenes reservados para aguas abajo.

Columna AF) Para Cp, volumen reservado del escurrimiento por cuenca propia para la satisfacción de los requerimientos de la misma.

Columnas AG, AH, AI, AJ, AK) Para Ar, los volúmenes reservados de las cuencas contribuyentes aguas arriba para la satisfacción de las demandas de la cuenca en cuestión.

Columna AL) Para Im, volumen reservado de las importaciones, si es que no se emplea en su totalidad en la cuenca, para el abastecimiento de las demandas aguas abajo.

Columna AM) Para R, parte de los retornos utilizables, empleados para la satisfacción de las demandas de la cuenca estudiada.

Columna AN) Total, es la suma de los volúmenes reservados por cuenca propia y hacia aguas arriba, suma de la AF al AM.

Columna AO) Volumen reservado por cuenca propia es igual a la columna AF.

Columna AP) Volumen disponibles por cuenca propia, es la diferencia entre la columna E y la AO.

Columna AQ) Volumen reservado a la salida del cauce principal, es igual a la columna AD.

Columna AR) Volumen disponible a la salida del cauce principal, es la diferencia entre la columna O y la AQ, y es aquel que se encuentra libre de compromisos, una vez que ha satisfecho los requerimientos de la cuenca analizada.

Cabe aclarar que los volúmenes disponibles a la salida de las cuencas no son adicionales entre ellos sino que representan una contabilidad progresiva en las cuales los volúmenes disponibles a las salidas de las cuencas aguas abajo incluyen los volúmenes disponibles a la salida de las cuencas aguas arriba.

La disponibilidad total de la cuenca equivale al escurrimiento aguas abajo de la cuenca de cotas más bajas.

Por otra parte hay que observar que existe una interdependencia entre las disponibilidades por cuenca propia correspondientes a las subcuencas de un sistema y las disponibilidades a las salidas de las mismas, si se disminuye la disponibilidad por cuenca propia o a la desembocadura de las cuencas, se disminuye en la misma cantidad la disponibilidad a la salida de las subcuencas aguas abajo. Ambos conjuntos de disponibilidades, las de por cuenca propia y las existentes a las salidas de las cuencas, constituyen por así decirlo, una contabilidad doble sobre el mismo recurso.

Columnas AS, AT y AU) Disponibilidad Relativa (de acuerdo a la tabla 1.5.1 de la página 30).

CAPÍTULO IV APLICACIÓN DEL MÉTODO A LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

4.1 INTRODUCCIÓN

Una de las principales regiones del país es la Cuenca del Valle de México, que en un principio era endorreica pero por motivos de inundaciones fue abierta en el año 1608 a través de un túnel que por derrumbes se sustituyó por el Tajo de Nochistongo, el cual fue terminado en 1789 después de 160 años de trabajos; posteriormente también se abrió la cuenca por el Túnel de Tequixquiac que inicio 1856 y el Gran Canal del Desagüe los que se inauguran en 1900; año en que la población del Distrito Federal era del orden de 541, 000 habitantes.

Durante las décadas siguientes la población siguió aumentando vertiginosamente debido principalmente a que miles de mexicanos inmigraron al Distrito Federal en busca de desarrollo, llegando el Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM) en los años 70 a abarcar municipios del estado de México de tal forma que a la fecha se encuentran 16 municipios conurbanos con aproximadamente 20 millones de habitantes dentro del AMCM la cual corresponde aproximadamente a la quinta parte del país.

Por el constante incremento de su población las fuentes de agua potable fueron cada vez más insuficientes; así como por el mismo crecimiento, aunado a otros factores, las aguas superficiales no fueron aprovechadas adecuadamente; razón por la cual desde mediados del siglo pasado se inició la extracción de agua subterránea, llegando a ser actualmente su principal fuente de abastecimiento. Sin embargo, por el intenso bombeo efectuado, fundamentalmente en el Área Metropolitana y sus alrededores, se ha provocado el descenso de los niveles piezométricos, presentándose problemas colaterales como el hundimiento de terreno, aparición de grietas, deterioro de la calidad del agua subterránea, inversiones de gradientes hidráulicos, problemas económicos, entre otros.

Es en este tema en donde se aplica la teoría del balance hidráulico en cuencas a un caso real, la Cuenca del Valle de México, para determinar la disponibilidad de agua superficial que hay actualmente en ésta.

4.2 Localización geográfica

Desde la época precolombina la cuenca del Valle de México ha sido económica, social y políticamente la región más importante del país y de Mesoamérica. Está localizada en la parte más alta, hacia el sur del Altiplano Mexicano; su forma se asemeja a la paleta de un pintor, se ubica entre los paralelos $19^{\circ} 02'$ y $20^{\circ} 12'$ y los meridianos $98^{\circ} 15'$ y $99^{\circ} 00'$ al oeste de Greenwich.



Fig. 4.2.1 Localización de la Cuenca del Valle de México.

4.3 Ubicación

La cuenca del Valle de México está ubicada dentro de la región hidrológica administrativa XIII, como se muestra en la figura 4.3.1, con una superficie de $9,607.14 \text{ km}^2$ aproximadamente, alberga varias entidades, una porción del Estado de México, toda la superficie del Distrito Federal, el sur del estado de Hidalgo y una pequeña parte de Tlaxcala.

Sus fronteras se encuentran marcadas a través de límites naturales, pero para efectos de administración hidráulica la Comisión Nacional del Agua decidió delimitar la región por medio de límites municipales, teniendo una superficie de $9,773.45 \text{ km}^2$, los municipios y delegaciones que integran la nueva región se muestran en la tabla 4.3.1, asimismo la proporción que ocupan los estados dentro de la cuenca del Valle de México respecto a su superficie total se presenta en la tabla 4.3.2.

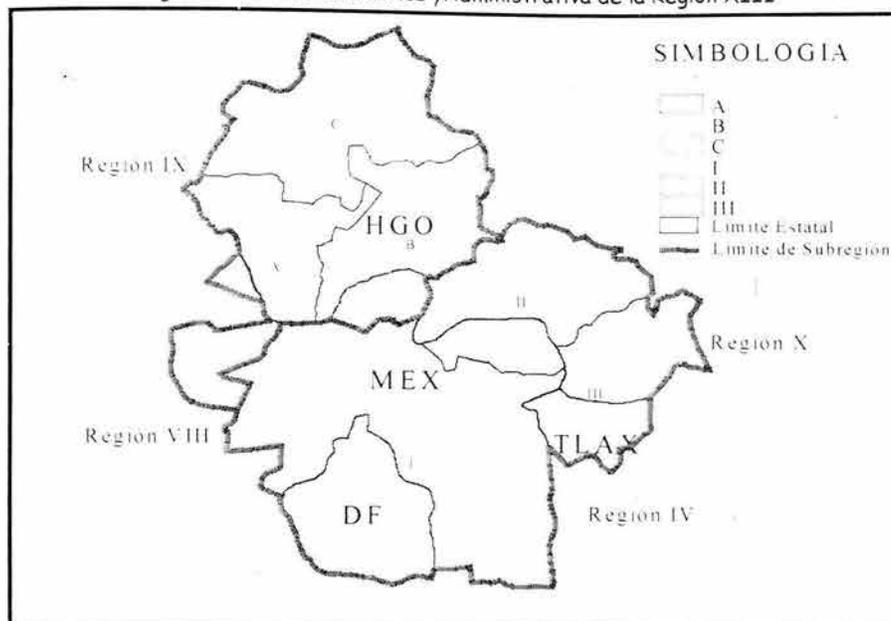
Tabla 4.3.1 Delegaciones y Municipios que integran la cuenca del Valle de México

DISTRITO FEDERAL DELEGACIONES			
Alvaro Obregón	Cuajimalpa	Iztapalapa	Tláhuac
Azcapotzalco	Cuauhtémoc	Magdalena Contreras	Tlalpan
Benito Juárez	Gustavo A. Madero	Miguel Hidalgo	Venustiano Carranza
Coyoacán	Iztacalco	Milpa Alta	Xochimilco
MÉXICO MUNICIPIOS			
Acolman	Chicoloapan	Naucalpan	Teotihuacán
Amecameca	Chiconcuac	Nextlalpan	Tepetlaoxtoc
Atenco	Chimalhuacán	Nezahualcóyotl	Tepotztlán
Atizapán de Z.	Ecatepec	Nicolás Romero	Texcoco
Axapusco	Huehuetoca	Nopaltepec	Tezoyuca
Ayapango	Huixquilucan	Otumba	Tlalmanalco
Coacalco	Isidro Fabela	Papalotla	Tlalnepantla
Cocotitlán	Ixtapaluca	San Martín de las P.	Tultepec
Coyotepec	Jaltenco	Temascalapa	Tultitlán
Cuautitlán Izcalli	Jilotzingo	Tecamac	V. Chalco S.
Cuautitlán	Juchitepec	Temamatla	Zumpango
Chalco	La Paz	Tenango del Aire	
Chiautla	Melchor Ocampo	Teoloyucan	
HIDALGO MUNICIPIOS			
Almoloya	Mineral del Monte	Tepeapulco	Tolcayuca
Apan	Mineral de la Reforma	Tezontepec de Aldama	Zapotlán de Juárez
Emiliano Zapata	Pachuca de Soto	Tizayuca	Zempoala
Epazoyucan	Singuilucan	Tlanalapa	
TLAXCALA MUNICIPIOS			
Benito Juárez	Calpulalpan	Nanacamilpa de Mariano Arista	Sanctorum de Lázaro Cárdenas

Tabla 4.3.2 Superficies de las porciones de estados que integran la cuenca del Valle de México.

Entidad Federativa	Superficie de la Entidad km ²	% Con respecto a la región
Distrito Federal	1,496.45	15.31
Hidalgo	2,723.48	27.87
México	5,059.23	51.77
Tlaxcala	494.29	5.06
Total	9,773.45	100.00

Figura 4.3.1. División Política y Administrativa de la Región XIII



Ha sido necesario subdividir la región de la cuenca del Valle de México de acuerdo a la subregionalización hidrológica existente, se ha dividido a la cuenca en tres principales subregiones las cuales son:

Subregión I.

Se encuentra localizada al surponiente de la cuenca, está compuesta por toda la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; tiene una superficie de 6,118.68 km², está conformada por las 16 delegaciones del D. F. y 46 municipios del estado de México, por lo que resulta ser la subregión más grande.

Subregión II.

Esta se ubica al norte de la cuenca y la integran 3 municipios del estado de México y 11 municipios del estado de Hidalgo, tiene una superficie de 2,191.46 km² y es la subregión más pequeña.

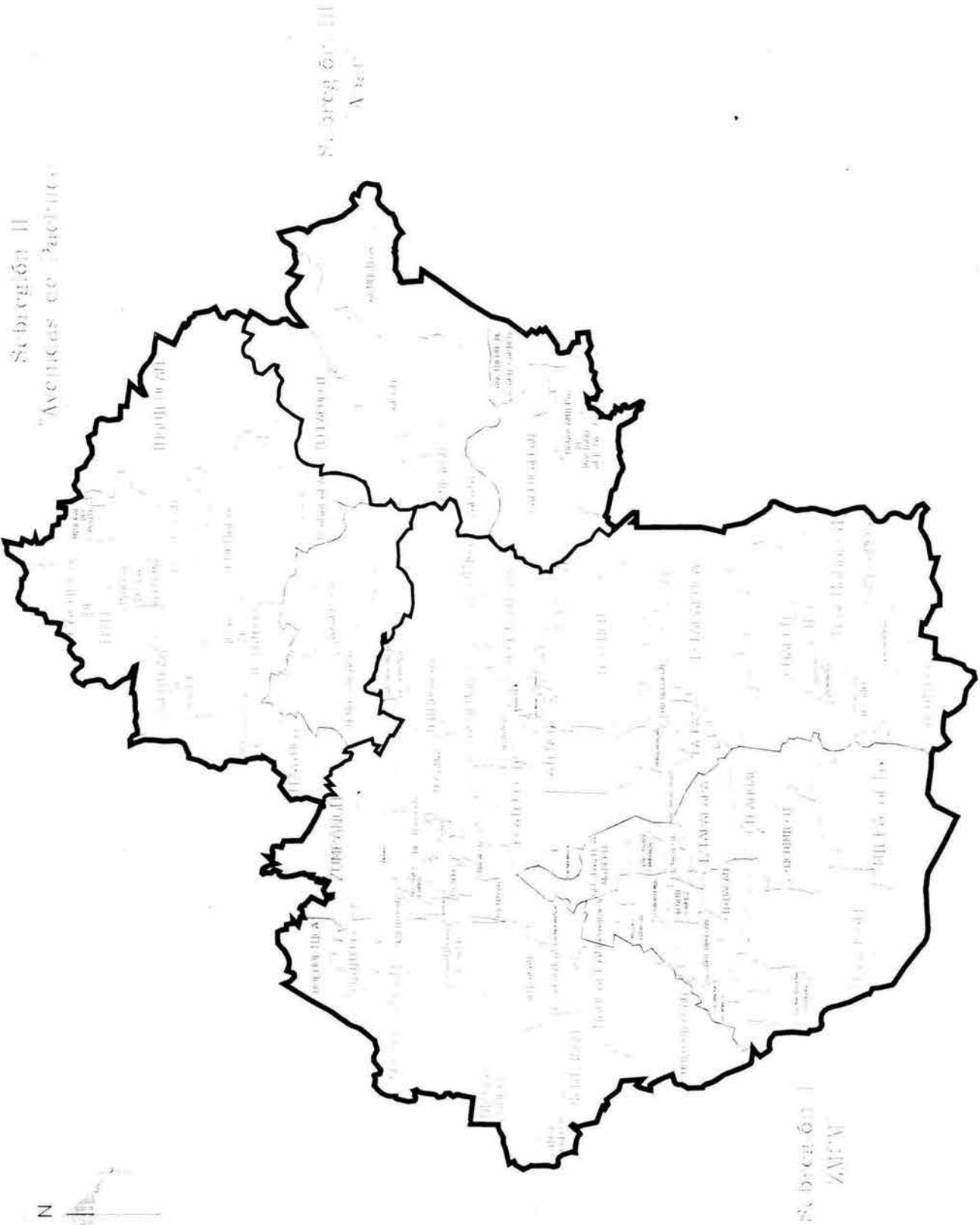
Subregión III.

Esta subregión se encuentra al oriente de la cuenca; 4 municipios de Hidalgo y 4 de Tlaxcala forman parte de esta región, tiene una superficie de 1,463.31 km².

Los municipios que integran cada subregión se muestran en la tabla 4.3.3 y en la figura 4.3.2.

Tabla 4.3.3 Municipios que integran las Subregiones de la Cuenca del Valle de México.

SUBREGIÓN I					
ENTIDAD D. F.					
DELEGACIÓN O MUNICIPIO	SUPERFICIE Km ²	DELEGACIÓN O MUNICIPIO	SUPERFICIE Km ²	DELEGACIÓN O MUNICIPIO	SUPERFICIE Km ²
Alvaro Obregón	105.61	Gustavo A. Madero	83.60	Tláhuac	108.35
Azcapotzalco	30.18	Iztacalco	29.42	Tlalpan	333.94
Benito Juárez	24.48	Iztapalapa	108.74	Venustiano Carranza	32.67
Coyoacán	52.95	Magdalena Contreras	64.57	Xochimilco	116.76
Cuajimalpa	51.29	Miguel Hidalgo	42.81		
Cuauhtémoc	34.52	Milpa Alta	276.55		
ENTIDAD ESTADO DE MÉXICO					
Acolman	82.87	Huehuetoca	103.89	Tecamac	143.84
Amecameca	152.47	Huixquilucan	140.88	Temamatla	17.58
Atenco	137.79	Isidro Fabela	70.87	Tenango del Aire	56.95
Atizapán de Z.	84.79	Ixtapaluca	271.75	Teoloyucan	48.20
Ayapango	38.02	Jaltenco	13.45	Teotihuacán	74.05
Coacalco	35.17	Jilotzingo	115.51	Tepetlaoxtoc	139.57
Cocotitlán	23.62	Juchitepec	133.05	Tepotzotlán	186.97
Coyotepec	49.38	La Paz	34.71	Texcoco	386.62
Cuautitlán	24.95	Melchor Ocampo	19.82	Tezoyuca	17.57
Cuautitlán Izcalli	107.28	Naucalpan	155.08	Tlalmanalco	202.06
Chalco	253.42	Nextlalpan	71.39	Tlalnepantla	71.75
Chiautla	19.08	Nezahualcóyotl	68.74	Tultepec	26.41
Chicoloapan	33.02	Nicolás Romero	228.97	Tultitlán	67.34
Chiconcuac	6.66	Otumba	197.75	Zumpango	209.07
Chimalhuacán	56.88	Papalotla	3.40		
Ecatepec	160.82	San Martín de las P.	78.78	TOTAL DE LA SUBREGIÓN I	6,118.68
SUBREGIÓN II					
ENTIDAD HIDALGO					
Epazoyucan	135.29	Singuilucan	415.64	Tolcayuca	108.59
Mireral de la Reforma	96.74	Tezontepec	99.55	Zapotlán de Juárez	131.43
Mireral del Monte	60.71	Tizayuca	100.71	Zempoala	328.31
Pachuca de Soto	182.65	Tlanalapa	94.84		
ENTIDAD ESTADO DE MÉXICO					
Axapusco	195.53	Nopaltepec	63.67	Temascalapa	177.80
				TOTAL DE LA SUBREGIÓN II	2,191.46
SUBREGIÓN III					
ENTIDAD HIDALGO					
Almoloya	269.19	Emiliano Zapata	114.21	Tepeapulco	244.06
Apan	341.56				
ENTIDAD TLAXCALA					
Calpulalpan	261.43	Nanacamilpa de Mariano Arista	113.91	Sanctorum de Lázaro Cárdenas	118.95
				TOTAL DE LA SUBREGIÓN III	1,463.31



4.4 Tipo predominante de suelo

La cuenca del Valle de México, debido a su composición y diversidad de características estructurales, resultado de diferentes edades y procesos, presenta una gran variedad de tipos y texturas de suelos. Los cuales se mencionan a continuación:

Tipo lacustre. Compuesto por arcillas y limos con intercalaciones de arenas, gravas y en poco porcentaje de tobas híbridas. Las arcillas pertenecen a la montmorillonita y caolinita, con elevada porosidad y alta impermeabilidad. Los líticos corresponden a las rocas ígneas extrusivas. Su disposición es en capas delgadas y laminares con estratificación cruzada. Se tiene un espesor de la unidad de 180m en el área del Lago de Texcoco. Se ha acelerado la compactación de este tipo de suelo a causa de la extracción de agua en el área urbana de la Ciudad de México.

Tipo aluvial. Se conforma por clásticos de tamaños diversos; en la zona norte predomina los de limo y en el sur contiene arcillas. Los clásticos son generalmente líticos de rocas ígneas extrusivas con redondez en rangos que van de subangulosa a redondeada, la unidad se ubica en superficies conformadas por planicies y rellenando valles fluviales.

Andosol. Sedimentos piroclásticos bien desarrollados de espesor medio a alto. Son suelos derivados de cenizas volcánicas, tienen baja densidad en apariencia, con alta retención de humedad y fijación de fósforo. Se trata de suelos erosionables con baja capacidad para el uso agrícola. Se ubican en las zonas de tipo volcánico.

Vertisoles. Contienen altos porcentajes de arcilla. Generalmente, en época de estiaje, se forman en estos suelos grietas anchas y profundas y cuando existe humedad su consistencia es pegajosa. Aptos para la agricultura de riego. Se localizan en áreas bajas y de lomeríos.

Regosol. Suelos de sedimentos sueltos poco desarrollados profundos. Están formados por material de depósitos fluviales, dunas o cenizas volcánicas, regularmente son superficiales y pedregosos. Con aptitud moderada para la agricultura. Se encuentran en zonas montañosas y de lomerío.

Fluvisol. Sedimentos aluviales poco desarrollados. Suelos de origen aluvial, muy productivos; no obstante, a causa de la presencia de gravas, se dificulta la labranza. Se ubican en la región de Amecameca.

Cambisol. Sedimentos piroclásticos, generalmente con horizontes de tepetate. Son suelos jóvenes; ligeramente presentan algunas características de los horizontes y propiedades de otros grupos. Se encuentran en diferentes condiciones topográficas y climáticas. Con aptitud moderada para la agricultura.

Leptosol. Limitados con detalle por roca dura continua de materiales altamente calcáreos; contienen una capa continua cementada dentro de los 30 cm superficiales. Tienen menores de 20% de tierra fina a una profundidad de 75 cm. Poco recomendados para la agricultura. Se presentan en lugares montañosos y de lomeríos.

Feozem. Presentan una capa superficial de color oscuro, suave y rico en materia orgánica y nutrientes de fertilidad media-alta, se localizan en zonas de acumulación de materiales con poca pendiente. Este tipo de suelo se encuentra principalmente en las zonas de Zumpango-San Martín de las Pirámides y la subcuenca Texcoco-Chalco en el Estado de México.

Solonchak háplico. Son suelos con alta acumulación de sales, bajo condiciones áridicas o fisiológicamente secos. Básicamente se encuentran en los ex-lagos de Texcoco y Chalco. Son suelos no aptos para la agricultura.

En la Sierra Nevada, ubicada al sur de la cuenca del Valle de México, los suelos son de origen residual y volcánico. Dominan suelos con una capa superficial de color oscuro o negro, rica en materia, ácida y pobre en nutrientes (andosoles y cambisoles húmicos).

En el llano de Apan, y zonas de Calpulalpan se ubican los suelos de desarrollo moderado del tipo Feozem háplico, solos o asociados con cambisoles eutrícos, regosoles, litosoles y vertisoles pélicos; dominando la dúrica (tepetate). En zonas aledañas a la ciudad de Pachuca el Feozem háplico es de origen aluvial, limitado por fase dúrica (tepetate).

En la Sierra de Real del Monte, al oriente de la cuenca, los suelos son consecuencia de su litología de rocas volcánicas: andesitas, brechas volcánicas intermedias y ácidas además de tobas del Terciario Superior; son de origen residual en su mayoría limitados por roca. El tipo litosol cuenta con una profundidad menor a 10 cm, ocupando una pequeña parte de la sierra. En la porción norte de la sierra se asocia el regosol dístico de color claro y baja fertilidad y el cambisol húmico, con gran cantidad de materia orgánica.

En la región norte y noroeste de la cuenca del Valle de México imperan las rocas volcánicas del Terciario Superior como basaltos, volcánico-clásticas y tobas andesíticas. Los suelos son oscuros, prevalece el Feozem háplico.

Los suelos de la cuenca del Valle de México se clasifican en dos grandes grupos los inceptisoles y los entisoles. El primero abarca a la mayor parte de los suelos pertenecientes a esta región, caracteriza a los suelos con uno o varios horizontes de diagnóstico. Los entisoles se distinguen por la ausencia implícita de horizontes genéticos a causas de su naciente desarrollo. Dentro del grupo inceptisol existen subórdenes: andept (suelos derivados de ceniza volcánica), aquept (con mal drenajes) y ochrept (superficies con colores claros).

En el orden entisol la cual tiene subórdenes, el principal es el orthent (suelo típico). Los grandes grupos definidos en la cuenca son los presentados en la tabla 4.4.1.

Tabla 4.4.1.- Tipos de suelo en la cuenca del Valle de México.

Gran grupo	Descripción
Halaquept	Inceptisol con mal drenaje y sales en su perfil.
Cryandept	Inceptisol derivado de cenizas volcánicas con baja temperatura en su perfil.
Humaquept	Inceptisol con mal drenaje y rico en materia orgánica.
Xerochrept	Inceptisol con horizontes claros y baja humedad en su perfil.
Hidrandept	Inceptisol derivado de cenizas volcánicas con humedad permanente.
Vitrandept	Inceptisol derivado de cenizas volcánicas ricas en vidrio.
Cryorthent	Entisol sin horizonte de diagnóstico en su perfil.

Halaquept. Suelos que se inundan en forma periódica durante el año (hidromórficos de origen volcánico). Se ubican en el área del antiguo lago de Texcoco, son sódico salinos con una gran proporción de sodio intercambiable, salinidad y conductividad alta y con rangos de pH de 9 a 11. Su conductividad eléctrica oscila entre 50 a 200 ohm/cm. No tienen vegetación regularmente, en caso de tener, son pastos salados y cactáceas. Se encuentran dentro del grupo de litosoles que se localizan en los terrenos altos de las depresiones mínimas generados por acarreos o depósitos lacustres.

Cryandept. Se sitúa a los 2,800 m de las sierras de las Cruces, Pachuca, Tepetzotlán, Chichicuahtla, Chichinautzin y en menor proporción en la Sierra Nevada. Está conformado por minerales volcánicos finos (cenizas) generando depósitos con espesor grande. Tienen texturas de tipo franco-arenoso y franco, con consistencia suelta, pulvurenta y disgregable, cuando son secos. Detentan en su estructura formas microgranulares sueltas y porosas. El pH va de ligeramente ácido a neutro.

Humaquept. Abarca una parte importante de la planicie. Se encuentran en lugares más o menos planos en el talud y las sierras, en lugares con pendientes menores a los 10° o en partes bajas de los valles entre montañas con pendientes inferiores a los 4°. Ofrecen ventajas para el cultivo agrícola especialmente en las zonas bajas con pendientes menores a los 2°. Su color varía del oscuro al pardo oscuro, cuentan con un contenido de materia orgánica bajo (menores del 5%), en sitios áridos del norte y noreste de la cuenca de México presenta humus con alto porcentaje de calcio. En las partes más bajas llega a medir de espesor un metro o más y en los taludes se reduce hasta 20 cm. Las texturas varían en un rango entre francas y limosas en zonas con pendientes que superan los 4°; limoarcillosas donde las pendientes son menores de 2°. Retienen cantidades ínfimas de agua presentando drenes lentos. Tienen grandes cantidades de calcio y magnesio, principalmente en superficies áridas del norte y noroeste.

Xerochrept. Se ubican en lugares aislados en los taludes de la Sierra Nevada, en la de Pachuca (lugares explotados de tipo silvícola). Se conformaron con mantos de cenizas volcánicas. Los colores grises

oscuros, marrones y amarillentos claros predominan en la profundidad. El contenido de materia orgánica decrece con la profundidad. Presentan erosión por escorrentía (a causa de la eliminación del bosque). Su textura es ligera de arenas gruesas en la superficie y más pesadas, arcillosas a profundidad; las arenas y limos son mínimas por el arrastre hídrico. Cuenta con un pH que oscila de ligeramente ácido a neutro (de la superficie hacia el fondo). Son suelos expuestos a la lixiviación.

Hydrandept. Mantienen un alto grado de saturación hídrica en su perfil. Su horizonte superficial tiene influencia de aguas freáticas. Su textura es uniforme con residuos de arena fija a limo-arenosos finos. Las zonas de afloramiento de estos suelos son las que circundan las zonas inundadas de Tecocomulco, Tochac y Zumpango además de territorios inundables de vasos lacustres como Xaltocan, Chalco, Tláhuac, Mixquic y Xochimilco. Tienen problemas de drenaje, con una fluctuación del manto freático de 50 a 125 cm. Hacia el sur contienen materia orgánica y gran saturación de agua; al norte y noreste presentan bajos contenidos de agua y materia orgánica, con porcentajes de salinidad y sodio elevados. También pueden localizarse en menores proporciones en las sierras de Chichinautzin, de la Cruces y el Ajusco; en sitios planos de Xochimilco de orden lítico correspondientes a derrames de basalto, en los que fueron depositados suelos por acarreo o tapados por cenizas volcánicas. Cuentan con una textura de arenosa fina en superficies, a arcillosa en la profundidad. Sus horizontes son delgados y poseen cantidades de materia orgánica de moderadas a altas.

Vitrandept. Se localizan en las partes altas de la Sierra Nevada, en grandes proporciones. Se originan a través de arenas y cenizas volcánicas. Contiene un porcentaje elevado de vidrio volcánico en las fracciones de arena y limo. Su color es pálido y oscuro, con contenido de materia orgánica moderado, textura franco-limosa, con densidad aparente menor a 0.9 cm. A mayor profundidad el pH aumenta, generalmente es ácido en la superficie y neutro en la profundidad.

Cryorthent. Se trata de litosoles que son ubicados en las zonas altas de montañas con climas fríos. Están en pendientes y cañadas donde no abunda la roca, con vegetación conífera o cubierta dispersa. Se encuentran en las sierras de Guadalupe, de las Cruces, el Ajusco y la

Sierra Nevada, excepto el grupo halaquepts, situado en el antiguo Lago de Texcoco y puntos de Tizayuca, Zumpango y Xaltocan.

4.5 Uso de suelo

Dentro de la cuenca del Valle de México hay una extensa diversidad en cuanto a los tipos de vegetación, como se puede observar en la tabla 4.5.1 en donde se aprecia su distribución.

Tabla 4.5.1.- Superficie que ocupan los grupos vegetales.

Grupos vegetales	Superficie cubierta (ha)	Porcentaje respecto a la superficie total (ha)
Estrato arbóreo		
Bosque de Pinus Hartwegii	48 572	5.1
Bosque de Oyameles	80 752	8.48
Asociación forestal de pináceas	32 400	3.4
Bosque de enebros	11 204	1.18
Bosque mixto de coníferas y latifoliadas	43 870	4.61
Subtotal	216 789	22.77
Estratos arbustivo y herbáceo		
Vegetación de páramo de altura (zacatonal)	4 408	0.46
Matorral de encino	23 072	2.42
Matorral de palo loco	1171	0.12
Matorral de Opuntia Zaluzania y Mimosa	40 472	4.25
Agrupación halófila	19 408	2.04
Subtotal	88 531	9.29
Comunidades		
Plantaciones exóticas	2 120	0.22
Cultivos agrícolas	541 623	56.9
Subtotal de la vegetación	849 072	89.18*

*El porcentaje complementario al 100% (del área total de la cuenca del Valle de México) es la suma de la superficie total de cuerpos de agua, nieves perpetuas y asentamientos humanos.

Bosques de pinos. Se desarrolla en sitios donde predominan las condiciones físicas extremas, con altitudes que van de 3,300 a 4,100 m. Las características de estos lugares son: temperaturas de 8°C, heladas nocturnas, lluvia de 1,200 mm anuales con suelo poco desarrollado. Se divide en dos estratos: arbóreo (con aparente subdesarrollo) y herbáceo (gramíneas y leguminosas).

Este tipo de bosque se sitúa en las cumbres con mayor altura de la sierra, principalmente en los volcanes Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Ajusco, Papayo y Telapón, en áreas más pequeñas en los cerros Pelado, Cuatzin y Tláloc.

Bosques de oyameles. Se ubica en serranías con altitudes entre los 2,700 y 3,200 m, en las sierras de Pachuca, las Cruces, Sierras Nevada y Chichinautzin, bajo condiciones de relieve de moderado a fuerte, en suelos bien desarrollados, con clima de templado a húmedo y precipitaciones medias anuales entre 900 y 1,500 mm, la temperatura oscila entre los 10 y 14°C.

Son varias las especies que conforman el estrato herbáceo, básicamente: Senecio, Arctostaphylos, Arbutus y Salís. Los oyameles forman el estrato superior de la comunidad arbórea, teniendo alturas de entre 35 y 40m, con estos se intercalan algunos elementos arbóreos como el encino, el aile y el ciprés.

Bosque de Pináceas. Se desarrolla en zonas con altitudes de entre 2,700 y 2,800 m, en climas templados con condiciones húmedas, lluvias medias anuales mayores a 900 mm y temperaturas con rangos entre 10 y 14°C.

Se localiza en las sierras de Patlachique, Tepozán, Chichicuautila, Pachuca, Monte Bajo y Sierra Nevada; en la mayor parte de estas zonas se presenta un alto grado de perturbación, por lo que están invadidos por plantas xerófilas y encinares tipo matorral.

Bosque de enebros. Se ubica en las laderas bajas de las sierras de Pachuca, Chichicuautila, Tepozán y Patlachique, en altitudes que fluctúan entre 2,500 y 2,700 m. Las lluvias medias anuales oscilan entre los 700 y 800 mm con temperaturas promedio de 14°C.

Bosque mixto. Interactúan latifoliadas y pináceas dando lugar al bosque mixto de encinos y pinos. Se distribuyen aisladamente hacia el sur y menos

diseminados al norte, oriente y poniente. Hacia el sur se sitúa en pequeñas agrupaciones en laderas bajas de la Sierra Nevada y de las Cruces; en agrupaciones con mayor concentración se encuentran en las sierras de Monte Alto, Tepetzotlán, Pachuca, Patlachique, Pitos, Cerro Gordo y Tepozán. En la estructuración; la parte superior son mezclas de encinos y pináceas, en el estrato arbustivo sobresalen *Arctostaphylos*, *Eupatorium* y *Salvia*. El desequilibrio existente ha llevado a la deforestación lo que los transforma en campos de cultivo.

Vegetación de páramo de altura (zacatonal). Los terrenos esteparios de altura se encuentran en los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepetl a alturas de 3,800m hasta 4,800m. Áreas más reducidas se localizan en las cumbres de los volcanes Ajusco, Tláloc y Telapón. Las zonas son subnevadas con temperaturas de 5°C, heladas constantes a lo largo de todo el año, precipitación media anual de 1,200 mm en suelo somero con poco valor edáfico. Tiene una estructura herbácea fundamentalmente a base de gramíneas (mayores a un metro de altura con hojas rígidas y enrolladas casi todo el año).

Matorral de encino. El matorral de encino es un estrato denso y cerrado en el que predomina la especie *Quercus microphylla*, con una altura que fluctúa entre los 40 y 60 cm. Los géneros arbustivos que se presentan en el territorio matorralero sin desplazarlo son: *Nolina*, *Agave* y *Pasyllirion*. Las zonas en que se ubican, fueron cubiertas antaño por encinares arbóceos, siendo éstas: las sierras de Pitos, Patlachique y Cerro Gordo, de igual forma en lugares elevados y laderas inferiores de las sierras que limitan la cuenca de México.

Matorral de palo loco. Se encuentra en la zona del Pedregal de San Ángel, muestra la fase de un proceso biológico progresivo que está en auge sobre materiales ígneos generados por la actividad presentada en la antigüedad por los volcanes Xitle y Xictontli.

El matorral se extiende en lugares con alturas de entre 2,250 y 2,700 m, bajo ambientes con temperaturas entre 14 y 15°C, con lluvias de 700 y 950 mm anuales. El medio es de tipo xerófito a causa del poco desarrollo del suelo. La estructura está formada por un conjunto arbustivo de igual forma de otros géneros como *Opunria*, *Agave*, *Senecio*, *Lerbesina*, además de algunas gramíneas como *Muhenbergia*, *Bouteloua* y *Banicum*.

Matorral de Hechita. Se ubica en la base de la sierra de Pachuca en agrupaciones amplias. El clima es subhúmedo templado, con lluvias medias anuales que fluctúan entre 700 y 900 mm anuales y temperatura media de 18°C. Este tipo de matorral se vincula con Agave lechuguilla y en menor proporción con Mimosa, Jatropha y otros, que agrupados toman las características de un matorral rosetófilo.

Matorral de Opuntia, Zuluzania y Mimosa. De tipo xerófilo, ubicado en la parte norte de la cuenca en laderas cerriles y montuosas de las sierras de Pitos, Patlachique, Tezontlalpan, Tepozán y Cerro Gordo. El clima es cálido seco con una lámina pluvial menor a 600 mm, con temperaturas superiores a los 16°C.

Grupos halófilos. Se producen en condiciones salino-sódicas, principalmente en los vasos lacustre de Zumpango, Xaltocan, San Cristóbal, Texcoco y en menor proporción en Xochimilco. Fundamentalmente conformados por zacahuistle y romerillo. Se adhieren a este grupo otras plantas como varias compuestas y gramíneas. La presencia de agua en áreas reducidas promueve el desarrollo de plantas acuáticas flotantes y enraizadas, y, en los límites de éstas zonas, poligonáceas.

Plantaciones exóticas (artificial). Se trata de plantaciones recientes con elementos arbóreos, con el fin de reforestar áreas cerriles. Estas especies son muy adaptables: eucaliptos, casuarinas, pirules, estoraques, álamos y sauces. Además presentan un rápido crecimiento, resisten cambios ambientales, bajo costo de mantenimiento y acelerada propagación.

Se ubican en pequeñas elevaciones al fondo de la cuenca: cerro del Tepeyac, Cerro de la Estrella (Norte y Centro del Distrito Federal), cerro de Zacatépetl, al pie de la Sierra de Guadalupe, laderas inferiores de las sierras de las Cruces y la segunda y tercera sección del bosque de Chapultepec; asimismo en lugares planos transformados a jardines públicos: bosques San Juan de Aragón y de Chapultepec en su zona antigua.

Cultivos agrícolas (artificial). Se agrupa a los terrenos adecuados para la agricultura y sitios montañosos forestales no aptos para la agricultura. Las actividades agrícolas se llevan a cabo básicamente en regiones planas (llanuras, valles y mesetas) y en zonas menos escarpadas de lomeríos y sierras.

La agricultura de temporal se divide en dos tipos de acuerdo a las características del área: en clima templado subhúmedo con lluvias en verano con precipitación anual de 400 a 700 mm con suelos menores a 40 cm de profundidad, con indicios de erosión notable. Se realiza con maquinaria agrícola y tracción animal; el empleo de fertilizantes se condiciona a la cantidad de lluvia y su distribución.

El otro tipo de agricultura de temporal es la que se desarrolla en suelos de mediana profundidad y profundos, las pendientes son menores al 6%, los rendimientos son bajos pues la precipitación pluvial es escasa (de 300 a 450 mm anuales). La agricultura de riego se realiza en zonas de suelos profundos, con más de 60 cm de profundidad y de fertilidad moderada, con algunas fracciones limitadas por una fase petrocálcica o tienen pendientes hasta del 4%, son pedregosos y ligeramente erosionado.

4.6 Geología

La cuenca del Valle de México se ubica al centro del eje volcánico o falla de Humboldt, que atraviesa el territorio nacional y que va desde la costa del Pacífico hasta el Golfo de México, ha estado sujeta a grandes movimientos tectónicos, así como a erupciones volcánicas, desde el Terciario hasta épocas recientes.

Las formaciones del Terciario Medio comprenden restos de volcanes estratificados, tobas, brechas, derrames de lavas y depósitos laháricos, por ello se presentan variados tipos de rocas, que afloran principalmente en el piamonte de las sierras que limitan la cuenca del este, oeste y norte.

En el Terciario Superior se presentaron grandes depósitos de lavas al este y oeste de la cuenca, así como las series andesíticas antiguas del Iztaccíhuatl y del Ajusco. Lo atestiguan los restos de volcanes estratificados y extensos complejos en la mitad septentrional de la cuenca, así como otros tipos de formaciones depositadas a distintas elevaciones.

Durante el Cuaternario se inició un último ciclo de vulcanismo, cuyas manifestaciones aún persisten: de esa época son los volcanes de cerro Gordo, Chimalhuacán, cerro de la Estrella y Chiconautla, entre otros. Posteriormente se formó la sierra de Chichinautzin entre la sierra Nevada y el Ajusco con

lavas basálticas que cerraron la cuenca por el sur. Esta circunstancia dio paso al relleno con materiales de acarreo y cenizas volcánicas transportadas por aire o por corrientes de agua hacia las partes bajas, así se integró una gran planicie que fue ocupada por lagos someros. Las últimas manifestaciones de vulcanismo fueron las de Xitle, hace 2,400 años, y la erupción del Popocatepetl en 1920.

Tomando en cuenta que al norte (Apasco) y al sur (Cuernavaca, Cuautla Y Morelos), de la cuenca se encuentran calizas del Cretácico, se infirió que el tipo de rocas en el fondo serían calizas marinas. Con objeto de conocer de manera cualitativa la distribución de la roca basal en la parte plana del Valle, se realizaron varios levantamientos gravimétricos que permitieron determinar que la cuenca subterránea del Valle de México está dividida en varias subcuencas, de las cuales, cuatro se localizan en el área de: Teotihuacan, Texcoco, Ciudad de México y Chalco.

Tanto en el estudio geológico como en los levantamientos gravimétricos regionales se estimó que el fondo de la roca basal de la cuenca quedaba a una profundidad media comprendida entre mil y mil doscientos metros.

La sucesión geológica de la cuenca de México se esquematiza como un proceso volcánico a lo largo de 50 millones de años que comprende dos etapas tectónicas:

La primera, de carácter comprensivo tuvo un vínculo con el metamorfismo y el plegamiento de la rocas cretácicas, teniendo una duración de 45 millones de años formando estructuras dirigidas de sudoeste a noroeste y un sistema de bloques y fosas.

La segunda etapa que fue distensiva, que duró 5 millones de años estableciendo estructuras que van de oeste a este, desarrollando un sistema de bloques con fosas con aumento cortical alargado, desintegrado en escalones al centro (pilares y cuencas), propiciando la acumulación de conglomerados continentales y el depósito de las evaporitas.

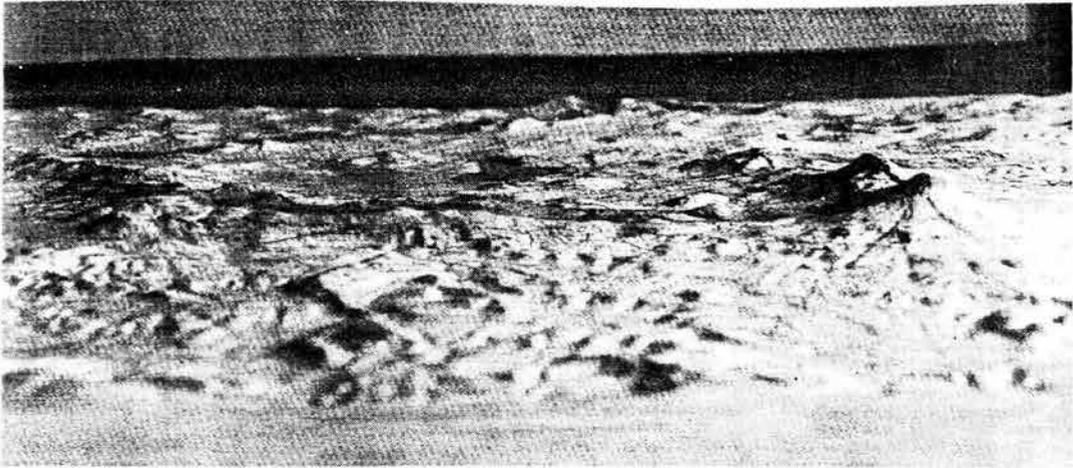


Fig. 4.6.1 Geomorfología de la Cuenca del Valle de México.

El origen de la cuenca del Valle de México es de tipo tectónico. Su condición actual se produjo desde fines del Plioceno y durante el Cuaternario. Está ubicada en una de las zonas tectónicas más complejas, pertenece a la parte oriental del eje neovolcánico. En el desarrollo moderno del eje neovolcánico se ha formado en sus márgenes un sistema de estructuras arco-bloque y bloque que se manifiestan en el relieve actual en forma de elevaciones y depresiones afectadas por formas volcánicas que ocultan el relieve original.

Actualmente se encuentra subdividida en pequeñas y grandes cuencas, planicies originadas por levantamientos del Pleistoceno Tardío. La parte central de la cuenca del Valle de México se separa la cuenca del extremo sur (Xochimilco) por medio de la sierra de Santa Catarina, levantamiento reciente de dirección oriente-poniente que es paralelo a la sierra de Chichinautzin.

En la cuenca se encuentran levantamientos con orientaciones paralelas (norte-sur) Sierra Nevada y de las Cruces; y meridianas (oriente-poniente) la sierra de Chichinautzin. Una antigua superficie de nivelación, (perteneciente a rocas sedimentarias y a un antiguo conjunto volcánico precuaternario), fue levantada sobre el fondo de la cuenca a 1 o 1.5 km a través de un movimiento acompañado de reactivación volcánica con lavas y conos cineríticos que sepultaron dicha superficie.

Las unidades morfoestructurales más representativas de la cuenca son: planicies bajas, planicies elevadas, talud transicional, estructuras tectovolcánicas principales y elevaciones volcánicas menores.

- a) **Planicies bajas.** Es el relieve acumulativo (lacustre y fluvial) de formación más reciente. Se distinguen tres depresiones separadas por elevaciones volcánicas con una ligera orientación noroeste. La depresión Pachuca al norte, en la región central la depresión de México y la de Xochimilco al sur.

La depresión del Valle de México limita al oriente con la sierra de Río Frío y la franja sur de la Patlachique; al poniente con la Sierra de las Cruces; al norte con la sierra de Guadalupe y al sur con la sierra de Santa Catarina. Esta depresión es la más hundida. Su altitud es de 2,240 m y data del Holoceno; su relieve es acumulativo fluvio-lacustre y cuenta con una pendiente mínima de 0 a 0.5°.

Los límites de la depresión meridional de Xochimilco son: al oriente con la Sierra Nevada, al sur y al poniente con las sierras de Chichinautzin y el Ajusco, al norte con la sierra de Santa Catarina. Su relieve es acumulativo fluvio-lacustre, se originó en el Holoceno y tiene la misma altitud y pendiente que la depresión de México.

- b) **Planicies elevadas.** Tienen una altura y una pendiente ligeramente mayores que las superficies de planicies bajas.

Con una altura de 2,450 m los llanos de Cuautitlán-Pachuca se ubican al noroeste de la cuenca, se extienden en forma de una delgada faja siguiendo la orientación de las fracturas diagonales principales y la alineación de los sistemas volcánicos. Datan de un periodo entre el Pleistoceno Superior y el Holoceno.

- c) **Talud transicional.** Es un sedimento que forma una zona de transición entre las superficies casi planas de la cuenca y los altos sistemas de levantamiento que son limítrofes. Su pendiente va de los 2° a los 6°, y el talud manifiesta disección en un alto porcentaje, presentando un escalón bajo y uno alto.

Los principales taludes de la cuenca del Valle de México son dos: el primero corresponde a la sierra occidental y el segundo a la oriental. El talud del poniente, perteneciente a la sierra de la Cruces, se extiende

paralelamente a la sierra occidental. El talud oriente presenta un alto índice de disección con crecimiento gradual hacia el oriente.

- d) **Estructuras tectovolcánicas principales.** Son cuatro estructuras tectovolcánicas que sirven de límites naturales a la cuenca del Valle de México. Cada una de ellas presenta características distintas por su edad geológica, su morfología y litología.

La sierra Occidental que comprende Las Cruces y Tepetzotlán se trata de un sistema de origen volcánico con un alto índice de fractura, su altitud es de 4,000 m y data del Mioceno. Su pendiente es mayor a los 12° y el tipo de relieve es tectovolcánico denudatorio.

El límite meridional de la cuenca de México es la sierra Sur, Chichinautzin, con una altitud de 3,600 m y un relieve volcánico acumulativo, el grado de disección es casi inexistente. Su antigüedad parte del Pleistoceno-Superior-Holoceno, y se encuentra en fase de desarrollo.

Como limítrofes de la cuenca del Valle de México en la parte oriente se encuentran las sierra orientales: la Sierra Nevada, las de Río Frío, Patlachique y Calpulalpan. Cuentan con una altitud de hasta 5,400 m. Datan del Plioceno, pasando por el Cuaternario y el Plioceno Superior continuando hasta el Holoceno, presentando diferentes tipos de relieve desde el tectovolcánico denudatorio al acumulativo.

- e) **Elevaciones volcánicas menores.** Son sistemas tectovolcánicos que detectan una altitud menor a 3,000 m. En el lado sur de la Ciudad de México se presenta un levantamiento menor siendo el eje en el que descansa la sierra de Santa Catarina, que divide la depresiones de México y Xochimilco.

Dividiendo las depresiones de Pachuca y México se encuentra la sierra de Guadalupe. Al Noreste se extienden sistemas volcánicos pliocénicos y cuaternarios siguiéndola orientación de la fractura diagonal. Al noroeste una serie de elevaciones volcánicas limitan la cuenca de México, que datan del Plioceno y el Cuaternario, estando orientadas de acuerdo a la fractura de la misma dirección que los anteriores.

En el plano estratigráfico superior se encuentra una sucesión de valles enterrados, erosionados, éstos causan profundidades del orden de 200 a 300 m bajo la Alameda y el Zócalo de la Ciudad de México, que fueron rellenadas al obstruir la sierra de Chichinautzin. Debajo de esta serie estratificada se tienen depósitos lacustres del Plioceno, posteriormente vulcanitas (con relación al grupo Pachuca); bajo éstas existe vulcanitas del Oligoceno y sedimentos del grupo Balsas. Se forman anticlinorios y sinclinorios.

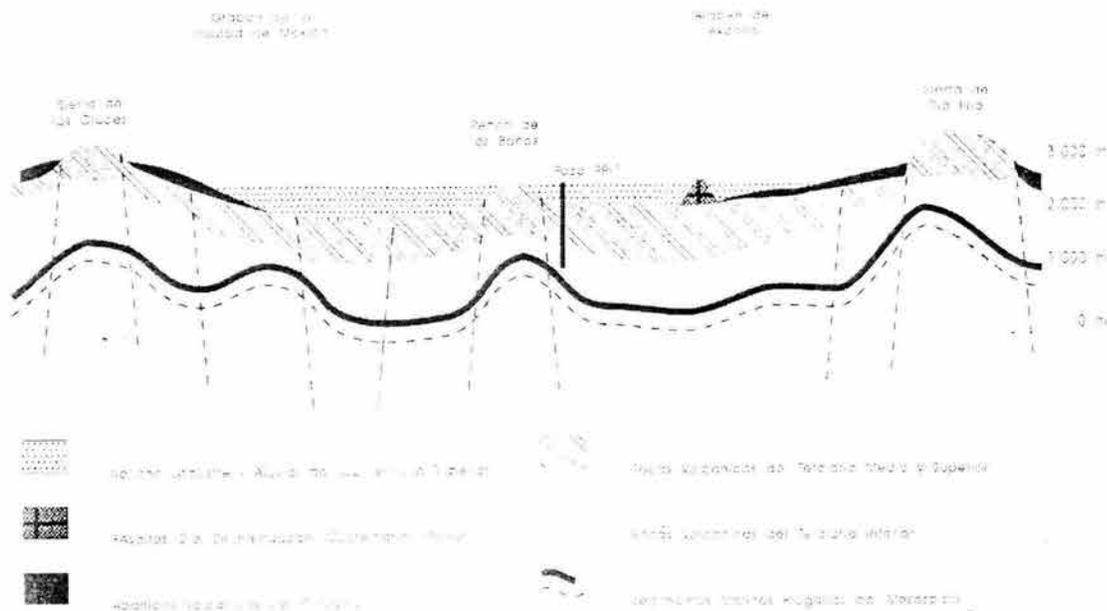
El valle se encuentra rodeado al poniente por la fosa de la sierra de las Cruces, en el norte la fosa Barrientos, al sur la fosa compleja de Chichinautzin. El relleno aluvial, es originado en las barrancas de las Lomas y en el valle de Cuautepec. Bajo las arcillas lacustres está sepultada una red de valles erosionados rellenos de depósitos clásticos¹⁷ aluviales con profundidades con rangos de entre 200 a 350 m.

Al pie del Cerro de la Estrella se ubica un valle más profundo que los demás, relleno por los primeros clásticos volcánicos de la formación Tarango. La serie estratificada se extiende al oriente subyacente a la Sierra de las Cruces, aumentando su espesor hacia el sur, conformando un relleno clástico aluvial antiguo, muy consolidado. Destaca un primer antiguo valle extenso, con origen en las barrancas norte de las Lomas y la Sierra de Guadalupe. Una bajo la zona de la Alameda las barrancas de Tacubaya y Becerra y el Paleovalle Chapultepec-Alameda. Hacia el sur se encuentra en el lado oeste del cerro de la Estrella; donde se reúnen las barrancas de Mixcoac, del Muerto, San Ángel y la Magdalena Contreras que conforman el Paleovalle de Culhuacán. Estos Paleovalles se conectan a través de un valle antiguo dirigido de norte a sur.

Bajo la planicie de Texcoco existen también otros valles antiguos, derivados en la base oriental de la Sierra de Guadalupe, del área de Chiconautla y Texcoco. Se forma fortitivamente un solo cauce profundo, que pasa al este del Cerro de la Estrella reunido con la salida del Paleovalle de Culhuacán en un cauce común, con una depresión de 450 m. La cuenca de México ha sufrido desde el Plioceno Medio un hundimiento de unos 600 m. Existen tres fosas, las cuales son: Fosa de Tenochtitlan, Fosa de los Peñones, Fosa de Texcoco.

¹⁷ Depósitos producto de explosiones volcánicas en el pasado.

Al fondo de la cuenca prevalecen sedimentos marinos plegados, cuenta con un anticlinorio de sedimentos marinos rodeado al poniente y al oriente por dos sinclinatorios que se extienden de SSE a NNW.



"Estratigrafía de la Cuenca del Valle de México"

4.7 Climatología

Debido a las características topográficas existentes dentro de la cuenca del Valle de México se encuentra una gran diversidad de climas. Según la clasificación modificada de Copen para la cuenca de México se identifican seis tipos, prevalece el clima templado de semiárido a subhúmedo. El clima se transforma de árido en la región en la región noroeste, al subhúmedo en el suroeste; además en las partes altas se encuentran los climas semifrío y muy frío.

Durante el invierno se presentan las llamadas ondas frías de masas de aire frío y seco. En el verano y parte del otoño se producen precipitaciones de gran magnitud dentro de la cuenca. La temperatura media anual oscila entre los 12 y 15°C; la máxima media anual varía entre los 25 y 30°C; la mínima anual se encuentra entre los 4 y 6°C; donde los límites inferiores son para la zona montañosa y los superiores a las zonas planas.

En la superficie de la cuenca están ubicadas 208 estaciones climatológicas que cuentan con pluviómetro, termómetro, evaporómetro, hidrógrafo, anemómetro, heliógrafo y evapotranspirómetro. Las precipitaciones pluviales oscilan entre los 385 mm a los 1,400 mm anuales, que se incrementan en dirección norte-sur. La época de lluvias abarca los meses de mayo a octubre, mientras que en los otros meses se presentan lluvias aisladas.

El valor de la evaporación potencial media anual en la cuenca es de 1,650 mm; en los meses de marzo y abril ésta es más intensa porque la temperatura y los vientos la favorecen, en diciembre se registra la mínima evaporación.

Clima semiseco templado con lluvias en verano (BS₁ kw (w)).

Temperatura media anual de 14°C, la temperatura máxima se registra en el mes de mayo con 17°C. El valor de la precipitación media anual total es de 543.4 mm, siendo su máxima ocurrencia en septiembre con 117.4 mm y la mínima en enero con 8.8 mm. Este tipo de clima se encuentra en regiones de Pachuca y al oriente del Distrito Federal, asimismo en los municipios conurbados que circundan éstas zonas.

Templado Subhúmedo (Cb (w₂)(w)). Se trata del más húmedo de los templados con lluvia en verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 5mm. La precipitación media anual oscila entre los 700 y 1,000 mm. La temperatura media anual se encuentra entre los 12° y 18°C. En julio se presenta la máxima ocurrencia de lluvia; en los meses de enero y febrero se manifiesta la sequía cuando se dan valores menores a 10 mm. Este clima se presenta en la elevaciones del ponientes de la Ciudad de México; al sur de la cuenca del Valle de México, en las sierras Nevada y Río Frío; así como en el municipio de Mariano Arista (Tlaxcala).

Los meses de marzo, junio, julio y agosto son los más cálidos con temperaturas que fluctúan entre 14° y 15°C; siendo los meses más fríos enero y diciembre cuando se registra una temperatura entre 11° y 12°C.

Templado subhúmedo (Cb (w₁)(w)). Es el intermedio respecto a la humedad. Se dan precipitaciones en verano y lluvias invernales en un 5%. El régimen pluvial medio anual está entre 600 y 1,000 mm; con una temperatura media anual que varía entre 12° y 16°C. En julio y agosto se origina la mayor precipitación, entre 150 y 160 mm, asimismo en febrero

se observa la menor precipitación con 5 mm. En los meses de abril y mayo se manifiesta la temperatura media mensual más alta, entre 18° y 19°C, en el mes de enero se registra la temperatura mínima media que fluctúa entre 13° y 14°C. Este tipo de clima se ubica en partes de Texcoco, Chalco, asimismo al sur del municipio de Lázaro Cárdenas (Tlaxcala). Al poniente y centro de la cuenca en los municipios de Tultitlán, Atizapán, Naucalpan, entre otros.

Templado subhúmedo (Cb (w₀)(w)). Es el que presenta menor índice de humedad. Se manifiestan lluvias en verano con un porcentaje de lluvia en invierno menor al 5%. La precipitación media anual oscila entre 400 y 700 mm, con temperaturas medias anuales entre 12° y 16°C. El mes de junio se registra la precipitación con valor superior, fluctuando su valor entre 110 y 120 mm. Correspondiendo a enero y febrero la mínima con 10 mm. Se tienen temperaturas máximas en abril, mayo y junio con medias mensuales entre 17° y 18°C. En enero se registra la mínima con valores de 11° y 12°C. Este tipo de clima se presenta al norte de Lázaro Cárdenas (Tlaxcala); en una porción de Texcoco Tlanepantla y en el sector centro de la Ciudad de México.

Semifrío subhúmedo (Cb (w₂)(w)). Siendo este tipo de clima el más húmedo de los semifríos, con lluvias en verano. Para el mes más seco se registra una precipitación de 40 mm con porcentaje de lluvia en el invierno más bajo que el 5%. La precipitación media anual varía entre 700 a 1,000 mm. La máxima precipitación se manifiesta en junio con valores entre 160 y 170 mm, mientras que la mínima se presenta en febrero y diciembre con valores inferiores a 10 mm. Este clima se presenta en el municipio de Calpulalpan en el estado de Tlaxcala, así como en los municipios de Mineral del Chico y Mineral del Monte en el estado de Hidalgo; en las partes con mayor altitud de las sierras de las Cruces, del Ajusco, de Río Frío, Nevada, Monte Alto, Monte Bajo y otras.

La temperatura media anual es más baja de 12 °C. Abril, mayo y junio son los meses más calurosos con temperaturas medias de 13° a 14°C. En enero se registra la temperatura mínima que varían entre 8° y 9°C.

Heladas y granizadas. En las zonas con climas templados se manifiestan heladas con una frecuencia de 20 a 40 días al años, no obstante hay años

con heladas durante 140 y 150 días. En los sitios con climas semifríos la frecuencia de este fenómeno es de 80 a 100 días a lo largo del año; en algunos casos hasta de 140 y 160 días al año. En los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero ocurre la máxima ocurrencia, como es el caso del municipio de Calpulalpan en el estado de Tlaxcala. En el estado de Hidalgo en los municipios de Mineral del Chico y Mineral del Monte oscilan en rangos de 40 a 60 días, y en la estación invernal las frecuencias son superiores a 80 días. En esta área el fenómeno perjudica los cultivos, principalmente en la época de invierno.

En zonas donde domina el clima templado subhúmedo y en pequeñas porciones con climas semifríos subhúmedos se presentan granizadas de 2 a 4 días al año, como Pachuca en el estado de Hidalgo en los municipios de Mineral del Chico y Mineral del Monte en Hidalgo se presentan granizadas hasta en 6 días en las partes más altas, generalmente en el mes de mayo. En esta zona no afectan de manera significativa a los cultivos. En las sierras Nevada y de las Cruces se hace presente el fenómeno durante el verano, además de fuertes tormentas eléctricas.

En pocas palabras se puede decir que el clima de la cuenca se clasifica en la parte sur y poniente como templado con verano fresco y lluvioso; en la parte norte y noroeste es semiseco con verano cálido y lluvioso.

La temporada de lluvias en la cuenca del Valle de México se presenta durante el período de mayo a octubre; las tormentas, generalmente provocadas por fenómenos de convección, son intensas, concentradas y de corta duración. En cambio, las lluvias que ocasionalmente se presentan en invierno son más extensas, con mayor duración, pero de menor intensidad. Esta tendencia que muestran las lluvias normales anuales es menos notable para las precipitaciones de corta duración, de manera que los chubascos pueden ocurrir indistintamente en cualquier parte de la cuenca.

4.8 Hidrografía

Desde el punto de vista hidrográfico la cuenca del Valle de México está dividida en once zonas, las cuales se describen a continuación:

La zona I, Xochimilco, abarca las cuencas de los ríos que descienden de la sierra de Chichinautzin, la cual presenta formaciones basálticas de gran permeabilidad. Los principales ríos de la zona son: San Gregorio, San Lucas, Santiago y San Buenaventura. Tiene una superficie aproximada de 522 km² y una precipitación media anual de 869 mm.

La zona II, Churubusco, comprende principalmente las cuencas de los ríos Eslava, Magdalena, Barranca San Jerónimo, Anzaldo, Barranca Coyotes, Barranca Texcalatlaco, Barranca de Tetelpa, Barranca de Guadalupe, Barranca del Muerto, Tarango y Mixcoac, cubre una extensión de 234 km², con una precipitación media anual de 1,085 mm.

La zona III, Ciudad de México, se constituye por las cuencas de los ríos Becerra, Tacubaya, Tecamachalco, San Joaquín, Tornillo, Hondo, Sordo, Barranca los Cuartos, Totolica, Chico de los Remedios, San Mateo Nopala, Barranca Tepatlaxco, Ríos de los Remedios, Tlanepantla, San Javier. Incluye gran parte del área urbanizada de la Ciudad de México y los ríos que bajan hacia ella desde el poniente. La gran mayoría de las corrientes son intermitentes, salvo los ríos Magdalena, Mixcoac, Tacubaya, Hondo y Tlanepantla, los cuales tienen escurrimientos perennes. Cubre una extensión de 725 km² y presenta una precipitación media anual de 822 mm.

La zona IV, Cuautitlán, abarca las cuencas de los ríos Tepozotlán y Cuautitlán, que se originan en el noroeste del valle. Tiene una extensión de 972 km², con una precipitación media anual de 781 mm.

La zona V, Pachuca, comprende prácticamente la cuenca del río de Las Avenidas de Pachuca tiene una superficie de 2,087 km² y una precipitación media anual de 501 mm.

La zona VI, Teotihuacan, corresponde a la cuenca del río San Juan Teotihuacan que tiene una extensión de 930 km² con una precipitación media anual de 555 mm, respectivamente.

La zona VII, Texcoco, se incluyen los ríos que desembocan en el lago de Texcoco por el oriente, los cuales son: Papalotla, Xalapango, Coxcacoco, Texcoco, Chapingo, Bernardino, Santa Mónica, Tlalmimilolpan, Coatepec. Tiene una superficie de 1,146 km² y una precipitación media anual de 635 mm.

La **zona VIII**, Chalco, localizada en la porción sur-oriente de la cuenca, comprende los ríos Milpa Alta, Amecameca, Barranca Juchitepec, además del río de la Compañía y sus afluentes (San Francisco, Arroyo Santo Domingo, Barrancas Popotla y Paso del Jagüey). Cubre una extensión de 1,124 km² y presenta una precipitación media anual de 979 mm.

La **zona IX**, Apan, se localiza en la porción oriente de la cuenca, comprende las cuencas del río Tizar y el Arroyo Calpulalpan. Su superficie es de 637 km² y presenta una precipitación media anual de 700 mm.

La **zona X**, Tochac, comprende al conjunto de ríos y arroyos que alimentan a la Laguna de Tochac. La superficie de la subcuenca es de 681 km² y la precipitación media anual es de 681 mm.

La **zona XI**, Tecocomulco, comprende a los arroyos que alimentan a la Laguna de Tecocomulco, cubre una extensión de 533 km² y tiene una precipitación media anual de 666 mm.

La principal fuente de carga natural de los acuíferos en la cuenca del Valle de México es la precipitación pluvial. Otro tipo de recarga no natural es la derivada de las fugas en la red de distribución de agua potable y de drenaje.

4.9 MEMORIA DE CÁLCULO DEL BALANCE DE AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

Se desarrollan los pasos para realizar el balance de aguas superficiales de la CVM, como se planteo en la página 45.

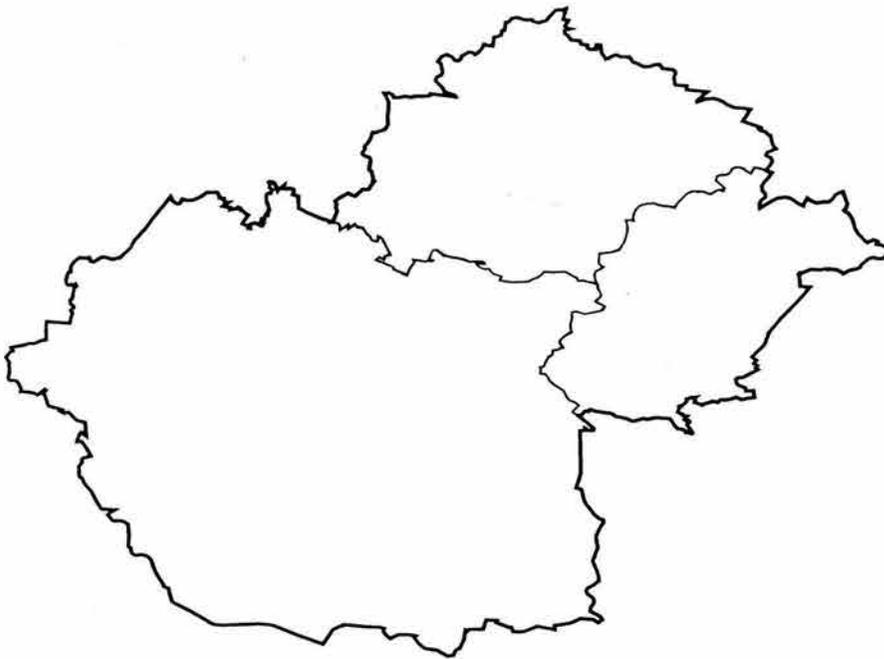
- 1) El sistema de la Cuenca del Valle de México esta ubicado y se encuentra en el apartado 4.3 de la página 51, así como en las tablas 4.3.1 y 4.3.2 de la página 52.
- 2) La división de la región hidrológica XIII, se encuentra ubicado en la figura 4.3.1 de la página 53, y la Cuenca del Valle de México se encuentra dividida en subregiones en la página 53 y en la tabla 4.3.3 de la página 54 así como en la figura 4.3.2 de la página 55.
- 3) Los nombre de las subcuencas en las que se divide la Cuenca del Valle de México, son los siguientes:

Subregión I: "Zona Metropolitana de la Ciudad de México"

Subregión II: "Avenidas de Pachuca"

Subregión III: "Apan"

- 4) La interconexión de las subcuencas se muestra en la figura 4.9.1.



5) A continuación se aplica el método del Balance de agua superficial.

El escurrimiento Virgen por Cuenca Propia Cp, se calcula con la ecuación 3.2.1 de la página 41. El término referente al escurrimiento aguas arriba para el caso de la cuenca del Valle de México es nulo. Lo términos Escurrimiento Aguas Abajo (Ab) y Exportación (Ex), en este caso son el mismo debido a que todos los Escurrimientos Generados en la Cuenca Cerrada del Valle de México, se Exportan a la Cuenca del Río Tula, por lo que la ecuación original se reduce a:

$$C_p = A_b + U_c + E_v - (R + I_m) + \Delta V$$

Los escurrimientos aguas abajo (Ab) de la cuenca del Valle de México se encuentran aforados, la evaporación (Ev) en los principales cuerpos de agua de la región se registra en las estaciones climatológicas de la cuenca, la importación (Im) para esta cuenca proviene de los Sistemas Lerma y Cutzamala, quedando por estimar los términos referentes a las extracciones para usos consuntivos (Uc) y los retornos utilizables (R).

Escurrimiento Aguas Abajo (Ab)

Para su cálculo se utilizó información hidrológica generada por la Gerencia Técnica de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y la Gerencia Estatal de Hidalgo, de las cuatro estaciones hidrométricas que registran los escurrimientos a la salida de la Cuenca del Valle de México (Túneles Nuevo y Viejo de Tequixquiac, El Salto y Portal de Salida), los resultados se presentan en el cuadro 1, mismo que se obtiene con los cuadros del anexo A.

$$A_b = Q_t = 48.102 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (1,516.957 Mm}^3/\text{año)}$$

Cuadro 1													
CALCULO DEL GASTO MEDIO ANUAL ESCURRIDO EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO, m ³ /s.													
Estación	Mes												Media Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Túnel Viejo de Tequixquiac	2.308	1.836	1.070	1.462	3.048	1.685	2.671	2.884	5.051	2.503	1.327	1.405	2.271
Túnel Nuevo de Tequixquiac	1.365	1.373	0.593	1.250	0.766	2.402	3.493	2.574	3.845	2.993	3.135	2.127	2.160
El Salto	2.115	1.009	0.900	1.834	3.860	6.467	5.310	4.731	2.761	2.863	2.359	0.862	2.922
Portal de Salida	23.031	25.982	25.792	30.960	33.855	49.142	60.810	63.625	70.533	45.851	33.107	26.303	40.749
Total	28.819	30.200	28.355	35.506	41.529	59.696	72.284	73.815	82.190	54.210	39.928	30.697	
Gasto Anual Promedio Escurrido en la Cuenca del Valle de México Año 2001												m ³ /s	48.102
Gasto Anual Promedio Escurrido en la Cuenca del Valle de México Año 2001												Mm ³ /año	1516.957

Que corresponde al valor obtenido en la columna S de la matriz del "Balance de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

Este gasto es la suma del caudal de aguas residuales (Q_r) con el caudal de lluvias (Q_{ll}), cuadro 2 los cuales se estimaron respectivamente de:

$$Q_r = 28.961 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (913.323 Mm}^3/\text{año)}$$

$$Q_{ll} = 19.141 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (603.634 Mm}^3/\text{año)}$$

Extracciones para Usos Consuntivos (U_c)

Para la cuenca del Valle de México, es la suma del caudal importado (I_m), el de aprovechamiento superficial (A_s) y el caudal de reuso (Q_{re}).

$$U_c = I_m + A_s + Q_{re}$$

Importación (I_m)

La importación de agua se realiza del Sistema Cutzamala y del Acuífero Alto Lerma, de donde se aprovechan $13.676 \text{ m}^3/\text{s}$ ($431.292 \text{ Mm}^3/\text{año}$) y $5.362 \text{ m}^3/\text{s}$ ($169.086 \text{ Mm}^3/\text{año}$), respectivamente, en total $19.038 \text{ m}^3/\text{s}$ ($600.382 \text{ Mm}^3/\text{año}$). Cuadro 3, sustentado en los cuadros del anexo B.

En este concepto se considerará al aprovechamiento subterráneo de la Cuenca del Valle de México como una importación del subsuelo. Esto se hizo, porque en el valor de retornos utilizables (R) que se calculará posteriormente, incluye los retornos de aguas superficiales y subterráneas.

El volumen de extracción del subsuelo es de $54.492 \text{ m}^3/\text{s}$ ($1,718.444 \text{ Mm}^3/\text{año}$) que se sustenta en el cuadro 3. Por lo que el caudal de importación queda definido como:

$$I_m = 19.038 + 54.492 = 73.529 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I_m = 600.382 + 1,718.444 = 2,318.826 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

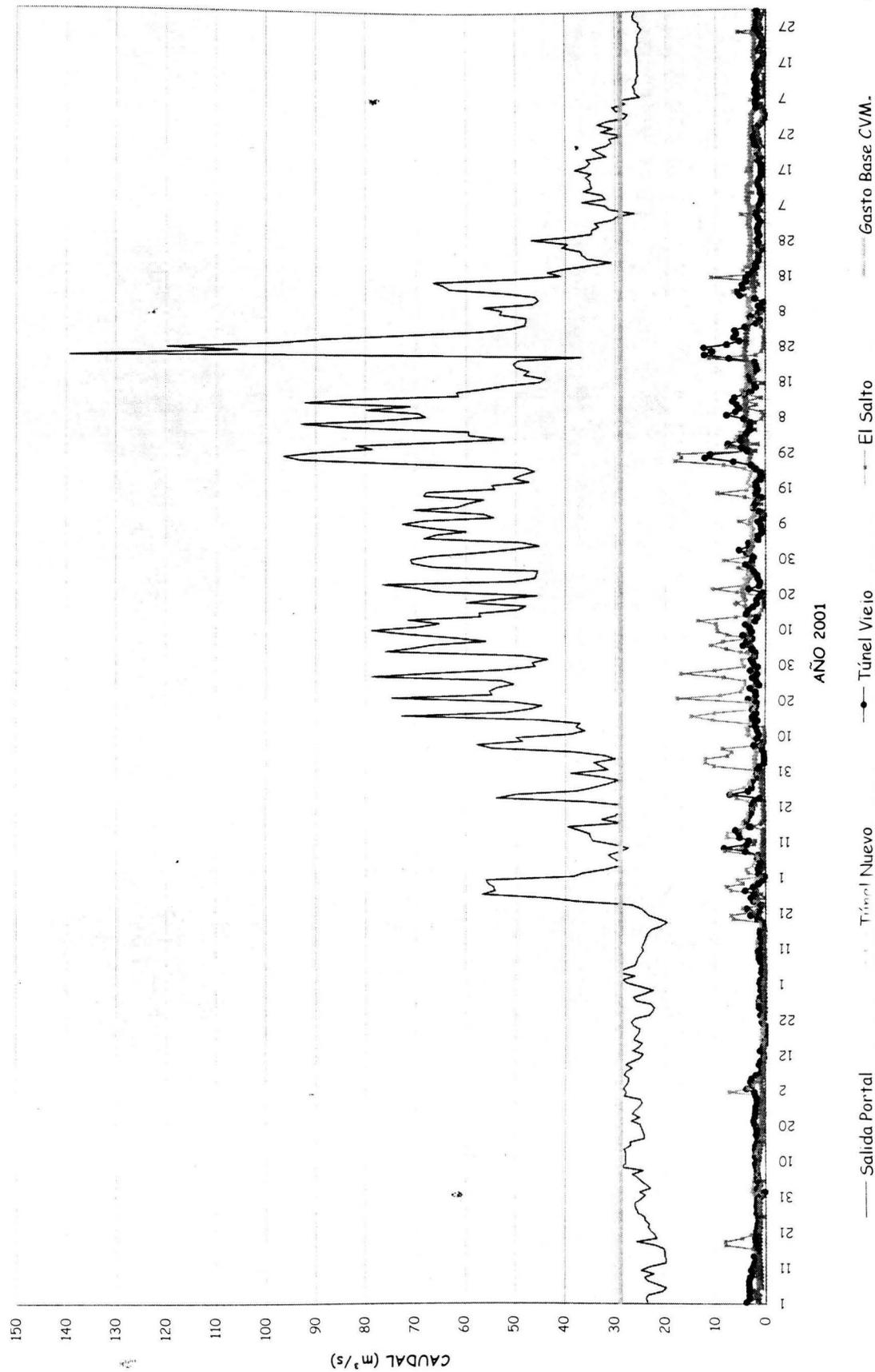
ESTA COPIA NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 2
CAUDALES PROMEDIO ESCURRIDOS
EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

AÑO 2001

CAUDAL PROMEDIO	m ³ /s	Mm ³
Residual	28.961	913.323
Lluvias	19.141	603.634
Total	48.102	1,516.957

ESCURRIMIENTO MEDIO DIARIO EN LAS ESTACIONES DE SALIDA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO, AÑO 2001
PARA DETERMINAR EL GASTO BASE



Cuadro 3
GASTO PROMEDIO DEL AÑO 2001 OFERTADO EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO
 (m³/s)

ENTIDAD	VALLE DE MÉXICO		EXTERNAS		TOTAL	TOTAL
	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	SISTEMA LERMA D.D.F. Subterránea	SISTEMA CUTZAMALA CNA Superficiales		
DISTRITO FEDERAL	0.846	21.499	4.362	9.638	14.000	36.345
ESTADO DE MÉXICO	6.034	30.732	1.000	4.038	5.038	41.804
ESTADO DE HIDALGO	0.668	1.839	0.000	0.000	0.000	2.508
ESTADO DE TLAXCALA	0.045	0.420	0.000	0.000	0.000	0.466
TOTAL						
m ³ /s	7.593	54.492	5.362	13.676	19.038	81.123
Mm ³ /año	239.455	1,718.444	169.096	431.286	600.382	2,558.281

Aprovechamiento Superficial (As)

Corresponde al caudal que se oferta en la Cuenca del Valle de México con los aprovechamientos superficiales. En el **cuadro 3**, sustentado en los cuadros del **anexo B**, se presenta un valor de 7.593 m³/s, como caudal medio ofertado por aprovechamientos superficiales.

$$As = 7.593 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (239.455 Mm}^3/\text{año)}$$

Caudal de Reuso (Q_{re})

El caudal de aguas de reuso (Q_{re}) en la cuenca según los cuadros 4 y 5, sustentado en los cuadros del **anexo C**, es de $5.605 \text{ m}^3/\text{s}$ ($176.761 \text{ Mm}^3/\text{año}$) para reuso con tratamiento y $5.772 \text{ m}^3/\text{s}$ ($182.011 \text{ Mm}^3/\text{año}$) para reuso sin tratamiento.

Cuadro 4
CAUDAL DE REUSO CON TRATAMIENTO, PROMEDIO
AÑO 2001, CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

ENTIDAD	CAUDAL	
	m^3/s	$\text{Mm}^3/\text{año}$
Distrito Federal ⁽¹⁾	2.466	77.769
Estado de México ⁽²⁾	3.100	97.762
Hidalgo ⁽³⁾	0.039	1.230
Tlaxcala ⁽⁴⁾	0.044	1.372
Total	5.649	178.132

⁽¹⁾ U. D. de Planes Maestros y de Automatización y Medición, DGGOH

⁽²⁾ Comisión del Agua del Estado de México

⁽³⁾ Gerencia Estatal de Hidalgo, CNA

⁽⁴⁾ Gerencia Estatal de Tlaxcala, CNA

Cuadro 5
CAUDAL DE REUSO SIN TRATAMIENTO, PROMEDIO
AÑO 2001, CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

ZONA DE RIEGO	CAUDAL REQUERIDO		
	$\text{m}^3/\text{año}$	m^3/s	%
D.R. La Concepción	4,630,000	0.147	1.8
D.R. Chiconautla	46,048,000	1.460	17.6
Otros Aprovechamientos*	211,222,800	6.698	80.6
Total	261,900,800	8.305	100.0
ORIGEN	$\text{m}^3/\text{año}$	m^3/s	%
Aguas Blancas	79,889,900	2.533	30.5
Aguas Negras	182,010,900	5.772	69.5
Total	261,900,800	8.305	100.0

Nota: Algunos de estos aprovechamientos son unidades que supervisa el Distrito de Desarrollo Rural 074 Zumpango

Fuente: Programa de distribución de aguas para las zonas de riego en los estados de México e Hidalgo, que aprovechan las aguas residuales de la Cd. de México y su Zona Metropolitana. Año agrícola 2001-2002. GRAVAMEX, Gerencia de Operación

$$Q_{re} = 5.605 + 5.772 = 11.377 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$Q_{re} = 176.761 + 182.011 = 358.772 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Por lo que finalmente la extracción por usos consuntivos en la cuenca es de:

$$U_c = 73.529 + 7.593 + 11.377 = 92.499 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$U_c = 2,318.826 + 239.455 + 358.772 = 2,917.053 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la columna k de la matriz del "Balance de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

Evaporación en Vasos (Ev)

En el cuadro 6, sustentado en los cuadros del anexo D que se encuentra en la página 109, se reporta un valor de 3.011 m³/s, como Evaporación en los principales vasos de la Cuenca del Valle de México.

$$E_v = 3.011 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (94.955 Mm}^3/\text{año)}$$

Que corresponde al valor obtenido en la columna L de la matriz del "Balance de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

Retornos Superficiales Utilizables (R)

Corresponde al caudal medio de aguas residuales (Q_r) registrado en las estaciones hidrométricas anteriormente calculado con un valor de Q_r = 28.961 m³/s (913.323 Mm³/año), más el caudal de aguas de reuso (Q_{re}) que según los cuadros 4 y 5, respectivamente, es de 5.605 m³/s (176.761 Mm³/año) para reuso con tratamiento y 5.772 m³/s (182.011 Mm³/año) para reuso sin tratamiento.

Por lo que finalmente:

$$R = 28.961 + 5.605 + 5.772 = 40.338 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$R = 913.323 + 176.761 + 182.011 = 1,272.095 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la columna G de la matriz del "Balance de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

Cuadro 6
 EVAPORACION EN LOS PRINCIPALES CUERPOS DE AGUA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
 AÑO 2001

MESES	VOLUMEN (m ³)											
	Cpos de Agua Lago de Texcoco	Presa La Concepcion	Presa Guadalupe	Laguna de Tecomulco	Laguna de Tochac	Presa Madin	Laguna de Zumpango	Vaso del Crsto Regulacion	Laguna de Regulacion Cienega Grande	Laguna de Regulacion Cienega Chica	Lago y Canales de Xochimilco	
Enero	2 095 250 0	96 878 7	224 003 7	1 724 429 0	80 052 0	53 721 3	1 191 744 8	92 847 9	55 983 6	40 515 9	1 154 300 0	
Febrero	2 095 250 0	122 931 8	430 218 9	2 441 565 0	108 286 5	75 699 9	913 820 9	130 833 9	67 492 6	48 845 2	1 391 600 0	
Marzo	2 095 250 0	160 789 2	529 702 9	3 149 265 0	149 520 0	109 108 2	2 536 392 6	188 574 4	85 180 6	61 646 1	1 756 300 0	
Abril	2 095 250 0	106 284 8	524 212 6	3 368 652 0	141 529 5	110 411 7	2 301 641 4	190 827 3	95 094 0	68 820 6	1 960 700 0	
Mayo	2 095 250 0	102 965 4	654 222 6	3 823 939 0	63 000 0	124 846 8	2 724 373 5	215 775 8	102 766 7	74 373 4	2 118 900 0	
Juno	2 095 250 0	138 926 9	547 271 8	2 821 364 0	80 892 0	98 004 3	2 000 332 3	169 383 2	66 338 3	48 009 8	1 367 800 0	
Julo	2 095 250 0	111 476 8	445 152 4	2 338 948 5	121 296 0	76 713 7	1 638 761 5	132 586 2	31 268 0	22 629 0	644 700 0	
Agosto	2 095 250 0	96 739 0	350 280 3	1 947 354 5	147 168 0	68 940 9	1 296 978 1	119 152 3	41 453 0	30 000 0	854 700 0	
Septiembre	2 095 250 0	93 176 7	279 565 4	1 093 396 5	157 584 0	48 664 2	941 703 2	84 107 5	28 857 5	20 884 5	595 000 0	
Octubre	2 095 250 0	65 796 5	245 745 2	1 238 475 0	147 252 0	45 526 1	778 007 0	78 683 9	19 725 0	14 275 2	406 700 0	
Noviembre	2 095 250 0	84 585 5	292 522 5	1 455 503 0	124 404 0	49 533 2	868 849 4	85 609 4	39 458 4	28 556 5	813 575 0	
Diciembre	2 095 250 0	70 825 5	145 163 2	1 507 401 0	124 068 0	44 126 1	788 800 1	76 264 2	41 529 3	30 055 3	856 275 0	
Total	25 143 000 0	1 251 376 7	4 668 061 3	26 910 292 5	1 445 052 0	905 296 5	17 981 404 6	1 564 646 0	675 146 7	488 611 3	13 920 550 0	
TOTAL EN											Mm³	94 953
GASTO											m³/s	3 011

Importación (Im)

Como ya se explicó anteriormente, el caudal de importación utilizado en la cuenca del Valle de México es de:

$$I_m = 73.529 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (2,318.826 Mm}^3/\text{año)}$$

Que corresponde al valor obtenido en la penúltima fila de la columna F de la matriz del "Balance de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

Cambio de Almacenamiento (ΔV)

En balances con periodos de análisis amplios ΔV se considera nulo. En este caso, por ser un análisis anual, ΔV se considera como: $\Delta V = V_2 - V_1$, donde V_1 y V_2 son los volúmenes almacenados al principio y al final del periodo anual en la cuenca. Según el cuadro 7, sustentado en los cuadros del anexo E, la variación en el almacenamiento de la cuenca del Valle de México fue de:

$$\Delta V = -0.038 \text{ m}^3/\text{s} = -1.214 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Cuadro 7

VARIACIÓN DE ALMACENAMIENTO* (DV) AÑO 2001 EN LOS PRINCIPALES CUERPOS DE AGUA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

Mm³

MES	GUADALUPE	CONCEPCIÓN	MADÍN	TOTAL
Enero	-4.774	-0.828	-0.751	-6.353
Febrero	-5.583	-1.210	0.009	-6.784
Marzo	-6.440	-0.409	0.543	-6.306
Abril	-7.669	-1.815	-0.027	-9.511
Mayo	-7.014	0.053	-0.118	-7.079
Junio	0.132	1.265	-2.190	-0.793
Julio	10.171	1.385	0.393	11.949
Agosto	10.993	0.992	-1.164	10.821
Septiembre	15.055	1.532	-0.416	16.171
Octubre	0.702	0.311	0.749	1.762
Noviembre	-0.951	-0.259	0.930	-0.280
Diciembre	-4.306	-1.091	0.586	-4.811
Suma	0.316	-0.074	-1.456	-1.214
*Volumen final menos volumen inicial			Total m³/s	-0.038

Los tres almacenamientos considerados se encuentran dentro de la subregión I "ZMCM" ya que las presas Guadalupe y Concepción se ubican en el municipio de Cuautitlán y Madín en el municipio de Atizapan.

Que corresponde al valor obtenido en la columna Q de la **matriz del "Balance de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México"**.

Finalmente, ya que se han obtenido los parámetros necesarios, el Ecurrimiento Virgen por Cuenca Propia C_p del Valle de México, queda definido como:

$$C_p = A_b + U_c + E_v - (R + I_m) + \Delta V$$

$$C_p = 48.102 + 92.499 + 3.011 - (40.338 + 73.529) - 0.038 = 29.707 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C_p = 1,516.957 + 2,917.053 + 94.955 - (1,272.095 + 2,318.826) - 1.214 = 936.830 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la columna E de la **matriz del "Balance de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México"**.

Una vez concluido el cálculo de todos los parámetros que integran el Balance de Aguas Superficiales a nivel de Cuenca, se procede al llenado del **Cuadro 8 "Matriz del Balance General de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México"** que se encuentra en las páginas 87, 88 y 89; en el **cuadro 9** de la página 90, se presenta un resumen de los datos utilizados para la elaboración del balance.

Cuadro 8
BALANCE GENERAL DE AGUA SUPERFICIAL
CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO, AÑO 2001

Mm³

A NUM DE LINEA	B CUENCA, REGIÓN HIDROLÓGICA	C CONEXIÓN DE HACIA		E ESTIMACIÓN DEL ESCURRIMIENTO AGUAS ABAJO												Q DV	R DV ACUMUL	S Ab
				F OFERTA POTENCIAL						G DEMANDA CONSUNTIVA								
				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P			
1	XIII	CVM ¹	CRT ²	936 830	2 318 826	1 272 095		4 527 751	4 527 751	2 917 053	94 955	0 000		3 012 008	3 012 008	-1 214	-1 214	1 516 957
Dirección de los cálculos de aguas arriba hacia aguas abajo																		

m³/s

A NUM DE LINEA	B CUENCA, REGIÓN HIDROLÓGICA	C CONEXIÓN DE HACIA		E ESTIMACIÓN DEL ESCURRIMIENTO AGUAS ABAJO												Q DV	R DV ACUMUL	S Ab
				F OFERTA POTENCIAL						G DEMANDA CONSUNTIVA								
				E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P			
1	XIII	CVM ¹	CRT ²	29 707	73 529	40 338		143 574	143 574	92 499	3 011	0 000		95 510	95 510	0 038	-0 038	48 102
Dirección de los cálculos de aguas arriba hacia aguas abajo																		

¹ Cuenca del Valle de México

² Cuenca del Río Tula

- NUM. DE LÍNEA: Número de referencia para cada renglón de análisis
- CUENCA, REGIÓN HIDROLÓGICA: Nombre y/o clave de la región hidrológica, cuenca o subcuenca
- CONEXIÓN, DE, HACIA: Intercambios hidráulicos de la subcuenca con el resto de las mismas
- Cp: Escorrentía virgen por cuenca propia
- Im: Importaciones. En el renglón global, solo las provenientes de cuencas externas a las analizadas en el cuadro
- R: Retornos Utilizables
- TOTAL: Oferta potencial total de la subcuenca
- TOTAL ACUM: Oferta potencial acumulada desde el extremo aguas arriba, de acuerdo a "CONEXIÓN, DE, HACIA" hasta la subcuenca en cuestión
- Uc: Extracciones para usos consuntivos en la subcuenca
- Ev: Evaporación en vasos de almacenamiento
- Ex: Exportaciones. En el renglón global, solo las dirigidas hacia cuencas externas a las analizadas en el cuadro
- TOTAL: Demanda total de la subcuenca
- TOTAL ACUM: Demanda acumulada desde el extremo aguas arriba, de acuerdo a "CONEXIÓN, DE, HACIA" hasta la subcuenca en cuestión
- DV: Cambio de almacenamiento en la subcuenca. Se introduce con su símbolo correspondiente (+ ó -)
- DV ACUM: Cambio de almacenamiento acumulado desde el extremo aguas arriba, de acuerdo a "CONEXIÓN, DE, HACIA" hasta la subcuenca en cuestión
- Ab: Escorrentía aguas abajo inferida. Resultado de restar el total acumulado de la demanda y el cambio de almacenamiento acumulado a la oferta potencial acumulada

Cuadro 8
BALANCE DE AGUA SUPERFICIAL
CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO, AÑO 2001

Mm³

DISTRIBUCIÓN DE LAS EXTRACCIONES AGUAS ARRIBA																					
OFERTA REAL						REQUERIMIENTOS DE AGUA DE LA CUENCA						DV		TOTAL		VOLÚMENES RESERVADOS					
Cp	Ar1	Ar2	Im	R	TOTAL	Uc	Ev	Ex	Re1	Re2			Para Cp	Para Ar1	Para Ar2	Para Im	Para R		TOTAL		
936 830	0 000	0 000	2 318 826	1 272 095	4 527 751	2 917 053	94 955	0 000	0 000	0 000		-1 214	3 010 794	293 471	0 000	0 000	2 318 826	398 497		3 010 794	
20.7%	0.0%	0.0%	51.2%	28.1%	100.0%								692.0	20.7%	0.0%	0.0%	51.2%	28.1%		100.0%	

Dirección de los cálculos de aguas abajo hacia aguas arriba

m³/s

DISTRIBUCIÓN DE LAS EXTRACCIONES AGUAS ARRIBA																					
OFERTA REAL						REQUERIMIENTOS DE AGUA DE LA CUENCA						DV		TOTAL		VOLÚMENES RESERVADOS					
Cp	Ar1	Ar2	Im	R	TOTAL	Uc	Ev	Ex	Re1	Re2			Para Cp	Para Ar1	Para Ar2	Para Im	Para R		TOTAL		
29 707	0 000	0 000	73 529	40 338	143 574	92 499	3 011	0 000	0 000	0 000		-0 038	95 472	9 306	0 000	0 000	73 529	12 636		95 472	
20.7%	0.0%	0.0%	51.2%	28.1%	100.0%								21 942	9.7%	0.0%	0.0%	77.0%	13.2%		100.0%	

Dirección de los cálculos de aguas abajo hacia aguas arriba

Balance de Aguas Superficiales en la CVM - SS

- Cp: Ecurrimientos aguas arriba y su porcentaje de participación en la oferta real.
- Ar1, Ar2: Ecurrimiento virgen por cuenca propia y su porcentaje de participación en la oferta real.
- Im: Importación y su % de participación en la oferta real. Si Im es utilizado integralmente, entonces no participa en la obtención de los %s y su magnitud debe descontarse de los requerimientos.
- R: Retornos utilizables y su porcentaje de participación en la oferta real. La observación hecha al concepto de importación se aplica también a este concepto.
- TOTAL: Oferta real total en la subcuenca.
- Uc: Extracciones para usos consuntivos en la subcuenca.
- Ev: Evaporación en vasos de almacenamiento.
- Ex: Exportaciones.
- Re1, Re2: Volúmenes reservados para subcuencas aguas abajo de acuerdo a "CONEXIÓN, DE, HACIA".
- DV: Cambio de almacenamiento en la subcuenca. Se introduce con su símbolo correspondiente (+ ó -).
- TOTAL: Requerimientos de agua totales.
- Para Cp: Volumen reservado por cuenca propia. Obtenido en base a la proporción con que cada Ar participa en la oferta real.
- Para Ar1, Ar2: Volumen reservado correspondiente a las importaciones de la subcuenca. Obtenido en base a la proporción con que Im participa en la oferta real.
- Para Im: Volumen reservado correspondiente a las importaciones de la subcuenca. Obtenido en base a la proporción con que Im participa en la oferta real.
- Para R: Volumen reservado correspondiente a los retornos de la subcuenca. Obtenido en base a la proporción con que R participa en la oferta real.
- TOTAL: Volúmenes reservados totales de la subcuenca.

Cuadro 8
BALANCE DE AGUA SUPERFICIAL
CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO, AÑO 2001

Mm³

AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	A	B	C	D
DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD				DISPONIBILIDAD RELATIVA			NUM. DE LINEA	CUENCA, REGIÓN HIDROLÓGICA	CONEXIÓN	
POR CUENCA PROPIA		A LA SALIDA DEL CAUCE PRINCIPAL		ÍNDICE	CLAVE	COLOR			DE	HACIA
RESERVADO	DISPONIBLE	RESERVADO	DISPONIBLE							
	Cp - Rxx		Ab - Rxy							
293 471	643 359	0 000	1 516 957	15	2 0	AMARILLO	1	XIII	CVM ¹	CRT ²
Dirección de los cálculos indistinta										

m³/s

AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	A	B	C	D
DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD				DISPONIBILIDAD RELATIVA			NUM. DE LINEA	CUENCA, REGIÓN HIDROLÓGICA	CONEXIÓN	
POR CUENCA PROPIA		A LA SALIDA DEL CAUCE PRINCIPAL		ÍNDICE	CLAVE	COLOR			DE	HACIA
RESERVADO	DISPONIBLE	RESERVADO	DISPONIBLE							
	Cp - Rxx		Ab - Rxy							
9 306	20 401	0 000	48 102	15	2 0	AMARILLO	1	XIII	CVM ¹	CRT ²
Dirección de los cálculos indistinta										

29.707

POR CUENCA PROPIA:

A LA SALIDA DEL CAUCE PRINCIPAL:

Rcp, Rxy:

ÍNDICE:

CLAVE, COLOR:

Vol. reservado y disponible. La suma de los volúmenes disponibles es igual al volumen disponible por cuenca propia de la cuenca global.

Vol. reservado y disponible. El disponible a la salida de la cuenca del extremo aguas abajo es igual a la suma de los disponibles por cuenca propia, salvo en los casos en que existan Im o Ex. Además, es igual al escurrimiento aguas abajo a la salida de la subcuenca del extremo aguas abajo. Esto en virtud de que el volumen reservado al mar es cero, salvo en casos muy especiales.

Volumen reservado por cuenca propia y volumen reservado de la cuenca x para la cuenca y, respectivamente.

Índice de disponibilidad relativa. Total de la oferta real entre el total de los requerimientos de la cuenca.

Clave de disponibilidad relativa, Dr. Discretización del ÍNDICE

AMARILLO = EQUILIBRIO

Indica que la cuenca se encuentra en equilibrio respecto a la media de la eficiencia y prácticamente no se podría aceptar más demanda

Cuadro 9

RESUMEN DE DATOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL BALANCE DE AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO, AÑO 2001

Mm³/año

Subregión		QT _{Agua Abajo}	Q _{base}	Q _{lluvias}	U _c	E _v	A _s	I _m			A _r	R _{euso}	R _{etornos}	D _V	C _p
								Lerma y Cutz	A Subte	Total					
Apan	III	19 427	1 325	18 102	99 749	28 351	19 783	0 000	55 614	55 614	0 000	24 352	25 677	0 000	66 236
Av. de Pachuca	II	5 683	0 114	5 569	45 474	0 000	3 049	0 000	19 691	19 691	19 427	22 734	22 848	0 000	-10 809
ZMCM	I	1 516 957	913 323	603 634	2 771 829	66 604	216 623	600 382	1 643 139	2 243 521	5 683	358 772	1 223 570	-1 214	881 402
Suma		1 542 067	914 762	627 305	2 917 052	94 955	239 455	600 382	1 718 444	2 318 826		405 858	1 272 095	-1 214	936 829
CVM		1 516 957	913 323	603 634	2 917 053	94 955	239 455	600 382	1 718 444	2 318 826	0 000	358 772	1 272 095	-1 214	936 830

m³/s

Subregión		QT _{Agua Abajo}	Q _{base}	Q _{lluvias}	U _c	E _v	A _s	I _m			A _r	R _{euso}	R _{etornos}	D _V	C _p
								A CVM	A Subte	Total					
Apan	III	0 616	0 042	0 574	3 163	0 899	0 627	0 000	1 764	1 764	0 000	0 772	0 814	0 000	2 100
Av. de Pachuca	II	0 180	0 004	0 177	1 442	0 000	0 097	0 000	0 624	0 624	0 616	0 721	0 725	0 000	-0 343
ZMCM	I	48 102	28 961	19 141	87 894	2 112	6 869	19 038	52 104	71 142	0 180	11 377	38 799	-0 038	27 949
Suma					92 499	3 011	7 593	19 038	54 492	73 529	0 000	12 870	40 338	-0 038	29 707
CVM		48 102	28 961	19 141	92 499	3 011	7 593	19 038	54 492	73 529	0 000	11 377	40 338	-0 038	29 707

BALANCE POR SUBREGIÓN

Una vez finalizado el llenado de la matriz del balance, se continúa la elaboración del balance hidrológico por subregión, como se observa en la **figura 4.9.1**, la subregión que se encuentra más arriba de la Cuenca del Valle de México es la denominada "Apan", por lo que el cálculo del Balance comenzará con ésta.

SUBREGIÓN III "APAN"

Escorrentamiento Virgen por Cuenca Propia en $(C_p)_{III}$

Se calcula con las mismas variables que el caso general de la cuenca del Valle de México, pero ahora con los respectivos valores para la subregión.

$$C_{p_{III}} = (Ab + Uc + Ev + Ex - (Ar + R + Im) + \Delta V)_{III}$$

Los términos referentes a la exportación y al escurrimiento aguas arriba para el caso de la subregión Apan son nulos, ya que ésta es la zona más alta de la Cuenca del Valle de México, por lo que la ecuación se reduce a:

$$C_{p_{III}} = (Ab + Uc + Ev - (R + Im) + \Delta V)_{III}$$

a) Escorrentamiento Aguas Abajo $(Ab)_{III}$

Con las estaciones hidrométricas Irolo y San Jerónimo ubicadas dentro de la Subregión III se calculó el volumen promedio total escurrido en la zona durante el año 2001 (**cuadro 10**), fundamentado en cuadros del **anexo A**.

$$Ab_{III} = (Q_+)_{III} = 0.616 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (19.427 Mm}^3/\text{año)}$$

Cuadro 10

ESCURRIMIENTO MEDIO MENSUAL EN LA SUBREGIÓN III DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO, AÑO 2001

ESTACIÓN	MES m ³ /s												ESC. MEDIO ANUAL, 2001
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Irolo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.668	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056
San Jerónimo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.711	2.520	3.163	0.300	0.000	0.000	0.000	0.560
Total	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.711	3.188	3.163	0.300	0.000	0.000	0.000	
Gasto Anual Promedio Escurrido en la Subregión III de la Cuenca del Valle de México Año 2001												m ³ /s	0.616
												Mm ³	19.427

NOTA

El escurrimiento base de la zona se determinó con el dato estimado en 1997 en el "Estudio*" para determinar la Oferta y Demanda de Agua en la Cuenca del Valle de México", más un 30% provocado por el crecimiento poblacional de la zona y la nueva concesión

Estudio*	0.028 m ³ /s	
Estudio* + 30%	0.042 m ³ /s	1.325 Mm ³ /año
	Escurrecimiento base de la zona III	
	0.574 m ³ /s	18.102 Mm ³ /año
	Escurrecimiento por lluvias de la zona III	

Que corresponde al valor obtenido en la primera fila de la columna S del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

Se calculó un gasto de aguas residuales de 0.042 m³/s (1.325 Mm³/año), el cual restado al escurrimiento total resulta en un escurrimiento por lluvia de:

$$(Q_{II})_{III} = 0.574 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (18.102 Mm}^3/\text{año)}$$

b) Extracciones para Usos Consuntivos (U_c)_{III}

Igual que en la Cuenca del Valle de México, los usos consuntivos para la subregión están dados por la suma del caudal importado (I_m), el de aprovechamiento superficial (A_s) y el caudal de reuso (Q_{re}).

$$U_{cIII} = (I_m + A_s + Q_{re})_{III}$$

b.1) Importación (I_m)_{III}

Esta subregión no recibe importación de agua de otras cuencas, pero sí del subsuelo. **Cuadro 11.**

$$(I_m)_{III} = 1.764 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (55.614 Mm}^3/\text{año)}$$

b.2) Aprovechamiento Superficial (A_s)_{III}

En el cuadro 11 se observa que en los municipios de Tlaxcala que pertenecen a esta subregión de la Cuenca, se tiene un aprovechamiento superficial medio anual de 0.045 m³/s y en los municipios de Hidalgo se tiene un aprovechamiento medio anual de 0.582 m³/s.

Por lo que el volumen total será:

$$(A_s)_{III} = 0.627 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (19.783 Mm}^3/\text{año)}$$

Cuadro 11

GASTO PROMEDIO DEL AÑO 2000 OFERTADO POR ZONA EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO
(m³/s)

ENTIDAD	VALLE DE MÉXICO		EXTERNAS		TOTAL	TOTAL
	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	SISTEMA LERMA D.D.F. Subterránea	SISTEMA CUTZAMALA CNA Superficiales		
ZONA I "ZMCM"						
DISTRITO FEDERAL	0.846	21.499	4.362	9.638	14.000	36.345
ESTADO DE MÉXICO	6.023	30.604	1.000	4.038	5.038	41.665
TOTAL Z-I						
m ³ /s	6.869	52.104	5.362	13.676	19.038	78.011
Mm ³ /año	216.623	1,643.139	169.096	431.286	600.382	2,460.144
ZONA II "AVENIDAS DE PACHUCA"						
ESTADO DE MÉXICO	0.010	0.128	0.000	0.000	0.000	0.138
ESTADO DE HIDALGO	0.086	0.496	0.000	0.000	0.000	0.583
TOTAL Z-II						
m ³ /s	0.097	0.624	0.000	0.000	0.000	0.721
Mm ³ /año	3.049	19.691	0.000	0.000	0.000	22.740
ZONA III "APAN"						
ESTADO DE HIDALGO	0.582	1.343	0.010	0.000	0.000	1.925
ESTADO DE TLAXCALA	0.045	0.420	0.000	0.000	0.000	0.466
TOTAL Z-III						
m ³ /s	0.627	1.764	0.010	0.000	0.000	2.391
Mm ³ /año	19.783	55.614	0.315	0.000	0.000	75.397
TOTAL CVM						
m ³ /s	7.593	54.492	5.372	13.676	19.038	81.123
Mm ³ /año	239.455	1,718.444	169.411	431.286	600.382	2,558.281

b.3) Caudal de Reuso (Q_{re})_{III}

El caudal de reuso tratado y sin tratar (cuadro 12), en la subregión es de 0.010 m³/s (0.315 Mm³/año) y 0.762 m³/s (24.037 Mm³/año), respectivamente.

$$(Q_{re})_{III} = 0.010 + 0.762 = 0.772 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$(Q_{re})_{III} = 0.315 + 24.037 = 24.352 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Cuadro 12

CAUDAL PROMEDIO DE REUSO AÑO 2001 EN LA REGIÓN XIII POR SUBREGIÓN

SUBREGIÓN	ZONA	REUSO SIN TRATAMIENTO		REUSO CON TRATAMIENTO		REUSO TOTAL	
		m ³ /año	m ³ /s	m ³ /año	m ³ /s	m ³ /año	m ³ /s
Cuenca del Valle de México	I	136,154,430.1	4.317	175,530,637.4	5.566	311,685,067.6	9.883
	II	21,819,315.2	0.692	914,544.0	0.029	22,733,859.2	0.721
	III	24,037,154.6	0.762	1,687,176.0	0.054	25,724,330.6	0.816
	Subtotal	182,010,900.0	5.772	178,132,357.4	5.649	360,143,257.440	11.420

Por lo que finalmente la extracción por usos consuntivos en la subregión III "Apan" es de:

$$U_c = 1.764 + 0.627 + 0.772 = 3.163 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$U_c = 55.614 + 19.783 + 24.352 = 99.749 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la primera fila de la columna K del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

c) Evaporación en Vasos (E_v)_{III}

Este valor se obtiene con la información del cuadro 13.

$$(E_v)_{III} = 0.899 \text{ m}^3/\text{s} (28.351 \text{ Mm}^3/\text{año})$$

Cuadro 13

EVAPORACION EN LOS CUERPOS DE AGUA EN LA SUBREGION III

AÑO 2001

MESES	EVAPORACIÓN m ³	
	Laguna de Tecocomulco	Laguna de Tochac
Enero	1,724,429.0	80,052.0
Febrero	2,441,565.0	108,286.5

Cuadro 13
**EVAPORACIÓN EN LOS CUERPOS DE AGUA
 EN LA SUBREGIÓN III
 AÑO 2001**

MESES	EVAPORACIÓN m ³	
	Laguna de Tecocomulco	Laguna de Tochac
Marzo	3,149,265.0	149,520.0
Abril	3,368,652.0	141,529.5
Mayo	3,823,939.0	63,000.0
Junio	2,821,364.0	80,892.0
Julio	2,338,948.5	121,296.0
Agosto	1,947,354.5	147,168.0
Septiembre	1,093,396.5	157,584.0
Octubre	1,238,475.0	147,252.0
Noviembre	1,455,503.0	124,404.0
Diciembre	1,507,401.0	124,068.0
Total	26,910,292.5	1,445,052.0
		Total Mm³ 28.355
		m³/s 0.899

Que corresponde al valor obtenido en la primera fila de la columna L del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

d) Retornos Superficiales Utilizables (R)_{III}

Estos son igual al caudal residual (Q_r) registrado en las estaciones hidrométricas que drenan la subregión, más el caudal de reuso (Q_{re}), tratado y sin tratar (cuadro 12), en la subregión.

$$(R)_{III} = 0.042 + 0.010 + 0.762 = 0.814 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$(R)_{III} = 1.325 + 0.315 + 24.037 = 25.677 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la primera fila de la columna G del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

e) Importación (Im)_{III}

Como ya se explicó anteriormente, el caudal de importación utilizado en la subregión III es de:

$$(Im)_{III} = 1.764 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (55.614 Mm}^3/\text{año)}$$

Que corresponde al valor obtenido en la primera fila de la columna F del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

f) Cambio de Almacenamiento $(\Delta V)_{III}$

En esta subregión, ΔV se considera como nulo al no existir cuerpos de almacenamiento de magnitud importante.

$$\Delta V_{III} = 0.000 \text{ m}^3/\text{s} = 0.000 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la primera fila de la columna Q del cuadro 19 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

Finalmente, ya que se han obtenido los parámetros necesarios, el Escurrimiento Virgen por Cuenca Propia C_p de la subregión III "Apan" de la Cuenca del Valle de México, queda definido como:

$$C_{p_{III}} = (A_b + U_c + E_v - (R + I_m) + \Delta V)_{III}$$

$$C_p = 0.616 + 3.163 + 0.899 - (0.814 + 1.764) + 0.000 = 2.100 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C_p = 19.427 + 99.745 + 28.351 - (25.677 + 55.614) + 0.000 = 66.236 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la primera fila de la columna E del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

SUBREGIÓN II "AVENIDAS DE PACHUCA".

El gasto generado en la Subregión III "Apan", escurre de manera natural a la subregión II "Avenidas de Pachuca", ver la interconexión hidrológica existente entre subregiones de la Cuenca del Valle de México en la figura 4.9.1.

Escurrimiento Virgen por Cuenca Propia en $(C_p)_{II}$

Se calcula con las mismas variables que el caso general de la cuenca del Valle de México, pero ahora con los respectivos valores para la subregión.

$$C_{p_{II}} = (A_b + U_c + E_v + E_x - (A_r + R + I_m) + \Delta V)_{II}$$

El término referente a la exportación para esta subregión es cero por lo que la ecuación se reduce a:

$$C_{pII} = (Ab + Uc + Ev - (Ar + R + Im) + \Delta V)_{II}$$

a) Escurrimiento Aguas Abajo (Ab)_{II}

Con las estaciones hidrométricas: El Manantial, El Manantial margen derecha y El Manantial margen izquierda, que son las que drenan la Subregión II de la CVM, en el cuadro 14 se calculó el volumen promedio escurrido durante el año 2001 en la zona.

Cuadro 14

CALCULO DEL GASTO MEDIO ANUAL ESCURRIDO EN LA SUBREGIÓN II DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

M³/s

ESTACIÓN*	MES												MEDIA ANUAL	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
El Manantial Margen Derecha	0.004	0.005	0.008	0.010	0.005	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.004	
El Manantial Margen Izquierda	0.009	0.019	0.058	0.044	0.024	0.017	0.011	0.006	0.006	0.007	0.012	0.012	0.019	
El Manantial	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.410	0.495	0.319	0.581	0.078	0.007	0.000	0.158	
Total	0.012	0.025	0.066	0.053	0.035	0.428	0.509	0.327	0.588	0.087	0.020	0.013		
* El escurrimiento de estas estaciones se determinó como el promedio del periodo 1980-1990 (años de registro más recientes de que se dispone).												Gasto Anual Promedio Escurrido en la Subregión II de la Cuenca del Valle de México Año 2001	m ³ /s	0.180
													Mm ³	5.683

NOTA

El escurrimiento base de la zona se determinó con el dato estimado en 1997 en el "Estudio* para determinar la Oferta y Demanda de Agua en la Cuenca del Valle de México", más un 20% provocado por el crecimiento poblacional de la zona y las nuevas concesión

Estudio*

0m³/s

Estudio* + 20%

0.004m ³ /s	0.114Mm ³ /año	Escurrimiento base de la zona II
------------------------	---------------------------	----------------------------------

0.177M ³ /s	5.569Mm ³ /año	Escurrimiento por lluvias de la zona II
------------------------	---------------------------	---

$$Ab_{II} = (Q_r)_{II} = 0.180 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (5.683 Mm}^3/\text{año)}$$

Que corresponde al valor obtenido en la segunda fila de la columna S del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

El gasto de aguas residuales en la zona resultó de $0.004 \text{ m}^3/\text{s}$ ($0.114 \text{ Mm}^3/\text{año}$), que restado al escurrimiento total resulta en un escurrimiento por lluvia de:

$$(Q_{II})_{II} = 0.177 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (5.569 Mm}^3/\text{año)}$$

b) Extracciones para Usos Consuntivos (U_c)_{II}

Los usos consuntivos para la subregión II están dados por la suma del caudal importado (I_m), el de aprovechamiento superficial (A_s) y el caudal de reuso (Q_{re}).

$$U_{cII} = (I_m + A_s + Q_{re})_{II}$$

b.1) Importación (I_m)_{II}

Esta subregión no recibe importación de agua de otras cuencas pero sí del subsuelo. La extracción de agua en esta zona se observa en el **cuadro 11**.

$$(I_m)_{II} = 0.624 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (19.691 Mm}^3/\text{año)}$$

b.2) Aprovechamiento Superficial (A_s)_{II}

En el **cuadro 11** se observa que en los 11 municipios de Hidalgo que pertenecen a esta subregión de la Cuenca, se tiene un aprovechamiento medio anual de $0.086 \text{ m}^3/\text{s}$ y en los 3 municipios del Estado de México se tiene un aprovechamiento medio anual de $0.010 \text{ m}^3/\text{s}$.

Por lo que el volumen superficial total aprovechado en la zona es de:

$$(A_s)_{II} = 0.097 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (3.049 Mm}^3/\text{año)}$$

b.3) Caudal de Reuso (Q_{re})_{II}

El caudal de reuso, tratado y sin tratar (**cuadro 12**), en la subregión es de $0.029 \text{ m}^3/\text{s}$ ($0.915 \text{ Mm}^3/\text{año}$) y $0.692 \text{ m}^3/\text{s}$ ($21.819 \text{ Mm}^3/\text{año}$), respectivamente.

$$(Q_{re})_{II} = 0.029 + 0.692 = 0.721 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$(Q_{re})_{II} = 0.915 + 21.819 = 22.734 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Por lo que finalmente la extracción por usos consuntivos en la subregión II "Avenidas de Pachuca" es de:

$$U_c = 0.624 + 0.097 + 0.721 = 1.442 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$U_c = 19.691 + 3.049 + 22.734 = 45.474 \text{ Mm}^3/\text{año} .$$

Que corresponde al valor obtenido en la segunda fila de la columna K del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

c) Evaporación en Vasos (Ev_{II})

Dentro de esta Subregión no hay cuerpos de agua que por su importancia deban ser incluidos para el cálculo de la evaporación por lo que se considera que no hay evaporación en la zona.

$$(Ev)_{II} = 0.0 \text{ m}^3/\text{s} (0.0 \text{ Mm}^3/\text{año})$$

Que corresponde al valor obtenido en la segunda fila de la columna L del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

d) Escurrimiento Aguas Arriba (Ar_{II})

El escurrimiento aguas arriba de la subregión II es igual al escurrimiento aguas abajo de la subregión III, ya que ésta última está inmediatamente aguas arriba de la subregión en análisis.

$$Ar_{II} = Ab_{III} = 0.616 \text{ m}^3/\text{s} (19.427 \text{ Mm}^3/\text{año})$$

Que corresponde al valor obtenido en la segunda fila de la columna U del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

e) Retornos Superficiales Utilizables (R_{II})

Estos son igual al caudal residual registrado en las estaciones hidrométricas que drenan la subregión, Q_r , (cuadro 13), más el caudal de reuso, tratado y sin tratar, Q_{re} , (cuadro 12), en la subregión.

$$(R)_{II} = 0.004 + 0.029 + 0.692 = 0.725 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$(R)_{II} = 0.114 + 0.915 + 21.819 = 22.848 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la segunda fila de la columna G del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

f) Importación (Im)_{II}

Esta subregión no recibe importación de agua de otras cuencas pero sí del subsuelo. La extracción de agua en esta zona se observa en el cuadro 11.

$$(Im)_{II} = 0.624 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (19.691 Mm}^3/\text{año)}$$

Que corresponde al valor obtenido en la segunda fila de la columna F del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

g) Cambio de Almacenamiento (ΔV)_{II}

En esta subregión, ΔV se considera como nulo al no existir cuerpos de almacenamiento de magnitud importante.

$$\Delta V_{II} = 0.000 \text{ m}^3/\text{s} = 0.000 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la segunda fila de la columna Q del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

Finalmente, ya que se han obtenido los parámetros necesarios, el Escurrimiento Virgen por Cuenca Propia C_p de la subregión II "Avenidas de Pachuca" de la Cuenca del Valle de México, queda definido como:

$$C_{pII} = (Ab + Uc + Ev - (Ar + R + Im) + \Delta V)_{II}$$

$$C_p = 0.180 + 1.442 + 0.000 - (0.616 + 0.725 + 0.624) + 0.000 = -0.343 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C_p = 5.683 + 45.474 + 0.000 - (19.427 + 22.848 + 19.691) + 0.000 = -10.809 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la segunda fila de la columna E del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

SUBREGIÓN I "ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO (ZMCM)"

El gasto generado en la Subregión II "Avenidas de Pachuca", escurre de manera natural a la subregión I "Zona Metropolitana de la Ciudad de México", ver la interconexión hidrológica existente entre subregiones de la Cuenca del Valle de México en la figura 4.9.1.

Escurrimiento Virgen por Cuenca Propia en $(Cp)_I$

Se calcula con las mismas variables que el caso general de la cuenca del Valle de México, pero ahora con los respectivos valores para la subregión.

$$Cp_I = (Ab + Uc + Ev + Ex - (Ar + R + Im) + \Delta V)_I$$

El término referente a la exportación para esta subregión es cero por lo que la ecuación se reduce a:

$$Cp_{II} = (Ab + Uc + Ev - (Ar + R + Im) + \Delta V)_{II}$$

a) Escurrimiento Aguas Abajo $(Ab)_I$

Con la información de las estaciones Túneles Viejo y Nuevo de Tequixquiac (Gran Canal del Desagüe), el Salto (Tajo de Nochistongo) y Portal de Salida (Emisor Central), se obtuvo el caudal de salida total en la Cuenca del Valle de México.

$$Ab_I = (Q_r)_I = 48.102 \text{ m}^3/\text{s} (1,516.957 \text{ Mm}^3/\text{año})$$

Que corresponde al valor obtenido en la tercer fila de la columna S del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

A partir de éste se determinó el Escurrimiento base de la cuenca que es de $Q_r = 28.961 \text{ m}^3/\text{s}$ ($913.323 \text{ Mm}^3/\text{año}$), el cual restado al escurrimiento total resulta en un escurrimiento por lluvias de $Q_{II} = 19.141 \text{ m}^3/\text{s}$ ($603.634 \text{ Mm}^3/\text{año}$).

b) Extracciones para Usos Consuntivos $(Uc)_I$

Los usos consuntivos para la subregión I están dados por la suma del caudal importado (Im), el de aprovechamiento superficial (A_s) y el caudal de reuso (Q_{re}).

$$Uc_I = (Im + A_s + Q_{re})_I$$

b.1) Importación (I_m)_I

Esta subregión recibe importaciones de agua de las cuencas de Lerma: 5.362 m³/s (169.086 Mm³/año) y Cutzamala: 13.676 m³/s (431.292 Mm³/año), además del subsuelo, **cuadro 11**.

$$(I_m)_I = 19.038 + 52.104 = 71.142 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$(I_m)_I = 600.382 + 1,643.139 = 2,243.521 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

b.2) Aprovechamiento Superficial (A_s)_I

De los municipios del estado de México y las delegaciones del Distrito Federal que integran esta subregión de la CVM, se obtuvo un aprovechamiento superficial medio anual de 6.023 m³/s (189.947 Mm³/año) y 0.846 m³/s (26.676 Mm³/año), respectivamente, ver **cuadro 11**.

$$(A_s)_I = 6.869 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (216.623 Mm}^3/\text{año)}$$

b.3) Caudal de Reuso (Q_{re})_I

El caudal de reuso, tratado y sin tratar (**cuadro 12**), en la subregión es de 5.566 m³/s (175.531 Mm³/año) y 4.317 m³/s (136.154 Mm³/año), respectivamente.

$$(Q_{re})_I = 5.566 + 4.317 = 9.883 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$(Q_{re})_I = 175.531 + 136.154 = 311.685 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Por lo que finalmente la extracción por usos consuntivos en la subregión I "ZMCM" es de:

$$U_c = 71.142 + 6.869 + 9.883 = 87.894 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$U_c = 2,243.521 + 216.623 + 311.685 = 2,771.829 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la tercera fila de la columna K del **cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México"**.

c) Evaporación en vasos $(Ev)_I$

Los principales cuerpos de agua ubicados dentro de la subregión que generan un volumen importante de evaporación, se muestran en el cuadro 15.

$$(Ev)_I = 2.112 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (66.604 Mm}^3/\text{año)}$$

Que corresponde al valor obtenido en la tercera fila de la columna L del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

d) Escurrimiento Aguas Arriba $(Ar)_I$

El escurrimiento aguas arriba de la subregión I es igual al escurrimiento aguas abajo de la suregión II, ya que ésta última está inmediatamente aguas arriba de la subregión en análisis.

$$Ar_I = Ab_{II} = 0.180 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (5.683 Mm}^3/\text{año)}$$

Que corresponde al valor obtenido en la tercera fila de la columna U del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

Cuadro 15
EVAPORACION DE CUERPOS DE AGUA EN LA SUBREGION I
AÑO 2001

MESES	EVAPORACIÓN m ³								
	Cpos de Agua Lago de Texcoco	Presa La Concepción	Presa Guadalupe	Presa Madín	Laguna de Zumpango	Vaso del Cristo	Laguna de Regulación Ciénega Grande	Laguna de Regulación Ciénega Chica	Lago y Canales de Xochimilco
Enero	2,095,250.0	96,878.7	224,003.7	53,721.3	1,191,744.8	92,847.9	55,983.6	40,515.9	1,154,300.0
Febrero	2,095,250.0	122,931.8	430,218.9	75,699.9	913,820.9	130,833.9	67,492.6	48,845.2	1,391,600.0
Marzo	2,095,250.0	160,789.2	529,702.9	109,108.2	2,536,392.6	188,574.4	85,180.6	61,646.1	1,756,300.0
Abril	2,095,250.0	106,284.8	524,212.6	110,411.7	2,301,641.4	190,827.3	95,094.0	68,820.6	1,960,700.0
Mayo	2,095,250.0	102,965.4	654,222.6	124,846.8	2,724,373.5	215,775.8	102,766.7	74,373.4	2,118,900.0
Junio	2,095,250.0	138,926.9	547,271.8	98,004.3	2,000,332.3	169,383.2	66,338.3	48,009.8	1,367,800.0
Julio	2,095,250.0	111,476.8	445,152.4	76,713.7	1,638,761.5	132,586.2	31,268.0	22,629.0	644,700.0
Agosto	2,095,250.0	96,739.0	350,280.3	68,940.9	1,296,978.1	119,152.3	41,453.0	30,000.0	854,700.0
Septiembre	2,095,250.0	93,176.7	279,565.4	48,664.2	941,703.2	84,107.5	28,857.5	20,884.5	595,000.0
Octubre	2,095,250.0	65,796.5	245,745.2	45,526.1	778,007.0	78,683.9	19,725.0	14,275.2	406,700.0
Noviembre	2,095,250.0	84,585.5	292,522.5	49,533.2	868,849.4	85,609.4	39,458.4	28,556.5	813,575.0
Diciembre	2,095,250.0	70,825.5	145,163.2	44,126.1	788,800.1	76,264.2	41,529.3	30,055.3	856,275.0
Total	25,143,000.0	1,251,376.7	4,668,061.3	905,296.5	17,981,404.6	1,564,646.0	675,146.7	488,611.3	13,920,550.0
								Total Mm³	66,598
								m³/s	2.112

e) Retornos Superficiales Utilizables (R_I)

Estos son igual al caudal residual registrado en la subregión que es de $28.961 \text{ m}^3/\text{s}$ ($913.323 \text{ Mm}^3/\text{año}$) (cuadro 2), más el caudal de reuso tratado y sin tratar de la subregión, cuadro 12.

$$(R)_I = 28.961 + 5.566 + 4.317 = 38.844 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$(R)_I = 913.323 + 175.531 + 136.154 = 1,225.008 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Otra manera de calcular R_I es sumando el caudal residual registrado en toda la cuenca: $28.961 \text{ m}^3/\text{s}$ ($913.323 \text{ Mm}^3/\text{año}$); cuadro 2, más el caudal de reuso tratado y sin tratar de toda la cuenca: $5.605 \text{ m}^3/\text{s}$ ($176.761 \text{ Mm}^3/\text{año}$) y $5.772 \text{ m}^3/\text{s}$ ($182.011 \text{ Mm}^3/\text{año}$), respectivamente; menos los retornos superficiales acumulados hasta la subcuenca localizada inmediatamente aguas arriba de ésta que son de $0.814 \text{ m}^3/\text{s}$ ($25.677 \text{ Mm}^3/\text{año}$) para la Subcuenca I y de $0.725 \text{ m}^3/\text{s}$ ($22.848 \text{ Mm}^3/\text{año}$) para la subcuenca II. Así:

$$(R)_I = 28.961 + 5.605 + 5.772 - (0.814 + 0.725) = 38.799 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$(R)_I = 913.323 + 176.761 + 182.011 - (25.677 + 22.848) =$$
$$1,223.570 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la tercera fila de la columna G del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

f) Importación (Im_I)

Esta subregión recibe importaciones de agua de las cuencas de Lerma: $5.362 \text{ m}^3/\text{s}$ ($169.086 \text{ Mm}^3/\text{año}$) y Cutzamala: $13.676 \text{ m}^3/\text{s}$ ($431.292 \text{ Mm}^3/\text{año}$), además del subsuelo, cuadro 11.

$$(Im)_I = 19.038 + 52.104 = 71.142 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$(Im)_I = 600.382 + 1,643.139 = 2,243.521 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la tercera fila de la columna F del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

g) Cambio de Almacenamiento (ΔV)_I

En esta subregión, se concentran todos los cuerpos de almacenamiento importantes de la Cuenca del Valle de México. Según el cuadro 16, se tiene un ΔV de:

$$\Delta V_I = -0.038 \text{ m}^3/\text{s} = -1.214 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Cuadro 16
VARIACIÓN DE ALMACENAMIENTO (DV) POR
SUBREGIÓN EN LOS PRINCIPALES CUERPOS DE
ALMACENAMIENTO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO
AÑO 2001
Volumen (Mm³)

MES	ZONA I "ZMCM"			
	GUADALUPE	CONCEPCIÓN	MADÍN	Suma
Enero	-4.774	-0.828		-0.751 -6.353
Febrero	-5.583	-1.210		0.009 -6.784
Marzo	-6.440	-0.409		0.543 -6.306
Abril	-7.669	-1.815		-0.027 -9.511
Mayo	-7.014	0.053		-0.118 -7.079
Junio	0.132	1.265		-2.190 -0.793
Julio	10.171	1.385		0.393 11.949
Agosto	10.993	0.992		-1.164 10.821
Septiembre	15.055	1.532		-0.416 16.171
Octubre	0.702	0.311		0.749 1.762
Noviembre	-0.951	-0.259		0.930 -0.280
Diciembre	-4.306	-1.091		0.586 -4.811
Suma Mm ³	0.316	-0.074		-1.456 -1.214
Suma m ³ /s	0.010	-0.002		-0.046 -0.038

Cuenca del Valle de México Mm³ -1.214
Cuenca del Valle de México m³/s -0.038

Que corresponde al valor obtenido en la tercera fila de la columna Q del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

Finalmente, ya que se han obtenido los parámetros necesarios, el Escurrimiento Virgen por Cuenca Propia C_p de la subregión I "Zona Metropolitana de la Ciudad de México" de la Cuenca del Valle de México, queda definido como:

$$C_{pI} = (A_b + U_c + E_v - (A_r + R + I_m) + \Delta V)_I$$

$$C_p = 48.102 + 87.894 + 2.112 - (0.180 + 38.799 + 71.142) - 0.038 = 27.949 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$C_p = 1,516.957 + 2,771.829 + 66.604 - (5.683 + 1,223.570 + 2,243.521) - 1.214 = 881.402 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Que corresponde al valor obtenido en la tercera fila de la columna E del cuadro 17 "Balance por Subregión de Agua Superficial de la Cuenca del Valle de México".

Cuadro 17
BALANCE GENERAL DE AGUA SUPERFICIAL
CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

Mm³

A NUM DE LINEA	B CUENCA, REGIÓN HIDROLÓGICA	C CONEXIÓN		ESTIMACIÓN DEL ESCURRIMIENTO AGUAS ABAJO														
		D DE	E HACIA	F OFERTA POTENCIAL					G DEMANDA CONSUNTIVA					Q DV	R DV ACUMUL	S Ab		
				H Cp	I Im	J R	K TOTAL	L TOTAL ACUM	M Uc	N Ev	O Ex	P TOTAL	O TOTAL ACUM					
1	III APAN	III	II	66.236	55.614	25.677	147.527	147.527	99.749	28.351	0.000		128.100	128.100	0.000	0.000	19.427	
2	II AVENIDAS DE PACHUCA	II	I	-10.809	19.691	22.848	31.730	179.257	45.474	0.000	0.000		45.474	173.574	0.000	0.000	5.683	
3	I ZMCM	I	CRT ⁽²⁾	881.402	2.243.521	1.223.570	4.348.493	4.527.750	2.771.829	66.604	0.000		2.838.433	3.012.007	-1.214	-1.214	1.516.957	
	CVM ⁽¹⁾			936.829	2.318.826	1.272.095	4.527.750	4.527.750	2.917.052	94.955	0.000		3.012.007	3.012.007	-1.214	-1.214	1.516.957	

Dirección de los cálculos de aguas arriba hacia aguas abajo

m³/s

A NUM DE LINEA	B CUENCA, REGIÓN HIDROLÓGICA	C CONEXIÓN		ESTIMACIÓN DEL ESCURRIMIENTO AGUAS ABAJO														
		D DE	E HACIA	F OFERTA POTENCIAL					G DEMANDA CONSUNTIVA					Q DV	R DV ACUMUL	S Ab		
				H Cp	I Im	J R	K TOTAL	L TOTAL ACUM	M Uc	N Ev	O Ex	P TOTAL	O TOTAL ACUM					
1	III APAN	III	II	2.100	1.764	0.814	4.678	4.678	3.163	0.899	0.000		4.062	4.062	0.000	0.000	0.616	
2	II AVENIDAS DE PACHUCA	II	I	-0.343	0.624	0.725	1.006	5.684	1.442	0.000	0.000		1.442	5.504	0.000	0.000	0.180	
3	I ZMCM	I	CRT ⁽²⁾	27.949	71.142	38.799	137.890	143.574	87.894	2.112	0.000		90.006	95.510	-0.038	-0.038	48.102	
	CVM ⁽¹⁾			29.707	73.529	40.338	143.574	143.574	92.499	3.011	0.000		95.510	95.510	-0.038	-0.038	48.102	

Dirección de los cálculos de aguas arriba hacia aguas abajo

¹ Cuenca del Valle de México

² Cuenca del Río Tula

NUM. DE LÍNEA:

Número de referencia para cada renglón de análisis

CUENCA, REGIÓN HIDROLÓGICA:

Nombre y/o clave de la región hidrológica, cuenca o subcuenca

CONEXIÓN, DE, HACIA:

Interconexiones hidráulicas de la subcuenca con el resto de las mismas

Cp:

Escorrimento virgen por cuenca propia

Im:

Importaciones. En el renglón global, solo las provenientes de cuencas externas a las analizadas en el cuadro.

R:

Retornos Utilizables

TOTAL:

Oferta potencial total de la subcuenca

TOTAL ACUM:

Oferta potencial acumulada desde el extremo aguas arriba, de acuerdo a "CONEXIÓN, DE, HACIA" hasta la subcuenca en cuestión

Uc:

Extracciones para usos consuntivos en la subcuenca

Ev:

Evaporación en vasos de almacenamiento

Ex:

Exportaciones. En el renglón global, solo las dirigidas hacia cuencas externas a las analizadas en el cuadro

TOTAL:

Demanda total de la subcuenca

TOTAL ACUM:

Demanda acumulada desde el extremo aguas arriba, de acuerdo a "CONEXIÓN, DE, HACIA" hasta la subcuenca en cuestión

DV:

Cambio de almacenamiento en la subcuenca. Se introduce con su símbolo correspondiente (+ ó -)

DV ACUM:

Cambio de almacenamiento acumulado desde el extremo aguas arriba, de acuerdo a "CONEXIÓN, DE, HACIA" hasta la subcuenca en cuestión

Ab:

Escorrimento aguas abajo inferido. Resultado de restar el total acumulado de la demanda y el cambio de almacenamiento acumulado a la oferta potencial acumulada

Cuadro 17

BALANCE DE AGUA SUPERFICIAL
CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

Mm³

T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
DISTRIBUCIÓN DE LAS EXTRACCIONES HACIA AGUAS ARRIBA																				
OFERTA REAL						REQUERIMIENTOS DE AGUA DE LA CUENCA					DV	TOTAL	VOLÚMENES RESERVADOS							
Cp	Ar1	Ar2	Im	R	TOTAL	Uc	Ev	Ex	Re1	Re2			Para Cp	Para Ar1	Para Ar2	Para Im	Para R		TOTAL	
66.236	0.000	0.000	55.614	25.677	147.527	99.749	28.351	0.000	0.000		0.000	128.100	52.236	0.000	0.000	55.614	20.250		128.100	
44.9%	0.0%	0.0%	37.7%	17.4%	100.0%								44.9%	0.0%	0.0%	37.7%	17.4%		100.0%	
0.000	19.427	0.000	19.691	22.848	61.966	45.474	0.000	0.000	0.000		0.000	45.474	0.000	11.848	0.000	19.691	13.935		45.474	
0.0%	31.4%	0.0%	31.8%	36.9%	100.0%								0.0%	31.4%	0.0%	31.8%	36.9%		100.0%	
881.402	5.683	0.000	2,243.521	1,223.570	4,354.176	2,771.829	66.604	0.000	0.000		-1.214	2,837.219	247.926	1.599	0.000	2,243.521	344.173		2,837.219	
20.2%	0.1%	0.0%	51.5%	28.1%	100.0%								20.2%	0.1%	0.0%	51.5%	28.1%		100.0%	
947.638	0.000	0.000	2,318.826	1,272.095	4,538.559	2,917.052	94.955	0.000	0.000		-1.214	3,010.793	300.162	13.447	0.000	2,318.826	378.358		3,010.793	

Dirección de los cálculos de aguas abajo hacia aguas arriba

m³/s

T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
DISTRIBUCIÓN DE LAS EXTRACCIONES AGUAS ARRIBA																				
OFERTA REAL						REQUERIMIENTOS DE AGUA DE LA CUENCA					DV	TOTAL	VOLÚMENES RESERVADOS							
Cp	Ar1	Ar2	Im	R	TOTAL	Uc	Ev	Ex	Re1	Re2			Para Cp	Para Ar1	Para Ar2	Para Im	Para R		TOTAL	
2.100	0.000	0.000	1.764	0.814	4.678	3.163	0.899	0.000	0.000		0.000	4.062	1.656	0.000	0.000	1.764	0.642		4.1	
44.9%	0.0%	0.0%	37.7%	17.4%	100.0%								44.9%	0.0%	0.0%	37.7%	17.4%		100.0%	
0.000	0.616	0.000	0.624	0.725	1.965	1.442	0.000	0.000	0.000		0.000	1.442	0.000	0.376	0.000	0.624	0.442		1.4	
0.0%	31.4%	0.0%	31.8%	36.9%	100.0%								0.0%	31.4%	0.0%	31.8%	36.9%		100.0%	
27.949	0.180	0.000	71.142	38.799	138.070	87.894	2.112	0.000	0.000		-0.038	89.968	7.862	0.051	0.000	71.142	10.914		90.0	
20.2%	0.1%	0.0%	51.5%	28.1%	100.0%								20.2%	0.1%	0.0%	51.5%	28.1%		100.0%	
30.049	0.000	0.000	73.529	40.338	143.917	92.499	3.011	0.000	0.000		0.0	95.5	9.518	0.426	0.000	73.529	11.998		95.5	

Dirección de los cálculos de aguas abajo hacia aguas arriba

Cp:	Escurrecimientos aguas arriba y su porcentaje de participación en la oferta real.
Ar1, Ar2, ...	Escurrecimiento virgen por cuenca propia y su porcentaje de participación en la oferta real.
Im:	Importación y su % de participación en la oferta real. Si Im es utilizado integralmente, entonces no participa en la obtención de los %s y su magnitud debe descontarse de los requerimientos.
R:	Retornos utilizables y su porcentaje de participación en la oferta real. La observación hecha al concepto de importación se aplica también a este concepto.
TOTAL:	Oferta real total en la subcuenca
Uc:	Extracciones para usos consuntivos en la subcuenca
Ev:	Evaporación en vasos de almacenamiento
Ex:	Exportaciones
Re1, Re2, ...	Volúmenes reservados para subcuencas aguas abajo de acuerdo a "CONEXIÓN, DE, HACIA"
DV:	Cambio de almacenamiento en la subcuenca. Se introduce con su símbolo correspondiente (+ ó -)
TOTAL:	Requerimientos de agua totales
Para Cp:	Volumen reservado por cuenca propia. Obtenido en base a la proporción con que cada Ar participa en la oferta real
Para Ar1, Ar2, ...	Volumen reservado correspondiente a las importaciones de la subcuenca. Obtenido en base a la proporción con que Im participa en la oferta real
Para Im:	Volumen reservado correspondiente a las importaciones de la subcuenca. Obtenido en base a la proporción con que Im participa en la oferta real
Para R:	Volumen reservado correspondiente a los retornos de la subcuenca. Obtenido en base a la proporción con que R participa en la oferta real
TOTAL:	Volúmenes reservados totales de la subcuenca

Cuadro 17

BALANCE DE AGUA SUPERFICIAL

CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

Mm³

AO		AP		AQ		AR		AS		AT		AU		A		B		C		D	
DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD				DISPONIBILIDAD RELATIVA				NUM. DE LINEA	CUENCA, REGIÓN HIDROLÓGICA	CONEXIÓN											
POR CUENCA PROPIA		A LA SALIDA DEL CAUCE PRINCIPAL		ÍNDICE	CLAVE	COLOR	DE			HACIA											
RESERVADO	DISPONIBLE	RESERVADO	DISPONIBLE																		
	Cp - Rxx		Ab - Rxy																		
52.236	14.000	0.000	19.427	1.2	1.0	ROJO	1	III APAN	III	II											
0.000	-10.809	0.000	5.683	1.4	1.0	ROJO	2	II AVENIDAS DE PACHU	II	I											
247.926	633.476	0.000	1,516.957	1.5	2.0	AMARILLO	3	I ZMCM	I	CRT ⁽²⁾											
300.162	636.667	0.000	1,516.957	1.5	2.0	AMARILLO		CVM ⁽¹⁾													
Dirección de los cálculos indistinta																					

m³/s

AO		AP		AQ		AR		AS		AT		AU		A		B		C		D	
DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD				DISPONIBILIDAD RELATIVA				NUM. DE LINEA	CUENCA, REGIÓN HIDROLÓGICA	CONEXIÓN											
POR CUENCA PROPIA		A LA SALIDA DEL CAUCE PRINCIPAL		ÍNDICE	CLAVE	COLOR	DE			HACIA											
RESERVADO	DISPONIBLE	RESERVADO	DISPONIBLE																		
	Cp - Rxx		Ab - Rxy																		
1.656	0.444	0.000	0.616	1.2	1.0	ROJO	1	III APAN	III	II											
0.000	-0.343	0.000	0.180	1.4	1.0	ROJO	2	II AVENIDAS DE PACHU	II	I											
7.862	20.087	0.000	48.102	1.5	2.0	AMARILLO	3	I ZMCM	I	CRT ⁽²⁾											
9.518	20.189	0.000	48.102	1.5	2.0	AMARILLO		CVM ⁽¹⁾													
9.518	20.189		29.707																		

POR CUENCA PROPIA:

A LA SALIDA DEL CAUCE PRINCIPAL:

Rcp, Rxy:

ÍNDICE:

CLAVE, COLOR:

Vol. reservado y disponible. La suma de los volúmenes disponibles es igual al volumen disponible por cuenca propia de la cuenca global.

Vol. reservado y disponible. El disponible a la salida de la cuenca del extremo aguas abajo es igual a la suma de los disponibles por cuenca propia, salvo en los casos en que existan Im o Ex. Además, es igual al escurrimiento aguas abajo a la salida de la subcuenca del extremo aguas abajo. Esto en virtud de que el volumen reservado al mar es cero, salvo en casos muy especiales.

Volumen reservado por cuenca propia y volumen reservado de la cuenca x para la cuenca y, respectivamente.

Índice de disponibilidad relativa. Total de la oferta real entre el total de los requerimientos de la cuenca.

Clave de disponibilidad relativa, Dr. Discretización del ÍNDICE.

AMARILLO = EQUILIBRIO

Indica que la cuenca se encuentra en equilibrio respecto a la media de la eficiencia y prácticamente no se podría aceptar más demanda

ROJO = DÉFICIT

Indica que el agua disponible está comprometida al máximo real de us disponibilidad y casi siempre en déficit

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La región del Valle de México presenta un complejo contexto físico y social. Siendo una cuenca cerrada o endorreica, su característica básica es el no contar con salidas naturales para el agua. Dentro de los límites naturales de la cuenca se localiza una gran variedad de climas, vegetación, tipos de suelo, geología, etc.

Con base en lo expuesto anteriormente se llegó a las siguientes conclusiones: la cuenca se encuentra sobreexplotada.

El suministro de agua en la cuenca del Valle de México es un grave problema que se agudiza cada vez más debido al acelerado crecimiento poblacional.

Bajo el esquema de la dinámica socioeconómica se encuentran varios factores que afectan la situación. Dentro de la cuenca se encuentra ubicada la Ciudad de México, una de la mayores concentraciones de población en el mundo, esto debido principalmente a fenómenos sociales como la migración.

La Ciudad de México ha presentado un crecimiento poblacional a lo largo de las décadas de este siglo, sin embargo; a partir de la década de los cincuentas a la fecha, las tasas de crecimiento han presentado un crecimiento acelerado, teniendo como consecuencia la conurbación de 27 municipios pertenecientes al Estado de México a esta ciudad, no obstante que las delegaciones de la parte central de la misma presenten tasas de crecimiento negativas. En la Ciudad de Pachuca está ocurriendo una situación similar aunque en menor proporción.

Según proyecciones realizadas, la población en la cuenca para el año 2020 podría fluctuar entre 22.14 y 24.39 millones de habitantes, lo que implica una situación difícil de entender en cuanto al abastecimiento de agua dentro de la región.

Se realizó un análisis referente a la expansión de la mancha urbana en la cuenca, considerando la no existencia de políticas de densificación en las grandes urbes, los resultados obtenidos señalan que se incrementará de

1722.7 km² a 2109.5 km², lo que representa un crecimiento del 22.5%. De darse esta situación implicaría la necesidad de ampliar la infraestructura para la dotación de los servicios en nuevas áreas urbanas.

Por tratarse de una cuenca cerrada, se hace necesario el desalojo del agua producto de la precipitación pluvial y las aguas residuales a través de obras de gran magnitud aprovechando también los cauces de los ríos para este fin. Lo cual ha provocado la contaminación de las corrientes naturales.

El reuso de las aguas es una práctica que se aplica en distintos niveles, en algunos casos se utiliza sin tratamiento para el riego de cultivos, con lo que se generan problemas de salud en la población y se contamina el medio ambiente; en otros casos, el agua residual es enviada a diversas plantas de tratamiento para ser utilizadas posteriormente en usos públicos, industriales y agrícolas. Sin embargo los volúmenes tratados representan un bajo porcentaje respecto de la capacidad instalada dentro de la cuenca.

Recomendaciones

Es necesario realizar estudios que conduzcan al máximo aprovechamiento del agua resultado de la precipitación pluvial; la búsqueda de nuevos sitios de almacenamiento dentro del valle para su posterior aprovechamiento y la recarga del acuífero con ésta, son líneas de investigación en las que se deberá profundizar en el corto plazo.

De igual forma deben analizarse estrategias para implementar nuevas medidas tarifarias que produzcan un efecto positivo en el ahorro de agua. Realizar revisiones a los programas de reúso de agua para suministrarla a aquellos usos que no requieran de la calidad potable y permitan liberar agua potable. El establecimiento de programas masivos de sustitución de tomas domiciliarias que presenten fugas, es una acción de urgente aplicación, dado que permitiría la recuperación de importantes volúmenes de agua que actualmente se están perdiendo. En paralelo se deberá realizar la sustitución de redes de distribución que presentan altos índices de fugas. El mejoramiento de la infraestructura para riego agrícola deberá formar parte de la estrategia para incrementar la eficiencia de la infraestructura hidráulica del valle.

Proponer el establecimiento de una densificación controlada en municipios y delegaciones dirigida a limitar el crecimiento de la mancha urbana sin detrimento de la calidad de vida de los habitantes de la cuenca.

ANEXO A

"Esgurrimiento en la Cuenca del Valle de México"

COMISION NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCION GENERAL TECNICA
GERENCIA DE AGUAS SUPERFICIALES E INGENIERIA DE RIOS

ESTACION: SALIDA PORTAL
 CORRIENTE: EMISOR PROFUNDO
 CUENCA: ARROYO EL SALTO

CLAVE: 26454
 REGION: 26 PANUCO
 ESTADO: HIDALGO

GASTO MEDIO DIARIO EN EL AÑO 2001 GASTO EN (m³/s)

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	23.61	25.18	27.88	27.68	38.32	32.91	43.61	50.90	52.38	57.45	34.20	28.05
2	23.86	23.06	28.37	28.58	36.50	34.37	48.85	45.37	59.37	51.05	30.73	27.54
3	23.46	23.86	27.94	26.13	32.06	30.14	76.08	48.77	59.30	48.15	29.57	29.91
4	20.65	24.86	27.44	29.34	29.11	32.10	70.88	68.28	83.55	48.00	26.33	30.56
5	19.93	25.56	27.33	28.08	28.93	38.36	66.54	65.92	92.93	47.93	31.35	28.02
6	21.66	26.63	28.21	26.08	30.33	54.74	55.94	59.87	77.32	53.20	32.06	29.09
7	23.59	24.47	27.91	25.76	31.52	57.73	62.07	67.51	68.04	52.83	36.70	25.07
8	24.20	28.81	26.68	25.51	28.94	48.65	71.97	72.62	69.51	56.41	32.04	26.03
9	22.35	27.96	27.99	25.07	27.43	49.87	78.79	68.05	79.80	46.67	32.57	26.11
10	24.91	27.96	26.54	24.42	30.47	38.96	69.50	54.37	71.14	45.51	36.36	26.40
11	23.10	27.97	25.03	24.70	34.50	36.14	65.33	56.42	92.15	46.13	34.71	25.80
12	20.04	27.97	24.53	24.38	34.94	37.94	71.55	70.34	82.43	51.93	35.01	25.86
13	19.88	28.21	26.54	24.09	35.16	37.12	56.96	61.65	61.43	63.32	35.02	25.39
14	20.17	26.92	25.34	23.79	37.36	45.25	57.32	59.49	61.79	64.42	35.99	25.56
15	20.20	27.16	24.70	23.48	39.53	72.79	49.50	56.41	56.72	66.51	34.82	25.55
16	20.35	24.22	26.37	22.78	29.02	52.06	47.97	68.38	52.16	50.99	38.13	25.51
17	22.04	24.29	25.92	20.81	32.80	47.09	59.73	67.81	45.20	41.08	35.90	25.53
18	25.77	24.53	25.31	19.65	30.00	44.76	53.14	54.09	44.17	43.69	35.08	25.62
19	21.74	24.82	25.18	21.34	29.28	50.63	45.75	54.73	48.37	40.35	35.78	25.72
20	22.17	25.13	26.41	23.34	28.77	74.78	65.90	47.35	47.42	35.62	31.88	25.85
21	23.00	26.84	26.81	24.15	28.71	54.75	69.69	50.44	49.92	30.90	33.20	25.82
22	23.45	25.21	26.09	24.96	35.65	55.25	76.59	48.63	50.46	35.68	34.54	25.50
23	23.25	26.64	23.20	26.72	53.77	53.69	50.60	46.29	49.52	36.68	31.88	25.49
24	24.02	26.05	22.64	37.78	49.93	50.45	46.05	48.09	37.00	37.02	30.78	25.54
25	24.18	25.28	22.27	43.52	37.85	52.80	45.80	74.53	139.31	40.68	31.25	25.31
26	25.44	24.65	22.87	56.68	34.37	78.80	45.56	93.25	105.75	39.64	28.54	24.77
27	25.80	25.04	25.94	54.14	31.53	66.60	66.64	96.45	119.82	46.96	32.90	25.39
28	26.09	28.22	26.41	54.45	29.43	52.74	70.71	90.11	97.45	39.74	30.52	25.35
29	26.06		24.19	55.48	32.90	46.10	70.96	78.74	88.50	34.75	33.57	26.37
30	24.91		22.53	55.92	38.92	46.70	67.06	82.00	73.08	34.77	31.79	26.50
31	24.08		24.97		31.49		58.06	65.53		33.33		26.19
Promedio	23.03	25.98	25.79	30.96	33.86	49.14	60.81	63.63	70.53	45.85	33.11	26.30

RESUMEN ANUAL
GASTOS EN (m³/s) Y ESCALAS EN (m)

MES	MAXIMOS			MINIMOS			GASTO MEDIO	ESCALAS EXTREMAS		VOLUMEN 10³ m³
	DIA	GASTO	ESCALA	DIA	GASTO	ESCALA		MAXIMA	MINIMA	
ENERO	18	27.572	2.28	5	19.411	2.80	23.032	4.40	2.27	61.689
FEBRERO	13	29.128	4.23	2	22.697	3.06	26.021	4.55	3.06	62.952
MARZO	8	28.865	4.46	30	21.889	3.41	25.857	5.05	3.18	69.255
ABRIL	26	86.334	5.08	18	19.224	3.17	30.961	5.90	3.00	80.252
MAYO	23	55.372	5.20	16	26.137	3.64	33.855	5.84	3.64	90.880
JUNIO	20	101.653	6.64	4	26.635	4.64	49.142	6.64	4.00	127.378
JULIO	22	120.070	6.46	19	26.302	4.60	60.843	6.50	4.60	162.984
AGOSTO	30	130.197	6.67	3	34.623	5.28	63.591	6.67	4.95	170.324
SEPTIEMBRE	25	153.819	7.12	18	36.380	5.82	72.199	7.12	5.75	187.142
OCTUBRE	15	71.828	6.30	31	27.566	5.56	45.595	6.50	5.00	122.927
NOVIEMBRE	15	43.505	5.60	26	23.843	4.50	33.042	5.76	4.20	85.847
DICIEMBRE	4	37.821	4.58	25	23.263	4.10	26.347	4.58	2.95	70.570
ANUAL		153.819	7.12		19.224	3.17	40.952	7.12	2.27	1.291.780

**COMISION NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCION GENERAL TECNICA
GERENCIA DE AGUAS SUPERFICIALES E INGENIERIA DE RIOS**

ESTACION: SALIDA TUNEL NUEVO
CORRIENTE: GRAN CANAL
CUENCA: DESAGÜE DEL VALLE

CLAVE: 26216
REGION: 26 PANUCO
ESTADO: ESTADO DE

GASTO MEDIO DIARIO EN EL AÑO 2001 GASTO EN (m³/s)												
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1.61	2.67	0.62	0.31	1.53	1.96	2.70	3.15	3.86	3.85	3.34	2.80
2	1.48	2.53	0.72	0.28	1.28	2.03	2.69	2.71	4.04	3.75	3.24	2.84
3	1.43	2.41	0.90	0.32	0.93	2.03	3.68	2.81	3.73	3.52	3.04	2.39
4	2.38	2.29	0.95	0.26	0.63	1.96	2.91	2.76	3.41	3.34	3.00	1.08
5	1.40	2.16	0.85	0.38	0.78	1.70	2.96	2.81	3.63	3.27	3.02	1.53
6	1.19	2.04	0.87	0.80	0.64	2.10	3.16	2.72	3.83	3.48	3.14	1.85
7	1.09	1.92	0.92	0.58	0.58	2.11	3.31	2.65	3.86	3.42	3.49	1.91
8	1.07	1.80	0.84	1.10	0.68	2.13	3.49	3.14	3.95	2.98	3.57	1.58
9	1.10	1.68	0.83	1.73	0.81	2.24	3.55	3.07	3.89	3.33	3.54	1.54
10	1.17	1.55	0.86	1.65	0.73	3.42	3.52	2.72	3.83	3.33	3.53	1.57
11	1.22	1.43	0.80	1.68	0.53	3.45	3.45	2.40	4.02	3.03	3.60	1.35
12	1.29	1.31	0.60	1.62	0.53	3.52	3.35	2.15	3.97	2.32	3.51	1.76
13	1.34	1.18	0.58	1.62	0.62	2.99	3.41	2.22	4.06	2.29	2.98	1.80
14	1.33	1.05	0.54	1.08	0.46	2.98	3.66	2.18	3.84	2.31	2.98	1.98
15	1.40	0.96	0.70	1.10	2.72	2.01	3.58	2.07	3.89	2.56	2.92	2.04
16	1.34	0.96	0.72	1.13	0.94	1.78	4.09	2.10	3.73	2.54	2.90	2.08
17	1.39	0.97	0.66	0.95	0.36	2.21	6.03	2.25	3.61	2.42	3.00	2.19
18	1.37	0.95	0.64	1.02	0.37	2.87	4.16	2.25	3.59	2.37	3.09	2.45
19	1.42	0.98	0.62	1.08	0.36	2.43	4.59	2.32	3.81	2.47	3.07	2.34
20	1.44	0.87	0.52	1.62	0.48	2.46	4.66	2.24	3.62	3.08	2.99	2.42
21	1.36	0.73	0.66	1.19	0.35	2.32	4.63	1.91	3.69	3.17	3.11	2.35
22	1.17	0.85	0.59	1.20	0.36	2.33	3.63	1.37	3.74	3.08	3.11	2.34
23	1.29	0.84	0.24	1.65	1.51	3.25	3.83	1.50	3.69	3.15	3.00	2.35
24	1.28	0.87	0.22	1.76	0.58	2.18	3.34	1.69	3.93	2.85	3.05	2.42
25	1.29	0.82	0.23	1.77	0.67	1.70	2.75	2.60	4.27	3.01	3.08	2.64
26	1.31	0.83	0.31	1.77	0.81	1.91	2.83	3.27	4.09	2.99	3.06	2.50
27	1.32	0.98	0.27	1.85	0.79	2.23	2.87	3.17	4.14	2.82	2.96	2.44
28	1.28	0.78	0.25	2.12	0.70	2.53	2.90	2.94	3.89	2.97	3.01	2.38
29	1.20		0.32	2.09	0.65	2.60	2.79	2.95	3.87	2.98	2.89	2.34
30	1.25		0.30	1.80	0.62	2.66	2.75	3.72	3.88	3.00	2.87	2.34
31	2.12		0.27		0.76		3.01	3.96		3.13		2.35
Promedio	1.36	1.37	0.59	1.25	0.77	2.40	3.49	2.57	3.84	2.99	3.14	2.13

**RESUMEN ANUAL
GASTOS EN (m³/s) Y ESCALAS EN (m)**

MES	MAXIMOS			MINIMOS			GASTO MEDIO	ESCALAS EXTREMAS		VOLUMEN 10³ m³
	DIA	GASTO	ESCALA	DIA	GASTO	ESCALA		MAXIMA	MINIMA	
ENERO	4	3.749	1.04	8.00	1.068	0.63	1.364	1.04	0.62	3.655 000
FEBRERO	1	2.774	0.93	28.00	0.604	0.58	1.372	0.93	0.56	3.321 000
MARZO	4	0.984	0.61	25.00	0.204	0.40	0.592	0.61	0.39	1.588 000
ABRIL	29	2.447	0.86	4.00	0.234	0.41	1.249	0.86	0.40	3.239 000
MAYO	15	5.478	1.17	21.00	0.236	0.44	0.765	1.17	0.40	2.051 000
JUNIO	23	4.238	1.08	15.00	0.262	0.44	2.402	1.08	0.44	6.227 000
JULIO	17	7.467	1.34	24.00	2.314	0.88	3.492	1.34	0.88	9.355 000
AGOSTO	31	3.980	1.04	22.00	1.281	0.69	2.573	1.04	0.68	6.894 000
SEPTIEMBRE	25	4.296	1.08	4.00	3.150	1.00	3.844	1.08	0.99	9.966 000
OCTUBRE	1	3.873	1.04	13.00	2.149	0.84	2.993	1.04	0.84	8.017 000
NOVIEMBRE	12	3.659	1.00	30.00	2.815	0.90	3.135	1.01	0.90	8.127 000
DICIEMBRE	2	2.851	0.90	4.00	0.883	0.60	2.127	0.90	0.60	5.698 000
ANUAL		7.467	1.34		0.204	0.40	2.160	1.34	0.39	68.137 000

**COMISION NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCION GENERAL TECNICA
GERENCIA DE AGUAS SUPERFICIALES E INGENIERIA DE RIOS**

ESTACION: TAJO DE TEQUISQUIAC
CORRIENTE: SALIDA TUNEL VIEJO DE TEQUISQUIAC
CUENCA: DREN CIUDAD DE MEXICO

CLAVE: 26007
REGION: 26 PANUCO
ESTADO: ESTADO DE MEXICO

GASTO MEDIO DIARIO EN EL AÑO 2001 GASTO EN (m³/s)

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	3.89	0.18	2.21	1.27	0.19	1.07	2.93	5.33	4.91	5.85	1.31	0.20
2	3.26	1.61	3.80	1.08	1.40	0.14	2.14	3.34	4.91	6.14	0.94	0.13
3	3.30	1.18	2.63	0.30	1.56	0.09	2.10	3.48	3.77	4.10	1.42	0.34
4	3.33	1.57	3.04	0.91	1.31	0.17	2.65	1.55	3.07	1.89	1.74	1.85
5	3.33	1.61	2.81	0.85	1.02	0.22	4.59	1.51	3.07	1.11	1.55	1.98
6	3.35	1.65	1.98	0.27	1.69	0.50	3.86	0.84	2.98	2.94	1.63	1.96
7	3.40	1.77	0.90	1.07	1.60	2.21	2.77	0.90	4.34	1.38	1.10	1.46
8	3.16	1.89	0.71	1.39	4.06	0.28	4.61	0.98	7.73	0.66	0.82	2.14
9	2.14	2.13	1.34	0.99	8.32	1.58	2.81	1.56	5.95	1.45	0.63	2.07
10	3.00	1.84	1.11	1.56	3.79	1.19	3.14	0.75	5.12	0.47	0.93	1.78
11	2.58	2.20	0.27	0.79	3.37	1.51	4.16	0.34	5.75	2.00	0.99	1.93
12	2.33	2.03	0.37	0.74	5.20	1.74	2.14	1.32	6.57	5.08	1.29	2.24
13	1.97	2.14	1.17	0.60	5.38	2.66	1.70	2.67	6.16	5.72	1.67	2.12
14	2.44	2.08	0.51	0.97	6.03	1.50	3.93	2.21	4.17	4.50	1.19	1.65
15	1.87	1.73	0.00	1.21	3.24	2.66	3.45	1.54	2.83	4.64	0.85	1.38
16	1.98	1.63	0.00	1.09	4.26	1.75	2.56	0.94	1.90	3.75	0.84	1.52
17	1.95	1.90	0.00	0.48	3.63	2.58	1.79	1.87	2.38	3.87	0.79	1.17
18	2.08	1.83	0.00	0.67	3.27	1.84	1.84	1.55	2.84	3.26	0.89	0.49
19	2.14	1.85	0.00	1.63	2.81	1.76	1.31	1.77	3.18	2.35	1.36	0.41
20	1.95	2.25	0.02	3.07	2.64	3.51	0.61	1.88	2.38	1.79	0.95	1.33
21	1.90	2.46	0.80	1.69	2.71	1.87	3.36	1.01	1.71	1.90	1.61	0.99
22	1.72	2.19	0.36	3.86	2.27	1.99	1.36	0.81	1.90	1.36	1.56	0.78
23	1.68	2.08	1.07	0.91	1.20	3.07	1.20	0.92	2.22	1.31	1.65	0.62
24	1.45	2.04	0.49	2.48	7.12	1.29	1.59	2.11	7.26	1.28	2.06	1.07
25	1.56	2.04	1.27	3.03	3.43	1.88	1.71	2.92	12.19	0.80	2.20	1.49
26	1.84	1.76	1.36	2.32	2.70	2.68	2.32	6.36	10.69	1.13	2.33	2.07
27	1.72	1.79	1.33	4.08	2.78	1.67	3.15	12.09	12.32	1.30	1.72	1.89
28	1.85	2.00	1.17	2.55	2.42	3.11	4.03	10.98	7.71	1.50	1.87	1.82
29	1.76		0.45	1.39	1.91	1.61	2.77	3.71	5.20	1.14	1.37	1.24
30	1.74		1.03	0.65	1.72	2.45	2.43	4.76	6.35	1.40	0.56	1.70
31	0.90		0.98		1.48		3.82	7.46		1.52		1.77
Promedio	2.31	1.84	1.07	1.46	3.05	1.69	2.67	2.88	5.05	2.50	1.33	1.40

**RESUMEN ANUAL
GASTOS EN (m³/s) Y ESCALAS EN (m)**

MES	MAXIMOS			MINIMOS			GASTO MEDIO	ESCALAS EXTREMAS		VOLUMEN 10³ m³
	DIA	GASTO	ESCALA	DIA	GASTO	ESCALA		MAXIMA	MINIMA	
ENERO	14	5.376	0.88	31.00	0.000	0.00	2.308	0.88	0.00	6.183.000
FEBRERO	11	2.779	0.63	1.00	0.000	0.00	1.838	0.63	0.00	4.442.000
MARZO	2	6.708	1.01	8.00	0.000	0.00	1.070	1.01	0.00	2.867.000
ABRIL	22	5.729	0.91	2.00	0.164	0.05	1.462	0.91	0.05	3.790.000
MAYO	9	12.996	1.18	15.00	0.000	0.00	3.047	1.16	0.00	8.163.000
JUNIO	20	6.303	0.87	2.00	0.000	0.00	1.685	0.87	0.00	4.368.000
JULIO	8	6.165	0.86	17.00	0.000	0.00	2.671	0.86	0.00	7.155.000
AGOSTO	27	14.272	1.21	6.00	0.000	0.00	2.884	1.21	0.00	7.725.000
SEPTIEMBRE	25	14.533	1.23	6.00	0.183	0.09	5.031	1.23	0.09	13.041.000
OCTUBRE	2	9.572	1.00	8.00	0.000	0.00	2.502	1.00	0.00	6.703.000
NOVIEMBRE	26	2.631	0.63	30.00	0.197	0.10	1.326	0.63	0.10	3.439.000
DICIEMBRE	5	2.959	0.66	2.00	0.063	0.03	1.404	0.66	0.03	3.762.000
ANUAL		14.533	1.23		0.000	0.00	2.271	1.23	0.00	71.640.000

**COMISION NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCION GENERAL TECNICA
GERENCIA DE AGUAS SUPERFICIALES E INGENIERIA DE RIOS**

ESTACION: EL SALTO
CORRIENTE: RÍO EL SALTO
CUENCA: RÍO TULA

CLAVE: 26030
REGION: 26 PANUCO
ESTADO: HIDALGO

GASTO MEDIO DIARIO EN EL AÑO 2001 GASTO EN (m³/s)

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1.494	1.440	7.287	0.681	0.939	10.270	4.773	3.219	6.031	0.314	3.059	0.899
2	2.245	1.257	3.539	0.391	3.589	12.069	2.206	2.776	5.746	0.323	3.066	0.592
3	2.110	1.034	2.452	0.124	3.867	12.097	5.013	2.720	5.074	0.875	3.261	0.858
4	1.962	0.591	1.943	0.117	2.629	7.594	7.865	2.692	2.040	1.238	4.887	0.508
5	0.903	1.497	1.433	0.067	2.455	6.705	11.022	2.677	4.139	2.847	0.736	0.778
6	1.655	1.897	0.289	0.091	1.540	8.633	8.594	2.667	2.066	1.881	2.170	3.041
7	1.724	1.530	0.455	0.161	1.744	0.683	3.202	2.592	0.774	0.806	3.398	0.593
8	1.738	1.601	0.536	0.125	8.375	0.051	7.706	2.902	0.473	2.860	3.521	0.281
9	1.925	1.401	0.350	0.163	4.772	0.029	9.645	5.418	0.701	3.466	3.214	0.314
10	2.043	1.197	0.216	0.107	2.290	0.014	9.852	2.872	4.020	3.414	2.485	0.400
11	1.493	1.696	0.327	0.279	2.085	0.045	9.937	0.569	1.805	3.559	3.440	0.389
12	1.532	1.990	0.214	0.274	7.780	0.166	13.560	0.274	3.755	4.035	2.876	0.298
13	1.432	1.541	0.209	0.141	7.733	2.969	6.052	3.034	0.940	6.499	2.443	0.337
14	1.532	1.366	0.141	0.094	5.041	10.572	1.274	0.857	4.277	3.427	2.697	1.160
15	2.155	0.316	0.364	0.342	4.298	14.849	0.859	1.400	4.806	1.383	2.915	0.753
16	2.669	1.077	0.090	0.063	4.655	10.191	0.420	4.208	3.188	1.772	3.737	0.385
17	8.066	0.578	0.681	1.112	3.763	2.368	0.448	9.553	0.509	10.853	3.645	0.569
18	8.102	0.484	0.400	1.167	3.675	2.062	0.428	3.794	2.172	1.826	2.623	0.259
19	4.798	0.517	0.441	6.478	3.620	3.588	0.539	3.251	2.498	4.391	2.499	0.304
20	2.906	1.016	0.391	6.954	2.658	17.692	5.764	3.623	2.815	3.977	2.225	1.049
21	1.436	0.383	0.342	2.229	1.899	9.002	10.561	3.299	2.905	3.250	0.974	0.436
22	1.316	0.607	0.788	4.593	3.558	4.930	4.647	3.042	2.909	2.818	1.827	0.358
23	1.284	0.139	0.630	0.617	5.750	4.597	4.038	2.918	3.152	3.133	0.506	0.463
24	1.099	0.473	0.147	2.239	7.024	4.089	4.429	4.184	11.301	3.421	0.924	0.773
25	0.570	0.718	0.435	0.306	6.921	4.170	3.857	8.378	1.975	1.534	1.030	5.588
26	1.176	0.717	0.532	0.950	4.206	8.416	3.511	18.086	0.815	0.571	1.345	0.897
27	1.337	0.658	1.467	7.026	3.017	16.990	5.606	16.878	0.556	2.949	1.502	1.122
28	1.379	0.540	0.426	7.857	3.167	10.165	2.421	17.344	0.560	2.860	1.753	1.288
29	1.421		0.430	4.542	2.504	4.280	8.478	1.992	0.418	2.833	0.769	1.016
30	1.388		0.498	5.722	1.534	4.709	4.292	7.855	0.401	2.746	1.244	0.711
31	0.669		0.435		2.578		3.622	1.581		2.888		0.296
Promedio	2.11	1.01	0.90	1.83	3.86	6.47	5.31	4.73	2.76	2.86	2.36	0.86

**RESUMEN ANUAL
GASTOS EN (m³/s) Y ESCALAS EN (m)**

MES	MAXIMOS			MINIMOS			GASTO MEDIO	ESCALAS EXTREMAS		VOLUMEN 10³ m³
	DIA	GASTO	ESCALA	DIA	GASTO	ESCALA		MAXIMA	MINIMA	
ENERO	18	9.083	1.29	5	0.181	0.76	2.114	1.30	0.76	5.664
FEBRERO	12	2.983	1.00	23	0.081	0.70	1.009	1.00	0.70	2.442
MARZO	1	16.298	1.57	16	0.014	0.65	0.899	1.57	0.65	2.409
ABRIL	27	17.098	1.60	5	0.014	0.66	1.833	1.60	0.66	4.753
MAYO	8	14.563	1.50	1	0.029	0.66	3.860	1.50	0.66	10.339
JUNIO	15	26.827	1.89	10	0.009	0.62	6.466	1.89	0.61	16.761
JULIO	12	17.989	1.68	19	0.178	0.76	5.310	1.68	0.76	14.223
AGOSTO	28	31.388	2.02	12	0.178	0.76	4.730	2.02	0.75	12.671
SEPTIEMBRE	24	27.800	1.93	9	0.147	0.75	2.760	1.93	0.74	7.156
OCTUBRE	17	16.939	1.60	1	0.313	0.79	2.862	1.72	0.78	7.668
NOVIEMBRE										
DICIEMBRE										
ANUAL		31.388	2.020		0.009	0.620	3.184	2.020	0.620	

COMISION NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCION GENERAL TECNICA
GERENCIA DE AGUAS SUPERFICIALES E INGENIERIA DE RIOS

ESTACION: IROLO
CORRIENTE: CANAL SALIDAS DE APAN
CUENCA: RIO PAPALOTLA

CLAVE: 26361
REGION: 26 PANUCO
ESTADO: HIDALGO

GASTO MEDIO DIARIO EN EL AÑO 2001 GASTO EN (m³/s)

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Promedio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.668	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

RESUMEN ANUAL
GASTOS EN (m³/s) Y ESCALAS EN (m)

MES	MAXIMOS			MINIMOS			GASTO MEDIO	ESCALAS EXTREMAS		VOLUMEN 10³ m³
	DIA	GASTO	ESCALA	DIA	GASTO	ESCALA		MAXIMA	MINIMA	
ENERO	1	0.000	0.56	1.00	0.000	0.56	0.000	0.57	0.56	0.000
FEBRERO	1	0.000	0.56	1.00	0.000	0.56	0.000	0.58	0.55	0.000
MARZO	1	0.000	0.56	1.00	0.000	0.56	0.000	0.56	0.56	0.000
ABRIL	1	0.000	0.56	1.00	0.000	0.56	0.000	0.56	0.56	0.000
MAYO	1	0.000	0.56	1.00	0.000	0.56	0.000	0.56	0.56	0.000
JUNIO	1	0.000	0.56	1.00	0.000	0.56	0.000	0.77	0.55	0.000
JULIO	17	11.267	2.75	1.00	0.000	0.56	0.667	2.75	0.55	1.788 000
AGOSTO	1	0.000	0.55	1.00	0.000	0.55	0.000	0.56	0.55	0.000
SEPTIEMBRE	1	0.000	0.55	1.00	0.000	0.55	0.000	0.56	0.55	0.000
OCTUBRE	1	0.000	0.56	1.00	0.000	0.56	0.000	0.56	0.55	0.000
NOVIEMBRE	1	0.000	0.55	1.00	0.000	0.55	0.000	0.58	0.55	0.000
DICIEMBRE	1	0.000	0.55	1.00	0.000	0.55	0.000	0.56	0.54	0.000
ANUAL		11.267	2.75		0.000	0.55	0.056	2.75	0.54	1.788 000

COMISION NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCION GENERAL TECNICA
GERENCIA DE AGUAS SUPERFICIALES E INGENIERIA DE RIOS

ESTACION: SAN JERONIMO
 CORRIENTE: CANAL DE DESFOGUE
 CUENCA: LAGO TECOCOMULCO

CLAVE: 26347
 REGION: 26 PANUCO
 ESTADO: HIDALGO

GASTO MEDIO DIARIO EN EL AÑO 2001 GASTO EN (m³/s)

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.77	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	2.51	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	5.50	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	2.83	4.15	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.56	0.99	7.19	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.85	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.38	7.19	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	4.64	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.95	4.61	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.92	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.92	15.49	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.88	4.85	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	1.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	1.13	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	2.54	2.21	0.94	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	1.67	6.28	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	1.23	7.72	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	12.38	7.22	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	13.10	5.41	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	12.45	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00	4.53	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
Promedio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.71	2.52	3.16	0.30	0.00	0.00	0.00

RESUMEN ANUAL
GASTOS EN (m³/s) Y ESCALAS EN (m)

MES	MAXIMOS			MINIMOS			GASTO MEDIO	ESCALAS EXTREMAS		VOLUMEN 10 ³ m ³
	DIA	GASTO	ESCALA	DIA	GASTO	ESCALA		MAXIMA	MINIMA	
ENERO	1	0.000	2.04	1.00	0.000	2.04	0.000	2.05	1.74	0.000
FEBRERO	1	0.000	1.74	1.00	0.000	1.74	0.000	1.74	1.41	0.000
MARZO	1	0.000	1.69	1.00	0.000	1.69	0.000	2.04	1.69	0.000
ABRIL	1	0.000	1.70	1.00	0.000	1.70	0.000	1.70	1.40	0.000
MAYO	31	9.058	2.60	1.00	0.000	1.40	0.030	2.60	1.40	81.000
JUNIO	13	15.208	3.11	1.00	0.000	2.10	0.711	3.11	2.10	1.844.000
JULIO	28	19.482	3.22	2.00	0.388	2.12	2.520	3.22	2.12	6.751.000
AGOSTO	17	22.428	3.30	2.00	0.000	2.19	3.162	3.30	2.19	8.471.000
SEPTIEMBRE	5	9.874	2.65	1.00	0.000	2.19	0.299	2.65	2.14	777.000
OCTUBRE	1	0.000	2.14	1.00	0.000	2.14	0.000	2.14	2.07	0.000
NOVIEMBRE	1	0.000	2.07	1.00	0.000	2.07	0.000	2.07	2.04	0.000
DICIEMBRE	1	0.000	2.04	1.00	0.000	2.04	0.000	2.04	1.66	0.000
ANUAL		22.428	3.30		0.000	2.04	0.568	3.30	1.40	17.924.000

CAUDAL PROMEDIO ANUAL
Estación Jagüey
 Subregión III

Año	m³/año	m³/s
1968	25,410.0	0.001
1969	37,120.0	0.001
1970	9,321.0	0.000
1971	35,400.0	0.001
1972	12,200.0	0.000
1973	66,703.0	0.002
1974	24,390.0	0.001
1975	30,000.0	0.001
1976	27,469.0	0.001
1977	19,488.0	0.001
1978	43,000.0	0.001
1979	78,000.0	0.002
1980	36,000.0	0.001
1981	34,650.0	0.001
1982	15,409.0	0.000
1983	66,291.0	0.002
1984	31,000.0	0.001
1985	40,000.0	0.001
1986	33,000.0	0.001
1987	20,000.0	0.001
1988	7,602.0	0.000
1989	55,000.0	0.002
Promedio	33,975.1	0.001

ANEXO B

"Oferta en la Cuenca del Valle de México"

REPORTE MENSUAL DE LOS GASTOS FACTURADOS ENTREGADOS POR LA G.A.V.M. Y POR EL D.F. DE LOS MESES DE ENERO A DICIEMBRE DE 2001

NOMBRE DE LA FUENTE		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
G	S NORTE	2 365	2 384	2 380	2 369	2 423	2 365	2 414	2 396	2 420	2 415	2 496	2 387
	Chalmita	-0 201	-0 220	-0 156	-0 172	-0 233	-0 238	-0 308	-0 262	-0 226	-0 297	-0 297	-0 323
	Risco	2 164	2 164	2 224	2 197	2 190	2 127	2 106	2 134	2 194	2 118	2 199	2 064
	Total Norte	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000
	S SUR	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000
	Texcoco	0 571	0 570	0 579	0 619	0 548	0 577	0 588	0 588	0 564	0 556	0 587	0 589
	La Caldera	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000
	Tlahuac	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000
	V Centroamericana	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000
	Total Sur	0 571	0 570	0 579	0 619	0 548	0 577	0 588	0 588	0 564	0 556	0 587	0 589
A	S CUTZAMALA	4 935	5 040	5 169	4 934	5 042	4 887	5 012	5 049	5 066	5 047	4 757	5 013
	Cruz de la Mision	4 644	4 532	4 792	4 871	4 992	4 727	4 639	4 489	4 556	4 578	4 371	4 511
	Dos Rios R. Sur	9 579	9 572	9 961	9 805	10 034	9 614	9 651	9 538	9 622	9 625	9 128	9 524
	Total Cutzamala	12 314	12 306	12 764	12 621	12 772	12 318	12 345	12 236	12 372	12 330	11 916	12 147
	PARCIAL G.A.V.M.	1 109	1 055	1 072	1 061	1 088	1 073	1 044	1 094	0 940	0 860	0 963	0 887
	S NORTE	1 514	1 513	1 582	1 538	1 560	1 421	1 530	1 590	1 559	1 526	1 478	1 461
	Pozos a la red	2 623	2 568	2 654	2 599	2 648	2 494	2 574	2 684	2 499	2 386	2 441	2 348
	Chiconautla	2 198	2 207	2 192	2 151	2 022	2 029	2 023	2 123	2 098	2 098	2 145	2 117
	Total Centro	7 290	7 477	7 472	7 410	7 156	7 105	7 023	7 081	7 287	7 339	7 003	6 955
	S SUR	0 646	0 605	0 594	0 613	0 606	0 606	0 605	0 593	0 593	0 605	0 585	0 597
Pozos a la red	0 172	0 233	0 332	0 339	0 328	0 328	0 356	0 338	0 294	0 232	0 306	0 306	
P. Aux. de Xote	0 996	0 967	1 168	1 108	1 058	1 048	0 944	1 026	1 003	0 841	0 841	0 801	
P. Aislados GAVM	9 104	9 282	9 566	9 441	9 159	9 087	8 928	9 040	9 177	9 017	8 735	8 682	
Tuliyehualco	2 221	1 931	2 097	2 004	1 762	1 978	2 032	2 170	2 074	1 863	1 848	1 947	
Total Sur	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	
S ORIENTE	0 054	0 052	0 047	0 043	0 044	0 063	0 063	0 061	0 061	0 060	0 058	0 051	
Pozos a la red	0 529	0 526	0 468	0 485	0 562	0 548	0 505	0 530	0 518	0 358	0 369	0 277	
Pta. A. Oriental	2 804	2 509	2 612	2 532	2 368	2 589	2 600	2 761	2 652	2 279	2 268	2 224	
Pta. Sta. C. Meyehualco	0 242	0 253	0 250	0 248	0 238	0 214	0 211	0 188	0 212	0 201	0 186	0 227	
Amp. Tlahuac	0 201	0 202	0 202	0 202	0 202	0 202	0 202	0 202	0 202	0 202	0 202	0 202	
Total Oriente	0 443	0 455	0 452	0 450	0 440	0 416	0 413	0 390	0 414	0 403	0 388	0 429	
S. PONIENTE													
Pozos a la red	4 532	4 070	3 536	3 849	4 409	4 377	4 370	4 323	4 575	4 729	4 795	4 775	
Pta. Pot. Magdalena	0 906	0 827	0 748	0 661	0 780	0 778	0 807	0 831	0 862	0 866	0 855	0 841	
Total Poniente	0 525	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	
LERMA	23 135	21 918	21 760	21 683	21 826	21 770	21 715	22 152	22 277	21 825	21 731	21 416	
Venado	35 449	34 224	34 524	34 304	34 598	34 088	34 060	34 388	34 649	34 155	33 647	33 563	
Manantiales													
P. Particulares													
PARCIAL D.D.F.													
TOTAL AL D.F.													

Fuente: Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica

GERENCIA REGIONAL DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO
 GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN DEL AGUA
 AREA DE INSPECCION Y MEDICION
 EVOLUCION DEL GASTO MENSUAL DE LOS SISTEMAS NORTE, SUR, CUTZAMALA Y MADIN
 AÑO 2001

MES	SISTEMA NORTE		SISTEMA SUR		CUTZAMALA		MADIN		TOTAL	
	VOLUMEN m ³	GASTO m ³ /s								
ENERO	23,112,413	8 489	12,378,685	4 427	41,451,748	14 992	1,085,708	0 393	78,028,554	28 301
FEBRERO	21,705,913	8 600	11,855,223	4 835	37,443,028	14 944	942,391	0 376	71,946,555	28 755
MARZO	22,394,074	8 566	12,679,973	4 875	39,521,104	15 247	979,996	0 378	75,575,147	29 066
ABRIL	23,269,451	8 694	13,251,625	4 902	42,719,104	15 452	747,891	0 271	79,988 071	29 319
MAYO	22,346,940	8 808	12,768,030	4 881	39,427,005	15 736	709,186	0 283	75,251,161	29 708
JUNIO	22,896,909	8 719	12,530,536	4 919	39,704,050	15 318	704,646	0 272	75,836,141	29 228
JULIO	22,764,216	8 361	13,171,104	4 781	42,058,318	15 212	767,464	0 278	78,761,102	28 632
AGOSTO	21,901,568	8 461	12,586,334	4 814	37,918,452	15 134	814,638	0 325	73,220,992	28 734
SEPTIEMBRE	23,105,096	8 914	11,993,166	4 796	39,313,864	15 167	833,288	0 321	75,245,414	29 198
OCTUBRE	23,209,724	8 598	12,259,515	4 377	41,798,820	15 119	853,412	0 309	78,121,471	28 403
NOVIEMBRE	22,288,504	8 672	11,366,683	4 443	36,468,491	14 554	654,179	0 261	70,777,857	27 930
DICIEMBRE	22,249,993	8 589	11,521,497	4 357	38,664,858	14 917	938,636	0 362	73,374,984	28 225
		8 623		4 701		15 149		0 319		28 792

GERENCIA REGIONAL DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO
 GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN DEL AGUA
 AREA DE INSPECCION Y MEDICION

TABLA COMPARATIVA DE GASTOS MEDIOS Y VOLUMENES DE AGUA EXTRAIDOS DEL SUBSUELO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
 Y DE AGUA SUPERFICIAL ENTREGADA A LAS ENTIDADES FEDERATIVAS, PARTICULARES Y PARAESTATALES.
 AÑO 2001

MES	AGUA SUPERFICIAL G.D.F. CUTZAMALA		AGUA SUBTERRANEA G.D.F.		AGUA SUPERFICIAL C.A.E.M.						AGUA SUBTERRANEA					
					CUTZAMALA		MADIN		TOTAL		C.A.E.M.		EDO. HIDALGO		PARAESTATALES Y PARTICULARES	
	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s
ENERO	26 482 702	9 579	14 915 516	5 412	14 969 046	5 413	1 085 708	0 393	16 054 754	5 806	18 007 437	6 514	2 256 523	0 870	311 622	0 120
FEBRERO	23 984 010	9 572	13 901 314	5 726	13 459 018	5 372	942 391	0 376	14 401 409	5 748	16 841 457	6 721	2 481 614	0 869	336 751	0 119
MARZO	25 818 936	9 961	15 393 925	5 849	13 702 168	5 286	979 996	0 378	14 682 164	5 664	16 809 576	6 485	2 540 024	0 980	330 522	0 127
ABRIL	27 107 882	9 805	15 520 251	5 860	15 611 222	5 647	747 891	0 271	16 359 113	5 918	18 306 292	6 621	2 399 429	0 993	295 104	0 122
MAYO	25 140 025	10 034	15 639 220	5 875	14 286 980	5 704	709 186	0 283	14 996 166	5 985	16 728 318	6 677	2 436 877	1 009	310 555	0 128
JUNIO	24 920 522	9 614	14 781 612	5 788	14 783 528	5 561	704 646	0 272	15 488 174	5 976	17 354 442	6 695	2 922 868	1 025	368 523	0 130
JULIO	26 682 071	9 651	15 494 980	5 687	15 376 247	5 596	767 464	0 278	16 143 711	5 839	17 902 033	6 476	2 216 434	0 855	321 873	0 124
AGOSTO	23 897 744	9 538	15 302 648	5 751	14 020 708	5 545	814 638	0 325	14 835 346	5 921	16 465 852	6 572	2 473 370	0 866	246 032	0 086
SEPTIEMBRE	24 940 687	9 622	14 629 831	5 813	14 373 177	5 494	833 288	0 321	15 206 465	5 866	17 773 761	6 857	2 399 067	0 925	295 603	0 115
OCTUBRE	26 612 494	9 625	14 528 341	5 264	15 186 326	5 494	853 412	0 309	16 039 738	5 803	18 303 481	6 619	2 398 922	0 993	238 495	0 099
NOVIEMBRE	22 870 849	9 128	14 098 621	5 458	13 597 642	5 426	654 179	0 261	14 251 821	5 687	16 522 762	6 594	2 727 059	0 956	306 745	0 107
DECIEMBRE	24 685 767	9 524	13 976 817	5 236	13 979 091	5 393	938 636	0 362	14 917 727	5 755	17 112 560	6 601	2 423 032	1 002	259 081	0 107
	9 638		5 643		5 494		0 319		5 831		6 619		0 945		0 115	

GERENCIA REGIONAL DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO
GERENCIA DE ADMINISTRACION DEL AGUA
AREA DE INSPECCION Y MEDICION
GASTOS MEDIOS Y VOLUMENES DE AGUA EN BLOQUE ENTREGADOS POR GRAVAMEX AL G. D. F. Y
GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO (C.A.E.M.) PROCEDENTE DEL SISTEMA CUTZAMALA
AÑO 2001

MES	DAYS	GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL						COMISION DE AGUAS DEL ESTADO DE MEXICO (C.A.E.M.)												TOTAL MENSUAL	
		CRUZ DE LA MISION		RAMAL SUR		TOTAL		EL OBRAJE		RAMAL NORTE		CD. TOLUCA		PLANTA ZARAGOZA		LOS ENCINOS		TOTAL (C.A.E.M.)		VOLUMEN m³	GASTO m³/s
		VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s	VOLUMEN m³	GASTO m³/s		
ENERO	31	13 642 971	4 935	12 839 731	4 644	26 482 702	9 579	3 232 051	1 169	9 141 595	3 306	2 223 600	0 804	277 570	0 100	94 230	0 034	14 969 046	5 413	41 451 748	14 992
FEBRERO	29	12 628 631	5 040	11 355 379	4 532	23 984 010	9 572	2 828 822	1 129	8 254 924	3 292	2 027 400	0 809	247 370	0 099	100 502	0 040	13 459 018	5 372	37 443 028	14 944
MARZO	30	13 398 072	5 169	12 420 864	4 792	25 818 936	9 961	3 045 600	1 175	8 271 004	3 191	2 025 300	0 781	266 814	0 103	93 450	0 036	13 702 168	5 286	39 521 104	15 247
ABRIL	30	13 640 541	4 934	13 467 341	4 871	27 107 882	9 805	3 290 112	1 190	9 853 669	3 564	2 079 387	0 752	284 235	0 103	103 819	0 038	15 611 222	5 647	42 719 104	15 452
MAYO	29	12 632 070	5 042	12 507 955	4 992	25 140 025	10 034	2 780 611	1 110	9 401 182	3 752	1 782 700	0 711	240 638	0 096	81 849	0 033	14 286 980	5 702	39 427 005	15 736
JUNIO	30	12 668 138	4 887	12 252 384	4 727	24 920 522	9 614	3 195 936	1 233	9 281 634	3 581	1 980 400	0 764	257 951	0 100	67 607	0 026	14 783 528	5 704	39 704 050	15 318
JULIO	31	13 856 164	5 012	12 825 907	4 639	26 682 071	9 651	3 096 576	1 120	9 874 457	3 571	2 058 500	0 745	277 310	0 100	69 304	0 025	15 376 247	5 561	42 058 318	15 212
AGOSTO	29	12 650 106	5 049	11 247 638	4 489	23 897 744	9 538	2 678 486	1 069	9 094 081	3 630	1 946 800	0 777	240 404	0 096	60 937	0 024	14 020 708	5 596	37 918 452	15 134
SEPTIEMBRE	30	13 131 535	5 066	11 869 152	4 556	24 940 687	9 622	2 830 464	1 092	9 190 960	3 548	2 027 400	0 782	251 586	0 097	66 767	0 026	14 373 177	5 545	39 313 864	15 167
OCTUBRE	31	13 955 240	5 047	12 657 254	4 578	26 612 494	9 625	3 052 339	1 104	9 562 216	3 459	2 224 700	0 805	270 007	0 098	77 064	0 028	15 186 326	5 494	41 798 820	15 119
NOVIEMBRE	29	11 918 871	4 757	10 951 978	4 371	22 870 849	9 128	2 688 509	1 073	8 720 526	3 480	1 857 600	0 741	244 026	0 097	86 981	0 035	13 597 642	5 426	36 468 491	14 554
DICIEMBRE	30	12 991 255	5 013	11 692 512	4 511	24 685 767	9 524	2 470 176	0 953	9 123 330	3 520	2 043 000	0 788	251 586	0 097	90 999	0 035	13 979 091	5 393	38 664 858	14 917
		4 996		4 642		9 638		1 118		3 491		0 772		0 099		0 032		5 512		15 149	

GERENCIA REGIONAL DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO
GERENCIA DE ADMINISTRACION DEL AGUA
SUBGERENCIA DE RECAUDACION Y MEDICION

EVOLUCIÓN DEL GASTO MEDIO MENSUAL QUE
GRAVAMEX ENTREGA A LAS EMPRESAS
PARAESTATALES, EMPRESAS PARTICULARES
Y PARAESTATALES.
AÑO 2001

MES	GASTO MEDIO m ³ /s
ENERO	28.301
FEBRERO	28.755
MARZO	29.066
ABRIL	29.319
MAYO	29.708
JUNIO	29.228
JULIO	28.632
AGOSTO	28.734
SEPTIEMBRE	29.198
OCTUBRE	28.403
NOVIEMBRE	27.930
DICIEMBRE	28.225

GASTOS ENTREGADOS POR LA GERENCIA REGIONAL DE AGUAS DEL VALLE DE MÉXICO
AÑO 2001

MES	D.D.F.				C.E.A.S.						EDO. DE HGO.		PARAEST. Y PARTIC.		TOTAL			
	AGUA SUPERFICIAL CUTZAMALA		AGUA SUBTERRÁNEA		AGUA SUPERFICIAL			AGUA SUBTERRÁNEA			AGUA SUBTERRÁNEA		AGUA SUBTERRÁNEA					
	Volumen m³	Gasto m³/s	Volumen m³	Gasto m³/s	CUTZAMALA		MADIN		TOTAL		Volumen m³	Gasto m³/s	Volumen m³	Gasto m³/s			Volumen m³	Gasto m³/s
ENERO	26 482 702	9 579	14 915 516	5 412	14 969 046	5 413	1 085 708	0 393	16 054 754	5 994	18 007 437	6 514	2 256 523	0 870	311 622	0 120	7 028 554	29 133
FEBRERO	23 984 010	9 572	13 901 314	5 726	13 459 018	5 372	942 391	0 376	14 401 409	5 748	16 841 457	6 721	2 481 614	0 869	336 751	0 119	7 946 555	28 714
MARZO	25 818 936	9 961	15 393 925	5 849	13 702 168	5 286	979 996	0 378	14 682 164	5 482	16 809 576	6 485	2 540 024	0 980	330 522	0 127	7 575 147	28 217
ABRIL	27 107 882	9 805	15 520 251	5 860	15 611 222	5 647	747 891	0 271	16 359 113	6 311	18 306 292	6 621	2 399 429	0 993	295 104	0 122	7 988 071	30 860
MAYO	25 140 025	10 034	15 639 220	5 875	14 286 980	5 704	709 186	0 283	14 996 166	5 599	16 728 318	6 677	2 436 877	1 009	310 555	0 128	7 251 161	28 096
JUNIO	24 920 522	9 614	14 781 612	5 788	14 783 528	5 561	704 646	0 272	15 488 174	5 975	17 354 442	6 695	2 922 868	1 025	368 523	0 130	7 836 141	29 258
JULIO	26 682 071	9 651	15 494 980	5 687	15 376 247	5 596	767 464	0 278	16 143 711	6 027	17 902 033	6 476	2 216 434	0 855	321 873	0 124	7 176 102	29 406
AGOSTO	23 897 744	9 538	15 302 648	5 751	14 020 708	5 545	814 638	0 325	14 835 346	5 539	16 465 852	6 572	2 473 370	0 866	246 032	0 086	7 220 992	27 338
SEPTIEMBRE	24 940 687	9 622	14 629 831	5 813	14 373 177	5 494	833 288	0 321	15 206 465	5 867	17 773 761	6 857	2 399 067	0 925	295 603	0 115	7 524 514	29 030
OCTUBRE	26 612 494	9 625	14 528 341	5 264	15 186 326	5 494	853 412	0 309	16 039 738	5 989	18 303 481	6 619	2 398 922	0 993	238 495	0 099	7 812 147	29 167
NOVIEMBRE	22 870 849	9 128	14 098 621	5 458	13 597 642	5 426	654 179	0 261	14 251 821	5 498	16 522 762	6 594	2 727 059	0 956	306 745	0 107	7 777 857	27 306
DICIEMBRE	24 685 767	9 524	13 976 817	5 236	13 979 091	5 393	938 636	0 362	14 917 727	5 570	17 112 560	6 601	2 423 032	1 002	259 031	0 107	7 374 984	27 395
TOTAL	303 143 689	115 653	178 183 076	67 719	173 345 153	65 931	10 031 435	3 829	183 376 588	69 599	208 127 971	79 432	29 675 219	11 343	3 620 906	1 384	90 612 449	343 918
PROMEDIO	25 261 974	9 638	14 848 590	5 643	14 445 429	5 494	835 953	0 319	15 281 382	5 800	17 343 998	6 619	2 472 935	0 945	301 742	0 115	7 551 621	28 660

TOTAL CUTZAMALA

	Volumen m³	Gasto m³/s
ENERO	41 451 748	14 992
FEBRERO	37 443 028	14 944
MARZO	39 521 104	15 247
ABRIL	42 719 104	15 452
MAYO	39 427 005	15 738
JUNIO	39 704 050	15 175
JULIO	42 058 318	15 247
AGOSTO	37 918 452	15 083
SEPTIEMBRE	39 313 864	15 116
OCTUBRE	41 798 820	15 119
NOVIEMBRE	36 468 491	14 554
DICIEMBRE	38 664 858	14 917
Suma	476 488 842	177 9006

**VOLUMEN ANUAL CONCESIONADO EN EL DISTRITO FEDERAL (CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO) A ABRIL AÑO 2002, DESAGREGADO POR USO
SEGÚN DATOS DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DEL AGUA**

DELEGACIÓN	SUPERFICIALES							Total m³/año	Total m³/s
	Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Público Urbano	Servicios		
Alvaro Obregón								0.0	0.000
Atzacapotzalco								0.0	0.000
Benito Juárez	2,100.0							2,100.0	0.000
Coyoacán							8,400.0	8,400.0	0.000
Cuajimalpa de Morelos								0.0	0.000
Cuauhtémoc								0.0	0.000
Gustavo A. Madero	189,216.0	365,040.0						554,256.0	0.018
Iztacalco								0.0	0.000
Iztapalapa								0.0	0.000
Magdalena Contreras								0.0	0.000
Miguel Hidalgo								0.0	0.000
Milpa Alta								0.0	0.000
Tlahuac							946,000.0	946,000.0	0.030
Tlalpan*						309,052,800.0		309,052,800.0	9.800
Venustiano Carranza								0.0	0.000
Suma m³/año	191,316.0	365,040.0	0.0	0.0	0.0	309,052,800.0	954,400.0	310,563,556.0	9.848
Suma m³/s	0.006	0.012	0.000	0.000	0.000	9.800	0.030	9.848	

*283'887,072 m³/año (9.002 m³/s) destinados al uso Público Urbano, son extraídos del Sistema Cutzamala

DELEGACIÓN	SUBTERRANEAS							Total m³/año	Total m³/s
	Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Público Urbano	Servicios		
Alvaro Obregón		75.0	16,390.0	170,003.0			227,271.0	413,739.0	0.013
Atzacapotzalco				6,654,866.2	91,000.0		3,500.0	6,749,366.2	0.214
Benito Juárez				1,160,693.0			8,432.0	1,169,125.0	0.037
Coyoacán				811,396.0		97,200.0	2,993,029.0	3,901,625.0	0.124
Cuajimalpa de Morelos				507,468.0			292,540.0	800,008.0	0.025
Cuauhtémoc				1,336,426.0			982.0	1,337,408.0	0.042
Gustavo A. Madero				302,000.0			32,510.0	334,510.0	0.011
Iztacalco				4,380,098.0			144,807.0	4,524,905.0	0.143
Iztapalapa				684,209.0	30,000.0		126,558.0	840,767.0	0.027
Magdalena Contreras				572,254.0			83,155.0	655,409.0	0.021
Miguel Hidalgo				1,285,331.0			246,759.0	1,532,090.0	0.049
Milpa Alta				443,634.0	400,000.0			843,634.0	0.027
Tlahuac				11,800,583.0			81,780.0	11,882,363.0	0.377
Tlalpan						780,516,000.0		780,516,000.0	24.750
Venustiano Carranza							64,260.0	64,260.0	0.002
Suma m³/año	0.0	75.0	16,390.0	30,108,961.2	521,000.0	780,613,200.0	4,305,583.0	815,565,209.2	25.861
Suma m³/s	0.000	0.000	0.001	0.955	0.017	24.753	0.137	25.861	

DELEGACIÓN	TOTAL: SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS							Total m³/año	Total m³/s
	Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Público Urbano	Servicios		
Alvaro Obregón	0.0	75.0	16,390.0	170,003.0	0.0	0.0	227,271.0	413,739.0	0.013
Atzacapotzalco	0.0	0.0	0.0	6,654,866.2	91,000.0	0.0	3,500.0	6,749,366.2	0.214
Benito Juárez	2,100.0	0.0	0.0	1,160,693.0	0.0	0.0	8,432.0	1,171,225.0	0.037
Coyoacán	0.0	0.0	0.0	811,396.0	0.0	97,200.0	3,001,429.0	3,910,025.0	0.124
Cuajimalpa de Morelos	0.0	0.0	0.0	507,468.0	0.0	0.0	292,540.0	800,008.0	0.025
Cuauhtémoc	0.0	0.0	0.0	1,336,426.0	0.0	0.0	982.0	1,337,408.0	0.042
Gustavo A. Madero	189,216.0	365,040.0	0.0	302,000.0	0.0	0.0	32,510.0	888,766.0	0.028
Iztacalco	0.0	0.0	0.0	4,380,098.0	0.0	0.0	144,807.0	4,524,905.0	0.143
Iztapalapa	0.0	0.0	0.0	684,209.0	30,000.0	0.0	126,558.0	840,767.0	0.027
Magdalena Contreras	0.0	0.0	0.0	572,254.0	0.0	0.0	83,155.0	655,409.0	0.021
Miguel Hidalgo	0.0	0.0	0.0	1,285,331.0	0.0	0.0	246,759.0	1,532,090.0	0.049
Milpa Alta	0.0	0.0	0.0	443,634.0	400,000.0	0.0	0.0	843,634.0	0.027
Tlahuac	0.0	0.0	0.0	11,800,583.0	0.0	0.0	1,027,780.0	12,828,363.0	0.407
Tlalpan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,089,568,800.0	0.0	1,089,568,800.0	34.550
Venustiano Carranza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64,260.0	64,260.0	0.002
Suma m³/año	191,316.0	365,115.0	16,390.0	30,108,961.2	521,000.0	1,089,666,000.0	5,259,983.0	1,126,128,765.2	35.709
Suma m³/s	0.006	0.012	0.001	0.955	0.017	34.553	0.167	35.709	

VOLUMEN ANUAL CONCESIONADO EN EL ESTADO DE MÉXICO (CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO) ABRIL AÑO 2000, DESAGREGADO POR USO
SEGUN DATOS DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DEL AGUA

MUNICIPIO	SUPERFICIALES							Servicios	Total m³/año	Total m³/s
	Agricultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano			
Acolman		604,500.0							604,500.0	0.019
Amecameca							1,189,566.0		1,189,566.0	0.038
Atenco									0.0	0.000
Atzacapan de Zaragoza			180.0				47,072,627.0		47,072,807.0	1.493
Axapusco									0.0	0.000
Ayapango									0.0	0.000
Coacalco									0.0	0.000
Cocotitlan									0.0	0.000
Coyotepec		6,969,547.0							6,969,547.0	0.221
Cuatitlan		39,978,000.0							39,978,000.0	1.268
Cuatitlan Izcalli		2,323,000.0						12,614,400.0	14,937,400.0	0.474
Chalco		4,109,340.0							4,109,340.0	0.130
Chiautla		6,000.0							6,000.0	0.000
Chicoloapan									0.0	0.000
Chiconcuac									0.0	0.000
Chimalhuacán									0.0	0.000
Ecatepec		1,200,000.0		12,993,696.0					14,193,696.0	0.450
Huehuetoca		1,778,766.0							1,778,766.0	0.056
Huixquilucan			1,104.0			430,720.0	207,064.2	150,000.0	988,888.2	0.031
Isidro Fabela	1,514,067.0	1,594,590.0	31,536.0				784,397.0		3,924,590.0	0.124
Ixtapaluca		480,000.0					273,750.0		753,750.0	0.024
Ixtlahuaca									0.0	0.000
Jaltenco		1,158,120.0							1,158,120.0	0.037
Jilotzingo	2,139,808.0	441,936.0	9,500.0	41,760.0			465,912.0		3,148,916.0	0.100
La Paz									0.0	0.000
Melchor Ocampo		1,075,587.0							1,075,587.0	0.034
Naucalpan de Juárez	30,752.0		920.0			12,775.0		1,587,168.0	1,921,615.0	0.061
Nextlalpan		3,218,620.0							3,218,620.0	0.102
Nezahualcōyotl									0.0	0.000
Nicolás Romero	1,515,232.0	1,298,100.0					189,126.0		3,442,458.0	0.109
Nopaltepec									0.0	0.000
Otumba									0.0	0.000
Papalotla									0.0	0.000
San Martín de Las Pirámides									0.0	0.000
Tecamac		102,000.0							102,000.0	0.003
Temamatta									0.0	0.000
Temascalapa		327,792.0							327,792.0	0.010
Tenango del Aire									0.0	0.000
Teoloyucan		24,658,000.0							24,658,000.0	0.782
Teotihuacán		1,080,720.0							1,080,720.0	0.034
Tepetlaoxtoc	10,000.0	200,000.0							250,000.0	0.008
Tepotztlán		5,572,250.0							5,572,250.0	0.177
Texcoco	110,840.0	8,432,044.0					2,372,120.0	63,072.0	11,008,076.0	0.349
Tezoyuca									0.0	0.000
Tlalmanalco				3,110,400.0			230,000.0		3,340,400.0	0.106
Tlalnepantla de Baz				4,730,400.0					4,730,400.0	0.150
Tultepec									0.0	0.000
Tultitlan		5,508,000.0							5,508,000.0	0.175
V. Chalco Solidaridad									0.0	0.000
Zumpango		23,054,606.0							23,054,606.0	0.731
Suma m³/año	6,110,699.0	135,171,518.0	43,240.0	20,876,256.0	0.0	43,495.0	52,784,562.2	14,414,640.0	230,104,410.2	7.297
Suma m³/s	0.196	4.286	0.001	0.662	0.000	0.020	1.674	0.457	7.297	

VOLUMEN ANUAL CONCESIONADO EN EL ESTADO DE MÉXICO (CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO) ABRIL AÑO 2007, DESAGREGADO POR USO
SEGÚN DATOS DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DEL AGUA

DELEGACIÓN	SUBTERRÁNEAS								Total m³/año	Total m³/s
	Acuacultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios		
Acolman		16 822,053 0	1,100 0	4 223 285 0		15,000 0	512,541 0	141,912 0	21,715,891 0	0 689
Amecameca									0 000	0 000
Atenco		11 317 678 8	2,000 0			110,000 0			11,429,678 8	0 362
Atzacapan de Zaragoza		2 565 0	20,000 0	1 460 832 0			24 553 429 0	908,635 0	26 945,461 0	0 854
Axapusco		126,000 0					2 421,777 9		2 547,777 9	0 081
Ayapango									0 000	0 000
Coacalco		2,232 887 0	36,000 0	3 100 0		497,700 0	33,690,266 0	1,015,430 0	37 475,383 0	1 188
Cocotitlán					85,730 0		125,160 0		210,890 0	0 007
Coyotepec							4,761,936 0		4,761,936 0	0 151
Cuahtitlán		4,468,475 0	19,290 0	3 480 748 0		78,727 0	10,383,308 6		18 430,548 6	0 584
Cuatitlán Izcalli		1,625,967 0		3,378,065 8	381,024 0		27,943,593 0		33,328,649 8	1 057
Chalco		7,954,740 0	359,365 0	882,000 0	141,441 0	49,932 0	19 647,746 1	15,768 0	29 050 992 1	0 921
Chiautla		5,934,717 0		20,736 0	60,000 0	82,000 0	687,704 0		6 785 157 0	0 215
Chicoloapan		3,796,768 0	10,229 0	135,636 0	29,435 0	56,959 0	8,016,588 0	12,000 0	12 057 615 0	0 382
Chiconcuac		2,589 820 0					886,950 0		3 476 770 0	0 110
Chimalhuacán		2,355,769 8	4,015 0	7,000 0	14,369 0	1,975 0	39 356,928 0	52,010 0	41 792 066 8	1 325
Ecatepec		1,916,038 0	69,480 0	26 319 911 0	69 120 0	7,300 0	5 554 991 0	29,030 0	33 965 870 0	1 077
Huehuetoca		3,231,626 0	1,103,760 0	1,205,315 0			9,000 0	45,648 0	9 061 471 0	0 287
Huixquilucan						100,000 0	1 316,736 0		1 416 736 0	0 045
Isidro Fabela		1,051,200 0							1,051,200 0	0 033
Ixtapaluc		10 538 397 6	468,720 0	3 352 765 0	46,468 0		21 570 739 0	92,500 0	36 069 589 6	1 144
Ixtlahuaca									0 000	0 000
Jaltenco		415,768 0					2,459,784 7		2 875 552 7	0 091
Jilotzingo		293,360 0			183,283 0				476,643 0	0 015
La Paz				3 639 461 0		12 000 0	42 857 424 0	20,806 0	46 529 691 0	1 475
Melchor Ocampo		2,298,600 0		32,850 0		49,275 0	1 433 844 0		3 814 569 0	0 121
Naucalpan de Juárez		297,000 0		7 379 964 0			111 860 660 0	314,571 0	119 852 195 0	3 800
Nextlalpan		1,961 831 0			9,360 0	68,506 0	220,752 0		2 260 449 0	0 072
Nezahualcóyotl							59,245,784 0		59 245 784 0	1 879
Nicolas Romero		455,000 0		4 387 825 0	486,769 0	6,320 0	15 730 241 0		21 066 155 0	0 668
Nopaltepec			4,000 0				273,750 0	6,485 0	284,235 0	0 009
Otumba		2,524,678 0		5,634 0	1,917,000 0		650 908 5		5 098 220 5	0 162
Papalotla		705,000 0			22,450 0		136,875 0		864,325 0	0 027
San Martín de Las Pirámides		1,483,741 0	256 0			7,240 0	473,040 0	1,322 0	1 965 599 0	0 062
Tecamac		16 750 283 0		852 788 0	713 280 0	112 665 0	28 322 526 7		46 751 542 7	1 482
Temamatla		897 664 0			81 612 0		6 041 317 0		7 020 593 0	0 223
Temascalapa							1 204 500 0		1 204 500 0	0 038
Tenango del Aire							3 560 814 3		3 560 814 3	0 113
Teoloyucan		9,322 903 0	2,000 0	22 685 0	12,000 0	800 599 0	5 828 094 7		15 988 281 7	0 507
Teotihuacán		9 556 513 0	40 046 3	386 975 0	101 884 0	59 559 5	2 573 750 0	18 114 0	12 736 841 8	0 404
Tepetlaoxtoc		5 575 940 0	6 567 0	360 000 0	136 896 5	167 032 5	801 330 0		7 047 766 0	0 223
Tepetzotlán		1 732 924 0		1 161 043 0		3 000 0	5 515 417 0	30 000 0	8 442 384 0	0 268
Texcoco		53 421 480 0	410 656 0	2 403 337 0	595 242 0	2 004 580 0	9 244 925 0	1 017 195 0	69 097 415 0	2 191
Tezoyuca		2 581 671 0					140 160 0		2 721 831 0	0 086
Tlalmanalco				250 000 0			750 000 0		1 000 000 0	0 032
Tlalnepantla de Baz		15 000 0		19 669 217 0			87 634 448 0	487 160 0	107 805 825 0	3 419
Tultepec		613 300 0					5 404 732 0		6 018 032 0	0 191
Tultitlán		591 252 0		5 927 291 0		118 625 0	22 979 696 0	26 000 0	29 642 864 0	0 940
V Chalco Solidaridad							37 067 878 6		37 067 878 6	1 175
Zumpango		39 081 962 0	64 072 0	614 300 0	1 330 057 0	3 877 969 0	3 724 227 0		48 692 587 0	1 544
Suma m³/año	0 0	226 540 572 2	2 621 556 3	91 562 763 8	6 417 420 5	8 295 964 0	661 033 395 1	4 234 586 0	1 000 706 257 9	31 732
Suma m³/s	0 000	7 184	0 083	2 903	0 203	0 263	20 961	0 134	31 732	

VOLUMEN ANUAL CONCESIONADO EN EL ESTADO DE MÉXICO (CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO) ABRIL AÑO 2002, DESAGREGADO POR USO
SEGÚN DATOS DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DEL AGUA

DELEGACIÓN	TOTAL: SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS									
	Acuacultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios	Total m³/año	Total m³/s
Acolman	0 0	17,426,553 0	1,100 0	4,223,285 0	0 0	15,000 0	512,541 0	141,912 0	22,320,391 0	0 708
Amecameca	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1,189,566 0	0 0	1,189,566 0	0 038
Atenco	0 0	11,317,678 8	2,000 0	0 0	0 0	110,000 0	0 0	0 0	11,429,678 8	0 362
Atizapan de Zaragoza	0 0	2,565 0	20,180 0	1,460,832 0	0 0	0 0	71,626,056 0	908,635 0	74,018,268 0	2 347
Axapusco	0 0	126,000 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2,421,777 9	0 0	2,547,777 9	0 081
Ayapango	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 000
Coacalco	0 0	2,232,887 0	36,000 0	3,100 0	0 0	497,700 0	33,690,266 0	1,015,430 0	37,475,383 0	1 188
Cocotitlan	0 0	0 0	0 0	0 0	85,730 0	0 0	125,160 0	0 0	210,890 0	0 007
Coyotepec	0 0	6,969,547 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4,761,936 0	0 0	11,731,483 0	0 372
Cuautitlan	0 0	44,446,475 0	19,290 0	3,480,748 0	0 0	78,727 0	10,383,308 6	0 0	58,408,548 6	1 852
Cuatitlan Izcalli	0 0	3,948,967 0	0 0	3,378,065 8	381,024 0	0 0	27,943,593 0	12,614,400 0	48,266,049 8	1 531
Chalco	0 0	12,064,080 0	359,365 0	882,000 0	141,441 0	49,932 0	19,647,746 1	15,768 0	33,160,332 1	1 052
Chiautla	0 0	5,940,717 0	0 0	20,736 0	60,000 0	82,000 0	687,704 0	0 0	6,791,157 0	0 215
Chicoloapan	0 0	3,796,768 0	10,229 0	135,636 0	29,435 0	56,959 0	8,016,588 0	12,000 0	12,057,615 0	0 382
Chococonuac	0 0	2,589,820 0	0 0	0 0	0 0	0 0	886,950 0	0 0	3,476,770 0	0 110
Chimalhuacán	0 0	2,355,769 8	4,015 0	7,000 0	14,369 0	1,975 0	39,356,928 0	52,010 0	41,792,066 8	1 325
Ecatepec	0 0	3,116,038 0	69,480 0	39,313,607 0	69,120 0	7,300 0	5,554,991 0	29,030 0	48,159,566 0	1 527
Huehuetoca	0 0	5,010,392 0	1,103,760 0	1,205,315 0	0 0	9,000 0	3,466,122 0	45,648 0	10,840,237 0	0 344
Huixquilucan	0 0	0 0	1,104 0	0 0	0 0	730,720 0	1,523,800 2	150,000 0	2,405,624 2	0 076
Isidro Fabela	1,514,067 0	2,645,790 0	31,536 0	0 0	0 0	0 0	784,397 0	0 0	4,975,790 0	0 158
Ixtapaluca	0 0	11,018,397 6	468,720 0	3,352,765 0	46,468 0	0 0	21,844,489 0	92,500 0	36,823,339 6	1 168
Ixtlahuaca	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 000
Jaltenco	0 0	1,573,888 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2,459,784 7	0 0	4,033,672 7	0 128
Jilotzingo	2,189,808 0	735,296 0	9,500 0	41,760 0	183,283 0	0 0	465,912 0	0 0	3,625,559 0	0 115
La Paz	0 0	0 0	0 0	3,639,461 0	0 0	12,000 0	42,857,424 0	20,806 0	46,529,691 0	1 475
Melchor Ocampo	0 0	3,374,187 0	0 0	32,850 0	0 0	49,275 0	1,433,844 0	0 0	4,890,156 0	0 155
Naucalpan de Juárez	320,752 0	297,000 0	920 0	7,379,964 0	0 0	12,775 0	111,860,660 0	1,901,739 0	121,773,810 0	3 861
Nexitlan	0 0	5,180,451 0	0 0	0 0	9,360 0	68,506 0	220,752 0	0 0	5,479,069 0	0 174
Nezahualcóyotl	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	59,245,784 0	0 0	59,245,784 0	1 879
Nicolás Romero	1,955,232 0	1,753,100 0	0 0	4,387,825 0	486,769 0	6,320 0	15,919,367 0	0 0	24,508,613 0	0 777
Nopaltepec	0 0	0 0	4,000 0	0 0	0 0	0 0	273,750 0	6,485 0	284,235 0	0 009
Otumba	0 0	2,524,678 0	0 0	5,634 0	1,917,000 0	0 0	650,908 5	0 0	5,098,220 5	0 162
Papalotla	0 0	705,000 0	0 0	0 0	22,450 0	0 0	136,875 0	0 0	864,325 0	0 027
San Martin de Las P	0 0	1,483,741 0	256 0	0 0	0 0	7,240 0	473,040 0	1,322 0	1,965,599 0	0 062
Tecamac	0 0	16,852,283 0	0 0	852,788 0	713,280 0	112,665 0	28,322,526 7	0 0	46,853,542 7	1 486
Temamatla	0 0	897,664 0	0 0	0 0	81,612 0	0 0	6,041,317 0	0 0	7,020,593 0	0 223
Temascalapa	0 0	327,792 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1,204,500 0	0 0	1,532,292 0	0 049
Tenango del Aire	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3,560,814 3	0 0	3,560,814 3	0 113
Teoloyucan	0 0	33,980,903 0	2,000 0	22,685 0	12,000 0	800,599 0	5,828,094 7	0 0	40,646,281 7	1 289
Teotihuacán	0 0	10,637,233 0	40,046 3	386,975 0	101,884 0	59,559 5	2,573,750 0	18,114 0	13,817,561 8	0 438
Tepetlaoxtoc	50,000 0	5,775,940 0	6,567 0	360,000 0	136,896 5	167,032 5	801,330 0	0 0	7,297,766 0	0 231
Tepotzotlán	0 0	7,305,174 0	0 0	1,161,043 0	0 0	3,000 0	5,515,417 0	30,000 0	14,014,634 0	0 444
Texcoco	140,840 0	61,853,524 0	410,656 0	2,403,337 0	595,242 0	2,004,580 0	11,617,045 0	1,080,267 0	80,105,491 0	2 540
Tezoyuca	0 0	2,581,671 0	0 0	0 0	0 0	0 0	140,160 0	0 0	2,721,831 0	0 086
Tlalmanalco	0 0	0 0	0 0	3,360,400 0	0 0	0 0	980,000 0	0 0	4,340,400 0	0 138
Tlalnepantla de Baz	0 0	15,000 0	0 0	24,399,617 0	0 0	0 0	87,634,448 0	487,160 0	112,536,225 0	3 569
Tultepec	0 0	613,300 0	0 0	0 0	0 0	0 0	5,404,732 0	0 0	6,018,032 0	0 191
Tultitlan	0 0	6,099,252 0	0 0	5,927,291 0	0 0	118,625 0	22,979,696 0	26,000 0	35,150,864 0	1 115
V Chalco Solidarida	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	37,067,878 6	0 0	37,067,878 6	1 175
Zumpango	0 0	62,136,568 0	64,072 0	614,300 0	1,330,057 0	3,877,969 0	3,724,227 0	0 0	71,747,193 0	2 275
Suma m³/año	6 170,699 0	361,712,090 2	2 664,796 3	112 439,019 8	6 417 420 5	8 939 459 0	713 817 957 3	18 649 226 0	1 230 810 668 1	39 029
Suma m³/s	0 196	11 470	0 085	3 565	0 203	0 283	22 635	0 591	39 029	

VOLUMEN ANUAL CONCESIONADO EN EL ESTADO DE HIDALGO (CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO), ABRIL AÑO 2002, DESAGREGADO POR USO
SEGÚN DATOS DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DEL AGUA

MUNICIPIO	SUPERFICIALES								Total m ² /año	Total m ³ /s
	Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios		
Almoloya		835 459 8	13 596 1		281 129 0	35 517 8	245 358 7		1 411 059 3	0 045
Apan		204 029 4				195 056 4	33 370 1		402 455 9	0 014
Emiliano Zapata		120 000 0							120 000 0	0 004
Epazoyucan		383 746 0							383 746 0	0 012
Mineral de La Reforma		2 995 086 0							2 995 086 0	0 095
Mineral del Monte			2 098 8		1 576 8	1 095 0	258 276 0		261 951 6	0 008
Pachuca de Soto		862 373 0				1 095 0			863 468 0	0 027
Singuilucan		127 353 0					2 522 8		129 875 8	0 004
Tepeapulco		757 504 0							757 504 0	0 024
Tlaxiuya		1 152 311 5							1 152 311 5	0 037
Tlanalapan		1 576 800 0							1 576 800 0	0 050
Toicayuca	1 928 658 4	5 451 804 0		1 666 800 0	157 690 0	10 195 0	335 056 9	139 000 0	9 678 959 3	0 307
Villa de Tezontepec		785 800 0							785 995 0	0 025
Zapotlán de Juárez									0 0	0 000
Zempoala		372 012 0			35 475 0	10 220 0	104 334 5		522 041 5	0 017
Suma m²/año	1 928 658 4	15 624 278 7	15 694 8	1 666 800 0	475 880 8	252 084 2	978 916 9	139 000 0	21 081 293 8	0 688
Suma m³/s	0 061	0 495	0 000	0 053	0 015	0 008	0 031	0 004	0 688	0 688

DELEGACIÓN	SUBTERRÁNEAS								Total m ² /año	Total m ³ /s
	Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios		
Almoloya		141 156 0	2 873 2		3 839 0	3 369 0	193 103 0		344 359 2	0 011
Apan		271 096 4	14 384 4		353 448 6	4 784 4	2 380 094 0		3 023 807 8	0 096
Emiliano Zapata		175 000 0			10 742 0		670 032 0		855 774 0	0 027
Epazoyucan		273 648 0				18 396 0	94 608 0		594 012 0	0 019
Mineral de La Reforma		1 400 198 0			220 000 0		63 225 0		1 683 423 0	0 053
Mineral del Monte			273 8			41 610 0	546 983 7		547 257 5	0 017
Pachuca de Soto			3 780 0		221 000 0			38 235 6	304 625 6	0 010
Singuilucan		254 000 0					7 528 781 8		264 000 0	0 008
Tepeapulco		2 156 072 0	1 784 6	407 340 0	1 337 017 0	5 256 0	4 036 608 0		11 430 995 4	0 362
Tlaxiuya		1 321 902 0		225 260 0	822 000 0		2 937 401 0		6 411 025 0	0 203
Tlanalapan							9 724 071 0		2 937 401 0	0 093
Toicayuca		56 256 0			3 650 0	227 910 0	2 033 936 0	43 020 0	10 054 907 0	0 319
Villa de Tezontepec					11 350 0		15 988 752 0		2 045 296 0	0 065
Zapotlán de Juárez						207 250 0	759 840 0	46 000 0	15 988 752 0	0 507
Zempoala		500 736 0							1 523 826 0	0 048
Suma m²/año	0 0	6 560 093 4	23 096 0	1 059 960 0	2 753 046 6	508 575 4	46 967 435 5	127 255 6	58 009 462 4	1 835
Suma m³/s	0 000	0 208	0 001	0 034	0 088	0 015	1 489	0 004	1 839	1 839

TOTAL: SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

DELEGACIÓN	TOTAL								Total m ² /año	Total m ³ /s
	Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios		
Almoloya	0 0	976 644 8	16 469 3	0 0	284 968 0	38 886 8	438 453 7		1 755 428 5	0 056
Apan	0 0	475 125 8	14 384 4	0 0	353 448 6	199 840 8	2 413 464 1		3 456 263 6	0 110
Emiliano Zapata	0 0	295 000 0		0 0	10 742 0		670 032 0		975 774 0	0 031
Epazoyucan	0 0	657 394 0		207 360 0		18 396 0	94 608 0		977 758 0	0 031
Mineral de La Reforma	0 0	4 395 284 0		220 000 0			63 225 0		4 678 509 0	0 148
Mineral del Monte	0 0		2 372 5	0 0	1 576 8	0 0	805 259 7	0 0	809 209 0	0 026
Pachuca de Soto	0 0	862 373 0	3 780 0	0 0	221 000 0	42 705 0		38 235 6	1 168 093 6	0 037
Singuilucan	0 0	391 353 0		0 0	0 0		2 522 8		393 875 8	0 012
Tepeapulco	0 0	2 913 576 0	1 784 6	407 340 0	1 337 017 0	0 0	7 528 781 8	0 0	12 188 499 4	0 386
Tlaxiuya	0 0	2 474 213 5		225 260 0	822 000 0	5 256 0	4 036 608 0		7 563 337 5	0 240
Tlanalapan	0 0	1 576 800 0		0 0			2 937 401 0		4 514 201 0	0 143
Toicayuca	1 928 658 4	5 508 060 0		1 666 800 0	151 330 0	227 910 0	10 059 127 9	182 020 0	19 733 906 3	0 625
Villa de Tezontepec	0 0	785 800 0		0 0	11 350 0	10 195 0	2 033 936 0	0 0	2 841 281 0	0 090
Zapotlán de Juárez	0 0			0 0	0 0	0 0	15 988 752 0	0 0	15 988 752 0	0 507
Zempoala	0 0	872 748 0		0 0	36 475 0	217 470 0	874 174 5	46 000 0	2 045 867 5	0 065
Suma m²/año	1 928 658 4	22 184 372 1	38 790 8	2 726 760 0	3 238 907 4	760 659 6	47 946 352 4	256 255 6	79 090 756 2	2 508
Suma m³/s	0 061	0 703	0 001	0 086	0 103	0 024	1 520	0 008	2 508	2 508

VOLUMEN ANUAL CONCESIONADO EN EL ESTADO DE TLAXCALA (CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO), ABRIL AÑO 2002, DESAGREGADO POR USO
SEGÚN DATOS DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DEL AGUA

MUNICIPIO	SUPERFICIALES								Total m³/año	Total m³/s
	Acuacultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano			
Benito Juárez								0.0	0.000	
Calpulalpan		120,000.0					3,193.0	123,193.0	0.004	
Nanacamilpa de Mariano Atista		1,295,290.5					3,878.0	1,299,168.5	0.041	
Sanctorum de Lázaro Cárdenas								0.0	0.000	
Suma m³/año	0.0	1,415,290.5	0.0	0.0	0.0	0.0	7,071.0	1,422,361.5	0.045	
Suma m³/s	0.000	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.045		

DELEGACIÓN	SUBTERRÁNEAS								Total m³/año	Total m³/s
	Acuacultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano			
Benito Juárez		599,832.0						599,832.0	0.019	
Calpulalpan	7,000.0	805,095.0	1,084.0	953,158.0			2,809,393.0	4,575,730.0	0.145	
Nanacamilpa de Mariano Atista		72,000.0		8,000.0		2,000.0	890,828.0	972,828.0	0.031	
Sanctorum de Lázaro Cárdenas		6,916,416.0					194,589.0	7,111,005.0	0.225	
Suma m³/año	7,000.0	8,393,343.0	1,084.0	961,158.0	0.0	2,000.0	3,894,810.0	13,259,395.0	0.420	
Suma m³/s	0.000	0.266	0.000	0.030	0.000	0.000	0.124	0.420		

DELEGACIÓN	TOTAL: SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS								Total m³/año	Total m³/s
	Acuacultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano			
Benito Juárez	0.0	599,832.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	599,832.0	0.019	
Calpulalpan	7,000.0	925,095.0	1,084.0	953,158.0	0.0	0.0	2,812,586.0	4,698,923.0	0.149	
Nanacamilpa de Mariano Atista	0.0	1,367,290.5	0.0	8,000.0	0.0	2,000.0	894,706.0	2,271,996.5	0.072	
Sanctorum de Lázaro Cárdenas	0.0	6,916,416.0	0.0	0.0	0.0	0.0	194,589.0	7,111,005.0	0.225	
Suma m³/año	7,000.0	9,808,633.5	1,084.0	961,158.0	0.0	2,000.0	3,901,881.0	14,681,756.5	0.466	
Suma m³/s	0.000	0.311	0.000	0.030	0.000	0.000	0.124	0.466		

RESUMEN DE VOLÚMENES CONCESIONADOS (REPDA ABRIL AÑO 2002) EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

FUENTE	ENTIDAD FEDERATIVA	USO (m³)								
		Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios	Total
Aguas Superficiales	Distrito Federal ⁽¹⁾	191,316.0	365,040.0	0.0	0.0	0.0	0.0	309,052,800.0	954,400.0	310,563,556.0
	Estado de México CVM ⁽²⁾	6,170,699.0	135,171,518.0	43,240.0	20,876,256.0	0.0	643,495.0	52,784,562.2	14,414,640.0	230,104,410.2
	Hidalgo CVM	1,928,658.4	15,624,278.7	15,694.8	1,666,800.0	475,860.8	252,084.2	978,916.9	139,000.0	21,081,293.8
	Tlaxcala	0.0	1,415,290.5	0.0	0.0	0.0	0.0	7,071.0	0.0	1,422,361.5
	Total	8,290,673.4	152,576,127.2	58,934.8	22,543,056.0	475,860.8	895,579.2	362,823,350.1	15,508,040.0	563,171,621.5
Aguas Subterráneas	Distrito Federal	0.0	75.0	16,390.0	30,108,961.2	521,000.0	0.0	780,613,200.0	4,305,583.0	815,565,209.2
	Estado de México CVM	0.0	226,540,572.2	2,621,556.3	91,562,763.8	6,417,420.5	8,295,964.0	661,033,395.1	4,234,586.0	1,000,706,257.9
	Hidalgo CVM	0.0	6,560,093.4	23,096.0	1,059,960.0	2,763,046.6	508,575.4	46,967,435.5	127,255.6	58,009,492.4
	Tlaxcala	7,000.0	8,393,343.0	1,084.0	961,158.0	0.0	2,000.0	3,894,810.0	0.0	13,259,395.0
	Total	7,000.0	241,494,083.6	2,662,126.2	123,692,843.0	9,701,467.1	8,806,539.4	1,492,508,840.6	8,667,424.6	1,887,540,324.4
Total	Distrito Federal	191,316.0	365,115.0	16,390.0	30,108,961.2	521,000.0	0.0	1,089,666,000.0	5,259,983.0	1,126,128,765.2
	Estado de México CVM	6,170,699.0	361,712,090.2	2,664,796.3	112,439,019.8	6,417,420.5	8,939,459.0	713,817,957.3	18,649,226.0	1,230,810,668.1
	Hidalgo CVM	1,928,658.4	22,184,372.1	38,790.8	2,726,760.0	3,238,907.4	760,659.6	47,946,352.4	266,255.6	79,090,756.2
	Tlaxcala	7,000.0	9,808,633.5	1,084.0	961,158.0	0.0	2,000.0	3,901,881.0	0.0	14,681,756.5
	Total	8,297,673.4	394,070,210.7	2,721,061.0	146,235,899.0	10,177,327.9	9,702,118.6	1,855,332,190.7	24,175,464.6	2,450,711,945.9
		USO (m³/s)								
Aguas Superficiales	Distrito Federal ⁽¹⁾	0.006	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	9.800	0.030	9.848
	Estado de México CVM ⁽²⁾	0.196	4.286	0.001	0.662	0.000	0.020	1.674	0.457	7.297
	Hidalgo CVM	0.061	0.495	0.000	0.053	0.015	0.008	0.031	0.004	0.668
	Tlaxcala	0.000	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.045
	Total	0.263	4.838	0.002	0.715	0.015	0.028	11.505	0.492	17.858
Aguas Subterráneas	Distrito Federal	0.000	0.000	0.001	0.955	0.017	0.000	24.753	0.137	25.861
	Estado de México CVM	0.000	7.184	0.083	2.903	0.203	0.263	20.961	0.134	31.732
	Hidalgo CVM	0.000	0.208	0.001	0.034	0.088	0.016	1.489	0.004	1.839
	Tlaxcala	0.000	0.266	0.000	0.030	0.000	0.000	0.124	0.000	0.420
	Total	0.000	7.658	0.084	3.922	0.308	0.279	47.327	0.275	59.854
Total	Distrito Federal	0.006	0.012	0.001	0.955	0.017	0.000	34.553	0.167	35.709
	Estado de México CVM	0.196	11.470	0.085	3.565	0.203	0.283	22.635	0.591	39.029
	Hidalgo CVM	0.061	0.703	0.001	0.086	0.103	0.024	1.520	0.008	2.508
	Tlaxcala	0.000	0.311	0.000	0.030	0.000	0.000	0.124	0.000	0.466
	Total	0.263	12.496	0.086	4.637	0.323	0.308	58.832	0.767	77.712

Fuente: Registro Público de Derecho de Agua (REPDA), Oficinas Centrales (Abril, 2002)

⁽¹⁾ 283'887,072 m³/año (9.002 m³/s) destinados al uso Público Urbano, son extraídos del Sistema Cutzamala

⁽²⁾ 39'830,901 m³/año (1.263 m³/s) destinados al uso Público Urbano, son extraídos del Sistema Cutzamala

En total, según registros del REPDA, se aprovechan 323'717,973 m³/año (10.265 m³/s) en el D.F. y los municipios del Estado de México

**RESUMEN DE GASTOS PROMEDIO OFERTADOS EN LA CUENCA DEL
VALLE DE MÉXICO DURANTE EL AÑO 2001**

ENTIDAD	ORIGEN	ADMON.	FUENTE y/o USO	CAUDAL	SUMA	TOTAL ENTIDAD	TOTAL CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO
D	Superf.	DDF	Manantiales	0.814		1.015	
	Superf.	DDF	Pta. Pol. Magdalena	0.202			
I	Subter.	DDF	Sistema Norte	2.543		2.508	
	Subter.	DDF	Sistema Centro	2.130			
F	Subter.	DDF	Sistema Sur	9.102		16.513	
	Subter.	DDF	Sistema Oriente	2.517			
F	Subter.	GAVM	Sistema Poniente (2)	0.223		2.732	
	Subter.	GAVM	Sistema Norte	2.157			
F	Subter.	GAVM	Sistema Sur	0.576		0.044	
	Subter.	DDF	Pozos Particulares	0.044			
F	Subter.	DDF	Lerma	4.362		4.362	
	Subter.	DDF (3)	Lerma	4.362			
F	Subter.	GAVM (3)	Culzamála	9.638		9.638	
	Subter.	AJUSTE	Pozos Agropecuarios	1.405			
E	Superf.	GAVM	Cerro Gordo	0.377		1.770	
	Superf.	GAVM	Concepcion	1.031			
E	Superf.	GAVM	Madin	0.362		2.508	
	Superf.	GAVM	Barrientos	1.252			
E	Superf.	GAVM	La Caldera	0.633		19.793	
	Superf.	GAVM	Acueducto Chiconautla	0.623			
E	Subter.	EDO. MEX.	Pozos CEAS	1.531		3.300	
	Subter.	EDO. MEX	Pozos Particulares	2.260			
E	Subter.	EDO. MEX	Pozos Mipales.	16.002		3.300	
	Subter.	EDO. MEX (3)	Lerma	1.000			
E	Subter.	EDO. MEX	REPDA (1)	3.300		4.038	
	Subter.	GAVM (3)	Culzamála (4)	4.038			
H	Superf.	ESTATAL		0.668		0.668	
	Superf.	GAVM		0.000			
H	Subter.	ESTATAL		0.635		0.635	
	Subter.	GAVM		0.945			
H	Subter.	Particulares	Indust. y Agric-Pecuario	0.259		2.507	
	Subter.	EDO. TLAX.	Aguas Superficiales	0.045			
H	Subter.	EDO. TLAX.	Pozos Público-Urbano	0.124		0.124	
	Subter.	Particulares	Pozos Industriales	0.030			
H	Subter.	Particulares	Pozos Agrícolas	0.266		0.266	
	Subter.						
						39.029	
						0.465	77.710

GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO
COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE MEXICO
DIRECCION GENERAL DEL PROGRAMA HIDRAULICO

SUMINISTROS DE AGUA POTABLE EN BLOQUE A MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO (2001)
CAUDALES MEDIOS EN (l/s)

ZONA	FUENTES FEDERALES									SUMA	FUENTES ESTATALES				SUMA	TOTAL
	MPIOs.	Barrientos	La caldera	Acueducto Chiconauhtla	Presa Madin	Cerro Gordo	Acueducto Cutzamala	Ramal Texcoco	Pozos Aislados		C.E.A.S. Pozos	Lerma AC.	Mpales Pozos	Part. Pozos		
ZONA I																
ACOLMAN												221		221	221	
AMECAMILLA										31		49		80	80	
APAXCO												45		45	45	
ATEPEC												83		83	83	
ATLAPAN DE ZARAGOZA	134			93		907			1,134			399	383	782	1,916	
AYAPANILCO										17				17	17	
COAHUILCO						84			84			649	109	758	842	
COQUITLAN												31		31	31	
COYOTEPEC								5				57		57	62	
CUAUTLAN								118				98	113	211	329	
CUAUTLANIZAPALCO	19					374		169	562			1,413	436	1,849	2,411	
CHALCO												547		547	547	
CHAPA DE MOTA												44		44	44	
CHIAUTLA												95		95	95	
CHICOQUAPAN		34							34			195		195	229	
CHICONAUAC												50		50	50	
CHIMALHUACAN												934		934	934	
EGATEPEC			205		377	474		191	1,247			3,409	311	3,720	4,967	
HUEHUETOCAN											150	11		161	161	
HUEYPOXTLA								1	1	67		19		86	87	
HUIXQUILUCAN						586			586	19		46		65	651	
ISIDRO FABELA												16		16	16	
IXTAPALUCA												481		481	481	
JALTENCO									21	21		34		34	55	
JILOTTZINCO												12		12	12	
MELCHOR OCAMPO												47		47	47	
MORELOS												60		60	60	
NAUCALPAN DE JUAREZ				186		1,185			1,371			1,000	896	445	2,341	3,712
NETZAHUALCOYOTL (CD)		593				97			695	858		931		1,789	2,484	
NETZAHUALCOYOTL (Zona IV)								553	553					553	553	
NEXTLAPAN								2	2			71		71	73	
NICOLAS ROMERO						25			25	26		411		437	462	
OTUMBA										52		50		102	102	
PAPALOTLA												24		24	24	
PAZCUARÁN		5							5	127		412		539	544	
SAN MARTIN DE LAS PIRAMIDES												69		69	69	
SOYANIQUEL PAN DE JUAREZ										6		26		32	32	
TECAMAC									1	1	27	547		574	575	
TEMAMATLA												33		33	33	
TENANGO DEL AIRE											18	16		34	34	
TEOLOYUCAN								171	171	37		21		58	229	
TEOTIHUACAN												109		109	109	
TEPETLAXOYUCAN												82		82	82	
TEPEYACAPAN												100		123	126	
TEPOTZOTLAN											3	23		35	37	
TEQUIQUILUCAN										2	1	34		37	37	
TEXCOCO												588		588	588	
TEZOYUCA												46		46	46	
TLALAMANALCO												31		98	98	
TLALNEPANTLA (ste)			418						85	503		67		503	503	
TLALNEPANTLA (pte)	1,077			83		643			1,803			536	255	791	2,594	
TULTEPEC										196		54		54	250	
TULTITLAN	22					435			215	673		780	208	988	1,661	
VILLA DEL CARBON			1						1			636		636	637	
VILLA DEL CARBON												64		64	64	
ZUMPANGO									35	35		178		178	213	
TOTAL	1,252	633	623	362	377	4,810	553	1,221	9,831	1,490	1,000	15,826	2,260	20,576	30,407	
m³/s	1,252	0.633	0.623	0.362	0.377	4.810	0.553	1.221	9.831	1.490	1.000	15.826	2.260	20.576	30.407	
ZONA II																
AXAPUSCO										41		36		77	77	
NOPALTEPEC												25		25	25	
TEMASCALAPA												115		115	115	
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	-	176	-	217	217	
m³/s	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041	0.000	0.176	0.000	0.217	0.217	
GRAN TOTAL	1,252	633	623	362	377	4,810	553	1,221	9,831	1,531	1,000	16,002	2,260	20,793	30,624	
m³/s	1,252	0.633	0.623	0.362	0.377	4.810	0.553	1.221	9.831	1.531	1.000	16.002	2.260	20.793	30.624	

VOLUMEN ANUAL CONCESIONADO EN EL ESTADO DE MÉXICO (CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO) ABRIL AÑO 2002, DESAGREGADO POR USO Y POR SUBREGIÓN
SEGÚN DATOS DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DEL AGUA

MUNICIPIO	SUPERFICIALES					Pecuario	Público Urbano	Servicios	Total m³/año	Total m³/s
	Acuacultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples					
ZONA I										
Acolman		604,500.0							604,500.0	0.019
Amecameca							1,189,566.0		1,189,566.0	0.038
Atenco									0.0	0.000
Atzacapan de Zaragoza			180.0				47,072,627.0		47,072,627.0	1.493
Ayapango									0.0	0.000
Coacalco									0.0	0.000
Cocotitlan									0.0	0.000
Coyotepec		6,969,547.0							6,969,547.0	0.221
Cuautitlan		39,978,000.0							39,978,000.0	1.268
Cuatitlan Izcalli ⁽¹⁾		2,323,000.0						12,614,400.0	14,937,400.0	0.474
Chalco		4,109,340.0							4,109,340.0	0.130
Chiautla		6,000.0							6,000.0	0.000
Chicoloapan									0.0	0.000
Chiconcuac									0.0	0.000
Chimalhuacan									0.0	0.000
Ecatepec		1,200,000.0		12,993,696.0					14,193,696.0	0.450
Huehuetoca		1,778,766.0							1,778,766.0	0.056
Huixquilucan			1,104.0			630,720.0	207,064.2	150,000.0	988,888.2	0.031
Isidro Fabela	1,514,067.0	1,594,590.0	31,536.0				784,397.0		3,924,590.0	0.124
Ixtapaluca		480,000.0					273,750.0		753,750.0	0.024
Ixtlahuaca									0.0	0.000
Jaltenco		1,158,120.0							1,158,120.0	0.037
Jilotzingo	2,189,808.0	441,936.0	9,500.0	41,760.0			465,912.0		3,148,916.0	0.100
La Paz									0.0	0.000
Melchor Ocampo		1,075,587.0							1,075,587.0	0.034
Naucalpan de Juarez	320,752.0		920.0			12,775.0		1,587,168.0	1,921,615.0	0.061
Nextlalpan		3,218,620.0							3,218,620.0	0.102
Nezahualcoyotl									0.0	0.000
Nicolas Romero	1,955,232.0	1,298,100.0					189,126.0		3,442,458.0	0.109
Otumba									0.0	0.000
Papalotla									0.0	0.000
San Martín de Las Pirámides									0.0	0.000
Tecamac		102,000.0							102,000.0	0.003
Temamatla									0.0	0.000
Tenango del Aire									0.0	0.000
Teoloyucan		24,658,000.0							24,658,000.0	0.782
Teotihuacán		1,080,720.0							1,080,720.0	0.034
Tepetlaoxtoc	50,000.0	200,000.0							250,000.0	0.008
Tepetzotlan		5,572,250.0							5,572,250.0	0.177
Texcoco	140,840.0	8,432,044.0					2,372,120.0	63,072.0	11,008,076.0	0.349
Tezoyuca									0.0	0.000
Tlalmanalco				3,110,400.0			230,000.0		3,340,400.0	0.106
Tlalnepantla de Baz				4,730,400.0					4,730,400.0	0.150
Tultepec									0.0	0.000
Tultitlan		5,508,000.0							5,508,000.0	0.175
V Chalco Solidaridad									0.0	0.000
Zumpango		23,054,606.0							23,054,606.0	0.731
Suma m³/año	6,170,699.0	134,843,726.0	43,240.0	20,876,256.0	0.0	643,495.0	52,784,562.2	14,414,640.0	229,776,618.2	7.286
Suma m³/s	0.196	4.276	0.001	0.662	0.000	0.020	1.674	0.457	7.286	
ZONA II										
Axapusco									0.0	0.000
Nopaltepec									0.0	0.000
Temascalapa		327,792.0							327,792.0	0.010
Suma m³/año	0.0	327,792.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	327,792.0	0.010
Suma m³/s	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	

⁽¹⁾ El volumen considerado para riego de este municipio incluye el de los municipios Tepetzotlan y Teoloyuca para el Distrito de Riego. La fuente de este caudal es la Presa Concepción

VOLUMEN ANUAL CONCESIONADO EN EL ESTADO DE MÉXICO (CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO) ABRIL AÑO 2002, DESAGREGADO POR USO Y POR SUBREGIÓN
SEGUN DATOS DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DEL AGUA

DELEGACIÓN	SUBTERRÁNEAS									Total m³/año	Total m³/s
	Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios			
ZONA I											
Acolman		6,822,053.0	1,100.0	4,223,285.0		15,000.0	512,541.0	141,912.0		21,715,891.0	0.689
Amecameca										0.0	0.000
Atenco		1,317,678.8	2,000.0			110,000.0				11,429,678.8	0.362
Atzacapan de Zaragoza		2,565.0	20,000.0	1,460,832.0			24,553,429.0	908,635.0		26,945,461.0	0.854
Ayapango										0.0	0.000
Coacalco		2,232,887.0	36,000.0	3,100.0		497,700.0	33,690,266.0	1,015,430.0		37,475,383.0	1.188
Cocotitlan					85,730.0		125,160.0			210,890.0	0.007
Coyotepec							4,761,936.0			4,761,936.0	0.151
Cuatitlan		4,468,475.0	19,290.0	3,480,748.0		78,727.0	10,383,308.6			18,430,548.6	0.584
Cuatitlan Izcalli		1,625,967.0		3,378,065.8	381,024.0		27,943,593.0			33,328,649.8	1.057
Chalco		7,954,740.0	359,365.0	882,000.0	141,441.0	49,932.0	19,647,746.1	15,768.0		29,050,992.1	0.921
Chiautla		5,934,717.0		20,736.0	60,000.0	82,000.0	687,704.0			6,785,157.0	0.215
Chicolapan		3,796,768.0	10,229.0	135,636.0	29,435.0	56,959.0	8,016,588.0	12,000.0		12,057,615.0	0.382
Chiconcuac		2,589,820.0					886,950.0			3,476,770.0	0.110
Chimalhuacan		2,355,769.8	4,015.0	7,000.0	14,369.0	1,975.0	39,356,928.0	52,010.0		41,792,066.8	1.325
Ecatepec		1,916,038.0	69,480.0	26,319,911.0	69,120.0	7,300.0	5,554,991.0	29,030.0		33,965,870.0	1.077
Huehuetoca		3,231,626.0	1,103,760.0	1,205,315.0		9,000.0	3,466,122.0	45,648.0		9,061,471.0	0.287
Huixquilucan						100,000.0	1,316,736.0			1,416,736.0	0.045
Isidro Fabela		1,051,200.0								1,051,200.0	0.033
Ixtapaluca		0,538,397.6	468,720.0	3,352,765.0	46,468.0		21,570,739.0	92,500.0		36,069,589.6	1.144
Ixtlahuaca										0.0	0.000
Jaltenco		415,768.0					2,459,784.7			2,875,552.7	0.091
Jilotzingo		293,360.0			183,283.0					476,643.0	0.015
La Paz				3,639,461.0		12,000.0	42,857,424.0	20,806.0		46,529,691.0	1.475
Meichor Ocampo		2,298,600.0		32,850.0		49,275.0	1,433,844.0			3,814,569.0	0.121
Naucalpan de Juárez		297,000.0		7,379,964.0			111,860,660.0	314,571.0		119,852,195.0	3.800
Nextlalpan		1,961,831.0			9,360.0	68,506.0	220,752.0			2,260,449.0	0.072
Nezahualcoyotl							59,245,784.0			59,245,784.0	1.879
Nicolas Romero		455,000.0		4,387,825.0	486,769.0	6,320.0	15,730,241.0			21,066,155.0	0.668
Otumba		2,524,678.0		5,634.0	1,917,000.0		650,908.5			5,098,220.5	0.162
Papalotla		705,000.0			22,450.0		136,875.0			864,325.0	0.027
San Martin de Las Piramides		1,483,741.0	256.0			7,240.0	473,040.0	1,322.0		1,965,599.0	0.062
Tecamaca		6,750,283.0		852,788.0	713,280.0	112,665.0	28,322,526.7			46,751,542.7	1.482
Temamala		897,664.0			81,612.0		6,041,317.0			7,020,593.0	0.223
Tenango del Aire							3,560,814.3			3,560,814.3	0.113
Teoloyucan		9,322,903.0	2,000.0	22,685.0	12,000.0	800,599.0	5,828,094.7			15,988,281.7	0.507
Teotihuacan		9,556,513.0	40,046.3	386,975.0	101,884.0	59,559.5	2,543,750.0	18,114.0		12,736,841.8	0.404
Tepetlaoxtoc		5,575,940.0	6,567.0	360,000.0	136,896.5	167,032.5	801,330.0			7,047,766.0	0.223
Tepetzotlan		1,732,924.0		1,161,043.0		3,000.0	5,515,417.0	30,000.0		8,442,384.0	0.268
Texcoco		3,421,480.0	410,656.0	2,403,337.0	595,242.0	2,004,580.0	9,244,925.0	1,017,195.0		69,097,415.0	2.191
Tezoyuca		2,581,671.0					140,160.0			2,721,831.0	0.086
Tlalmanalco				250,000.0			750,000.0			1,000,000.0	0.032
Tlalnepantla de Baz		15,000.0		19,669,217.0			87,634,448.0	487,160.0		107,805,825.0	3.419
Tultepec		613,300.0					5,404,732.0			6,018,032.0	0.191
Tultitlan		591,252.0		5,927,291.0		118,625.0	22,979,696.0	26,000.0		29,642,864.0	0.940
V. Chalco Solidaridad							37,067,878.6			37,067,878.6	1.175
Zumpango		9,081,962.0	64,072.0	614,300.0	1,330,057.0	3,877,969.0	3,724,227.0			48,692,587.0	1.544
Suma m³/año	0.0	6,414,572.2	2,617,556.3	91,562,763.8	6,417,420.5	8,295,964.0	657,133,367.2	4,228,101.0		996,669,744.9	31.604
Suma m³/s	0.000	7.180	0.083	2.903	0.203	0.263	20.838	0.134		31.604	
ZONA II											
Axapusco		126,000.0					2,421,777.9			2,547,777.9	0.081
Nopaltepec			4,000.0				273,750.0	6,485.0		284,235.0	0.009
Temascalapa							1,204,500.0			1,204,500.0	0.038
Suma m³/año	0.0	126,000.0	4,000.0	0.0	0.0	0.0	3,900,027.9	6,485.0		4,036,512.9	0.128
Suma m³/s	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.124	0.000		0.128	

VOLUMEN ANUAL CONCESIONADO EN EL ESTADO DE MÉXICO (CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO) ABRIL AÑO 2002, DESAGREGADO POR USO Y POR SU REGIÓN
SEGUN DATOS DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DEL AGUA

DELEGACIÓN	TOTAL: SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS								Total m ³ /año	Total m ³ /s
	Acuicultura	Agrícola	Domestico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios		
ZONA I										
Acolman	0 0	17,426,553 0	1,100 0	4 23 285 0	0 0	15,000 0	512,541 0	141,912 0	22,320 3	0 708
Amezcama	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1,189 6	0 0	1,189 6	0 036
Atenco	0 0	11,317,678 8	2,000 0	0 0	0 0	110,000 0	0 0	0 0	11,429 8	0 362
Atzacatlan	0 0	2,565 0	20,180 0	1 60 832 0	0 0	0 0	71,626,056 0	908,635 0	74,018 8	2 347
Ayapango	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 000
Cocacalco	0 0	2,232,887 0	36,000 0	3 100 0	0 0	497,700 0	33,690,266 0	1,015,430 0	37,475 3	1 188
Cocotlan	0 0	0 0	0 0	0 0	85,730 0	0 0	125,160 0	0 0	210 0	0 007
Coyotepec	0 0	6,969,547 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4,761,936 0	0 0	11,731 4	0 372
Cuautlan	0 0	44,446,475 0	19,290 0	1 80 748 0	0 0	78,727 0	10,383,308 6	0 0	58,408 8	1 852
Cuatlan Izcalli	0 0	3,948,967 0	0 0	1 78 065 8	381,024 0	0 0	27,943,593 0	12,614,400 0	48,266 9	1 531
Chalco	0 0	12,064,080 0	359,365 0	1 82 000 0	141,441 0	49,932 0	19,647,746 1	15,768 0	33,160 3	1 052
Chautla	0 0	5,940,717 0	0 0	20 736 0	60,000 0	82,000 0	687,704 0	0 0	6,791 7	0 215
Chicoloapan	0 0	3,796,768 0	10,229 0	35 636 0	29,435 0	56,959 0	8,016,588 0	12,000 0	12,057 5	0 382
Chocomauc	0 0	2,589,820 0	0 0	0 0	0 0	0 0	886,950 0	0 0	3,476 0	0 110
Chimalhuacán	0 0	2,355,769 8	4 015 0	7 000 0	14,369 0	1,975 0	39,356,928 0	52,010 0	41,792 0	1 325
Ecatepec	0 0	3,116,038 0	69,480 0	3 13 607 0	69,120 0	7,300 0	5,554,991 0	29,030 0	48,159 6	1 527
Huehuetoca	0 0	5,010,392 0	1,103,760 0	1 05 315 0	0 0	9,000 0	3,466,122 0	45,648 0	10,840 7	0 344
Huixquilucan	0 0	0 0	1,104 0	0 0	0 0	730,720 0	1,523,800 2	150,000 0	2,405 4	0 076
Isidro Fabela	1,514,067 0	2,645,790 0	31,536 0	0 0	0 0	0 0	784,397 0	0 0	4,975 7	0 150
Ixtapaluca	0 0	11,018,397 6	468,720 0	2 52 765 0	46,468 0	0 0	21,844,489 0	92,500 0	36,823 9	1 168
Ixtlahuaca	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 000
Jaresico	0 0	1,573,888 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2,459,784 7	0 0	4,033 8	0 128
Jilotezingo	2,189,808 0	735,296 0	9,500 0	41 760 0	183,283 0	0 0	465,912 0	0 0	3,625 9	0 115
La Paz	0 0	0 0	0 0	39 461 0	0 0	12,000 0	42,857,424 0	20,806 0	46,529 1	1 475
Melchor Ocampo	0 0	3,374,187 0	0 0	32 850 0	0 0	49,275 0	1,433,844 0	0 0	4,890 0	0 155
Nauicatlan de Juarez	320,752 0	297,000 0	920 0	1 79 964 0	0 0	12,775 0	111,860,660 0	1,901,739 0	121,773 0	3 861
Nexthlan	0 0	5,180,451 0	0 0	0 0	9,360 0	68,506 0	220,752 0	0 0	5,479 9	0 174
Nezahualcoyotl	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	59,245,784 0	0 0	59,245 4	1 879
Nicolás Romero	1,955,232 0	1,753,100 0	0 0	87 825 0	486,769 0	6,320 0	15,919,367 0	0 0	24,508 3	0 777
Otumba	0 0	2,524,678 0	0 0	5 634 0	1,917,000 0	0 0	650,908 5	0 0	5,098 0	0 162
Papalotla	0 0	705,000 0	0 0	0 0	22,450 0	0 0	136,875 0	0 0	864 5	0 027
San Martín de las Flores	0 0	1,483,741 0	256 0	0 0	0 0	7,240 0	473,040 0	1,322 0	1,965 9	0 062
Tecamac	0 0	16,852,283 0	0 0	52 788 0	713,280 0	112,665 0	28,322,526 7	0 0	46,853 2	1 486
Temamatla	0 0	897,664 0	0 0	0 0	81,612 0	0 0	6,041,317 0	0 0	7,020 0	0 223
Tenango del Aire	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3,560,814 3	0 0	3,560 4	0 113
Teoloyucan	0 0	33,980,903 0	2,000 0	22 685 0	12,000 0	800,599 0	5,828,094 7	0 0	40,646 7	1 289
Teotihuacan	0 0	10,637,233 0	40,046 3	186 975 0	101,884 0	59,559 5	2,573,750 0	18,114 0	13,817 1	0 438
Tepetitlan	50,000 0	5,775,940 0	6,567 0	60,000 0	136,896 5	167,032 5	801,330 0	0 0	7,297 6	0 231
Tepoztlán	0 0	7,305,174 0	0 0	1 61 043 0	0 0	3,000 0	5,515,417 0	30,000 0	14,014 4	0 444
Texcoco	140,840 0	61,853,524 0	410,656 0	1 03 337 0	595,242 0	2,004,580 0	11,617,045 0	1,080,267 0	80,105 4	2 540
Tezoyuca	0 0	2,581,671 0	0 0	0 0	0 0	0 0	140,160 0	0 0	2,721 8	0 086
Tlalnahuacan	0 0	0 0	0 0	60 400 0	0 0	0 0	980,000 0	0 0	4,340 4	0 138
Tlalnepantla de Baz	0 0	15,000 0	0 0	24 99 617 0	0 0	0 0	87,634,448 0	487,160 0	112,536 7	3 569
Tultepec	0 0	613,300 0	0 0	0 0	0 0	0 0	5,404,732 0	0 0	6,018 0	0 191
Tultitlan	0 0	6,099,252 0	0 0	1 27 291 0	0 0	118,625 0	22,979,696 0	26,000 0	35,150 4	1 115
V. Chalco Solidand	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	37,067,878 6	0 0	37,067 8	1 175
Zumpango	0 0	62,136,568 0	64,072 0	14 300 0	1,330,057 0	3,877,969 0	3,724,227 0	0 0	71,747 1	2 275
Suma m³/año	6 170 699 0	361 258 298 2	2 660 796 3	11 39 019 8	6 417 420 5	8 939 459 0	709 917 929 4	18 642 741 0	1 226 446 3	3 1
Suma m³/s	0 196	11 455	0 084	3 585	0 203	0 283	22 511	0 591	36 390	
ZONA II										
Axapusco	0 0	126,000 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2,421,777 9	0 0	2,547 7	0 081
Nopaltepec	0 0	0 0	4,000 0	0 0	0 0	0 0	273,750 0	6,485 0	284 5	0 009
Temascalapa	0 0	327,792 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1,204,500 0	0 0	1,532 2	0 049
Suma m³/año	0 0	453 792 0	4 000 0	0 0	0 0	0 0	3 900 027 9	6 485 0	4 364 3	0 138
Suma m³/s	0 000	0 014	0 000	0 000	0 000	0 000	0 124	0 000	1 138	

**VOLUMEN ANUAL CONCESIONADO POR SUBREGIÓN EN EL ESTADO DE HIDALGO (CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO) AÑO 2000, DESAGREGADO POR USO
SEGÚN DATOS DEL REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DEL AGUA**

MUNICIPIO	SUPERFICIALES								Total m ³ /año	Total m ³ /s	
	Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios			
ZONA II											
Epazoyucan		383.746.0								383.746.0	0.042
Mineral de La Reforma		2.995.086.0								2.995.086.0	0.095
Mineral del Monte			2.098.8		1.576.8		258.276.0			261.951.6	0.008
Pachuca de Soto		862.373.0				1.095.0				863.468.0	0.027
Singuilucan		127.353.0						2.522.8		129.875.8	0.004
Tizayuca		1.152.311.5								1.152.311.5	0.037
Tlanalapan		1.576.800.0								1.576.800.0	0.050
Tolcayuca	1.928.658.4	5.451.804.0		1.866.800.0	157.680.0		335.056.9	139.000.0		9.678.999.3	0.307
Villa de Tezontepec		785.800.0				10.195.0				795.995.0	0.025
Zapotlan de Juárez										0.0	0.000
Zempoala		372.012.0			35.475.0	10.220.0	104.334.5			522.041.5	0.017
Suma Zona II (m³/año)	1.928.658.4	13.707.285.5	2.098.8	1.866.800.0	194.731.8	21.510.0	700.190.2	139.000.0		18.360.274.7	0.582
Suma Zona II (m³/s)	0.061	0.435	0.000	0.053	0.006	0.001	0.022	0.004		0.582	

ZONA III											
Aimoloya		835.459.8	13.596.1		281.129.0		35.617.8	245.356.7		1.411.059.3	0.045
Apan		204.029.4					195.056.4	33.370.1		432.455.9	0.014
Emiliano Zapata		120.000.0								120.000.0	0.004
Tepeapulco		757.504.0								757.504.0	0.024
Suma Zona III (m³/año)	0.0	8.920.993.2	13.596.1	0.0	281.129.0	0.0	210.314.2	278.726.8	0.0	2,721.219.1	0.009
Suma Zona III (m³/s)	0.000	0.061	0.000	0.000	0.009	0.007	0.009	0.000	0.000	0.086	

DELEGACIÓN	SUBTERRÁNEAS								Total m ³ /año	Total m ³ /s	
	Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios			
ZONA II											
Epazoyucan		273.648.0		207.360.0		18.396.0	94.608.0			594.012.0	0.019
Mineral de La Reforma		1.400.198.0		220.000.0			63.225.0			1,683.423.0	0.053
Mineral del Monte			273.8					546.983.7		547.257.5	0.017
Pachuca de Soto			3.780.0		221.000.0	41.610.0		38.235.6		304.625.6	0.010
Singuilucan		264.000.0								264.000.0	0.008
Tizayuca		1,321.902.0		225.260.0	822.000.0	5.256.0	4,036.608.0			6,411.026.0	0.203
Tlanalapan							2,937.401.0			2,937.401.0	0.093
Tolcayuca		56.256.0			3,650.0	227.910.0	9,724.071.0	43.020.0		10,054.907.0	0.319
Villa de Tezontepec					11,350.0		2,033.936.0			2,045.286.0	0.065
Zapotlan de Juárez							15,988.752.0			15,988.752.0	0.048
Zempoala		500.736.0				207.250.0	769.840.0	46.000.0		1,523.826.0	0.048
Suma Zona II (m³/año)	0.0	3,816.740.0	4,053.8	652.620.0	1,058.000.0	500.422.0	36,195.424.7	127.255.6	42,354.516.1	1,343.	
Suma Zona II (m³/s)	0.000	0.121	0.000	0.021	0.034	0.016	1.148	0.004	1.343		
ZONA III											
Aimoloya		271.096.4	14,384.4		353.448.6	4,784.4	2,380.094.0			3,023.807.8	0.096
Apan		175.000.0			10,742.0		670.032.0			855.774.0	0.027
Emiliano Zapata		2,156.072.0	1,784.6	407.340.0	1,337.017.0		7,528.781.8			11,430.995.4	0.362
Tepeapulco											
Suma Zona III (m³/año)	0.0	2,743.353.4	16,042.2	407,340.0	1,705,046.6	8,153.4	10,772,010.8	0.0	16,654,946.3	0.496	

DELEGACIÓN	TOTAL: SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS								Total m ³ /año	Total m ³ /s	
	Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios			
ZONA II											
Epazoyucan	0.0	657.394.0	0.0	207.360.0	0.0	18.396.0	94.608.0	0.0		977.758.0	0.031
Mineral de La Reforma	0.0	4.395.284.0	0.0	220.000.0	0.0	0.0	63.225.0	0.0		4,678.509.0	0.148
Mineral del Monte	0.0		273.8					546.983.7		809,259.3	0.026
Pachuca de Soto	0.0	862.373.0	3,780.0		221.000.0	42,705.0		38.235.6		1,168,093.6	0.037
Singuilucan	0.0	391.353.0	0.0				2,522.8	0.0		393,875.8	0.012
Tizayuca	0.0	2,474.213.5	0.0	225,260.0	822,000.0	5,256.0	4,036,608.0	0.0		7,563,337.5	0.240
Tlanalapan	0.0	1,576,800.0	0.0				2,937,401.0	0.0		4,514,201.0	0.143
Tolcayuca	1,928,658.4	5,908,060.0	0.0	1,866,800.0	161,330.0	227,910.0	10,059,127.9	182,020.0		19,733,906.3	0.626
Villa de Tezontepec	0.0	785,800.0	0.0		11,350.0		2,033,936.0	0.0		2,841,281.0	0.090
Zapotlan de Juárez	0.0		0.0				15,988,752.0	0.0		15,988,752.0	0.507
Zempoala	0.0	872,748.0	0.0		35,475.0	217,470.0	874,174.5	46,000.0		2,045,867.5	0.065
Suma Zona II (m³/año)	1,928,658.4	17,524,025.5	8,152.6	2,319,420.0	1,252,731.8	521,932.0	36,895,614.9	266,255.6	60,714,790.7	1,925.	
Suma Zona II (m³/s)	0.061	0.556	0.000	0.074	0.040	0.017	1.170	0.008	1.925		
ZONA III											
Aimoloya	0.0	976,644.8	16,469.3	0.0	284,968.0	38,886.8	438,459.7	0.0		1,755,428.5	0.056
Apan	0.0	475,125.8	14,384.4	0.0	353,448.6	199,840.8	2,413,464.1	0.0		3,456,263.8	0.110
Emiliano Zapata	0.0	295,000.0	0.0	0.0	10,742.0	0.0	670,032.0	0.0		975,774.0	0.031
Tepeapulco	0.0	2,913,576.0	1,784.6	407,340.0	1,337,017.0	0.0	7,528,781.8	0.0		12,188,499.4	0.386
Suma Zona III (m³/año)	0.0	4,660,346.6	32,638.3	407,340.0	1,986,175.6	238,727.6	11,050,737.5	0.0	18,375,965.5	0.583	
Suma Zona III (m³/s)	0.000	0.148	0.001	0.013	0.063	0.008	0.350	0.000	0.583		

RESUMEN DE VOLÚMENES CONCESIONADOS (ABRIL AÑO 2002) EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO
POR ESTADO

FUENTE	ENTIDAD FEDERATIVA	USO (m³)									Total
		Acuacultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuario	Público Urbano	Servicios		
Aguas Superficiales	Distrito Federal	191 316 0	365 040 0	0 0	0 0	0 0	0 0	309 052 800 0	954 400 0	310 563 556 0	
	Estado de México (Zona I)	6 170 699 0	134 843 726 0	43 240 0	20 876 256 0	0 0	643 495 0	52 784 562 2	14 414 640 0	229 776 618 2	
	Estado de México (Zona II)	0 0	327 792 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	327 792 0	
	Estado de México CVM	6 170 699 0	135 171 518 0	43 240 0	20 876 256 0	0 0	643 495 0	52 784 562 2	14 414 640 0	230 104 410 2	
	Estado de Hidalgo (Zona III)	0 0	1 916 993 2	13 596 1	0 0	281 129 0	230 574 2	278 726 7	0 0	2 721 019 1	
	Estado de Hidalgo (Zona III)	1 928 658 4	13 707 285 5	2 098 8	1 666 800 0	194 731 8	21 510 0	700 190 2	139 000 0	18 360 274 7	
	Hidalgo CVM	1 928 658 4	13 707 285 5	2 098 8	1 666 800 0	194 731 8	21 510 0	700 190 2	139 000 0	21 081 293 6	
	Tlaxcala	0 0	1 415 290 5	0 0	0 0	0 0	0 0	7 071 0	0 0	1 422 361 5	
Total		8 290 673 4	152 576 127 2	58 934 8	22 543 056 0	475 860 8	895 579 2	362 823 350 1	15 508 040 0	563 171 621 5	
Aguas Subterráneas	Distrito Federal	0 0	75 0	16 390 0	30 108 961 2	521 000 0	0 0	780 613 200 0	4 305 583 0	815 565 209 2	
	Estado de México (Zona I)	0 0	226 414 572 2	2 617 556 3	91 562 763 8	6 417 420 5	8 295 964 0	657 133 367 2	4 228 101 0	996 669 744 9	
	Estado de México (Zona II)	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
	Estado de México CVM	0 0	39 081 962 0	84 072 0	614 300 0	1 330 057 0	3 877 969 0	3 724 227 0	0 0	48 692 587 0	
	Estado de Hidalgo (Zona III)	0 0	2 743 253 4	13 043 0	487 343 0	4 708 045 8	9 153 4	10 372 012 0	0 0	15 024 612 2	
	Estado de Hidalgo (Zona III)	0 0	3 816 740 0	4 053 8	652 620 0	1 058 000 0	500 422 0	36 195 424 7	127 255 6	42 354 516 1	
	Hidalgo CVM	0 0	6 560 093 4	23 096 0	1 059 960 0	2 763 046 6	508 575 4	46 967 435 5	127 255 6	58 009 462 4	
	Tlaxcala	7 000 0	8 393 343 0	1 084 0	961 158 0	0 0	2 000 0	3 894 810 0	0 0	13 259 395 0	
Total		7 000 0	54 035 473 4	104 642 0	32 744 379 2	4 614 103 6	4 388 544 4	835 199 672 5	4 432 838 6	935 526 653 6	
Total	Distrito Federal	191 316 0	365 115 0	16 390 0	30 108 961 2	521 000 0	0 0	1 089 666 000 0	5 259 983 0	1 126 128 765 2	
	Estado de México (Zona I)	6 170 699 0	361 258 298 2	2 660 796 3	112 439 019 8	6 417 420 5	8 939 459 0	709 917 929 4	18 642 741 0	1 226 446 363 1	
	Estado de México (Zona II)	0 0	453 792 0	4 000 0	0 0	0 0	0 0	3 900 027 9	6 485 0	4 364 304 9	
	Estado de México CVM	6 170 699 0	174 253 480 0	107 312 0	21 490 556 0	1 330 057 0	4 521 464 0	56 508 789 2	14 414 640 0	278 796 997 2	
	Estado de Hidalgo (Zona II)	0 0	4 660 346 6	32 638 3	407 340 0	1 986 175 6	238 727 6	11 050 737 5	0 0	18 375 965 5	
	Estado de Hidalgo (Zona III)	1 928 658 4	17 524 025 5	6 152 5	2 319 420 0	1 252 731 8	521 932 0	36 895 614 9	266 255 6	60 714 790 7	
	Hidalgo CVM	1 928 658 4	22 184 372 1	38 790 8	2 726 760 0	3 238 907 4	780 659 6	47 946 352 4	266 255 6	79 090 756 2	
	Tlaxcala	7 000 0	9 808 633 5	1 084 0	961 158 0	0 0	2 000 0	3 901 881 0	0 0	14 681 756 5	
Total		8 297 673 4	206 811 600 5	183 576 8	55 287 435 2	5 089 964 4	5 284 123 6	1 198 023 022 6	19 940 878 6	1 498 698 275 0	
Aguas Superficiales	Distrito Federal	0 006	0 012	0 000	0 000	0 000	0 000	9 800	0 030	9 849	
	Estado de México (Zona I)	0 196	4 275	0 001	0 662	0 000	0 020	1 674	0 457	7 286	
	Estado de México (Zona II)	0 000	0 010	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 010	
	Estado de México CVM	0 196	4 286	0 001	0 662	0 000	0 020	1 674	0 457	7 297	
	Estado de Hidalgo (Zona II)	0 000	0 061	0 000	0 000	0 009	0 007	0 009	0 000	0 086	
	Estado de Hidalgo (Zona III)	0 061	0 435	0 000	0 053	0 006	0 001	0 022	0 004	0 582	
	Hidalgo CVM	0 061	0 495	0 000	0 053	0 015	0 008	0 031	0 004	0 668	
	Tlaxcala	0 000	0 045	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 045	
Total		0 263	4 838	0 002	0 715	0 015	0 028	11 505	0 492	17 858	
Aguas Subterráneas	Distrito Federal	0 000	0 000	0 001	0 955	0 017	0 000	24 753	0 137	25 861	
	Estado de México (Zona I)	0 000	7 180	0 083	2 903	0 203	0 263	20 838	0 134	31 604	
	Estado de México (Zona II)	0 000	0 004	0 000	0 000	0 000	0 000	0 124	0 000	0 128	
	Estado de México CVM	0 000	1 230	0 002	0 019	0 042	0 124	0 118	0 000	1 544	
	Estado de Hidalgo (Zona II)	0 000	0 087	0 001	0 013	0 034	0 000	0 342	0 000	0 456	
	Estado de Hidalgo (Zona III)	0 000	0 121	0 000	0 021	0 034	0 016	1 148	0 004	1 343	
	Hidalgo CVM	0 000	0 208	0 001	0 034	0 088	0 015	1 489	0 004	1 839	
	Tlaxcala	0 000	0 266	0 000	0 030	0 000	0 000	0 124	0 000	0 420	
Total		0 000	1 713	0 003	1 038	0 146	0 136	26 484	0 141	29 665	
Total	Distrito Federal	0 006	0 012	0 001	0 955	0 017	0 000	24 753	0 137	25 861	
	Estado de México (Zona I)	0 196	11 455	0 084	3 565	0 203	0 283	22 511	0 591	38 890	
	Estado de México (Zona II)	0 000	0 014	0 000	0 000	0 000	0 000	0 124	0 000	0 138	
	Estado de México CVM	0 196	5 526	0 003	0 681	0 042	0 143	1 792	0 457	8 841	
	Estado de Hidalgo (Zona II)	0 000	0 148	0 001	0 013	0 063	0 008	0 350	0 000	0 583	
	Estado de Hidalgo (Zona III)	0 061	0 556	0 000	0 074	0 040	0 017	1 170	0 008	1 925	
	Hidalgo CVM	0 061	0 703	0 001	0 086	0 103	0 024	1 520	0 008	2 508	
	Tlaxcala	0 000	0 311	0 000	0 030	0 000	0 000	0 124	0 000	0 466	
Total		0 263	6 552	0 005	1 753	0 161	0 168	37 989	0 632	47 523	

Fuente: Registro Público de Derecho de Agua (REPDA), Oficinas Centrales (Abril, 2002)

Cuadro 11d
RESUMEN DE VOLUMENES CONCESIONADOS (ABRIL AÑO 2002) EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO
POR SUBREGIÓN

FUENTE	ENTIDAD FEDERATIVA	USO (m³)								Total
		Acuicultura	Agrícola	Doméstico	Industrial	Múltiples	Pecuano	Público Urbano	Servicios	
Aguas Superficiales	Distrito Federal	191 316.0	365 040.0	0.0	0.0	0.0	0.0	309 052 800.0	954 400.0	310 563 556.0
	Estado de México	6 170 699.0	134 843 726.0	43 240.0	20 876 256.0	0.0	643 495.0	52 784 562.2	14 414 640.0	229 776 618.2
	ZONA I	6 362 015.0	135 208 766.0	43 240.0	20 876 256.0	0.0	643 495.0	361 837 362.2	15 369 040.0	540 340 174.2
	Estado de México	0.0	327 792.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	327 792.0
	Estado de Hidalgo	0.0	1 916 993.2	13 596.1	0.0	281 129.0	230 574.2	278 726.7	0.0	2 721 019.1
	ZONA II	0.0	2 244 785.2	13 596.1	0.0	281 129.0	230 574.2	278 726.7	0.0	3 048 811.1
Estado de Hidalgo	1 928 658.4	13 707 285.5	2 098.8	1 666 800.0	194 731.8	21 510.0	700 190.2	139 000.0	18 360 274.7	
Tlaxcala	0.0	1 415 290.5	0.0	0.0	0.0	0.0	7 071.0	0.0	1 422 361.5	
ZONA III	1 928 658.4	15 122 576.0	2 098.8	1 666 800.0	194 731.8	21 510.0	707 261.2	139 000.0	19 782 636.1	
Total CVM		8 290 673.4	152 576 127.2	58 934.8	22 543 056.0	475 860.8	895 579.2	362 823 350.1	15 508 040.0	563 171 621.5
Aguas Subterráneas	Distrito Federal	0.0	75.0	16 390.0	30 108 961.2	521 000.0	0.0	780 613 200.0	4 305 583.0	815 565 209.2
	Estado de México	0.0	226 414 572.2	2 617 556.3	91 562 763.8	6 417 420.5	8 295 964.0	657 133 367.2	4 228 101.0	996 669 744.9
	ZONA I	0.0	226 414 647.2	2 633 946.3	121 671 725.0	6 938 420.5	8 295 964.0	1 437 746 567.2	8 533 684.0	1 812 234 954.1
	Estado de México	0.0	126 000.0	4 000.0	0.0	0.0	0.0	3 900 027.9	8 485.0	4 036 512.9
	Estado de Hidalgo	0.0	2 743 353.4	19 042.2	407 340.0	1 705 046.6	8 153.4	10 772 010.8	0.0	15 654 946.3
	ZONA II	0.0	2 869 353.4	23 042.2	407 340.0	1 705 046.6	8 153.4	14 672 038.7	6 485.0	19 691 459.3
Estado de Hidalgo	0.0	3 616 740.0	4 053.0	652 620.0	1 056 000.0	800 422.0	38 195 424.7	127 255.6	42 354 516.1	
Tlaxcala	7 000.0	8 393 343.0	1 084.0	961 158.0	0.0	2 000.0	3 894 810.0	0.0	13 259 395.0	
ZONA III	7 000.0	12 210 083.0	5 137.8	1 613 778.0	1 058 000.0	502 422.0	40 090 234.7	127 255.6	55 613 911.1	
Total		7 000.0	241 494 083.6	2 662 126.2	123 692 843.0	9 701 467.1	8 806 539.4	1 492 508 840.6	8 667 424.6	1 887 540 324.4
Total	Distrito Federal	191 316.0	365 115.0	16 390.0	30 108 961.2	521 000.0	0.0	1 089 666 000.0	5 259 983.0	1 126 128 765.2
	Estado de México	6 170 699.0	361 258 298.2	2 660 796.3	112 439 019.8	6 417 420.5	8 939 459.0	709 917 929.4	18 642 741.0	1 226 446 363.1
	ZONA I	6 362 015.0	361 623 413.2	2 677 186.3	142 547 981.0	6 938 420.5	8 939 459.0	1 799 583 929.4	23 902 724.0	2 352 575 128.3
	Estado de México	0.0	4 000 000.0	4 000.0	0.0	0.0	0.0	3 900 027.9	8 485.0	4 304 304.9
	Estado de Hidalgo	0.0	4 660 346.6	32 638.3	407 340.0	1 986 175.6	238 727.6	11 050 737.5	0.0	18 375 965.5
	ZONA II	0.0	5 114 138.6	36 638.3	407 340.0	1 986 175.6	238 727.6	14 950 765.4	6 485.0	22 740 270.4
Estado de Hidalgo	1 928 658.4	17 524 025.5	6 152.5	2 319 420.0	1 252 731.8	521 932.0	36 895 614.9	266 255.6	60 714 790.7	
Tlaxcala	7 000.0	9 808 633.5	1 084.0	961 158.0	0.0	2 000.0	3 901 881.0	0.0	14 681 756.5	
ZONA III	1 935 658.4	27 332 659.0	7 236.5	3 280 578.0	1 252 731.8	523 932.0	40 797 495.9	266 255.6	75 396 547.2	
Total		8 297 673.4	394 070 210.7	2 721 061.0	146 235 899.0	10 177 327.9	9 702 118.6	1 855 332 190.7	24 175 464.6	2 450 711 945.9
USO (m³/s)										
Aguas Superficiales	Distrito Federal	0.006	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	9.800	0.030	9.848
	Estado de México	0.196	4.276	0.001	0.662	0.000	0.020	1.674	0.457	7.286
	ZONA I	0.202	4.287	0.001	0.662	0.000	0.020	11.474	0.487	17.134
	Estado de México	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010
	Estado de Hidalgo	0.000	0.061	0.000	0.000	0.009	0.007	0.009	0.000	0.086
	ZONA II	0.000	0.071	0.000	0.000	0.009	0.007	0.009	0.000	0.097
Estado de Hidalgo	0.061	0.435	0.000	0.053	0.006	0.001	0.022	0.004	0.582	
Tlaxcala	0.000	0.345	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.345	
ZONA III	0.061	0.480	0.000	0.053	0.006	0.001	0.022	0.004	0.627	
Total		0.263	4.838	0.002	0.715	0.015	0.028	11.505	0.492	17.859
Aguas Subterráneas	Distrito Federal	0.000	0.000	0.001	0.955	0.017	0.000	24.753	0.137	25.861
	Estado de México	0.000	7.180	0.083	2.903	0.203	0.263	20.838	0.134	31.604
	ZONA I	0.000	7.180	0.084	3.858	0.220	0.263	45.591	0.271	57.466
	Estado de México	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.124	0.000	0.128
	Estado de Hidalgo	0.000	0.087	0.001	0.013	0.054	0.000	0.342	0.000	0.496
	ZONA II	0.000	0.091	0.001	0.013	0.054	0.000	0.465	0.000	0.624
Estado de Hidalgo	0.000	0.121	0.000	0.021	0.034	0.016	1.148	0.004	1.343	
Tlaxcala	0.000	0.266	0.000	0.030	0.000	0.000	0.124	0.000	0.420	
ZONA III	0.000	0.387	0.000	0.051	0.034	0.016	1.271	0.004	1.764	
Total		0.000	7.658	0.084	3.922	0.308	0.279	47.327	0.275	59.854
Total	Distrito Federal	0.006	0.012	0.001	0.955	0.017	0.000	34.553	0.167	35.709
	Estado de México	0.196	11.455	0.084	3.565	0.203	0.283	22.511	0.591	38.890
	ZONA I	0.202	11.467	0.085	4.520	0.220	0.283	57.064	0.758	74.600
	Estado de México	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.124	0.000	0.138
	Estado de Hidalgo	0.000	0.148	0.001	0.013	0.063	0.008	0.350	0.000	0.583
	ZONA II	0.000	0.162	0.001	0.013	0.063	0.008	0.474	0.000	0.721
Estado de Hidalgo	0.061	0.556	0.000	0.074	0.040	0.017	1.170	0.008	1.925	
Tlaxcala	0.000	0.311	0.000	0.030	0.000	0.000	0.124	0.000	0.466	
ZONA III	0.061	0.867	0.000	0.104	0.040	0.017	1.294	0.008	2.391	
Total		0.263	12.496	0.086	4.637	0.323	0.308	58.832	0.767	77.712

Fuente: Registro Público de Derecho de Agua (REPDA), Oficinas Centrales (Abril, 2002)

RESUMEN DE GASTOS PROYECTO OFERTADO EN LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO POR UBREGION DURANTE EL AÑO 2001

ENTIDAD	ORIGEN	ADMIN.	FUENTE y/o USO	CAUDAL m ³ /s	SUMA	ENTIDAD	ORIGEN	ADMIN.	FUENTE y/o USO	CAUDAL m ³ /s	SUMA	TOTAL ENTIDAD						
D I S T R I B U I D O	Superf	DIF	ZONA I Manantiales Pta Pri Magdalena Sistema Norte Sistema Centro Sistema Sur Sistema Oriente Sistema Poniente (2) Sistema Norte Sistema Sur Pozos articulares Lerma Cutzamala Pozos: gropspecuarios	0.814	1.015	35.709	Superf	GAVM	Cerro Gordo	0.000	0.000	0.000						
	Superf	DIF		0.202			Superf	GAVM	Concepcion	0.000								
	Subter	DIF		2.543			Superf	GAVM	Madin	0.000								
	Subter	DIF		2.130			Superf	GAVM	Barrientos	0.000								
	Subter	DIF		5.102			Superf	GAVM	La Caldera	0.000								
	Subter	DIF		2.517			Superf	GAVM	Acueducto Chiconautla	0.000								
	Subter	DIF		0.223			Subter	EDO MEX	Pozos CFAS	0.041								
	Subter	GAVM		2.157			Subter	EDO MEX	Pozos Particulares	0.000								
	Subter	GAVM		0.576			Subter	EDO MEX	Pozos Mipales	0.176								
	Subter	DIF		0.044			Subter	GAVM (5)	Agua Subterranea	0.000								
	Subter	DIF		4.362			Subter	GAVM	Pozos Aislados	0.000								
	Subter	DIF		4.362			Subter	GAVM	Ranjal Texcoco	0.000								
	Subter	GAVM (3)		9.638			Subter	EDO MEX (3)	Lerma	0.000								
	Subter	AJLITE		1.405			Subter	EDO MEX	REPDA (1)	0.004								
	E S T A D O	Superf		GAVM			ZONA II Cerro Gordo Concepcion Madin Barrientos La Caldera Acueducto Chiconautla Pozos: FAS Pozos articulares Pozos Mipales Agua subterranea Pozos aislados Ranjal Texcoco Lerma REPDA (1) Cutzamala (4)	0.377	1.770	38.808			Superf	GAVM	Cerro Gordo	0.000	0.000	0.000
Superf		GAVM	1.031	Superf	GAVM	Concepcion		0.000										
Superf		GAVM	0.362	Superf	GAVM	Madin		0.000										
Superf		GAVM	1.252	Superf	GAVM	Barrientos		0.000										
Superf		GAVM	0.633	Superf	GAVM	La Caldera		0.000										
Superf		GAVM	0.623	Superf	GAVM	Acueducto Chiconautla		0.000										
Subter		EDO MEX	1.490	Subter	EDO MEX	Pozos CFAS		0.041										
Subter		EDO MEX	2.260	Subter	EDO MEX	Pozos Particulares		0.000										
Subter		EDO MEX	19.826	Subter	EDO MEX	Pozos Mipales		0.176										
Subter		GAVM (5)	4.845	Subter	GAVM (5)	Agua Subterranea		0.000										
Subter		GAVM	1.221	Subter	GAVM	Pozos Aislados		0.000										
Subter		GAVM	0.553	Subter	GAVM	Ranjal Texcoco		0.000										
Subter		EDO MEX (1)	1.000	Subter	EDO MEX (3)	Lerma		0.000										
Subter		EDO MEX	3.296	Subter	EDO MEX	REPDA (1)		0.004										
Subter		GAVM (3)	4.038	Subter	GAVM (3)	Cutzamala (4)		0.000										
H I D R O G R A F I A	Superf	ESTATAL	ZONA III Agric-Pecuario	0.086	0.086	1.282	Superf	ESTATAL	Cutzamala (4)	0.000	0.582	0.582						
	Superf	GAVM		0.000			Superf	GAVM		0.000								
	Subter	ESTATAL		0.159			Subter	ESTATAL		0.476								
	Subter	GAVM		0.935			Subter	GAVM		0.010								
	Subter	Particulares		0.101			Subter	Particulares	Indust y Agric-Pecuario	0.158								
	Superf	EDK TLAX		0.045			Superf	EDK TLAX	Agua: superficiales	0.045								
	Subter	EDK TLAX		0.124			Subter	EDK TLAX	Pozos: urbano-Urbano	0.124								
	Subter	Particulares		0.030			Subter	Particulares	Pozos: industriales	0.030								
	Subter	Particulares		0.266			Subter	Particulares	Pozos: gropspecuarios	0.266								
	Total Cuenca del Valle de México												77.710					

ANEXO C

"Rehúso en la Cuenca del Valle de México"

CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES PLANTAS DE TRATAMIENTO EN EL DISTRITO FEDERAL

No.	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	CAPACIDAD (l/s)					NIVEL DE TRATAMIENTO		PROCESO BÁSICO DE TRATAMIENTO	OPERACIÓN
		PROYECTO	PRODUCCIÓN AÑO 2000		OPTIMIZACIÓN		ACTUAL	PROSPECCIÓN		
			NOMINAL	EFFECTIVA	OPERACIÓN AÑO 2000	EXPANSIÓN AÑO 2000				
1	Santa Fe en construcción	560	280	F O		280	Secundario	Avanzado	Lodos activados convencionales	DGCOH sin construcción
2	El Rosario	25	20	11 12		20	Avanzado		Lodos activados convencionales	DGCOH
3	Coyoacán	800	400	203 213		150	Secundario		Lodos activados convencionales	Concesionada (Siglo Ambiental Coyoacán)
4	Ciudad Universitaria	60	60	30		50	Terciario		Lodos activados convencionales filtros biológicos biodiscos	UNAM
5	Tlatelolco	22	18	9 11		14	Secundario		Lodos activados convencionales	DGCOH
6	Acueducto de Guadalupe	100	80	65 70		80	Secundario		Lodos activados convencionales	Concesionada (Grupo Industrial Vallejo)
7	San Juan de Aragón	500	450	82 364		160	Secundario	Terciario	Lodos activados convencionales	DGCOH
8	Iztacalco	15	12	10		10	Avanzado		Lodos activados convencionales	DGCOH
9	Ciudad Deportiva	230	200	144 178		140	Secundario	Terciario	Lodos activados convencionales	Concesionada (Empresa Aguas Tratadas de Iztacalco)
10	Cerro de la Estrella	4 000	3 500	1 468 1 450		2 100	Terciario		Lodos activados convencionales	DGCOH
11	Bosques de las Lomas	55	50	27		42	Secundario		Lodos activados con aereación extendida	DGCOH
12	Chapultepec	160	130	63 78		100	Secundario	Terciario	Lodos activados convencionales	DGCOH
13	Campo Militar No. 1	30	30	16		25	Secundario		Lodos activados convencionales	SEDENA
14	Rastro de Milpa Alta no opera	7	7	F O		7	Secundario		Reactor anaerobio de flujo ascendente	DGCOH no opera
15	San Pedro Atocpan	60	60	60		60	Primario Avanzado		Físico-Químico	DGCOH
16	San Nicolas Tetelco	30	15	F O		15	Secundario		Lodos activados convencionales	DGCOH
17	San Juan Ixtayopan	30	15	6		13	Secundario		Lodos activados convencionales	DGCOH
18	San Andres Mixquic	30	30	30		30	Primario Avanzado		Físico-Químico	DGCOH
19	San Lorenzo		225					Terciario	Aereación a contra corriente	DGCOH
20	El Llano iniciando operación	225						Terciario	Físico-Químico biológico con filtración	DGCOH iniciando operación
21	Abasolo	30	15	15		15	Secundario		Lodos activados convencionales	DGCOH
22	H. Colegio Militar	18	15	12		26	Secundario		Lodos activados convencionales	SEDENA
23	Parres	15	7.5	7.5		4.5	Secundario		Lodos activados convencionales	DGCOH
24	Pemex-Picacho	25	20	8		15	Secundario		Lodos activados convencionales	DGCOH
25	San Miguel Xicoaco	15	7.5	7.5		7.5	Secundario		Lodos activados convencionales	DGCOH
26	Tlalpaco	7	7	F O		7	Secundario		Reactor anaerobio de flujo ascendente	DGCOH
27	San Luis Tlaxiamaico	225	150	34 320		110	Terciario		Lodos activados convencionales	DGCOH
28	Reclusorio Sur	26	21	10 13		18	Secundario		Lodos activados convencionales	DGCOH
29	Bosques de Nativitas	10	10	5			Secundario		Lodos activados convencionales	DELEGACIÓN
30	Santa Catarina	20	18	18		18	Avanzado		Espumación filtración absorción y desinfección	DGCOH
TOTAL		7,330.00	6,502.00	3312.05		3,247.00				660.00

Fuente: Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, DDF.

Caudal de Operación año 2000, resto de las plantas: 330 l/s = (0.330 m³/s)

**GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
D.G.C.O.H.
DIRECCION TECNICA
SUBDIRECCION DE INFORMATICA
U. D. DE AUTOMATIZACION Y MEDICION
ANUAL 2001
GASTOS PROMEDIOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO**

	PLANTA	CAUDAL (l/s)											MEDIA ANUAL	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV		DIC
I N F L U E N T E	COYOACAN	303.25	337.50	355.25	355.25	187.33	199.50	265.00	176.00	203.95	209.15	227.08	265.28	257.05
	ARAGON	165.50	126.33	129.75	138.00	153.00	253.00	288.75	219.50	104.75	117.45	133.41	157.46	165.58
	CHAPULTEPEC	79.75	66.25	77.75	73.50	62.67	66.00	71.00	66.75	64.64	69.27	72.85	78.36	70.73
	TLATELOLCO	11.00	11.25	16.00	21.50	15.25	14.75	5.00	7.00	8.24	6.69	10.28	6.44	11.12
	RECLUSORIO SUR	16.00	13.75	15.25	13.67	13.67	S/D	12.33	15.25	18.52	2.59	4.28	S/D	12.53
	PEMEX	5.75	6.00	9.50	8.25	9.50	8.00	7.50	7.75	18.34	9.74	13.45	12.37	9.68
	CD. DEPORTIVA	182.50	163.00	157.50	157.50	207.00	202.00	194.75	173.25	190.64	209.69	192.17	172.06	183.51
	AC. DE GUADALUPE	84.75	81.25	79.50	78.25	82.25	84.00	76.50	76.75	79.29	75.80	77.66	77.31	79.44
	CERRO DE LA ESTRELLA	1,467.25	1,655.75	1,718.00	1,717.25	1,852.50	1,896.50	1,649.00	1,467.75	1,460.54	1,515.51	1,611.36	1,542.73	1,629.51
	ROSARIO	11.00	10.00	14.33	9.33	12.00	14.25	14.33	17.00	8.77	10.80	7.26	8.97	11.50
	SAN LUIS TLAXIALTEMALCO	58.00	51.50	61.00	52.75	59.67	S/D	S/D	47.00	52.07	46.39	35.25	29.23	49.29
TOTAL	2,384.75	2,522.58	2,633.83	2,625.25	2,654.84	2,738.00	2,584.16	2,274.00	2,209.75	2,273.08	2,385.05	2,350.21	2,479.93	
E F L U E N T E	COYOACAN	271.75	305.75	319.75	320.00	168.67	179.50	238.67	160.00	154.13	139.05	170.43	184.34	217.67
	ARAGON	104.50	98.67	98.75	86.50	87.00	86.00	74.38	79.50	89.98	89.50	86.79	83.73	88.78
	CHAPULTEPEC	74.00	49.00	64.25	57.25	57.00	53.00	43.25	50.50	45.90	46.96	51.44	53.48	53.84
	TLATELOLCO	10.00	10.25	12.00	20.60	14.25	13.75	4.08	6.00	7.61	6.15	9.46	9.93	10.34
	RECLUSORIO SUR	14.75	12.75	14.25	12.67	12.57	S/D	11.33	14.00	17.04	2.38	3.94	S/D	11.57
	PEMEX	4.75	5.25	8.50	7.25	8.50	7.00	6.50	5.75	16.87	8.96	12.37	11.38	8.59
	CD. DEPORTIVA	132.50	90.00	91.00	116.25	162.50	189.50	187.50	134.00	129.55	145.39	118.14	102.52	133.24
	AC. DE GUADALUPE	63.00	59.25	58.75	58.00	55.75	58.25	48.50	58.25	59.26	56.94	58.60	54.55	57.43
	CERRO DE LA ESTRELLA	1,350.00	1,523.25	1,580.50	1,579.75	1,704.25	1,744.75	1,517.00	1,350.25	1,343.70	1,394.27	1,482.45	1,419.32	1,499.12
	ROSARIO	10.00	9.00	13.33	8.33	11.00	13.25	13.33	16.00	8.27	9.93	6.68	8.25	10.61
	SAN LUIS TLAXIALTEMALCO	54.00	47.25	56.00	48.25	55.00	S/D	S/D	41.75	45.21	42.16	32.90	26.07	44.86
TOTAL	2,089.25	2,210.42	2,317.08	2,314.85	2,336.49	2,345.00	2,144.54	1,916.00	1,917.52	1,941.69	2,033.20	1,953.57	2,136.04	

Fuente: Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO
COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE MEXICO
SISTEMAS DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES
EN LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO
(DICIEMBRE 2000)**

No.	MUNICIPIO	UBICACIÓN DEL SISTEMA	ORGANISMO RESPONSABLE	TIPO DE PROCESO	CAPACIDAD PROYECTO l/s	OPERACIÓN ACTUAL l/s	m³/año
1	ATENCO	STA. ISABEL IXTAPAN	H. AYUNTAMIENTO	R. ANAEROBIO	5.0	5.0	157.680
2	ATIZAPÁN DE ZARAGOZA	CLUB DE GOLF CHILUCA I	INICIATIVA PRIVADA	BIOFILTROS	10.0	10.0	315.360
3	ATIZAPÁN DE ZARAGOZA	REVILLAGIGEDO CHILUCA II	INICIATIVA PRIVADA	BIOFILTROS	16.0	16.0	504.576
4	ATIZAPÁN DE ZARAGOZA	LA ESTADÍA CHILUCA III	INICIATIVA PRIVADA	BIOFILTROS	4.0	4.0	126.144
5	ATIZAPÁN DE ZARAGOZA	BELLA VISTA	INICIATIVA PRIVADA	BIOFILTROS	20.0	20.0	630.720
6	ATIZAPÁN DE ZARAGOZA	C. GOLF VALLE ESCONDIDO	INICIATIVA PRIVADA	BIOFILTROS	38.0	25.0	788.400
7	ATIZAPÁN DE ZARAGOZA	C. GOLF LA HACIENDA	INICIATIVA PRIVADA	BIOFILTROS	25.0	20.0	630.720
8	ATIZAPÁN DE ZARAGOZA	ITESM	INICIATIVA PRIVADA	FISICO-QUIMICO	8.0	3.0	94.608
9	AYAHUALULCO	AYAHUALULCO	H. AYUNTAMIENTO	LAGUNAS	5.0	3.0	157.680
10	CHALCO	DES. COMUNITAR. JUAN DIEGO	INICIATIVA PRIVADA	L. ACTIVADOS	2.0	2.0	63.072
11	CHIMALHUACÁN	LAGO DE TEXCOCO	C. N. A.	LAGUNAS	500.0	500.0	15.768.000
12	CHIMALHUACÁN	LAGO DE TEXCOCO	C. N. A.	L. ACTIVADOS	1.000.0	1.000.0	31.536.000
13	CHIMALHUACÁN	L. TEXCOCO MOD. PILOTO	C. N. A.	TERCIARIO	50.0	50.0	1.576.800
14	COACALCO	UNIDAD RANCHO LA PALMA	H. AYUNTAMIENTO	L. ACTIVADOS	16.0	16.0	504.576
15	CUAUTITLÁN IZCALLI	BOSQUES DEL ALBA II	H. AYUNTAMIENTO	L. ACTIVADOS	30.0	15.0	473.040
16	CUAUTITLÁN IZCALLI	FORD	INICIATIVA PRIVADA	L. ACTIVADOS	30.0	20.0	630.720
17	ECATEPEC	TERMOELÉCTRICA VALLE DE M.	INICIATIVA PRIVADA	L. ACTIVADOS	500.0	450.0	14.191.200
18	ECATEPEC	PAPELERA SAN CRISTÓBAL	INICIATIVA PRIVADA	L. ACTIVADOS	350.0	260.0	8.199.360
19	HUIXQUILUCAN	CLUB DE GOLF BOSQUES	INICIATIVA PRIVADA	L. ACTIVADOS	22.0	22.0	693.792
20	IXTAPALUCA	TLALPIZAHUAC	H. AYUNTAMIENTO	L. ACTIVADOS	22.0	20.0	630.720
21	NAUCALPAN	NAUCALLI	H. AYUNTAMIENTO	L. ACTIVADOS	40.0	30.0	946.080
22	NAUCALPAN	PARQUE LOS REMEDIOS	H. AYUNTAMIENTO	TANQUE SEPTICO	2.0	2.0	63.072
23	NAUCALPAN	C. HAB. LOMAS CANTERAS	INICIATIVA PRIVADA	TANQUE SEPTICO	3.0	3.0	94.608
24	NAUCALPAN	CAMPO MILITAR No. 1	SEDENA	L. ACTIVADOS	30.0	30.0	946.080
25	NAUCALPAN	MULTIPLAZA LOS ARCOS	INICIATIVA PRIVADA	L. ACTIVADOS	3.0	1.5	47.304
26	NAUCALPAN	C. HAB. LA JOYA	INICIATIVA PRIVADA	TANQUE SEPTICO	2.0	2.0	63.072
27	NAUCALPAN	K. MART	INICIATIVA PRIVADA	L. ACTIVADOS	3.0	2.5	78.840
28	NAUCALPAN	SAN RAFAEL CHAMAPA	INICIATIVA PRIVADA	TANQUE SEPTICO	2.0	2.0	63.072
29	NAUCALPAN	C. HAB. LA CUSPIDE	INICIATIVA PRIVADA	L. ACTIVADOS	4.0	2.0	63.072
30	NAUCALPAN	C. HAB. SEDENA STA. CRUZ ACATLÁN	INICIATIVA PRIVADA	R. ANAEROBIO	2.0	2.0	63.072
31	NAUCALPAN	PINTORES	H. AYUNTAMIENTO	L. ACTIVADOS	5.0	5.0	157.680
32	NEZAHUALCÓYOTL	NEZAHUALCÓYOTL	H. AYUNTAMIENTO	L. ACTIVADOS	150.0	150.0	4.730.400
33	TLALNEPANTLA	SAN JUAN IXHUATEPEC	INICIATIVA PRIVADA	L. ACTIVADOS	150.0	70.0	2.207.520
34	TULTITLÁN	SAN PABLO DE LAS SALINAS	H. AYUNTAMIENTO	L. ACTIVADOS	200.0	70.0	2.207.520
35	TULTITLÁN	LECHERÍA	INICIATIVA PRIVADA	L. ACTIVADOS	350.0	150.0	4.730.400
36	TULTITLÁN	VILLAS DE SAN JOSE	H. AYUNTAMIENTO	F. ROCIADORES	50.0	50.0	1.576.800
37	TULTITLÁN	ROBLES Y COLORINES	H. AYUNTAMIENTO	L. ACTIVADOS	60.0	60.0	1.892.160
38	TEPOTZOTLÁN	U. HAB. BACARDI	INICIATIVA PRIVADA	L. ACTIVADOS	5.0	5.0	157.680
39	TEPOTZOTLÁN	XOCHITLA	INICIATIVA PRIVADA	FISICO-QUIMICO	20.0	20.0	630.720
40	TEPOTZOTLÁN	FRACCIONAMIENTO EL TREBOL	H. AYUNTAMIENTO	R. ANAEROBIO	12.0	12.0	378.432
41	TEXCOCO	CERESO	CERESO	R. ACTIVADOS	5.0	5.0	157.680
42	TEXCOCO	UNIVERSIDAD CHAPINGO	U. CHAPINGO	M. RAÍZ	16.0	15.0	473.040
TOTAL					3.767.0	3.150.0	99.338.400.0
						m³/s	3.150

Fuente: Comisión de Agua del estado de México

INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO AÑO 2000
ESTADO DE HIDALGO

CUENCA HIDROLÓGICA	MUNICIPIO	NOMBRE DE LA EMPRESA Y GIRO, MUNICIPIO Ó PLANTA	CAPAC. DE TRAT. (l/s)		VOL. TRATADO Mm ³ /AÑO	NIVEL (*) DE TRATAMIENTO	PROCESO (**) EMPLEADO	EFICIENCIA DE REMOCIÓN (%)	PRINCIPALES CONTAMINANTES REMOVIDOS
			DISEÑO	OPERACIÓN					
CUENCA DEL RÍO TULA	ATITALAQUIA	SIGMA ALIMENTOS							
		CENTRAL TERMoeLECTRICA FRANCISCO PEREZ RIOS	700.000	550.000	17.345	SECUNDARIO	LODOS ACTIVADOS		
	TULA	PEMEX, REFINERIA MIGUEL HIDALGO	300.000	300.000	9.461	SECUNDARIO	LAGUNA DE OXIDACION		
	TEPEJI DEL RIO	PILGRIM'S PRJ DE S.A. DE C.V. (MATANZA Y PROCESADORA DE POLLO)	S/D	25.460	0.803	SECUNDARIO	LODOS ACTIVADOS COAG. QUIMICA		
Subtotal			1,000.000	875.460	27.609				
CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO	TEPEAPULCO	DINA CAMIONES S.A. DE C.V. (METAL MECANICA)	10.000 3.500	10.000 3.500	0.315 0.110	TERCIARIO	LODOS ACTIVADOS COAG. QUIMICA		
	TIZAYUCA	TIZAYUCA, TEXTIL VUVA S.A. DE C.V. (TEXTIL)	4.630	4.000	0.126	SECUNDARIO	LODOS ACTIVADOS		
	PACHUCA	PEMEX (AGENCIA DE VENTAS)		0.140	0.004	SECUNDARIO	LODOS ACTIVADOS		
		RASTRO MUNICIPAL	S/D	S/D	S/D	SECUNDARIO	PLANTA PAQUETE METODO DE ZONA DE RAIZ	60.5	SST, DBO, H Y A
	MINERAL DEL MONTE	PRESIDENCIA MUNICIPAL	16.000	8.000	0.252	SECUNDARIO	METODO DE ZONA DE RAIZ	26.12	SST, DBO, H Y A
Subtotal			34.130	25.640	0.809				
			1,034.130	901.100	28.417				
m³/s			32.792	28.574	0.901				

FUENTE DE INFORMACIÓN: Gerencia Estatal de Hidalgo Comisión Nacional del Agua.

(*) Indicar el máximo nivel de tratamiento (primario, secundario, terciario)

(**) Indicar tipo de proceso (lodos activados, lagunas de oxidación, biodiscos, neutralización, floculación, etc)

POR SUBREGION CVM			
Mm ³ /año	m ³ /año	m ³ /s	
0.426	425,736.000	0.014	Subr-III CVM
0.383	382,847.040	0.012	Subr-II CVM
0.809	808,583.040	0.026	Total Hgo CVM

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
GERENCIA ESTATAL TLAXCALA
SUBGERENCIA DE INGENIERIA Y APOYO TÉCNICO
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

Nº	MUNICIPIO	LOCALIDAD	AÑO DE CONST.	LOCALIDADES BENEFICIADAS Y/O INDUSTRIAS	HABITANTES CON SANEAM.	GASTO (l/s)			TIPO DE TRATAMIENTO	NIVEL DE TRATAMIENTO	OPERA SI/NO	CUERPO RECEPTOR	
						DESCARGA A LA PLANTA							
						DISEÑO	MUNICIPAL	INDUSTRIAL					TOTAL
1	BENITO JUÁREZ	BENITO JUÁREZ	1989	BENITO JUÁREZ	3 355	8 60	3 64	0 00	3 64	LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN	SECUNDARIO	NO	LAGUNA DE ATOCHA
2	CALPULALPAN	COL ESPEJEL	1980	COL ESPEJEL-SARABIA	2 733	11 90	4 15	0 00	4 15	LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN	SECUNDARIO	NO	BARRANCA TOCHATLACO
3	CALPULALPAN	LA CAÑADA	1980	LA CAÑADA	8 711	35 60	13 23	0 00	13 23	LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN	SECUNDARIO	SI	BCA EL COLUMPIO
4	CALPULALPAN	CALPULALPAN	1994-95	CALPULALPAN	5 636	13 88	8 56	0 00	8 56	LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN	SECUNDARIO	SI	BCA COECILLOS
5	LÁZARO CÁRDENAS	FRANCISCO VILLA	1989	FRANCISCO VILLA	2 054	3 20	2 23	0 00	2 23	LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN	SECUNDARIO	SI	LAGUNA DE ATOCHA
6	LÁZARO CÁRDENAS	SANCTORUM	1992	SANCTORUM	2 567	5 00	2 79	0 00	2 79	TANQUE IMHOFF-LAG EST	SECUNDARIO	NO	BARRANCA ZACUALTITLA
7	MARIANO ARISTA	DOMINGO ARENAS	1989	DOMINGO ARENAS, FCO I MADERO	1 204	1 10	1 31	0 00	1 31	LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN	SECUNDARIO	SI	BCA EL POTRERO
8	MARIANO ARISTA	NANACAMILPA	1978	NANACAMILPA	6 992	19 00	7 59	0 00	7 59	LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN	SECUNDARIO	NO	PRESA POZUELOS
FUENTE DE INFORMACIÓN: Gerencia Estatal de Tlaxcala Comisión Nacional del Agua					Total	33,252	98 28	43 50	0 00	43 500			l/s
						0 10	0 04	0 00	0 044			m³/s	
						3 099 358 08	1 371 816 00	0 00	1,371,816.00			m³/año	

**CAUDAL DE REUSO PROMEDIO DEL AÑO 2001 POR SUBREGIÓN EN LOS MUNICIPIOS
DEL ESTADO DE HIDALGO, DE LA REGIÓN XIII**

CUENCA Subcuenca	VOLUMEN DESCARGADO	VOLUMEN TRATADO	VOLUMEN SIN TRATAR	VOLUMEN DESCARGADO	VOLUMEN TRATADO	VOLUMEN SIN TRATAR
	m ³ /año			m ³ /s		
Río Avenidas						
Pachuca	9,924,068.90	1,232,426.88	8,691,642.02	0.315	0.039	0.276
Apan	116,435.00	0	116,435.00	0.004	0.000	0.004
Subtotal	10,040,503.90	1232426.88	8,808,077.02	0.318	0.039	0.279
Río Tula						
Salto	22,804,491.80	11,432,746.08	11,371,745.72	0.723	0.363	0.361
Salado	23,441,031.55	17,686,965.60	5,754,065.95	0.743	0.561	0.182
Tasquillo	10,799,095.18	0	10,799,095.18	0.342	0.000	0.342
Subtotal	57,044,618.53	29119711.68	27924906.85	1.809	0.923	0.885
Total	67,085,122.43	30,352,138.56	36,732,983.87	2.127	0.962	1.165

**CAUDAL DE REUSO POR SUBREGIÓN, PROMEDIO DEL AÑO 2001
EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO**

TIPO	ZONA	UNIDADES DE RIEGO						
		Aguas Negras + Aguas Blancas		Aguas Negras		Aguas Blancas		
		m ³ /año	m ³ /s	m ³ /año	m ³ /s	m ³ /año	m ³ /s	
Reuso SIN Tratamiento	I	165,366,330.1	5.244	90,106,430.1	2.857	75,259,900.0	2.386	
	II	21,819,315.2	0.692	21,819,315.2	0.692	0.0	0.000	
	III	24,037,154.6	0.762	24,037,154.6	0.762	0.0	0.000	
	Suma	211,222,800.0	6.698	135,962,900.0	4.311	75,259,900.0	2.386	
	DISTRITOS DE RIEGO							
	I*	46,048,000.0	1.460	46,048,000.0	1.460	0.0	0.000	
	I**	4,630,000.0	0.147	0.0	0.000	4,630,000.0	0.147	
	Suma	50,678,000.0	1.607	46,048,000.0	1.460	4,630,000.0	0.147	
	Subtotal	261,900,800.0	8.305	182,010,900.0	5.772	79,889,900.0	2.533	
	Reuso CON Tratamiento	I			175,530,637.4	5.566		
II				914,544.0	0.029			
III				1,687,176.0	0.054			
Subtotal				178,132,357.4	5.649			
Reuso total CVM				360,143,257.4	11.420			

*Chiconautla ** Concepción

Nota: Para el calculo del reuso sin tratamiento en las unidades de riego, se consideraron los % de distribución del caudal por zona presentados en el Diagnóstico de la Región XIII.

El reuso con tratamiento se fundamenta en los cuadros del anexo C

ANEXO D

"Evaporación en la Cuenca del Valle de México"

REGISTRO DE EVAPORACION MENSUAL EN mm, PARA EL CÁLCULO DE LA EVAPORACIÓN EN LOS PRINCIPALES CUERPOS DE AGUA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO AÑO 2001

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
EMILIANO ZAPATA*	95.3	128.9	178.0	168.5	75.0	96.3	144.4	175.2	187.6	175.3	148.1	147.7	143.36
SAN JERONIMO	146.2	207.0	267.0	285.6	324.2	239.2	198.3	165.1	92.7	105.0	123.4	127.8	190.13
CAMP PLAN LAGO DE TEXCOCO	174.7	210.3	263.0	276.1	290.4	223.9	198.3	145.4	127.3	112.5	133.3	118.1	189.44
HUEHUETOCA	132.5	101.6	282.0	255.9	302.9	222.4	182.2	144.2	104.7	86.5	96.6	87.7	166.60
MOLINO BLANCO	111.3	156.8	226.0	228.7	258.6	203.0	158.9	142.8	100.8	94.3	102.6	91.4	156.26
PRESA LA CONCEPCION*	138.7	176.0	230.2	152.2	147.4	198.9	159.6	138.5	133.4	94.2	121.1	101.4	149.30
SAN MARTIN OBISPO	102.0	195.9	241.2	238.7	297.9	249.2	202.7	159.5	127.3	111.9	133.2	66.1	177.13
MILPA ALTA*	164.9	198.8	250.9	280.1	302.7	195.4	92.1	122.1	85.0	58.1	116.2	122.3	165.72

REGISTRO DE EVAPORACION MENSUAL EN mm, CORREGIDA (*0.7)

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
EMILIANO ZAPATA*	66.71	90.24	124.60	117.94	52.50	67.41	101.08	122.64	131.32	122.71	103.67	103.39	100.35
SAN JERONIMO	102.34	144.90	186.90	199.92	226.94	167.44	138.81	115.57	64.89	73.50	86.38	89.46	133.09
CAMP PLAN LAGO DE TEXCOCO	122.29	147.21	184.10	193.27	203.28	156.73	138.81	101.78	89.11	78.75	93.31	82.67	132.61
HUEHUETOCA	92.75	71.12	197.40	179.13	212.03	155.68	127.54	100.94	73.29	60.55	67.62	61.39	116.62
MOLINO BLANCO*	77.89	109.76	158.20	160.09	181.02	142.10	111.23	99.96	70.56	66.01	71.82	63.98	109.39
PRESA LA CONCEPCION*	97.09	123.20	161.14	106.52	103.19	139.23	111.72	96.95	93.38	65.94	84.77	70.98	104.51
SAN MARTIN OBISPO	71.40	137.13	168.84	167.09	208.53	174.44	141.89	111.65	89.11	78.33	93.24	46.27	123.99
MILPA ALTA*	115.43	139.16	175.63	196.07	211.89	136.78	64.47	85.47	59.50	40.67	81.36	85.63	116.00

*Algunos datos de la evaporación mensual promedio registrada en estas estaciones durante el año 2001, se calculó con el promedio mensual de los años 1990-1999 ya que la información para el año analizado no existe (ver cuadro 6d)

**SUPERFICIES DE LOS PRINCIPALES CUERPOS
DE AGUA EN LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO**

CUERPO DE AGUA	SUPERFICIE* km ²
PRINCIPALES CPOS. DE AGUA DE LA ZONA FEDERAL LAGO DE TEXCOCO	17.340 ⁴
PRESA LA CONCEPCION	0.998 ¹
PRESA GUADALUPE	3.137 ¹
LAGUNA DE TECOÇOMULCO	16.850 ²
LAGUNA DE TOCHAC	1.200 ²
PRESA MADIN	0.690 ¹
LAGUNA DE ZUMPANGO	12.849 ³
VASO DEL CRISTO	1.192 ³
LAGUNA DE REGULACION CIENEGA GRANDE	0.485 ³
LAGUNA DE REGULACION CIENEGA CHICA	0.351 ³
XOCHIMILCO	10.000 ³

1 Cálculo Subgerencia de Hidrología e Ingeniería de Ríos. Gerencia Técnica. GRAVAMEX.

Ver cuadro 6c

2 Datos proporcionados por la Gerencia Estatal de Hidalgo

3 Se consideran las mismas superficies calculadas en el Estudio de Oferta-Demanda de la CVM 1997

4 Superficie calculada por la Gerencia Lago de Texcoco. GRAVAMEX

**EVAPORACIÓN PERIODO 1990-1999 PARA COMPLETAR REGISTROS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACIÓN
EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO (AÑO 2001)**

Emiliano Zapata												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	133.4	116.8	170.8	165.5	175.6	148.5	137.3	138.9	130.4	117.8	115.1	124.4
1991	134.0	140.2	236.0	212.1	196.9	133.0	141.9	162.9	119.9	106.1	99.4	112.7
1992	93.3	135.2	169.4	163.3	154.7	160.0	127.6	128.0	132.9	94.2	121.3	124.7
1993	117.0	151.3	170.5	169.0	166.6	146.4	161.0	159.7	108.7	143.6	131.4	126.0
1994	105.3	137.1	207.7	150.0	168.1	148.1	133.6	129.3	122.1	132.8	134.0	101.5
1995	134.3	115.2	153.4	181.5	165.4	145.2	119.3	117.4	137.5	164.2	116.2	124.0
1996	120.6	139.7	173.2	171.3	139.8	151.3	147.3	162.8	162.4	158.0	131.8	124.5
1997	103.5	95.8	143.0	135.2	152.5	122.0	139.8	144.1	118.2	129.7	124.7	123.2
1998	95.3	128.9	178.0	168.5	75.0	96.3	144.4	175.2	187.6	175.3	148.1	147.7
Prom	115.2	128.9	178.0	168.5	155.0	139.0	139.1	146.5	135.5	135.7	124.7	123.2

Presa La Concepción												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990*	98.7	99	125.2	143.7	144.3	150.1	118.4	123.5	104.2			
1991		120.9	213.4	176.6	156.5	117.5	85.8	120.6	79.9	74.7	74.5	72
1992	72.8	107.1	139.9	124.1	88.8	120.5	113.1	102.4	82.3	105.7	61.5	
1993	98.2	130.9	136.4	164.4	149	130.7	98.6	116.6	146.8	122.5		
1996					207.7	131.9	141.1	112.4	126.4	107.5	104.6	111.8
1997	125.7	134.6	135	118.8	92.1	178.3	143.2	139.5	103.8	113.2	96.7	114.3
1998	138.7	176	230.2			198.9	159.6	138.5	133.4	94.2	121.1	
1999	124.6	127.2	164.6	185.4	193.5	150.4	152	135.6	137.5	109.2	110.7	107.5
Prom	109.8	128.0	163.5	152.2	147.4	147.3	126.5	123.6	114.3	103.9	94.9	101.4

Milpa Alta												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	117.4	101.9	143.7	141.3	171.6	140.2	104.9	117.4	95.3	124.9	127.7	104.6
1991*	150.3	144.6	235.3	235.1	190.2	146.3	121.3	139.8	116.3	113.9	103.5	100.2
1992*	94.9	144.8	196.5	171.5	143.4	153.2	123.3	129.0	111.2	103.8	107.8	129.0
1993	109.4	144.9	167.1	172.5	154.5	125.8	110.6	116.0	82.6	111.7	116.2	125.9
1994	111.4	145.1	29.5	195.8	182.0	128.6	135.3	104.8	103.0	115.2	122.2	123.7
1995	126.1	134.6	204.3	214.5	184.5	147.2	105.0	90.1	110.1	108.7	114.7	129.9
1996	167.5	167.8	227.7	199.2	218.1	122.9	132.8	107.4	115.8	122.1	127.9	120.6
1997	145.5	162.2	175.8	174.9	154.9	155.5	130.9	139.7	103.5	120.1	109.8	144.7
1998	164.9	198.8	250.9	280.1	302.7	195.4	92.1	122.1	85.0	58.1	116.2	122.3
Prom	131.9	149.4	181.2	198.3	189.1	146.1	117.4	118.5	102.5	108.7	116.2	122.3

ANEXO E

"Variación del volúmen en la Cuenca del Valle de México"

VOL. DE ALMACENAMIENTO DURANTE EL AÑO 2001
EN LOS PRINCIPALES VASOS DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

FECHA	Mm ³					
	GUADALUPE	IV	CONCEPCION	IV	MADIN	IV
01-Ene-01	49 976		10 857		16 593	
02-Ene-01	49 936	-0 040	10 847	-0 010	16 611	0 018
03-Ene-01	49 857	-0 079	10 783	-0 064	16 647	0 036
04-Ene-01	49 778	-0 079	10 784	-0 019	16 665	0 018
05-Ene-01	49 660	-0 118	10 690	-0 074	16 683	0 018
06-Ene-01	49 581	-0 079	10 643	-0 047	16 701	0 018
07-Ene-01	49 502	-0 079	10 567	-0 076	16 720	0 019
08-Ene-01	49 383	-0 119	10 541	-0 026	16 747	0 027
09-Ene-01	49 304	-0 079	10 522	-0 019	16 774	0 027
10-Ene-01	49 225	-0 079	10 504	-0 018	16 801	0 027
11-Ene-01	49 146	-0 079	10 476	-0 028	16 828	0 027
12-Ene-01	49 067	-0 079	10 448	-0 028	16 846	0 018
13-Ene-01	48 910	-0 157	10 429	-0 019		
14-Ene-01	48 672	-0 238	10 411	-0 018		
15-Ene-01	48 475	-0 197	10 392	-0 019	16 900	0 054
16-Ene-01	48 238	-0 237	10 373	-0 019	16 919	0 019
17-Ene-01	48 040	-0 198	10 355	-0 018	16 222	-0 697
18-Ene-01	47 848	-0 192	10 336	-0 019	15 616	-0 606
19-Ene-01	47 659	-0 189	10 336	0 000	15 598	-0 018
20-Ene-01	47 432	-0 227	10 336	0 000		
21-Ene-01	47 281	-0 151	10 318	-0 018		
22-Ene-01	47 016	-0 265	10 271	-0 047	15 661	0 063
23-Ene-01	46 827	-0 189	10 243	-0 028	15 679	0 018
24-Ene-01	46 600	-0 227	10 215	-0 028	15 697	0 018
25-Ene-01	46 411	-0 189	10 187	-0 028	15 725	0 028
26-Ene-01	46 260	-0 151	10 160	-0 027	15 743	0 018
27-Ene-01	46 033	-0 227	10 160	0 000		
28-Ene-01	45 806	-0 227	10 132	-0 028		
29-Ene-01	45 655	-0 151	10 122	-0 010	15 806	0 063
30-Ene-01	45 466	-0 189	10 085	-0 037	15 824	0 018
31-Ene-01	45 202	-0 264	10 029	-0 056	15 842	0 018
01-Feb-01	45 013	-0 189	9 977	-0 052	15 860	0 018
02-Feb-01	44 872	-0 141	9 933	-0 044	15 887	0 027
03-Feb-01	44 521	-0 303	9 881	-0 052		
04-Feb-01	44 294	-0 227	9 846	-0 035		
05-Feb-01	44 184	-0 110	9 811	-0 035		
06-Feb-01	44 000	-0 184	9 768	-0 043	15 960	0 073
07-Feb-01	43 819	-0 181	9 724	-0 044	15 978	0 018
08-Feb-01	43 637	-0 182	9 681	-0 043	15 996	0 018
09-Feb-01	43 420	-0 217	9 637	-0 044	16 014	0 018
10-Feb-01	43 239	-0 181	9 585	-0 052		
11-Feb-01	43 021	-0 218	9 542	-0 043		
12-Feb-01	42 804	-0 217	9 498	-0 044	16 068	0 054
13-Feb-01	42 622	-0 182	9 455	-0 043	16 086	0 018
14-Feb-01	42 441	-0 181	9 411	-0 044	16 104	0 018
15-Feb-01	42 260	-0 181	9 368	-0 043	16 123	0 019
16-Feb-01	42 079	-0 181	9 324	-0 044	16 132	0 009
17-Feb-01	41 861	-0 218	9 281	-0 043		
18-Feb-01	41 680	-0 181	9 237	-0 044		
19-Feb-01	41 499	-0 181	9 193	-0 044	16 159	0 027
20-Feb-01	41 354	-0 145	9 150	-0 043	16 168	0 009
21-Feb-01	41 136	-0 218	9 115	-0 035	16 177	0 009
22-Feb-01	40 955	-0 181	9 072	-0 043	16 195	0 018
23-Feb-01	40 737	-0 218	9 037	-0 035	16 213	0 018
24-Feb-01	40 521	-0 218	8 993	-0 044	16 231	0 018
25-Feb-01	40 313	-0 208	8 950	-0 043	16 240	0 009
26-Feb-01	40 139	-0 174	8 915	-0 035	16 257	0 027
27-Feb-01	39 931	-0 208	8 880	-0 035	16 285	0 018
28-Feb-01	39 792	-0 139	8 846	-0 034	16 303	0 018
01-Mar-01	39 619	-0 173	8 819	-0 027	15 851	-0 452
02-Mar-01	39 416	-0 203	8 776	-0 043		
03-Mar-01	39 237	-0 179	8 776	0 000	15 905	0 054
04-Mar-01	39 098	-0 139	8 785	0 009	15 933	0 028
05-Mar-01	38 924	-0 174	8 793	0 008	15 943	0 010
06-Mar-01	38 750	-0 174	8 802	0 009	15 960	0 017
07-Mar-01	38 542	-0 208	8 819	0 017	15 969	0 009
08-Mar-01	38 368	-0 174	8 828	0 009	15 969	0 000
09-Mar-01	38 195	-0 173	8 828	0 000	15 978	0 009
10-Mar-01	38 021	-0 174	8 837	0 009	15 987	0 009
11-Mar-01	37 848	-0 173	8 837	0 000	15 996	0 009
12-Mar-01	37 674	-0 174	8 846	0 009	16 005	0 009
13-Mar-01	37 501	-0 173	8 854	0 008	16 023	0 018
14-Mar-01	37 292	-0 209	8 846	-0 008	16 041	0 018
15-Mar-01	37 119	-0 173	8 837	-0 009	16 032	-0 009
16-Mar-01	36 917	-0 202	8 828	-0 009	16 041	0 009
17-Mar-01	36 751	-0 166	8 802	-0 026	16 059	0 018
18-Mar-01	36 550	-0 201	8 776	-0 026	16 077	0 018
19-Mar-01	36 350	-0 200	8 750	-0 026	16 095	0 018
20-Mar-01	36 150	-0 200	8 724	-0 026	16 150	0 055
21-Mar-01	35 817	-0 333	8 663	-0 061	16 195	0 045
22-Mar-01	35 950	0 133	8 689	0 026	16 168	-0 027
23-Mar-01	35 417	-0 533	8 645	-0 044	16 213	0 045
24-Mar-01	35 183	-0 234	8 611	-0 034	16 240	0 027
25-Mar-01	34 950	-0 233	8 585	-0 026	16 276	0 036
26-Mar-01	34 650	-0 300	8 558	-0 027	16 303	0 027
27-Mar-01	34 416	-0 234	8 541	-0 017	16 340	0 037
28-Mar-01	34 150	-0 266	8 524	-0 017	16 358	0 018
29-Mar-01	33 916	-0 234	8 498	-0 026	16 376	0 018
30-Mar-01	33 865	-0 051	8 471	-0 027	16 394	0 018
31-Mar-01	33 472	-0 393	8 436	-0 035		

V1 Volumen de almacenamiento
al inicio del periodo analizado

VOL. DE ALMACENAMIENTO DURANTE EL AÑO 2001
EN LOS PRINCIPALES VASOS DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

FECHA	Mm³					
	GUADALUPE	IV	CONCEPCIÓN	IV	MADÍN	AV
01-Abr-01	33 179	-0.293	8 410	-0.026		
02-Abr-01	32 911	-0.268	8 393	-0.017	16 484	0.090
03-Abr-01	32 654	-0.257	8 375	-0.018	16 502	0.018
04-Abr-01	32 340	-0.314	8 332	-0.043	16 521	0.019
05-Abr-01	32 138	-0.202	8 297	-0.035	16 539	0.018
06-Abr-01	31 881	-0.257	8 229	-0.068	16 557	0.018
07-Abr-01	31 527	-0.354	8 158	-0.071		
08-Abr-01	31 269	-0.258	8 086	-0.072		
09-Abr-01	30 915	-0.354	8 006	-0.080	16 611	0.054
10-Abr-01	30 497	-0.418	7 934	-0.072	16 629	0.018
11-Abr-01	30 342	-0.155	7 855	-0.079	16 647	0.018
12-Abr-01	30 124	-0.218	7 790	-0.065	16 665	0.018
13-Abr-01	29 969	-0.155	7 754	-0.036		
14-Abr-01	30 031	0.062	7 754	0.000		
15-Abr-01	30 000	-0.031	7 762	0.008		
16-Abr-01	30 156	0.156	7 762	0.000	16 738	0.073
17-Abr-01	29 659	-0.497	7 682	-0.080	16 502	-0.236
18-Abr-01	29 286	-0.373	7 589	-0.093	16 521	0.019
19-Abr-01	29 255	-0.031	7 490	-0.099	16 086	-0.435
20-Abr-01	28 386	-0.869	7 396	-0.094	16 068	-0.018
21-Abr-01	28 107	-0.279	7 295	-0.101		
22-Abr-01	27 952	-0.155	7 264	-0.031		
23-Abr-01	27 734	-0.218	7 240	-0.024	16 113	0.045
24-Abr-01	27 424	-0.310	7 084	-0.156	16 132	0.019
25-Abr-01	27 185	-0.239	6 991	-0.093	16 159	0.027
26-Abr-01	26 826	-0.359	6 889	-0.102	16 195	0.036
27-Abr-01	26 527	-0.299	6 811	-0.078	16 231	0.036
28-Abr-01	26 258	-0.269	6 734	-0.077	16 276	0.045
29-Abr-01	25 959	-0.299	6 674	-0.060	16 303	0.027
30-Abr-01	25 750	-0.209	6 628	-0.046	16 340	0.037
01-May-01	25 510	-0.240	6 595	-0.033	16 367	0.027
02-May-01	25 331	-0.179	6 000	-6.595	16 421	0.054
03-May-01	25 092	-0.239	6 000	0.000	16 457	0.036
04-May-01	24 792	-0.300	6 000	0.000	16 475	0.018
05-May-01	24 584	-0.208	6 410	6.410	16 502	0.027
06-May-01	24 262	-0.322	6 000	-6.410		
07-May-01	24 061	-0.201	6 000	0.000	16 539	0.037
08-May-01	23 889	-0.172	6 358	6.358	16 566	0.027
09-May-01	23 315	-0.574	6 364	0.006	16 593	0.027
10-May-01	23 286	-0.029	6 377	0.013	16 620	0.027
11-May-01	22 970	-0.316	6 384	0.007	16 638	0.018
12-May-01	22 654	-0.316	6 437	0.053	16 665	0.027
13-May-01	22 683	0.029	6 450	0.013	16 711	0.046
14-May-01	22 712	0.029	6 496	0.046	16 744	0.033
15-May-01	22 367	-0.345	6 509	0.013	16 801	0.057
16-May-01	22 339	-0.028	6 509	0.000	16 828	0.027
17-May-01	22 080	-0.259	6 523	0.014	16 855	0.027
18-May-01	21 793	-0.287	6 529	0.006	16 882	0.027
19-May-01	21 453	-0.340	6 536	0.007	16 910	0.028
20-May-01	21 206	-0.247	6 542	0.006	16 928	0.018
21-May-01	20 986	-0.220	6 542	0.000	16 946	0.018
22-May-01	20 821	-0.165	6 542	0.000	16 792	-0.154
23-May-01	20 628	-0.193	6 549	0.007	16 602	-0.190
24-May-01	20 381	-0.247	6 562	0.013	16 430	-0.172
25-May-01	20 106	-0.275	6 595	0.033	16 358	-0.072
26-May-01	19 913	-0.193	6 615	0.020	16 394	0.036
27-May-01	19 666	-0.247	6 622	0.007	16 412	0.018
28-May-01	19 473	-0.193	6 628	0.006	16 430	0.018
29-May-01	19 198	-0.275	6 635	0.007	16 448	0.018
30-May-01	18 896	-0.302	6 635	0.000	16 466	0.018
31-May-01	18 734	-0.162	6 641	0.006	16 484	0.018
01-Jun-01	18 496	-0.238	6 648	0.007	16 249	-0.235
02-Jun-01	18 208	-0.290	6 648	0.000	15 453	-0.796
03-Jun-01	17 995	-0.211	6 655	0.007	14 641	-0.812
04-Jun-01	17 866	-0.129	6 668	0.013	14 346	-0.295
05-Jun-01	17 732	-0.134	6 674	0.008	13 840	-0.506
06-Jun-01	18 101	0.369	6 734	0.060	12 834	-1.006
07-Jun-01	17 864	-0.237	6 747	0.013	11 828	-1.006
08-Jun-01	17 336	-0.528	6 760	0.013	11 949	0.121
09-Jun-01	16 466	-0.870	6 780	0.020	12 025	0.076
10-Jun-01	15 676	-0.790	6 788	0.008	12 070	0.045
11-Jun-01	15 251	-0.425	6 819	0.031	12 146	0.076
12-Jun-01	14 727	-0.524	6 920	0.101	12 214	0.068
13-Jun-01	14 053	-0.674	6 959	0.039	12 282	0.068
14-Jun-01	14 178	0.125	6 991	0.032	12 343	0.061
15-Jun-01	14 427	0.249	7 022	0.031	12 441	0.098
16-Jun-01	14 852	0.425	7 201	0.179	12 516	0.075
17-Jun-01	15 052	0.200	7 225	0.024	12 585	0.069
18-Jun-01	15 052	0.000	7 240	0.015	12 607	0.022
19-Jun-01	15 052	0.000	7 264	0.024	12 630	0.023
20-Jun-01	15 925	0.874	7 420	0.156	12 736	0.106
21-Jun-01	16 334	0.408	7 443	0.023	12 872	0.136
22-Jun-01	16 756	0.422	7 466	0.023	13 068	0.196
23-Jun-01	16 967	0.211	7 498	0.032	13 129	0.061
24-Jun-01	17 372	0.405	7 505	0.007	13 174	0.045
25-Jun-01	17 442	0.070	7 529	0.024	13 235	0.061
26-Jun-01	17 500	0.158	7 561	0.132	13 416	0.181
27-Jun-01	17 811	0.211	7 834	0.173	13 658	0.242
28-Jun-01	18 101	0.290	7 670	0.036	13 893	0.235
29-Jun-01	18 286	0.185	7 891	0.021	13 961	0.068
30-Jun-01	18 523	0.237	7 906	0.015	14 021	0.060

VOL. DE ALMACENAMIENTO DURANTE EL AÑO 2001
EN LOS PRINCIPALES VASOS DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

FECHA	Mm ³					
	GUADALUPE	AV	CONCEPCIÓN	AV	MADIN	AV
01-Jul-01	18 628	0.105	7 913	0.007	14 059	0.038
02-Jul-01	18 787	0.159	7 927	0.014	14 157	0.098
03-Jul-01	18 896	0.109	7 942	0.015	14 263	0.106
04-Jul-01	19 893	0.797	7 978	0.036	14 498	0.235
05-Jul-01	20 023	0.330	8 064	0.086	14 687	0.189
06-Jul-01	20 326	0.303	8 100	0.036	14 823	0.136
07-Jul-01	20 463	0.137	8 129	0.029	14 910	0.087
08-Jul-01	20 628	0.165	8 150	0.021	14 965	0.055
09-Jul-01	21 288	0.660	8 222	0.072	15 164	0.199
10-Jul-01	21 536	0.248	8 280	0.058	15 345	0.181
11-Jul-01	22 051	0.515	8 315	0.035	15 435	0.090
12-Jul-01	22 769	0.718	8 376	0.061	16 303	0.868
13-Jul-01	23 343	0.574	8 411	0.035	16 446	0.143
14-Jul-01	23 630	-0.287	8 454	0.043	16 141	-0.305
15-Jul-01	23 946	0.316	8 480	0.026	15 788	-0.353
16-Jul-01	24 090	0.144	8 698	0.218	14 947	-0.841
17-Jul-01	24 233	0.143	8 802	0.104	14 104	-0.843
18-Jul-01	24 613	0.380	8 837	0.035	13 212	-0.892
19-Jul-01	24 733	0.120	8 872	0.035	12 993	-0.219
20-Jul-01	24 942	0.209	8 889	0.017	13 106	0.113
21-Jul-01	25 182	0.240	8 941	0.052	13 258	0.152
22-Jul-01	25 391	0.209	8 976	0.035	13 409	0.151
23-Jul-01	25 809	0.418	9 002	0.026	13 492	0.083
24-Jul-01	25 989	0.180	9 028	0.026	13 575	0.083
25-Jul-01	26 257	0.268	9 071	0.043	13 643	0.068
26-Jul-01	26 586	0.329	9 097	0.026	13 711	0.068
27-Jul-01	26 886	0.300	9 150	0.053	13 787	0.076
28-Jul-01	27 035	0.149	9 185	0.035	13 870	0.083
29-Jul-01	27 641	0.606	9 220	0.035	14 082	0.212
30-Jul-01	28 262	0.621	9 246	0.026	14 210	0.128
31-Jul-01	28 474	0.212	9 272	0.026	14 346	0.136
01-Ago-01	28 799	0.325	9 298	0.026	14 452	0.106
02-Ago-01	28 976	0.177	9 324	0.026	14 520	0.068
03-Ago-01	29 162	0.186	9 341	0.017	14 581	0.061
04-Ago-01	29 380	0.218	9 359	0.018	14 649	0.068
05-Ago-01	29 783	0.403	9 385	0.026	14 762	0.113
06-Ago-01	30 497	0.714	9 411	0.026	14 838	0.076
07-Ago-01	30 915	0.418	9 437	0.026	14 974	0.136
08-Ago-01	31 237	0.322	9 455	0.018	15 127	0.153
09-Ago-01	31 333	0.096	9 489	0.034	15 345	0.218
10-Ago-01	31 946	0.613	9 524	0.035	15 471	0.126
11-Ago-01	32 880	0.934	9 533	0.009	14 657	-0.814
12-Ago-01	32 880	0.000	9 533	0.000	14 430	-0.227
13-Ago-01	33 266	0.386	9 602	0.069	14 263	-0.167
14-Ago-01	33 717	0.451	9 663	0.061	13 401	-0.862
15-Ago-01	34 150	0.433	9 698	0.035	12 963	-0.438
16-Ago-01	34 483	0.333	9 724	0.026	13 053	0.090
17-Ago-01	34 950	0.467	9 768	0.044	13 205	0.152
18-Ago-01	35 317	0.367	9 785	0.017	13 295	0.090
19-Ago-01	35 550	0.233	9 811	0.026	13 386	0.091
20-Ago-01	35 784	0.234	9 855	0.044	13 447	0.061
21-Ago-01	35 984	0.200	9 872	0.017	13 522	0.075
22-Ago-01	36 150	0.166	9 881	0.009	13 568	0.046
23-Ago-01	36 317	0.167	9 881	0.000	13 621	0.053
24-Ago-01	36 417	0.100	9 863	-0.018	13 666	0.045
25-Ago-01	36 617	0.200	9 843	-0.020	13 431	-0.235
26-Ago-01	37 017	0.400	9 907	0.064	13 598	0.167
27-Ago-01	37 431	0.414	9 933	0.026	13 942	0.344
28-Ago-01	38 195	0.764	10 085	0.152	14 052	0.110
29-Ago-01	38 542	0.347	10 113	0.028	14 203	0.151
30-Ago-01	38 889	0.347	10 160	0.047	13 704	-0.499
31-Ago-01	39 376	0.487	10 197	0.037	12 948	-0.756
01-Sep-01	39 792	0.416	10 290	0.093	13 288	0.340
02-Sep-01	40 244	0.452	10 383	0.093	13 560	0.272
03-Sep-01	40 774	0.530	10 485	0.102	13 742	0.182
04-Sep-01	41 100	0.326	10 532	0.047	13 900	0.158
05-Sep-01	41 462	0.362	10 625	0.093	14 036	0.136
06-Sep-01	41 789	0.327	10 671	0.046	14 044	0.008
07-Sep-01	42 804	1.015	10 745	0.074	13 719	-0.325
08-Sep-01	43 456	0.652	10 210	-0.535	13 258	-0.461
09-Sep-01	43 673	0.217	10 866	0.656	12 955	-0.303
10-Sep-01	43 818	0.145	10 940	0.074	13 008	0.053
11-Sep-01	44 109	0.291	10 951	0.011	13 174	0.166
12-Sep-01	44 861	0.752	11 180	0.229	13 447	0.273
13-Sep-01	45 390	0.529	11 212	0.032	13 628	0.181
14-Sep-01	45 844	0.454	11 286	0.074	13 787	0.159
15-Sep-01	46 298	0.454	11 349	0.063	13 931	0.144
16-Sep-01	46 638	0.340	11 402	0.053	13 492	-0.439
17-Sep-01	47 054	0.416	11 444	0.042	12 985	-0.507
18-Sep-01	47 281	0.227	11 486	0.042	13 129	0.144
19-Sep-01	47 583	0.302	11 528	0.042	13 273	0.144
20-Sep-01	47 810	0.227	11 633	0.105	13 386	0.113
21-Sep-01	48 080	0.270	11 664	0.031	13 500	0.114
22-Sep-01	48 278	0.198	11 706	0.042	13 575	0.075
23-Sep-01	48 514	0.236	11 727	0.021	13 651	0.076
24-Sep-01	49 186	0.672	11 790	0.063	13 832	0.181
25-Sep-01	50 015	0.829	12 022	0.232	13 817	-0.015
26-Sep-01	50 845	0.830	12 056	0.034	14 120	0.303
27-Sep-01	51 872	1.027	12 056	0.000	14 702	0.582
28-Sep-01	53 069	1.197	12 044	-0.012	15 137	0.435
29-Sep-01	53 813	0.744	11 958	-0.086	14 415	-0.722
30-Sep-01	54 474	0.661	11 895	-0.063	13 643	-0.772

**VOL. DE ALMACENAMIENTO DURANTE EL AÑO 2001
EN LOS PRINCIPALES VASOS DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO**

FECHA	GUADALUPE		CONCEPCIÓN		MADIN	
	AV		AV		AV	
01-Oct-01	54 847	0.373	11 822	-0.073	12 872	-0.771
02-Oct-01	54 929	0.082	11 738	-0.084	13 099	0.227
03-Oct-01	54 598	-0.331	11 727	-0.011	13 310	0.211
04-Oct-01	54 350	-0.248	11 780	0.053	13 492	0.182
05-Oct-01	54 640	0.290	11 822	0.042	13 643	0.151
06-Oct-01	54 392	-0.248	11 948	0.126	13 794	0.151
07-Oct-01	53 978	-0.414	11 979	0.031	12 834	-0.960
08-Oct-01	54 226	0.248	12 011	0.032	12 917	0.083
09-Oct-01	54 392	0.166	12 067	0.056	13 114	0.197
10-Oct-01	54 557	0.165	12 078	0.011	13 265	0.151
11-Oct-01	54 805	0.248	12 133	0.055	13 348	0.083
12-Oct-01	54 971	0.166	12 122	-0.011	13 454	0.106
13-Oct-01	55 136	0.165	12 122	0.000	13 568	0.114
14-Oct-01	55 343	0.207	12 133	0.011	13 666	0.098
15-Oct-01	55 632	0.289	12 144	0.011	13 182	-0.484
16-Oct-01	55 797	0.165	12 089	-0.055	13 295	0.113
17-Oct-01	55 301	-0.496	12 044	-0.045	12 993	-0.302
18-Oct-01	55 053	-0.248	11 979	-0.065	13 099	0.106
19-Oct-01	55 177	0.124	12 044	0.065	13 197	0.098
20-Oct-01	55 301	0.124	12 078	0.034	13 288	0.091
21-Oct-01	55 425	0.124	12 111	0.033	13 371	0.083
22-Oct-01	55 467	0.042	12 122	0.011	13 462	0.091
23-Oct-01	55 549	0.082	12 133	0.011	13 545	0.083
24-Oct-01	55 715	0.166	12 133	0.000	13 628	0.083
25-Oct-01	55 301	-0.414	12 089	-0.044	13 084	-0.544
26-Oct-01	55 053	-0.248	12 044	-0.045	13 182	0.098
27-Oct-01	55 136	0.083	12 022	-0.022	13 280	0.098
28-Oct-01	55 219	0.083	12 056	0.034	13 348	0.068
29-Oct-01	55 301	0.082	12 089	0.033	13 401	0.053
30-Oct-01	55 384	0.083	12 111	0.022	13 469	0.068
31-Oct-01	55 508	0.124	12 133	0.022	13 537	0.068
01-Nov-01	55 549	0.041	12 133	0.000	13 621	0.084
02-Nov-01	55 632	0.083	12 133	0.000	13 643	0.022
03-Nov-01	55 715	0.083	12 111	-0.022	13 689	0.046
04-Nov-01	55 756	0.041	12 089	-0.022	13 552	-0.137
05-Nov-01	55 839	0.083	12 067	-0.022	13 477	-0.075
06-Nov-01	55 921	0.082	12 033	-0.034	12 796	-0.711
07-Nov-01	56 004	0.083	12 022	-0.011	12 811	0.045
08-Nov-01	56 088	0.084	12 011	-0.011	12 902	0.091
09-Nov-01	56 132	0.044	11 989	-0.022	13 711	0.809
10-Nov-01	56 175	0.043	11 958	-0.031	13 757	0.046
11-Nov-01	56 261	0.066	11 937	-0.021	13 794	0.037
12-Nov-01	56 305	0.044	11 916	-0.021	13 840	0.046
13-Nov-01	56 391	0.086	11 874	-0.042	13 893	0.053
14-Nov-01	56 434	0.043	11 842	-0.032	13 938	0.045
15-Nov-01	56 305	-0.129	11 811	-0.031	13 991	0.053
16-Nov-01	56 132	-0.173	11 811	0.000	14 021	0.030
17-Nov-01	56 004	-0.128	11 779	-0.032	14 067	0.046
18-Nov-01	55 880	-0.124	11 769	-0.010	14 112	0.045
19-Nov-01	55 714	-0.166	11 748	-0.021	14 150	0.038
20-Nov-01	55 632	-0.082	11 727	-0.021	14 195	0.045
21-Nov-01	55 549	-0.083	11 706	-0.021	14 241	0.046
22-Nov-01	55 466	-0.083	11 716	0.010	14 286	0.045
23-Nov-01	55 425	-0.041	11 727	0.011	14 331	0.045
24-Nov-01	55 342	-0.083	11 758	0.031	14 377	0.046
25-Nov-01	55 218	-0.124	11 779	0.021	14 422	0.045
26-Nov-01	55 053	-0.165	11 800	0.021	14 445	0.023
27-Nov-01	55 011	-0.042	11 811	0.011	14 467	0.022
28-Nov-01	54 929	-0.082	11 779	-0.032	14 490	0.023
29-Nov-01	54 805	-0.124	11 716	-0.063	14 520	0.030
30-Nov-01	54 581	-0.124	11 685	-0.031	14 551	0.031
01-Dic-01	54 598	-0.083	11 874	0.189		
02-Dic-01	54 515	-0.083	11 895	0.021		
03-Dic-01	54 433	-0.082	11 622	-0.273		
04-Dic-01	54 309	-0.124	11 580	-0.042		
05-Dic-01	54 267	-0.042	11 538	-0.042	14 725	0.174
06-Dic-01	54 060	-0.207	11 517	-0.021	14 755	0.030
07-Dic-01	53 812	-0.248	11 475	-0.042	14 793	0.038
08-Dic-01	53 688	-0.124	11 433	-0.042	14 566	-0.227
09-Dic-01	53 482	-0.206	11 412	-0.021	14 588	0.022
10-Dic-01	53 151	-0.331	11 370	-0.042	14 611	0.023
11-Dic-01	52 944	-0.207	11 338	-0.032	14 641	0.030
12-Dic-01	52 737	-0.207	11 338	0.000	14 596	-0.045
13-Dic-01	52 448	-0.289	11 317	-0.021		
14-Dic-01	52 200	-0.248	11 286	-0.031	14 717	0.121
15-Dic-01	52 035	-0.165	11 254	-0.032	14 740	0.023
16-Dic-01	51 753	-0.282	11 191	-0.063	14 762	0.022
17-Dic-01	51 516	-0.237	11 170	-0.021	14 785	0.023
18-Dic-01	51 359	-0.157	11 097	-0.073	14 815	0.030
19-Dic-01	51 121	-0.238	11 024	-0.073	14 838	0.023
20-Dic-01	50 923	-0.198			14 865	0.027
21-Dic-01	50 796	-0.137			14 883	0.018
22-Dic-01	50 410	-0.376			14 901	0.018
23-Dic-01	50 293	-0.117			14 919	0.018
24-Dic-01	50 094	-0.199			14 947	0.028
25-Dic-01	50 055	-0.039	10 783	-0.241	14 985	0.038
26-Dic-01	50 094	0.039			15 010	0.025
27-Dic-01	50 173	0.079			15 028	0.018
28-Dic-01	50 173	0.000			15 055	0.027
29-Dic-01	50 213	0.040			15 082	0.027
30-Dic-01	50 252	0.039			15 108	0.026
31-Dic-01	50 292	0.040			15 137	0.029
Suma		0.316		-0.074		-1.456
				Suma de las 3 presas		-1.214
						-1.456

V2 Volumen de almacenamiento

0.316

-0.074

-1.456

BIBLIOGRAFÍA

1. **ANÁLISIS ACTUAL Y PROYECCIÓN FUTURA DEL SUMINISTRO DE AGUA EN BLOQUE A LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.**
HITOMEX, CONTRATO No. 5-111-1 0470
Secretaría General de Obras
D.G.C.O.H.
México, D.F.
diciembre 1995
2. **ATLAS AGROPECUARIO**
VII CENSO AGROPECUARIO
INEGI
México
1991
3. **ATLAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.**
Departamento del Distrito Federal
Secretaría de Desarrollo Social
El Colegio de México
Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano
1ª edición
México
noviembre 1987
4. **ATLAS GENERAL DEL ESTADO DE MÉXICO.**
Gobierno del Estado de México
Toluca
1993
5. **BASE DE DATOS.**
INEGI
México
1996

6. **BOLETÍN HIDROLÓGICO.**
Datos del Valle de México
NO. 12 al No. 43 (1959-1990)
Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos
Comisión Nacional del Agua
Gerencia de Aguas del Valle de México
México
1990

7. **XI CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA, 1990**
INEGI
Resultados definitivos
Tomos I-IV y Datos por localidad (Integración Territorial)
Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala
México
1990

8. **XIV CENSO INDUSTRIAL, IX CENSO COMERCIAL Y
XI CENSO DE SERVICIOS
CENSOS ECONÓMICOS 1994**
Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala
INEGI
MÉXICO
1994

9. **DIAGNOSTICO DE LA PRESAS DEL PONIENTE**
INSTITUTO DE INGENIERÍA CONTRATO No. 0-33-1-2087
D.G.C.O.H
México
febrero 1992

10. **ECOLOGÍA URBANA**
VOLUMEN ESPECIAL
Gío - Argáez R., Hernández Ruiz I., Sáinz Hernández E.
Sociedad Mexicana de Historia Natural
México
1989

11. ESTADÍSTICAS DEL MEDIO AMBIENTE

INEGI

México

1994

12. LA SITUACIÓN DE LA SALUD EN EL DISTRITO FEDERAL, 1994.

Sistema Nacional de Salud

Subdirección de Planeación

Dirección General de Estadística e Informática

México, D.F.

1994

13. LA SITUACIÓN DE LA SALUD EN EL ESTADO DE MÉXICO, 1994

Sistema Nacional de Salud

Subdirección de Planeación

Dirección General de Estadística e Informática

México, D.F.

1994

**14. LA SITUACIÓN DE LA SALUD EN EL ESTADO DE HIDALGO,
1994.**

Sistema Nacional de Salud

Subdirección de Planeación

Dirección General de Estadística e Informática

México, D.F.

1994

**15. LA SITUACIÓN DE LA SALUD EN EL ESTADO DE TLAXCALA,
1994.**

Sistema Nacional de Salud

Subdirección de Planeación

Dirección General de Estadística e Informática

México, D.F.

1994

16. LOS MUNICIPIOS DE ESTADO DE MÉXICO

Colección: Enciclopedia de los Municipios de México
Centro Nacional de Estudios Municipales
Secretaría de Gobernación
México, D.F.
julio de 1988

17. LOS MUNICIPIOS DE HIDALGO

Colección: Enciclopedia de los Municipios de México
Centro Nacional de Estudios Municipales
Secretaría de Gobernación
México, D.F.
julio de 1988

18. LOS MUNICIPIOS DE TLAXCALA

Colección: Enciclopedia de los Municipios de México
Centro Nacional de Estudios Municipales
Secretaría de gobernación
México, D.F.
julio de 1988

**19. MANUAL TÉCNICO DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE POZOS EN LAS CUENCAS DE MÉXICO
Y DEL ALTO LERMA**

ININSA
Secretaría General de Obras
D.G.C.O.H.
México, D.F.
1986

20. PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

ESTADO DE HIDALGO
XI CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA
INEGI
1990

- 21. PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO**
ESTADO DE MÉXICO
XI CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA
INEGI
1990
- 22. PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO**
ESTADO DE TLAXCALA
XI CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA
INEGI
1990
- 23. PLAN REGIONAL METROPOLITANO DEL VALLE DE MÉXICO**
Volumen IV
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco
Gobierno del Estado de México
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas
Dirección General de Desarrollo Urbano y Vivienda
1992
- 24. POBLACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE MÉXICO 1950-1990**
CONAPO
México
1990
- 25. PLAN MAESTRO DE DRENAJE DE LA ZONA METROPOLITANA**
DE LA CIUDAD DE MÉXICO 1924-2010
SERPPIA, CONVENIO No. 4-33-1-2531/2
Secretaría General de Obras
D.G.C.O.H.
INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM
México, D.F.
septiembre 1994

26. RESULTADOS DEFINITIVOS TOMO I
DISTRITO FEDERAL
XI CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA
INEGI
1990

27. RESULTADOS DEFINITIVOS TOMO I
ESTADO DE HIDALGO
XI CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 1990
INEGI
1990

28. RESULTADO DEFINITIVOS TOMO I
ESTADO DE MÉXICO
XI CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 1990
INEGI
1990

29. RESULTADOS DEFINITIVOS TOMO I
ESTADO DE TLAXCALA
XI CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 1990.
INEGI
1990

30. SÍNTESIS GEOGRÁFICA DEL ESTADO DE HIDALGO
INEGI
1993

31. RIEGO POR ASPERSIÓN
Merino
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO
1987

32. TESIS: CAMBIOS CLIMÁTICOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Ruiz Hernández José Antonio
Facultad de Filosofía y Letras
Colegio de Geografía
UNAM
octubre 1994

33. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y SANEAMIENTO DEL VALLE DE MÉXICO

Informe preliminar
Comisión Nacional del Agua
Ciudad de México DF
Estado de Hidalgo
Estado de México
octubre 1995

34. BALANCE DE AGUAS SUPERFICIALES EN LA CUENCA DEL RÍO BALSAS

Claudia Hinojosa Robledo
Escuela Nacional de Estudios Profesionales
Aragón
UNAM
Junio de 2001