

***Actualización de la disponibilidad media anual
de agua en el acuífero Ciénega de Chapala
(1607), Estado de Michoacán***

*Publicada en el Diario Oficial de la Federación
20 de abril de 2015*

Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea

Publicada en el diario oficial de la federación el 20 de Abril de 2015

El artículo 22 segundo párrafo de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), señala que para el otorgamiento de una concesión o asignación, debe tomarse en cuenta la disponibilidad media anual del agua, que se revisará al menos cada tres años; sujetándose a lo dispuesto por la LAN y su reglamento.

Del resultado de estudios técnicos recientes, se concluyó que existe una modificación en la disponibilidad de agua subterránea, debido a cambios en el régimen natural de recarga, volumen concesionado y/o descarga natural comprometida; por lo que se ha modificado el valor de la disponibilidad media anual de agua.

La actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en este documento corresponde a una fecha de corte en el **Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014.**

DXXI REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO"							
CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES							
ESTADO DE MICHOACÁN							
1607	CIENÉGA DE CHAPALA	126.0	27.8	94.057914	85.5	4.142086	0.000000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

ACUIFERO 1607 CIENEGA DE CHAPALA

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	102	43	54.5	19	53	42.9	DEL 1 AL 2 POR EL LIMITE ESTATAL
2	102	54	10.1	19	57	59.4	DEL 2 AL 3 POR EL LIMITE DEL ESTATAL
3	103	0	53.5	19	57	34.2	DEL 3 AL 4 POR EL LIMITE DEL ESTATAL
4	102	56	58.6	20	9	32.9	DEL 4 AL 5 POR EL LIMITE DEL ESTATAL
5	102	41	2.5	20	13	5.1	DEL 5 AL 6 POR EL LIMITE DEL ESTATAL
6	102	37	0.0	20	14	50.2	
7	102	36	33.4	20	14	52.6	
8	102	34	28.2	20	15	24.3	
9	102	34	0.7	20	15	17.4	
10	102	33	38.3	20	14	51.1	
11	102	32	28.7	20	14	41.6	
12	102	32	20.1	20	14	37.3	
13	102	31	52.7	20	14	34.6	
14	102	30	2.7	20	13	19.8	
15	102	28	32.7	20	13	9.2	
16	102	27	12.6	20	11	46.1	
17	102	26	19.1	20	11	11.3	
18	102	26	0.4	20	11	15.2	
19	102	25	43.3	20	11	2.3	
20	102	26	38.6	20	6	1.5	
21	102	33	17.9	20	0	16.9	
22	102	30	0.8	19	52	27.4	
23	102	32	8.3	19	51	20.7	
1	102	43	54.5	19	53	42.9	



Comisión Nacional del Agua

Subdirección General Técnica

Gerencia de Aguas Subterráneas

Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica

**DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD
DE AGUA EN EL ACUÍFERO CIÉNEGA DE
CHAPALA , ESTADO DE JALISCO.**

México, D.F., 30 de abril de 2002

DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ACUÍFERO CIÉNEGA DE CHAPALA, ESTADO DE JALISCO.

CONTENIDO

I.- GENERALIDADES.

- 1.1.- Antecedentes.
- 1.2.- Localización, extensión y límites de la unidad hidrogeológica.
- 1.3.- Municipios.

II.- MARCO FÍSICO.

- 2.1.- Climatología.
- 2.2.- Hidrografía.
- 2.3.- Geología.

III.- HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.

- 3.1.- El acuífero.
- 3.2.- Niveles de agua subterránea..
- 3.3.- Extracciones de agua subterránea.

IV.- BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.

- 4.1.- Ecuación de balance.
- 4.2.- Recarga.
- 4.3.- Descarga.
- 4.4.- Cambio de almacenamiento.

V.- DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA.

BIBLIOGRAFÍA.

DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ACUÍFERO CIÉNEGA DE CHAPALA, ESTADO DE MICHOACAN.

I.- GENERALIDADES.

1.1.- Antecedentes.

Con el paso del tiempo, el Lago de Chapala ha sufrido una reducción en sus niveles, llegando a ser una expresión superficial reducida. Esto se debe, principalmente, a que el suministro del lago, que depende proveniente de la precipitación pluvial y del subsuelo, ha reducido el suministro de agua hacia éste, puesto que existe una fuerte evaporación y se ha incrementado la extracción de agua en pozos agrícolas, conjuntamente con el desarrollo de la agricultura.

Por esa situación, se formó, en 1989, el llamado “Consejo de Cuenca Lerma-Chapala”, que tiene como objetivo la preservación de la calidad y el saneamiento del agua en el lago referido, además de eficientar su uso a través de programas de aprovechamientos urbanos, agropecuarios e industriales, mediante el procedimiento y el reuso de las aguas residuales, entre otros.

De igual forma, aunque en 1906, se dio una concesión para desecar la parte oriental del lago, y a través de un bordo de 80 km de longitud, se pudo regar las tierras agrícolas que forman la ciénega de Chapala.

En un principio, el lago tenía una extensión superficial mayor a los 70 kilómetros, pero en 1950, sufrió una seria desecación por cambios de las condiciones climáticas y por disminución del aporte de agua a través del río Lerma; en 1980, se presentó de nuevo la misma situación, lo que motivó que la ribera del lago retrocediera algunos kilómetros. Sin embargo, ha partir de la década de los 60's, la precipitación promedio anual en esa zona se ha incrementado.

De igual forma, el lago recibe una descarga de aguas negras proveniente del río Lerma que aumenta a lo largo de todo su recorrido, con contenidos altos de metales pesados –plomo, cromo, cianuro y mercurio-, grasas, coliformes, pesticidas, fertilizantes y algas de especies tóxicas lo que ha deteriorado, en mucho, la calidad de su agua, así como al ecosistema.

En la parte baja de una fosa tectónica de gran dimensión, el lago de Chapala y su ciénega se desarrolla, con una probable alimentación ascendente de acuíferos que se ubican a profundidad, debajo del relleno lacustre. No obstante, aparecen niveles más altos que los freáticos de la ciénega, hasta más elevados que el terreno, que representa artesianismo con un gradiente hidráulico vertical.

1.2.- Localización, extensión y límites de la unidad hidrogeológica.

En una superficie aproximada de 2,329 kilómetros cuadrados (km²) en el estado de Jalisco, se encuentra situado el acuífero de Ciénega de Chapala. En la porción oriental del lago de Chapala se extiende parte de la ciénega, la Ciénega se divide en dos partes: la norte, que se encuentra en el estado de Jalisco y la sur, en el de Michoacán; a ambas las separa el río Lerma. Figura No. 1.

El acuífero se encuentra limitado por la siguiente poligonal:

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	103	1	58.8	20	1	33.6	Del 1 al 2 por el límite estatal
2	102	57	0.0	20	9	32.4	Del 2 al 3 por el límite estatal
3	102	41	2.4	20	13	4.8	Del 3 al 4 por el límite estatal
4	102	37	1.2	20	14	49.2	
5	102	33	39.6	20	14	49.2	
6	102	18	39.6	20	17	52.8	
7	102	17	31.2	20	20	38.4	Del 7 al 8 por el límite estatal
8	102	12	3.6	20	21	10.8	Del 8 al 9 por el límite estatal
9	102	10	48.0	20	21	18.0	
10	102	10	48.0	20	21	18.0	
11	102	10	1.2	20	19	4.8	
12	102	7	1.2	20	14	20.4	
13	102	3	28.8	20	12	21.6	
14	102	2	31.2	20	10	44.4	
15	102	4	12.0	20	6	21.6	
16	102	3	50.4	20	3	57.6	
17	102	7	44.4	20	3	28.8	
18	102	8	20.4	20	5	45.6	
19	102	11	13.2	20	7	44.4	
20	102	20	31.2	20	6	32.4	
21	102	22	22.8	20	11	38.4	
22	102	27	18.0	20	10	30.0	
23	102	27	57.6	20	4	37.2	
24	102	32	56.4	20	0	28.8	
25	102	30	32.4	19	53	13.2	
26	102	33	39.6	19	52	55.2	
27	102	34	51.6	19	51	50.4	
28	102	35	49.2	19	51	46.8	
29	102	37	1.2	19	51	57.6	
30	102	40	1.2	19	53	16.8	

31	102	41	27.6	19	53	24.0	
32	102	44	2.4	19	56	20.4	
33	102	46	40.8	19	58	19.2	
34	102	50	38.4	19	59	52.8	
35	102	53	42.0	20	0	3.6	
36	102	55	55.2	20	0	39.6	
37	102	55	12.0	20	2	24.0	
38	102	56	6.0	20	2	49.2	
39	102	57	43.2	20	2	34.8	
40	102	58	58.8	20	3	3.6	
41	103	0	25.2	20	2	2.4	
1	103	1	58.8	20	1	33.6	

1.3.- Municipios.

La zona de interés abarca los municipios de la Barca, Briseñas de Matamoros, Vista Hermosa, Jamay y La Luz.

La actividad principal es la agrícola, siendo los cultivos principales: maíz, centeno, trigo, leguminosas, forrajes y fresa, para lo cual aprovechan el agua de los ríos Lerma y Duero, los que a su vez son regados por los distritos de riego Nos. 87 y 24, Yurécuaro y Azuayo, respectivamente, ambos en el estado de Michoacán.

II.- MARCO FÍSICO.

2.1.- Climatología.

En la zona se presentan 4 tipos de clima: semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con predominio en la zona de interés; templado subhúmedo con lluvias en verano, característico de las inmediaciones de la localidad de Venustiano Carranza y San Ramón, templado subhúmedo, correspondiente al subtipo de humedad media de los templados y predomina al suroeste y noreste del área de estudio y semicálido-subhúmedo con lluvias en verano, identificado en la zona de Zamora de Hidalgo, al sur en el área de Sahuayo de Morelos y principalmente al norponiente de Ocotlan y San Martín de Zula.

La época de lluvias comprende los meses de junio a octubre, siendo julio el mes más lluvioso, con lámina de 235 mm. Del mismo modo, la precipitación media anual es de unos 719 mm.

También, la temperatura media anual en la zona de estudio varía entre 17 y 24° C: las temperaturas menores se registran en las áreas montañosas, siendo los meses más fríos diciembre y enero; las mayores se observan en sus partes bajas.

Con desarrollo análogo a la temperatura, la evaporación potencial media anual presenta valores de 1,731 a 2,260 mm. La evaporación potencial media mensual es mayor que la precipitación media respectiva en todos los meses, a diferencia de las áreas montañosas, en donde la precipitación es mayor en los meses más húmedos.

2.2.- Hidrografía.

El acuífero de Ciénega de Chapala se localiza dentro de la región hidrológica No. 12, Lerma-Chapala, siendo las corrientes principales los ríos Lerma, Duero y Huascato. El río Lerma corre en dirección oriente-poniente y atraviesa el área entrando por Yurécuaro; al pasar por los poblados de La Barca e Ibarra, se le une el río Duero hasta desembocar al lago de Chapala. En todo su curso confluyen en él, tanto el río Huascato como numerosos drenes algunos de ellos bajan de las partes altas.

2.3.- Geología.

Fisiográficamente, la zona de interés se encuentra enclavada en la parte noroccidental de la provincia llamada “Eje Neovolcánico”, siendo una faja de terreno que atraviesa al país de este a oeste. Igualmente, ésta se distingue por tener gran cantidad de derrames basálticos asociados con tobas y cenizas volcánicas, así como volcanes y lagos. Al norte colinda con la provincia de la Meseta Central o Altiplano Mexicano, que tiene altitudes de hasta 2,000 msnm.

Por su parte, geomorfológicamente la zona se dividió en varias unidades, según sus características, tales como: Ciénega de Chapala, valle de Azuayo-Jiquilpan y valle de Colesio, que forman zonas topográficamente bajas, siendo la ciénega un valle casi plano, con poca o nula pendiente, con una altitud de 1,550 msnm. Asimismo, el lago de Chapala corresponde a la parte baja del graben de Chapala; al sur y este colinda con conos volcánicos entre los que destacan los cerros de Los Nogales, El Muerto, Grande y El Burro; los últimos presentan un escarpe topográfico de 250 m, que corresponde a la falla de Pajacuarán; asimismo, se elevan hasta 2,300 msnm con formas cónicas, mientras que sobre la ciénega son de 750 m.

Los conos volcánicos antes referidos tienen drenaje radial, pendiente media de 0.15 y, geomorfológicamente, están en estado de juventud; por su parte, los valles se hallan en una etapa de madurez avanzada.

Según su origen tectónico, la fosa de Chapala es una depresión de casi 20 km de ancho por 110 km de longitud, lo que forma el graben de mismo nombre.

Geológicamente, las rocas que constituyen la zona de Ciénega de Chapala son ígneas – basaltos, tobas y andesitas- y sedimentarias –depósitos lacustres, gravas, arenas y arcillas-, con edades que van desde el Mioceno hasta el Reciente.

Basaltos.

En la ladera sur del lago de Chapala se encuentra la unidad de mayor antigüedad en la zona, conformada por basaltos de estructura compacta a vesicular, fuertemente fracturados, sin un rumbo específico. Su espesor alcanza profundidades hasta de 500 m. Por sus características hidráulicas, estas rocas presentan permeabilidad secundaria, alta, favorables para crear buenos acuíferos, a más de que actúa en sitios específicos como zonas tanto de escurrimiento como de recarga; sin embargo, en algunos lugares, su permeabilidad es baja, ya que las vesículas están rellenas de material arcillosos y sílice.

Tobas Acidas.

Afloran, localmente, en el cerro de Grande, en la porción nororiental de la zona; su estructura cambia de lajeada a compacta masiva, con fracturamiento moderado a intenso, y espesor de 50 a 100 m. En el valle, las tobas sobreyacen a los basaltos y se les ha asignado una edad del Plioceno Inferior.

Por sus propiedades litológicas y físicas, hidrogeológicamente, esta unidad tiene permeabilidad media a baja.

Andesitas.

Esta unidad al igual que la anterior aflora localmente y se caracteriza en la zona por la presencia de estructuras en forma de domos. Su mejor afloramiento se presenta en el cerro La Bolita, en la parte oriental de la ciénega, y en conos secundarios localizados en los alrededores del volcán Encinal; su estructura es compacta, con espesor de 80 m, aproximadamente. Dadas sus características geológicas y con base en las relaciones de campo observadas se le presupone una edad del Plioceno medio, razón por la cual en ocasiones se les encuentra intercaladas con los basaltos.

Geohidrológicamente, cuando están asociadas con basaltos fracturados tienen permeabilidad, y en el caso de los conos cineríticos, actúa como zona de recarga.

Basaltos indiferenciados.

Esta unidad a pesar de no aflorar en la zona de interés, se ha logrado definir su presencia por medio de registros geológicos de perforaciones realizadas en la zona, los cuales la ubican subyaciendo en forma concordante a las formaciones granulares, caracterizados por un fracturamiento intenso, que le confiere cierta permeabilidad.

Limos y arenas.

Representa la unidad lacustre que subyace a los depósitos clásticos del Cuaternario, compuesta por ceniza volcánica, toba, arenisca de grano fino y arcilla, que forma parte del graben de Chapala y lomeríos en el área de La Barca-Yurécuaro. Se le considera de edad Mioceno-Plioceno.

Geohidrológicamente, esta unidad tiene permeabilidad baja, por su contenido de sedimentos finos, de alta porosidad.

Aluvión.

Esta es una unidad de materiales granulares no consolidados, conformados principalmente por gravas, arenas, limos y arcillas. Se le puede localizar en las planicies y como relleno de los valles, distribuida ampliamente en la zona. Tiene espesores reducidos, de 20 m, en la ciénega.

III.- HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.

3.1.- El acuífero.

Constituido por una acumulación de materiales arcillosos depositados en un área hundida entre dos fallas geológicas de gran magnitud, que constituye el denominado “Graben de Chapala”, el acuífero de Ciénega de Chapala se extiende del río Duero al sur, con profundidades hasta de 500 m en algunos sitios. Estos materiales arcillosos son de muy baja permeabilidad, por lo que el potencial acuífero resulta desfavorable para su aprovechamiento.

El acuífero es alimentado por dos fuentes de agua que provienen del subsuelo: la de basaltos, al sur del valle, sureste y oriente, y la que se extiende a lo largo del río Duero, al norte de la zona, donde está constituido por depósitos lacustres del Terciario.

Precisamente, los basaltos tienen un área amplia de recarga, con permeabilidad secundaria, debida a su fracturamiento, productores de altos caudales específicos en los pozos que atraviesan a estas rocas; sin embargo, por el contenido de materiales arcillosos, también se encuentran rendimientos bajos. En las áreas donde el acuífero está formado por depósitos lacustres, los pozos pueden tener caudales específicos de medio a bajo.

Asimismo, el acuífero de Ciénega de Chapala tiene una descarga natural a través de la evaporación de los niveles freáticos someros (menores de 2 m) y, a su vez, es probable que reciba una descarga ascendente de acuíferos profundos que subyacen al relleno aluvial y/o lacustre los cuales se manifiestan a través de manantiales en las riveras del lago.

3.2.- Niveles de agua subterránea.

La profundidad a los niveles estáticos en el acuífero de Ciénega de Chapala, correspondientes al mes de diciembre de 1999, varía entre menos de 5 y poco más de 30 m, controlada por la configuración topográfica y por el bombeo de los pozos ahí emplazados.

En la figura No. 2, se observa que los niveles del agua están más someros en las inmediaciones del lago de Chapala, con valores de 1 a 6 m, aumentando hacia la parte oriental de la zona, de tal modo que en el poblado de Briseñas de Matamoros se registran

valores del orden de 10 m de la superficie, mientras que en las inmediaciones de la localidad de La Paz de Ordaz su rango es de 20 a 30 m de profundidad; además de que en el pozo No. CNA-27, la profundidad al nivel del agua llega a ser de 50 m, puesto que este tiene bombeo continuo e intenso.

Por su parte, en la figura No. 3, se ilustra la configuración de los niveles del agua subterránea mediante curvas de igual elevación referidas al nivel medio del mar (msnm), donde se aprecia que los valores de las equipotenciales van de 1515 a 1490 msnm. En general, decrece de las partes altas del valle hacia las zonas fluviales y descarga en el lago de Chapala; al mismo tiempo, destaca una depresión en los alrededores de la localidad de La Paz de Ordaz, al norte de La Barca, donde las curvas de igual elevación al nivel del agua van de 1520 a poco menos de 1500 msnm, probablemente, debido al bombeo de los pozos que se encuentran concentrados en esa área; como consecuencia de esto, se nota la presencia de un parteaguas hidrodinámico entre los poblados Briseñas de Matamoros y La Providencia, que bifurca al flujo subterráneo en las siguientes direcciones: una, al suroeste de la zona, hacia el lago de Chapala, y la otra, al noreste, donde se han invertido los gradientes hidráulicos.

Sin embargo, este fenómeno es local, ya que regionalmente el agua tiene un rumbo noreste-suroeste, que confluye en la parte más baja, es decir en el referido lago.

La evolución del nivel estático de la zona en cuestión, utilizando el método de superposición de curvas de igual profundidad al nivel estático, para el intervalo 1992-99, debido a que no había correspondencia en los pozos de otros estudios. Muestra de forma general que en el acuífero no se presentan cambios significativos en la posición de los niveles del agua subterránea, únicamente en el área de La Paz de Ordaz, en la que existen abatimientos hasta de 2 m por año, aproximadamente.

3.3.- Extracciones de agua subterránea.

En 1992, se divide esta zona en los valles de: Jiquilpan, Pajacuarán y Yurécuaro; para este estudio únicamente se consideraron los dos primeros, con una extracción de agua de 18.7 millones de metros cúbicos al año ($Mm^3/año$).

IV.- BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.

4.1.- Ecuación de balance.

La ecuación general de balance de la conservación de la masa, de acuerdo a la ley de Darcy establece lo siguiente:

$$\text{Entradas (E) - Salidas (S) = Cambio de almacenamiento (As).....(1)}$$

En las entradas se involucran tanto el flujo subterráneo que proviene de las sierras aledañas que alimentan al valle, como el aporte vertical que recibe el acuífero, que puede originarse

de la infiltración del agua de lluvia, el lateral que se genera de los acuíferos adyacentes, de los retornos de riego, de fuga de las tuberías de agua potable, entre otros, dando como resultado 7 Mm^3 .

Por su parte, las salidas del acuífero están conformadas por la extracción de las captaciones de agua subterránea, la que fue de 18.7 Mm^3 para el área de balance, ya que no cuenta con salidas subterráneas hacia otras zonas.

De lo anterior, el balance se planteó de la manera siguiente: se consideró una entrada subterránea de $7 \text{ Mm}^3/\text{año}$, extracción de $18.7 \text{ Mm}^3/\text{año}$, de la diferencia entre lo que entra y lo que sale del acuífero, el cambio de almacenamiento calculado fue $-4 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

El resultado que arrojó el balance fue una recarga vertical de $7.4 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

4.2.- Recarga.

La recarga vertical que recibe el acuífero de Ciénega de Chapala es de $7.4 \text{ Mm}^3/\text{año}$, por lo que la recarga total es de $14.4 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

4.3.- Descarga.

Por su parte, las descargas del acuífero se efectúa por bombeo, siendo la descarga total de $7 \text{ Mm}^3/\text{año}$, en el área de balance, para el periodo 1979-92.

4.4.- Cambio de almacenamiento.

El cambio de almacenamiento de la zona fue calculado, arrojando un resultado de $-4 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

V.- DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA.

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica = Recarga total media anual - Descarga natural comprometida. - Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA

5.1.- Recarga total media anual

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Ciénega de Chapala es de 14'400,000 millones de metros cúbicos por año (Mm³/año).

5.2.- Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Ciénega de Chapala la descarga natural comprometida se considera prácticamente nula.

5.3.- Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA

En el acuífero Ciénega de Chapala el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de 72'010,348 m³/año.

5.4.- Disponibilidad de aguas subterráneas

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA:

$$-57'610,348 = 14,400,000 - 0.0 - 72'010,348$$

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Ciénega de Chapala.

BIBLIOGRAFÍA.

- CIEPS Consultores, S.A de C.V., 1992, Actualización del Estudio Geohidrológico de algunas porciones de la cuenca del río Lerma. Contrato SGAA-91-II, CNA.
- Davis, S.N., and De Wiest, R.J.M., 1996, Hidrogeología. John Wiley and Sons, 463 p.
- Fetter, C.W., 1988. Applied Hydrogeology. 2nd Edition. Columbus: Merrill Publishing.
- Heath, R.C., 1983, Basic Groundwater Hydrology, USGS, Water Supply Paper 2220.
- IMTA, Levantamiento Piezométrico y Actividades Hidrogeológicas Complementarias en la Ciénega del Lago de Chapala, Jal.
- Kasenow, M and Pare, P., 1995., Using Specific Capacity to Estimate Transmissivity: Field and Computer Methods. Water Resources Publications.
- Morris, D. A., and A.I., Johnson, 1967. Summary of hydrological and physical properties of rock and soil materials as analyzed by the Hydrologic Lab. of the U.S. Geological Survey. USGS Water Supply Paper 1839-D.