

***Actualización de la disponibilidad media anual
de agua en el acuífero Reforma (0702), Estado
de Chiapas***

*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.**

DCXIV REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "FRONTERA SUR"							
CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES							
ESTADO DE CHIAPAS							
0702	REFORMA	2,968.9	2,750.2	27.714952	73.5	190.990048	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 0702 REFORMA

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	93	3	42.3	17	25	2.7	
2	93	2	29.9	17	19	7.9	
3	93	3	57.1	17	17	12.6	
4	93	4	53.3	17	12	30.3	
5	93	6	48.6	17	10	48.3	
6	93	11	48.7	17	11	43.3	
7	93	14	25.7	17	12	58.6	
8	93	18	3.9	17	11	52.7	
9	93	28	30.9	17	13	30.2	
10	93	34	30.6	17	15	30.1	
11	93	36	27.8	17	18	50.6	DEL 11 AL 12 POR EL LIMITE ESTATAL
12	93	21	56.4	17	48	8.1	DEL 12 AL 13 POR EL LIMITE ESTATAL
13	93	1	11.4	17	48	36.2	DEL 13 AL 14 POR EL LIMITE ESTATAL
14	92	59	33.4	17	31	44.4	
1	93	3	42.3	17	25	2.7	



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 REFORMA,
ESTADO DE CHIAPAS***

México, D.F., 30 de abril de 2002

DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL ACUÍFERO REFORMA, ESTADO DE CHIAPAS

Contenido

1 Generalidades

- 1.1 Localización
 - 1.1.1 Coordenadas
 - 1.1.2 Municipios

2 Estudios técnicos realizados con anterioridad

3 Fisiografía

- 3.1 Provincias fisiográficas
- 3.2 Clima
 - 3.2.1 Temperatura media anual
 - 3.2.2 Precipitación media anual
 - 3.2.3 Evaporación potencial media anual
- 3.3 Hidrografía
 - 3.3.1 Región hidrológica
 - 3.3.2 Cuenca
 - 3.3.3 Subcuenca
- 3.4 Geomorfología

4 Geología

- 4.1 Estratigrafía
- 4.2 Geología estructural
- 4.3 Geología del subsuelo

5 Hidrogeología

- 5.1 Tipo de acuífero
- 5.2 Piezometría
 - 5.2.1 Profundidad del nivel estático

6 Censo de aprovechamientos e hidrometría del bombeo

7 Balance de aguas subterráneas

- 7.1 Entradas
 - 7.1.1 Recarga natural
 - 7.1.2 Recarga inducida
- 7.2 Salidas
 - 7.2.1 Evapotranspiración
 - 7.2.2 Descargas naturales
 - 7.2.3 Bombeo
- 7.3 Cambio de almacenamiento

8 Disponibilidad

- 8.1 Recarga total media anual
- 8.2 Descarga natural comprometida
- 8.3 Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA
- 8.4 Disponibilidad de aguas subterráneas

Índice de figuras

Figura 1	Localización del Acuífero de Reforma, Chis.
Figura 2	Plano del Acuífero de Reforma, Chis.

Índice de tablas

Tabla 1	Vértices de la poligonal del Acuífero de Reforma, Chis.
---------	---

DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL ACUÍFERO REFORMA, ESTADO DE CHIAPAS

1 Generalidades

1.1 Localización

El acuífero de Reforma se localiza en la porción norte del estado de Chiapas y cubre una superficie de 4017 km², que representa cerca del 5.44% del territorio estatal.

1.1.1 Coordenadas

Geográficamente, el acuífero se encuentra dentro de la poligonal cuyos vértices se enlistan a continuación:

Tabla 1. Vértices de la poligonal del Acuífero de Reforma, Chiapas.

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	93	1	12.0	17	48	36.0	
2	92	59	24.0	17	31	51.6	
3	93	3	36.0	17	30	50.4	
4	93	2	31.2	17	11	34.8	
5	93	4	4.8	17	11	2.4	
6	93	5	42.0	17	12	43.2	
7	93	10	33.6	17	11	16.8	
8	93	27	28.8	17	12	3.6	
9	93	31	37.2	17	10	8.4	
10	93	36	32.4	17	12	57.6	
11	93	38	52.8	17	17	16.8	
12	93	36	28.8	17	18	50.4	
13	93	21	14.4	17	41	34.8	
1	93	1	12.0	17	48	36.0	

1.1.2 Municipios

El área de estudio se ubica en los siguientes municipios: Ocoatepec, Tecpatán, Chapultenango, Ixtacomitán, Ostuacán, Sunuapa, Pichucalco, Estación Juárez y Reforma, Chiapas; los dos primeros son cubiertos en forma parcial y el resto en forma total. Las poblaciones principales que se encuentran dentro del perímetro del acuífero son: Reforma, Pichucalco y Juárez.

La zona se encuentra en general bien comunicada; entre las principales vías de comunicación se encuentra la Carretera Federal No.190 que comunica la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, capital del Estado de Chiapas, con la ciudad de Villahermosa, Tabasco, pasando por el poblado de Pichucalco, hasta entroncar con la Carretera Federal No. 180 en el tramo Cárdenas-Villahermosa. Al oeste del poblado de Estación Juárez parte un camino pavimentado que une a otra población

importante de la región denominada Ostuacán; la localidad de Raudales Malpaso se comunica con la ciudad de Villahermosa, por medio de un camino pavimentado.

En el caso de las vías férreas, la parte sur del área que comprende este acuífero es atravesada por el Ferrocarril del Sureste, el cual procede de Coatzacoalcos, Veracruz, al oeste de la zona, comunica a la población de Escárcega, Campeche. Rumbo al este, se encuentran las estaciones de Juárez y La Crimea.

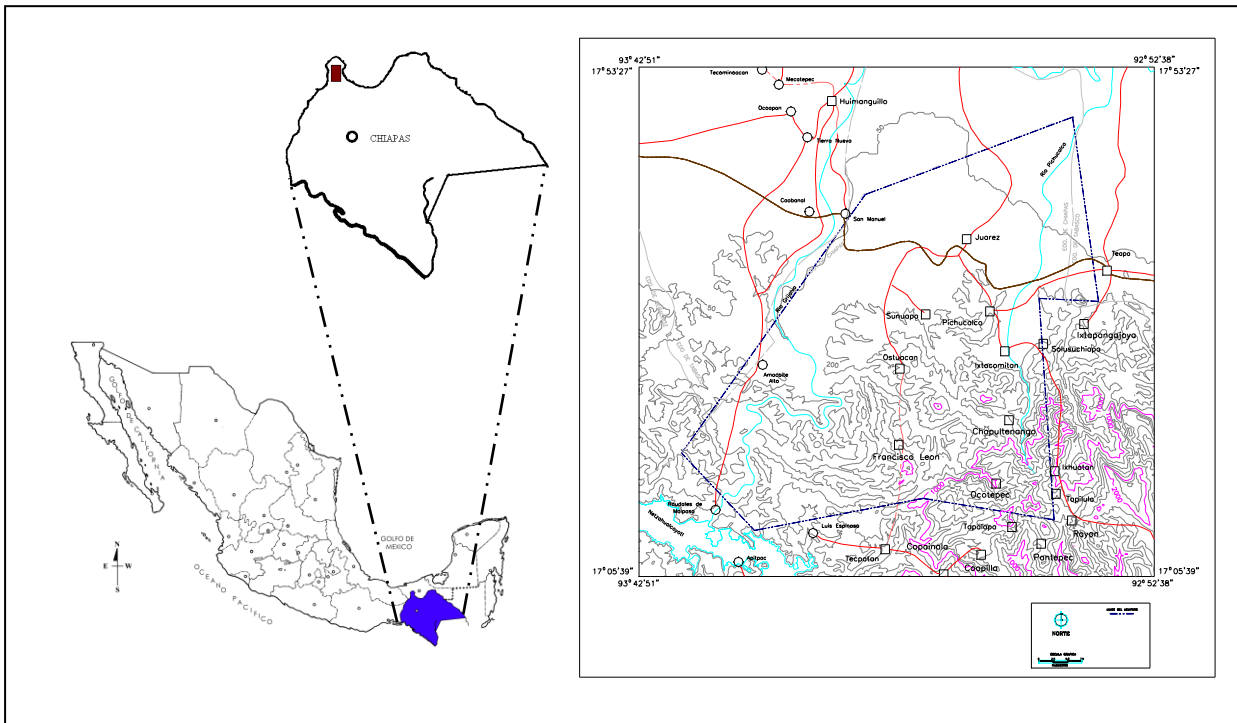


Figura 1. Localización del Acuífero de Reforma, Chiapas.

2 Estudios técnicos realizados con anterioridad

Sobre este acuífero, únicamente se cuenta con un estudio denominado “Levantamientos Geológicos y Geofísicos en el Estado de Chiapas”, encomendado por la Subdirección de Geohidrología y Zonas Áridas de la SARH a la empresa. Estudios Geológicos y Obras Civiles, S.A. (EGEOCISA) en el año de 1979.

3 Fisiografía

3.1 Provincias fisiográficas

De acuerdo a la clasificación de las Provincias Fisiográficas realizada por INEGI (1997), la zona de estudio se ubica dentro de la Provincia Llanura Costera del Golfo, constituida principalmente por una serie de lomeríos en cadena, con pendientes que varían de suaves a fuertes y elevaciones que alcanzan los 330 msnm. De acuerdo a la misma clasificación, el área de estudio queda incluida en las siguientes Subprovincias Fisiográficas:

- A Llanuras y Pantanos Tabasqueños. Presenta una pendiente muy baja hacia el norte y se desprende desde los 50 msnm en el límite sur colindando con las Montañas del Norte, hasta los 15 msnm en terrenos chiapanecos limítrofes con el Estado de Tabasco. Es común encontrar numerosas corrientes fluviales; la intensa erosión regresiva provoca la poca pendiente del terreno y sus gruesos paquetes de suelos areno-arcilloso. Esta región es de alta precipitación, con registros hasta de 4000 mm/año.

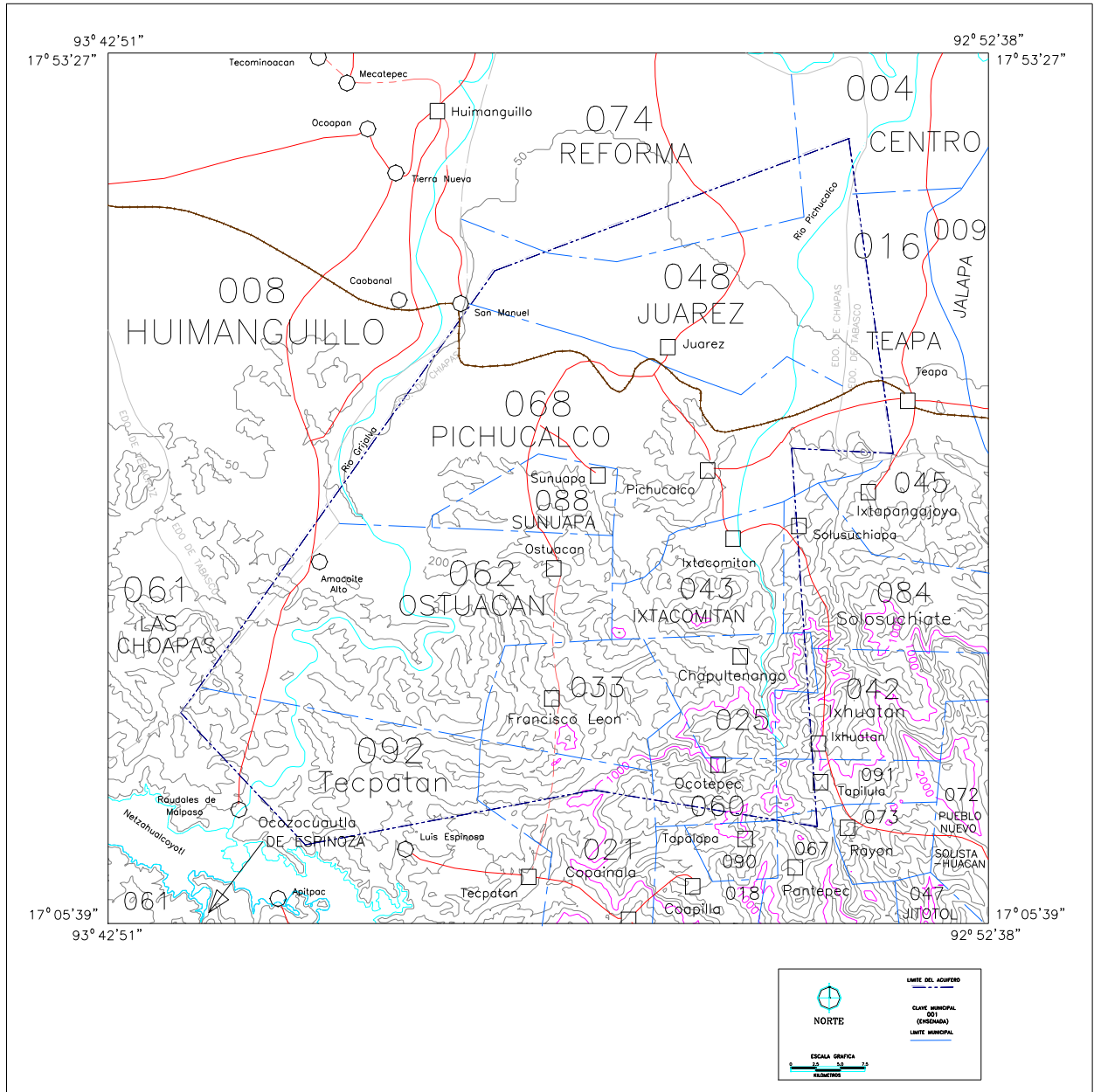


Figura 2. Plano del Acuífero de Reforma, Chiapas.

- B Sierras del Norte de Chiapas. Comprende una longitud de 250 km y su anchura es hasta de 65 km con una superficie de 12000 km², esta subprovincia es una franja con orientación este-oeste, que colinda al sur con la Meseta Central y al oriente con las Montañas del Oriente. La altitud que se presenta en esta provincia es de 1500 a 50 msnm.

3.2 Clima

Con base en los datos obtenidos de la carta de climas editada por INEGI escala 1:1000000, se observa que el área de estudio está caracterizada por dos tipos de climas: uno que corresponde a un clima cálido húmedo con abundante lluvia (Am(f)), y otro cálido húmedo con lluvias todo el año (Af(m)). El cálido húmedo se presenta al norte de la zona, con una vegetación de densas selvas y pantanos; al sur del área se tiene un clima cálido húmedo con lluvias todo el año, siendo los meses más calurosos mayo y junio, con selvas y bosques tropicales excepto en alturas mayores, donde se presentan encinos y pinos.

3.2.1 Temperatura media anual

La temperatura media anual es de 24.6° C; los meses más calurosos son abril y mayo con valores de 29° C y las mínimas en diciembre y enero, con valores de 22° C.

3.2.2 Precipitación media anual

Con la información disponible de las estaciones climatológicas fue posible establecer que la precipitación media anual en el área correspondiente al acuífero es de 3213 mm.

3.2.3 Evaporación potencial media anual

La evaporación potencial media anual es del orden de 1445.9 mm.

3.3 Hidrografía

El área corresponde a una cuenca abierta; las corrientes que drenan la superficie llegan directamente al Golfo de México y tiene como zona de parteaguas a la Sierra Madre del Sur (CRM, 1999).

3.3.1 Región Hidrológica

La zona de Reforma pertenece a la Región Hidrológica No. 30 “Grijalva-Usumacinta”.

3.3.2 Cuenca

El área en estudio esta localizada dentro de la Cuenca Grijalva-Villahermosa.

3.3.3 Subcuenca

El área del acuífero esta localizada dentro de las Subcuencas Ríos Mezcalapa, Pichucalco, Platanar, Tzimbac y Paredón.

3.4 Geomorfología

La característica geomorfológica predominante en el área, es el contraste de relieve por el cambio de pendiente entre la parte sur, correspondiente a las denominadas Montañas del Norte, que constituyen una franja con orientación este-oeste y altitudes máximas de 1500 msnm, y la Planicie Costera del Golfo de relieves muy suaves, con lomeríos en cadena orientados preferencialmente en dirección noreste-suroeste y elevaciones que alcanzan los 330 msnm. Esta

zona constituye una franja que se extiende desde el extremo suroccidental del estado de Veracruz, pasa por el Istmo de Tehuantepec y el estado de Tabasco y penetra al estado de Chiapas por su sector septentrional (CRM, 1999).

4 Geología

La zona que abarca este acuífero, comprende una porción de la Planicie Costera del Golfo. En la porción sur del área, correspondiente al límite norte de la Sierra de Chiapas, se encuentran aflorando rocas del Cretácico Inferior y Superior, así como sedimentos Terciarios y rocas ígneas extrusivas. El resto del área corresponde a depósitos Cuaternarios y a sedimentos miocénicos. La parte principal del acuífero se localiza en la Planicie Costera constituida por depósitos granulares finos que se encuentran en espesores de alrededor de 30 m, cubriendo a los sedimentos del Terciario que constituyen la Planicie Costera del Golfo.

4.1 Estratigrafía

Las rocas que componen la columna estratigráfica de la zona del acuífero, cubren un rango de edad que va del Cretácico al Reciente; se describen a continuación sus principales características, partiendo de las más antiguas y concluyendo con las de reciente formación.

Cretácico Inferior

Las rocas de esta edad están compuestas principalmente por dolomías con textura microcristalina y cristalina, con fracturas. Afloran en el extremo sureste del área, con un espesor de 250m y debido a su microfauna se les ha asignado una edad comprendida entre el Albiano y el Cenomaniano.

Cretácico Superior

Dentro de esta edad se han diferenciado las siguientes formaciones: Agua Nueva, con un espesor de 140 m, constituida principalmente por calizas cristalinas con nódulos de pedernal y arcillas perteneciente al Turoniano; por encima se encuentra la formación San Felipe con un espesor de 150m, constituida por calizas de grano fino, arcillosas, a la que se le ha asignado edad Cenomaniano. Por último, la Formación Méndez de edad Maestrichtiana, cubre a la formación San Felipe; tiene un espesor de 220m, y está constituida por margas, con textura suave a semidura.

Paleoceno

Corresponde a un potente cuerpo de 250 m de espesor, de lutitas de consistencia dura a semidura, arenosas, en partes bien cementadas por material calcáreo, se les ha encontrado foraminíferos, en base a los cuales se ha asignado a estos sedimentos una edad Paleoceno.

Eoceno

Esta unidad fue descrita por el Ing. López-Ramos, como un paquete de 1000 m de espesor que subyace a sedimentos del Oligoceno, constituido principalmente por lutitas que varían en textura de fina a media.

Oligoceno

La mayor parte de los sedimentos que constituyen las elevaciones topográficas del área, corresponden a esta edad, detectada por la microfauna que presentan; están constituidos de lutitas, así como por capas regulares de arenas e intercalaciones de cenizas volcánicas.

Pleistoceno y Reciente

A esta edad corresponden los depósitos granulares finos con espesores de alrededor de 30 m, que se encuentran cubriendo a los sedimentos del Terciario que constituyen la Planicie Costera.

4.2 Geología estructural

Superficialmente la mayor parte de esta provincia está cubierta por depósitos del Cuaternario que no han sufrido deformaciones. En el subsuelo de esta región se han descubierto grandes estructuras subyacentes bajo los sedimentos del sistema Terciario, con una litología que corresponde con areniscas, éstas conforman las trampas estructurales para los hidrocarburos.

4.3. Geología del subsuelo

Mediante el análisis de una sección estratigráfica construida con pozos hasta de 400 m de profundidad en el campo petrolero Samaria (en Disponibilidad del Acuífero Samaria-Cunduacán, CNA, 2000) se establece la presencia de un paquete arcillo-arenoso que contiene una serie de lentes de arenas y gravas.

5 Hidrogeología

5.1 Tipo de Acuífero

El cuerpo que almacena el agua subterránea, está formado fundamentalmente por sedimentos granulares, principalmente arena de grano fino. En los trabajos previos realizados en esta zona, se encontró que entre los depósitos granulares que constituyen esta región se localizan dos acuíferos. El primero está evidenciado por un gran número de norias que en su mayoría son explotados manualmente, ya que el agua se encuentra almacenada en los horizontes arenosos del cuaternario, y ha sido denominado acuífero superior. El segundo es denominado acuífero inferior, del que se está explotando el agua contenida en sedimentos arcillosos del terciario; debido a sus características, este acuífero se considera del tipo semiconfinado, el cual está delimitado por estratos de baja permeabilidad.

5.2 Piezometría

5.2.1 Profundidad del nivel estático

Con la información obtenida de norias, se tiene que la profundidad del nivel estático se encuentra alrededor de los 10 m, mientras que para los datos obtenidos de pozos se tienen profundidades que varían entre 25 y 60 m, y caudales de 50 a 120 lps.

6 Censo de aprovechamientos e hidrometría del bombeo

Con base a la información proporcionada por la Subgerencia Regional de Administración del Agua, a través del Registro Público de Derechos del Agua (REPD), en la zona que comprende este acuífero, se tiene un total de 108 aprovechamientos, mismos que cuentan con su título de concesión inscritos en el REPD.

Del total de aprovechamientos, 70 corresponden a uso industrial con un volumen de 72.003 Mm³/año; 24 son de servicio público urbano, con un volumen de 1.1 Mm³/año; 1 de uso agrícola, 1 de uso doméstico, 10 de uso pecuario y 2 de servicios, con un volumen global de 0.370 Mm³/año.

7 Balance de aguas subterráneas

El área de estudio no cuenta con información piezométrica, sin embargo se tienen datos de entrada, recarga inducida, etc.

La ecuación general de balance de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es como sigue:

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

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa, por el cambio de almacenamiento de una unidad hidrogeológica, representada como sigue:

$$\text{Recarga total - Descarga total = Cambio de almacenamiento.....(2)} \\ \text{en la unidad hidrogeológica}$$

Más específicamente la ecuación queda como sigue:

$$[\text{Eh} + 1_1 (\text{Volumen lluvia}) + 1_2 (\text{Uso público urbano}) + 1_3 (\text{Usos agrícola + otros})] - \\ [\text{Sh} + \text{Q}_{\text{base}} + \text{Manantiales} + \text{Evapotranspiración} + \text{Extracción}] = \\ \text{V}_d \text{S} = \Delta \text{A} \dots\dots\dots(3)$$

7.1 Entradas

La recarga total esta constituida por la recarga natural y la recarga incidental o inducida por la aplicación de agua en las actividades humanas, tanto de origen superficial como subterránea. El volumen total de entradas al acuífero asciende a 2968.9 Mm³/año.

7.1.1 Recarga natural

La recarga natural del Acuífero Reforma, es del orden de 2968.87 Mm³/año; la cual básicamente comprende la infiltración por precipitación de la lluvia y la infiltración por corrientes; las entradas horizontales por flujo subterráneo, no se consideraron debido a que no se cuenta con información hidrogeológica y piezométrica.

7.1.2 Recarga inducida

La recarga inducida, producto de los retornos de riego, es del orden de 0.03 Mm³/año; de los cuales, el 99.5% corresponden a la demanda de aguas superficiales y el 0.5% a la demanda de aguas subterráneas.

7.2 Salidas

7.2.1 Evapotranspiración

La salida por evapotranspiración se estimó en 290.409 Mm³/año; considerando la profundidad de los niveles estáticos de la región entre 6 y 15 m, y aplicando un porcentaje del 5% de la evapotranspiración potencial media anual.

7.2.2 Descargas naturales

Para la estimación de la descarga natural del acuífero, se consideró la descarga por corrientes durante la temporada de estiaje, la demanda superficial y el uso consuntivo por vegetación nativa; este último, aplicándose un porcentaje del 50% de la evapotranspiración estimada en la región.

El volumen por descarga natural es del orden de 2604.98 Mm³/año; de los cuales, 2459.78 Mm³/año, corresponde a la descarga por corrientes que drenan la superficie del acuífero y 145.20 Mm³/año a salidas por flujo horizontal.

7.2.3 Bombeo

La extracción de aguas subterráneas por bombeo, a través de 108 aprovechamientos, es del orden de 73.473 Mm³/año; de los cuales, el 98% corresponde al sector industrial y el 2% restante a los demás usos.

7.3 Cambio de almacenamiento

No existen variaciones en los niveles del agua, por lo tanto no existe cambio de almacenamiento.

En forma resumida, el balance se presenta en la tabla 2, de acuerdo con la expresión (3).

8 Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad de las aguas subterráneas, se aplica el procedimiento establecido 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 que se determina por medio de la expresión siguiente:

$$\begin{array}{l} \text{Disponibilidad media} \\ \text{anual de agua} \\ \text{subterránea en una} \\ \text{unidad hidrogeológica} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Recarga total} \\ \text{media anual} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Descarga natural} \\ \text{comprometida} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Volumen anual de} \\ \text{aguas subterráneas....(4)} \\ \text{concesionado e} \\ \text{inscrito en el REPDA} \end{array}$$

8.1 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 este caso es de 2,968,900,000 Mm³/año.

8.2 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, obteniéndose un volumen comprometido de 2,750,195,000 m³ anuales.

8.3 Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA

El volumen anual de extracción, 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 34,947,402 m³/año.

8.4 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, que de acuerdo con la expresión (4) resultó ser de 183,757,598 m³/año.

$$183,757,598 = 2'968,900,000 - 2'750,195,000 - 34,947,402$$

La cifra indica que existe volumen disponible de 183,757,598 m³ anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada Acuífero de Reforma, estado de Chiapas.

BIBLIOGRAFÍA

Resúmenes de Acuíferos para la Publicación de la Disponibilidad del Acuífero de Reforma.
Comisión Nacional del Agua. Gerencia Regional Frontera Sur. 2000.

Atlas Nacional del Medio Físico. 1981. S.P.P.

Consejo de Recursos Minerales. Monografía Geológico-Minera del Estado de Chiapas, 1999.

Tabla 2. Balance de aguas subterráneas.

Área total del acuífero				Km ²	4017
RECARGA TOTAL					
Área del valle				Km ²	1490
Coeficiente					
Precipitación				mm	3213
Recarga natural por lluvia					
Entradas naturales					
Total de recarga natural				Mm ³ /año	2968.9
Público Urbano					
Recarga inducida P.U.					
Agrícola más otros					
Recarga inducida Agrícola				Mm ³ /año	0.03
RECARGA TOTAL				Mm³/año	2968.87
DESCARGA TOTAL					
Salidas horizontales				Mm ³ /año	145.20
Caudal base				Mm ³ /año	2459.78
Evapotranspiración				Mm ³ /año	290.409
Extracción total				Mm ³ /año	73.473
Manantiales comprometidos					-
Industrial				Mm ³ /año	72.003
Público -Urbano				Mm ³ /año	1.1
Restantes				Mm ³ /año	0.37
DESCARGA TOTAL				Mm³/año	2968.87
Cambio de almacenamiento				Mm ³ /año	0
Coefficiente de almacenamiento					
Volumen drenado					
AGUA SUPERFICIAL					
Agrícola					
Público Urbano					
Industrial					