

***Actualización de la disponibilidad media anual  
de agua en el acuífero La Sierra (2705), Estado  
de Tabasco***

*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.**

### DCXXXII REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "FRONTERA SUR"

| CLAVE | ACUÍFERO | R  | DNCOM | VCAS | VEXTET | DAS | DÉFICIT |
|-------|----------|--|-------|------|--------|-----|---------|
|       |          | CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES |       |      |        |     |         |

#### ESTADO DE TABASCO

|      |           |       |       |           |      |            |          |
|------|-----------|-------|-------|-----------|------|------------|----------|
| 2705 | LA SIERRA | 771.9 | 132.8 | 31.151605 | 13.3 | 607.948395 | 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 2705 LA SIERRA**

| VERTICE | LONGITUD OESTE |         |          | LATITUD NORTE |         |          | OBSERVACIONES                      |
|---------|----------------|---------|----------|---------------|---------|----------|------------------------------------|
|         | GRADOS         | MINUTOS | SEGUNDOS | GRADOS        | MINUTOS | SEGUNDOS |                                    |
| 1       | 92             | 23      | 7.8      | 17            | 35      | 40.2     |                                    |
| 2       | 92             | 19      | 52.2     | 17            | 34      | 47.1     |                                    |
| 3       | 92             | 15      | 44.3     | 17            | 33      | 28.4     |                                    |
| 4       | 92             | 13      | 39.2     | 17            | 29      | 34.4     |                                    |
| 5       | 92             | 3       | 48.4     | 17            | 25      | 5.6      |                                    |
| 6       | 91             | 58      | 44.9     | 17            | 25      | 56.6     |                                    |
| 7       | 91             | 55      | 23.3     | 17            | 25      | 5.6      |                                    |
| 8       | 91             | 53      | 37.1     | 17            | 23      | 13.1     |                                    |
| 9       | 91             | 50      | 7.8      | 17            | 21      | 18.9     |                                    |
| 10      | 91             | 49      | 49.8     | 17            | 16      | 38.9     |                                    |
| 11      | 91             | 44      | 10.5     | 17            | 13      | 29.4     |                                    |
| 12      | 91             | 41      | 7.4      | 17            | 9       | 20.7     |                                    |
| 13      | 91             | 48      | 59.2     | 17            | 9       | 6.5      |                                    |
| 14      | 91             | 53      | 2.3      | 17            | 5       | 8.5      |                                    |
| 15      | 91             | 48      | 36.6     | 17            | 1       | 14.4     |                                    |
| 16      | 92             | 2       | 3.0      | 16            | 59      | 15.0     |                                    |
| 17      | 92             | 4       | 29.4     | 16            | 57      | 51.5     |                                    |
| 18      | 92             | 14      | 55.9     | 17            | 0       | 46.0     |                                    |
| 19      | 92             | 15      | 12.6     | 16            | 57      | 23.1     |                                    |
| 20      | 92             | 12      | 50.2     | 16            | 52      | 47.2     |                                    |
| 21      | 92             | 14      | 5.3      | 16            | 50      | 8.6      |                                    |
| 22      | 92             | 27      | 30.1     | 16            | 48      | 17.6     |                                    |
| 23      | 92             | 35      | 0.6      | 16            | 48      | 37.3     |                                    |
| 24      | 92             | 36      | 57.5     | 16            | 46      | 54.5     |                                    |
| 25      | 92             | 42      | 14.4     | 16            | 49      | 15.3     |                                    |
| 26      | 92             | 47      | 55.0     | 16            | 54      | 29.9     |                                    |
| 27      | 92             | 48      | 0.8      | 16            | 56      | 59.1     |                                    |
| 28      | 92             | 49      | 30.7     | 16            | 59      | 52.9     |                                    |
| 29      | 92             | 49      | 35.0     | 17            | 5       | 17.4     |                                    |
| 30      | 92             | 54      | 56.6     | 17            | 14      | 20.7     |                                    |
| 31      | 92             | 59      | 44.9     | 17            | 10      | 42.0     |                                    |
| 32      | 93             | 2       | 28.6     | 17            | 12      | 11.8     |                                    |
| 33      | 93             | 4       | 53.3     | 17            | 12      | 30.3     |                                    |
| 34      | 93             | 3       | 57.1     | 17            | 17      | 12.6     |                                    |
| 35      | 93             | 2       | 29.9     | 17            | 19      | 7.9      |                                    |
| 36      | 93             | 3       | 42.3     | 17            | 25      | 2.7      |                                    |
| 37      | 92             | 59      | 33.4     | 17            | 31      | 44.4     | DEL 37 AL 38 POR EL LIMITE ESTATAL |
| 38      | 93             | 1       | 11.4     | 17            | 48      | 36.2     |                                    |
| 39      | 92             | 55      | 48.3     | 17            | 50      | 12.2     |                                    |
| 40      | 92             | 44      | 37.5     | 17            | 50      | 20.0     |                                    |
| 41      | 92             | 41      | 37.0     | 17            | 44      | 55.8     |                                    |
| 42      | 92             | 37      | 5.7      | 17            | 44      | 4.9      |                                    |
| 1       | 92             | 23      | 7.8      | 17            | 35      | 40.2     |                                    |



***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 LA SIERRA,  
ESTADO DE TABASCO***

México, D.F., 30 de abril de 2002

## ACUIFERO: LA SIERRA

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1 Localización.

El acuífero La Sierra, se localiza en la porción centro-sur del estado de Tabasco, tiene una superficie de 1,817 km<sup>2</sup>, que cubre los municipios de Teapa, Tacotalpa, Jalapa y, parcialmente los de Macuspana y el Centro. Los principales centros de población localizados dentro del área son las cabeceras municipales de Teapa, Tacotalpa y Jalapa. Limita al norte con el acuífero Samaria-Cunduacán, al sur y este con el estado de Chiapas y al oeste con el acuífero Reforma estado de Chiapas.

El acuífero La Sierra está delimitado por la poligonal cuyas coordenadas geográficas de sus vértices, se presentan en la siguiente tabla:

| Vértice | LONGITUD OESTE |         |          | LATITUD NORTE |         |          | OBSERVACIONES                    |
|---------|----------------|---------|----------|---------------|---------|----------|----------------------------------|
|         | GRADOS         | MINUTOS | SEGUNDOS | GRADOS        | MINUTOS | SEGUNDOS |                                  |
| 1       | 92             | 26      | 56.4     | 17            | 34      | 44.4     | Del 1 al 2 por el límite estatal |
| 2       | 92             | 23      | 9.6      | 17            | 35      | 38.4     |                                  |
| 3       | 92             | 21      | 18.0     | 17            | 32      | 27.6     |                                  |
| 4       | 92             | 15      | 54.0     | 17            | 26      | 9.6      |                                  |
| 5       | 92             | 8       | 34.8     | 17            | 22      | 4.8      |                                  |
| 6       | 91             | 57      | 46.8     | 17            | 21      | 3.6      |                                  |
| 7       | 91             | 56      | 27.6     | 17            | 22      | 51.6     |                                  |
| 8       | 91             | 50      | 16.8     | 17            | 20      | 52.8     |                                  |
| 9       | 91             | 50      | 6.0      | 17            | 15      | 57.6     |                                  |
| 10      | 91             | 44      | 9.6      | 17            | 13      | 30.0     |                                  |
| 11      | 91             | 42      | 3.6      | 17            | 10      | 12.0     |                                  |
| 12      | 91             | 54      | 32.4     | 17            | 5       | 49.2     |                                  |
| 13      | 91             | 51      | 57.6     | 17            | 1       | 30.0     |                                  |
| 14      | 92             | 13      | 37.2     | 17            | 2       | 27.6     |                                  |
| 15      | 92             | 17      | 31.2     | 16            | 59      | 34.8     |                                  |
| 16      | 92             | 12      | 25.2     | 16            | 53      | 6.0      |                                  |
| 17      | 92             | 25      | 26.4     | 16            | 49      | 4.8      |                                  |
| 18      | 92             | 26      | 56.4     | 16            | 49      | 30.0     |                                  |
| 19      | 92             | 28      | 48.0     | 16            | 48      | 10.8     |                                  |
| 20      | 92             | 38      | 27.6     | 16            | 48      | 0.0      |                                  |
| 21      | 92             | 42      | 57.6     | 16            | 50      | 6.0      |                                  |
| 22      | 92             | 48      | 25.2     | 16            | 56      | 9.6      |                                  |
| 23      | 92             | 50      | 13.2     | 17            | 4       | 48.0     |                                  |
| 24      | 92             | 56      | 27.6     | 17            | 14      | 20.4     |                                  |

|    |    |    |      |    |    |      |                                    |
|----|----|----|------|----|----|------|------------------------------------|
| 25 | 93 | 2  | 31.2 | 17 | 11 | 34.8 |                                    |
| 26 | 93 | 3  | 36.0 | 17 | 30 | 50.4 |                                    |
| 27 | 92 | 59 | 24.0 | 17 | 31 | 51.6 | Del 27 al 28 por el límite estatal |
| 28 | 93 | 1  | 12.0 | 17 | 48 | 36.0 |                                    |
| 29 | 92 | 55 | 48.0 | 17 | 50 | 13.2 |                                    |
| 30 | 92 | 39 | 50.4 | 17 | 50 | 20.4 |                                    |
| 1  | 92 | 26 | 56.4 | 17 | 34 | 44.4 |                                    |

## 1.1. Situación administrativa del acuífero

### 1.2.1. Decreto de veda

Administrativamente el acuífero La Sierra queda comprendido en la Zona decretada de Veda del Río Grijalva, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de octubre de 1957, incluyendo también parte de los estados de Chiapas, Veracruz y Oaxaca.

### 1.2.2. Zonas de disponibilidad

De acuerdo a la Ley Federal de Derechos Artículo 223, la zona de disponibilidad determinada para el pago de derechos por aprovechamiento de aguas nacionales del subsuelo en el acuífero La Sierra, corresponde a dos zonas de disponibilidad, la 6 y 7, la primera abarca parcialmente el municipio del Centro y la segunda los municipios de Teapa, Tacotalpa y Jalapa parcialmente el municipio de Macuspana; a la fecha no existen organizaciones de usuarios para extraer agua del acuífero, ni unidades de riego dentro de la zona. Los usuarios que extraen mayores volúmenes de aguas subterráneas son: Agrícolas Particulares y SAPAET.

## 2. ESTUDIOS TECNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD.

La zona acuífera ha quedado comprendida en el siguiente estudio:

- Informe de Sondeos Eléctricos Verticales efectuados en el Proyecto “Villahermosa-Teapa”, Municipio de Teapa, Tabasco.- 1992.- Tomo I.

En los estudios ya mencionados se realizaron sondeos eléctricos verticales. La información de pozos de agua, los cuales suministran el agua potable en el estado, se obtuvo del organismo operador de agua potable (S. A. P. A. E. T.).

Actualmente ya se a integrado el primer grupo del agua de usuarios con aprovechamientos de tipo público-urbano, quedando éste representado prácticamente por el sistema operador de agua potable (SAPAET), el cual forma parte del consejo de cuenca del río Grijalva-Usumacinta.

### **3. FISIOGRAFIA**

#### **3.1. Provincia fisiográfica**

El acuífero La Sierra se encuentra situada en dos provincias fisiográficas la Llanura Costera del Golfo Sur y las Sierras de Chiapas y Guatemala, la primera es una llanura formada por grandes cantidades de aluvión acarreado por uno de los ríos más caudalosos del país, El Grijalva, el cual atraviesa la provincia para desembocar en la parte sur del Golfo de México, éste río se une al río Usumacinta cerca de la ciudad de Frontera, Tabasco (en tres brazos), donde tienen desembocadura común al Golfo de México.

En la zona cruzan los ríos de La Sierra, Teapa y Puyacatengo los cuales son de régimen permanente.

La mayor parte de la superficie de esta región presenta una altitud muy próxima al nivel del mar, quedando cubierta por material aluvial, morfológicamente está integrado por la planicie nominada provincia de la Llanura Costera del Golfo Sur.

La subprovincia de las Llanuras y Pantanos Tabasqueños comprende en su totalidad los municipios de Jalapa y Centro, así como una gran parte de Macuspana, Teapa y Tacotalpa. En tanto que la subprovincia de las Sierras del Norte de Chiapas, cubren la parte restante de los municipios de Macuspana, Teapa y Tacotalpa, quedando esta representada por distintos aluviones, así como afloramientos de rocas lavicas y calizas, la topografía es de montaña que oscilan de 1,000 a 2,000 m de altitud

#### **3.2. Clima**

El clima en la región se clasificó como cálido húmedo con lluvias todo el año; El periodo de observación comprende 10 años (1988-1997) y el dato de temperatura que se registró fue de una media anual de 26.9° C.

Cabe mencionar que las condiciones climáticas en esta zona permiten el manejo de cultivos durante el ciclo de otoño-invierno, los cuales se desarrollan aprovechando la humedad residual del suelo y las aportaciones del manto freático.

En la zona se presentan frecuentemente las tormentas tropicales con fuerza menor que la del huracán y son llamados “nortes”; presentándose en los meses de octubre a marzo, éstos nortes son fríos que generalmente vienen acompañados de fuertes vientos y precipitaciones ligeras (lloviznas o chubascos)

El análisis climatológico se efectuó con la información de cuatro estaciones climatológicas, las cuales se localizan dentro del área acuífera, a continuación se relacionan las estaciones empleadas: Teapa, La Huasteca, Playas del Rosario y Pueblo Nuevo.

La precipitación media anual en el acuífero es del orden de los 2,499.98 mm. La evaporación media anual es del orden de los 1,160.69 mm. Precipitándose un volumen anual de 4542.14 Mm<sup>3</sup>/año.

### **3.3. Hidrografía**

El acuífero queda localizado dentro de la región hidrológica N° 30 del río Grijalva-Usumacinta, la cual drena una cuenca (Grijalva-Villahermosa) de 10,586.6 km<sup>2</sup>, dentro de la misma región hidrológica se localizan cinco acuíferos más, de los cuales Samaria-Cunduacán y Macuspana están comunicados superficialmente con el acuífero en cuestión por medio los ríos: La Sierra y Puxcatán, respectivamente.

La zona acuífera queda prácticamente delimitada por los ríos Teapa y Puyacatengo, el primero se desarrolla en zonas planas, bordea la población de igual nombre y cambia su denominación a río de la Sierra, captando por margen derecha al río Puyacatengo que es su principal afluente, el cual corre paralelamente al primero y al entrar en zonas planas su cauce pierde capacidad y derrama una parte en las lagunas y pantanos que encuentra a su paso, el resto se descarga al río Grijalva por su margen derecha.

### **3.4. Geomorfología**

Las características geomorfológicas de las áreas están representadas por un terreno compuesto de lomeríos cuyas pendientes son menores al 1% dando un aspecto de madurez.

Las corrientes que corren en forma superficial a través de la región tienen su origen en las partes altas de la cadena montañosa que limita la planicie hacia la parte sur, las cuales han modelado un paisaje con un drenaje de tipo dendrítico y lagunar.

Una característica importante en las áreas es que la intemperización de las rocas volcánicas y calcáreas de la parte sur han originado la formación de los suelos existentes.

Geomorfológicamente en la zona sur del área acuífera, se observan lomeríos que se hacen más abruptos al comenzar a ascender hacia la zona de la Sierra Norte de Chiapas.

## **4. GEOLOGIA**

### **4.1. Estratigrafía**

Los principales materiales que afloran en el área son de tipo arcillo-arenosos, arenisca, lutitas y calizas, predominando los materiales granulares provenientes de la erosión de la sierra de Chiapas. Las principales formaciones geológicas que se localizan en el área son la Fm. Belem, Fm. Tres Puentes, y Fm. Chicontepec, dichos materiales granulares presentan características de buena permeabilidad y transmisividad, la zona de recarga esta localizada en la parte sur de la zona acuífera.

La Formación Tres Puentes está formada por sedimentos del Pleistoceno Inferior y Plioceno Superior constituidos de arcillas con características homogéneas, contienen nódulos ferruginosos y calcáreos, presenta algunos horizontes arenosos de estratificación laminar y cuerpos de arena de cuarzo, deleznable, asimismo contiene arcilla, zonas carbonosas, turba, yeso y lignito.

Conformados por sedimentos marinos y lacustres de aproximadamente 250 metros de espesor, su granulometría es heterogénea.



La Formación Belem es arenosa, tiene capas de arcilla y restos de fósiles con yeso.

El esquema de flujo subterráneo queda definido del sur a norte, constituyendo un acuífero libre.

Las rocas más antiguas se encuentran representadas por rocas de origen calcáreas del Terciario Inferior (Paleoceno), por otra parte se encuentran alternancias de capas clásticas (lutitas-areniscas) y de carbonatos como arcillas (calizas-lutitas), otros depósitos de ambiente litoral que sobreyacen los anteriormente descritos son areniscas, lutitas, limolitas y conglomerados, por ultimo la prueba de los bruscos cambios queda confirmada con los grandes espesores de conglomerados masivos, el cual contiene entre sus clastos fragmentos de rocas ígneas

#### **4.2. Geología estructural**

El área acuífera esta ubicada en el Mioceno y Cuaternario formada en su mayor parte por areniscas y material de granulometría variable.

En la parte norte de la zona estudiada afloran depósitos constituidos por areniscas muy alteradas de grano grueso, pobremente cementadas por óxido de hierro debido a lo cual son poco consolidadas, de color rojizo, a estos depósitos se les asigna una edad del Terciario Superior (Mioceno) y subyace a los depósitos Cuaternarios.

Los depósitos Cuaternarios constituidos por depósitos aluviales se localizan distribuidos en la zona de estudio. Están formados por depósitos sin consolidar; de granulometría que varía de arcillas a arenas y gravas.

Superficialmente se encuentran aflorando rocas sedimentarias representadas por dos tipos de suelos, uno de ellos de tipo arcilloso de color oscuro y en ocasiones rojizas, que ocupa la parte norte de la superficie estudiada; estos depósitos presentan en general un espesor reducido. El otro está constituido por material areno arcilloso que varía de color gris a café que se localiza en la parte sur del área. Estos suelos se han originado de la intemperización de las rocas volcánicas y calcáreas que tenemos aflorando en la sierra, las cuales fungen como roca madre.

La cadena montañosa se encuentra conformada por estructuras de roca sedimentaria plegadas con tendencia a orientarse noroeste-sureste, así mismo se presentan una serie de fallas y fracturas.

#### **4.3. Geología del subsuelo**

Analizando la sección geológica, se llegó a la conclusión que el sistema opera como un acuífero libre y en algunos sitios pudiera decirse que de tipo semiconfinado, ya que en una de la sección que se realizaron se aprecian como un paquete arcillo-arenoso, sobreyace al paquete de arenas.

La presencia de arcilla intercalada con los sedimentos arenosos que forman el acuífero, sugiere condiciones de semiconfinamiento, mientras que la presencia de yeso y turba afecta estructuralmente la calidad del agua.

## **5. HIDROGEOLOGIA**

### **5.1. Tipo de acuífero**

En cuatro sondeos eléctricos verticales de 25, son los que detectaron mayor espesor de arena, sobresaliendo uno de ellos ubicado al sur del acuífero a la altura del poblado Miguel Hidalgo en dirección a la Ciudad de Teapa, en la zona platanera; con un espesor de 90 metros. Como ya se mencionó anteriormente el acuífero La Sierra opera como un acuífero libre, recibiendo recarga vertical por infiltración y horizontal proveniente de piamonte de la sierra norte de Chiapas, así mismo las salidas se presentan del mismo modo por flujo subterráneo hacia la parte norte al acuífero Samaría-Cunduacán y Macuspana, y vertical por evaporación

### **5.2. Parámetros hidráulicos**

En esta zona acuífera no se han realizado pruebas de bombeo, por lo que se han manejado la información de los acuíferos contiguos, que presentan las mismas formaciones geohidrológicas.

### **5.3 Piezometría**

Debido que este acuífero prácticamente no se había explotado, no existe red piezométrica en el mismo, ni aprovechamientos nivelados, sin embargo actualmente ya se han realizado más perforaciones debido al programa de la Comisión Nacional del Agua, a través del cual se ha puesto en marcha un programa para implementar riego suplementario, lo cual permitirá diseñar la red piezométrica en la zona acuífera.

En cuanto a registros piezométricos se tienen datos, desde 1993 de algunos aprovechamientos hasta el año de 1998, aclarando que no consecutivamente todos los años ni a todos los aprovechamientos registrados.

### **5.4. Comportamiento hidráulico**

#### **5.4.1. Profundidad del nivel estático**

El nivel estático en el acuífero La Sierra, realmente no es muy profundo, ya que varía de 7.0 a 4.0 m, los niveles más profundos se concentran hacia la parte central del acuífero, haciéndose menos profundo hacia la parte sur y noroeste del mismo.

#### **5.4.2. Elevación del nivel estático**

Como ya se mencionó anteriormente los brocales de los aprovechamientos existentes aún no se encuentran nivelados, razón por la cual no ha sido posible realizar la configuración precisa de dichos niveles.

#### **5.4.3. Evolución del nivel estático**

De acuerdo con los registros, se ha estimado el abatimiento anual en 0.45 m, para los sitios puntuales donde existe algún aprovechamiento.

### **5.5. Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea**

A efecto de determinar de manera global posibles fuentes de contaminación se considerarán aspectos generales de actividades como urbanización y agrícola; el potencial de contaminación al agua subterránea por descargas municipales, así como la actividad agrícola y según el tiempo de disposición de residuos sólidos municipales (origen público-urbano) este es bajo.

Se presume que en el citado acuífero existe contaminación debido a las siguientes actividades humanas:

- 1.- Descargas de aguas residuales de origen doméstico de las ciudades de Teapa, Tacotalpa y Jalapa
- 2.- Empacadoras de Plátano.

Los parámetros considerados en la red de monitoreo, correspondiente a la probable potencial de contaminación, consisten fundamentalmente en parámetros de campo, serie básica (iones mayores, aniones y cationes) a efecto de llevar a cabo el balance de carga, y a su vez se propuso realizar por única vez la serie específica de verificación; en primer lugar, para caracterizar la calidad del agua subterránea en este manto acuífero y en segundo lugar con el objeto de determinar la presencia de plaguicidas, que en caso de ser positiva nos indicaría contaminación de origen antropogénica.

## **6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRIA.**

Existe un registro 661 aprovechamientos en el Estado; de los cuales 642 se encuentran regularizados, mismos que aprovechan un volumen anual de 195.814 Mm<sup>3</sup>/año; de éstos, 96 corresponden al acuífero La Sierra registrando un volumen anual de 13.286 Mm<sup>3</sup>/año, la mayoría de dichos aprovechamientos (55%) corresponden a uso público-urbano, siguiendo en menor grado (15%) los de uso agrícola y domestico.

A la fecha los aprovechamientos no cuentan con medidor de flujo en este acuífero.

## **7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS**

### **7.1 Entradas**

#### **7.1.1 Recarga natural**

Considerando que el acuífero La Sierra es alimentado tanto por infiltración vertical como por flujo subterráneo, se ha estimado que de acuerdo a los cálculos efectuados se tiene una entrada vertical de 552.9 Mm<sup>3</sup>/año, así como 219.00 Mm<sup>3</sup>/año proveniente de corrientes superficiales.

#### **7.1.2 Recarga inducida**

A la fecha no se realizan acciones par llevar a cabo una recarga inducida en el acuífero en cuestión.

#### **7.1.3 Flujo horizontal**

Al no contar con información y para efectos de dicho balance, no se ha considerado la entrada por flujo subterráneo, ya que no ha sido posible cuantificar las entradas por flujo horizontal provenientes de otros mantos acuíferos (Estado de Chiapas).

## 7.2 Salidas

### 7.2.1 Evapotranspiración

Para el análisis de las salidas se considera tanto evapotranspiración como evaporación con un total de 442.45 Mm<sup>3</sup>/año.

### 7.2.2 Descargas naturales

En las descargas naturales se estimaron los volúmenes de agua aportados por el manto acuífero a las distintas corrientes, calculando un total de 119.00 Mm<sup>3</sup>/año.

### 7.2.3. Bombeo

Para las salidas por extracción mediante aprovechamientos, se a cuantificado un volumen de 13.764 Mm<sup>3</sup>/año, haciendo hincapié que dicho volumen corresponde a los usuarios que ya se encuentran regularizados (titulados y en trámite).

### 7.2.4. Flujo subterráneo

En virtud que aún no se cuenta con la red piezométrica, no se consideraron las salidas mediante flujo subterráneo.

## 7.3. Cambio de almacenamiento

Efectuando el balance de aguas subterráneas, de acuerdo con las consideraciones ya señaladas, así como los datos anteriormente citados, se determina un cambio de almacenamiento de 196.7 Mm<sup>3</sup>/año.

## 8. DISPONIBILIDAD

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:

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

### 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 el acuífero La Sierra es de 771.9 millones de metros cúbicos por año (Mm<sup>3</sup>/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. Para el acuífero La Sierra la descarga natural comprometida es de 132.8 millones de metros cúbicos por año ( $Mm^3/año$ ).

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

En el acuífero La Sierra 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  $14,252,895 m^3/año$ .

## 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:

$$624,847,105 = 771,900,000 - 132,800,000 - 14,252,895$$

La cifra indica que existe volumen disponible de **624,847,105**  $m^3$  anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero La Sierra en el Estado de Tabasco.

## 9. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- Síntesis Geográfica, Nomenclátor y anexo Cartográfico del Estado de Tabasco.- INEGI.- 1986.
- Informe de Sondeos Eléctricos Verticales efectuados en el Proyecto “Villahermosa-Teapa”, Municipio de Teapa, Tabasco.- 1992.- Tomo I.