



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA

GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO LA CHONTALPA (2702), ESTADO DE
TABASCO**

CIUDAD DE MÉXICO, DICIEMBRE 2020

Contenido

1. GENERALIDADES	2
Antecedentes.....	2
1.1. Localización.....	2
1.2. Situación Administrativa del acuífero.....	4
2. ESTUDIOS TECNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD.	5
3. FISIOGRAFIA	5
3.1. Provincia fisiográfica.....	5
3.2. Clima.....	6
3.3. Hidrografía.....	6
3.4. Geomorfología.....	6
4. GEOLOGIA	7
4.1. Estratigrafía.....	7
4.2. Geología estructural.....	9
4.3. Geología del subsuelo.....	9
5. HIDROGEOLOGIA	10
5.1. Tipo de acuífero.....	10
5.2. Parámetros hidráulicos.....	10
5.3. Piezometría.....	11
5.4. Comportamiento hidráulico.....	11
5.4.1. Profundidad del nivel estático.....	11
5.4.2. evolución del nivel estático.....	11
5.4.3. Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea.....	11
6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRIA	12
7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS	13
7.1. Entradas	13
7.2 Salidas.....	13
8. DISPONIBILIDAD	14
8.1 Recarga total media anual (R).....	15
8.2 Descarga natural comprometida (DNC).....	15
8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	15
8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	16
9. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS	17

1. GENERALIDADES

Antecedentes

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, en el caso de las aguas subterráneas esto debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la “NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”. Esta norma ha sido preparada por un grupo de especialistas de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, gobiernos estatales y municipales y de la CONAGUA.

La NOM establece para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas la realización de un balance de las mismas donde se defina de manera precisa la recarga, de ésta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

Los resultados técnicos que se publiquen deberán estar respaldados por un documento en el que se sintetice la información, se especifique claramente el balance de aguas subterráneas y la disponibilidad de agua subterránea susceptible de concesionar.

La publicación de la disponibilidad servirá de sustento legal para la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, transparentar la administración del recurso, planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

1.1. Localización.

El acuífero La Chontalpa, definido con la clave 2702 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción noroccidental del estado de Tabasco, el acuífero abarca una superficie de 5,992.0 km², que cubre parcialmente los municipios de Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo y Paraíso (figura 1), los principales centros de población localizados dentro del área son: Sánchez Magallanes, Villa La Venta y Villa Benito

Juárez, limita al norte con el Golfo de México, al este con los acuíferos Centla y Samaria-Cunduacán, al oeste con el estado de Veracruz y al sur con el acuífero Huimanguillo. El acuífero La Chontalpa está delimitado por la poligonal cuyas coordenadas geográficas de sus vértices se presentan a continuación:

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la poligonal simplificada del acuífero

ACUIFERO 2702 LA CHONTALPA							
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	93	12	53.1	18	26	24.0	
2	93	13	44.8	18	23	41.4	
3	93	15	27.3	18	23	29.7	
4	93	15	29.8	18	19	46.1	
5	93	13	52.5	18	17	22.8	
6	93	15	17.6	18	11	48.1	
7	93	17	33.8	18	9	13.2	
8	93	24	19.5	18	0	35.5	
9	93	21	52.5	17	53	47.3	
10	93	23	30.9	17	50	48.2	
11	93	28	29.9	17	49	42.8	
12	93	40	6.4	17	53	27.8	
13	94	1	9.9	17	55	22.5	
14	94	3	18.7	17	59	40.8	
15	94	4	0.7	17	59	31.2	DEL 15 AL 16 POR EL LIMITE ESTATAL
16	94	7	46.5	18	12	42.6	DEL 16 AL 1 POR LA LINEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA
1	93	12	53.1	18	26	24.0	

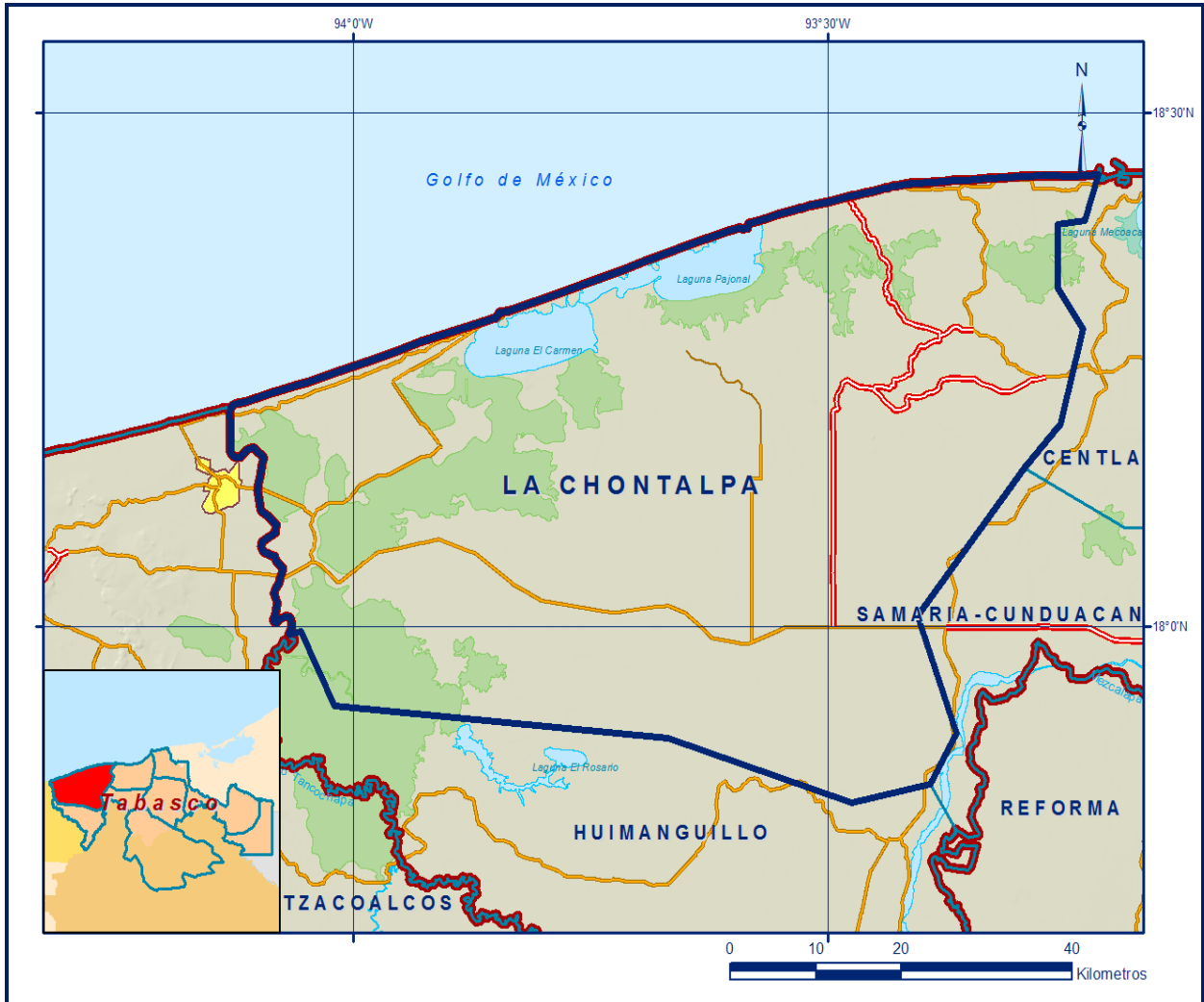


Figura 1 Localización del acuífero

1.2 Situación Administrativa del acuífero

El acuífero Huimanguillo pertenece al Organismo de Cuenca XI “Frontera Sur”, y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en el estado de Tabasco. Administrativamente el acuífero La Chontalpa queda comprendido en la zona de decreto de Veda del Río Grijalva, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 19 de septiembre de 1957, incluyendo también parte de los estados de Chiapas, Veracruz y Oaxaca; asimismo abarca una parte de la zona de veda del Distrito de Acuacultura No. 3, con fecha de decreto del 8 de junio de 1973 y publicado el día 3 de agosto del mismo año.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2015, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 4; a la fecha no existen organizaciones de

usuarios para extraer agua del acuífero, ni unidades de riego dentro de la zona. Los usuarios mayores de aguas subterráneas son Petróleos Mexicanos y SAPAET.

2. ESTUDIOS TECNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD.

- **Estudio Geohidrológico preliminar de la zona Chontalpa-Villahermosa, Tab., Ariel Construcciones, S. A. -1981.**
- **Estudio Geohidrológico de la Zona de Boca de Panteones, Tabasco. - Dirección de Aguas Subterráneas (SARH).- 1987.**

En los estudios ya mencionados se realizaron actividades como censo de aprovechamientos, recorridos piezométricos, prueba de bombeo, muestreo para análisis físico-químico, realizando en dos de ellos secciones geoeléctricas.

La información referente a pozos de hidrocarburos, se adquirió en Petróleos Mexicanos, mientras que 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.).

3. FISIOGRAFIA

3.1. Provincia fisiográfica

El acuífero La Chontalpa se encuentra en el área que corresponde en su totalidad a la provincia fisiográfica de La Llanura Costera del Golfo Sur. Esta es una llanura formada por grandes cantidades de aluvión acarreado por el río Tonalá, el cual atraviesa la provincia para desembocar en la parte sur del Golfo de México.

Las corrientes en esta zona son maduras, formando sus cauces sobre aluvión, material lacustre y palustre.

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

La subprovincia de las Llanuras y Pantanos Tabasqueños comprende en su totalidad los municipios de Cárdenas, Huimanguillo, Comalcalco y Paraíso.

3.2. Clima

El clima en la región es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, las temperaturas son elevadas con una media anual de 27° C; siendo los meses más cálidos abril y mayo (época de estiaje) disminuyendo en los meses de diciembre y enero; esta región conjuga una serie de factores, tales como: su ubicación en la zona tropical, el relieve fundamentalmente llano de escasa altitud y la cercanía al mar, que la hacen la más lluviosa de México.

El análisis climatológico se efectuó con la información de seis estaciones climatológicas, de las cuales todas se localizan dentro del área acuífera; a continuación, se relacionan las estaciones empleadas: Pobls., C-22; C-28; C-16; C-32; w-75(C-34) y Blasillo.

La precipitación es una de las características más importantes para la determinación del clima, registrándose en la zona una precipitación media anual de 1,894 mm/año, siendo el tipo de clima cálido húmedo, precipitándose así un volumen del orden de 11,348.8 Mm³/año. Las corrientes superficiales más importantes son: los ríos Tonalá, Santana y Zanapa así como el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona.

3.3. Hidrografía

El acuífero queda localizado dentro de la región hidrológica N° 29 (Coatzacoalcos) por la cual drena la cuenca del río Tonalá y lagunas del Carmen y Machona, una superficie de 5,915.15 km²; dentro de la misma región hidrológica se localiza el acuífero Huimanguillo, el cual está comunicado superficialmente con el acuífero en cuestión por medio de los ríos Tonalá y Zanapa; las principales corrientes son precisamente los ríos Tonalá y Zanapa.

3.4. Geomorfología

Se encuentra representada geomorfológicamente por una extensa planicie con escasa pendiente, conformada por sedimentos cuya granulometría varía del tamaño de arena a grava, éstos se van engrosando de norte a sur y de oriente a poniente; lo cual es debido a las características estructurales regionales de la Subcuenca de Comalcalco. Esta planicie se ve erosionada por la gran cantidad de ríos y arroyos que fluyen tanto a lagunas costeras como al golfo de México.

4. GEOLOGIA

4.1. Estratigrafía

Los principales tipos de materiales que afloran en el área son de tipo arcillo-arenoso, formados principalmente por materiales granulares provenientes de la erosión de la sierra de Chiapas y material lacustre. La principal formación geológica que se localiza en el área es la Fm. Tres Puentes, dichos materiales granulares presentan características de buena permeabilidad y transmisividad, la zona de recarga esta localizada en la parte sur y sureste de la zona acuífera.

Con respecto a la Subprovincia de Comalcalco, en los estudios de ARIEL Y SERVICIOS GEOLOGICOS, se presenta a la columna estratigráfica del Mioceno Inferior y Medio constituido por las Formaciones Encanto, Concepción Inferior, Concepción Superior y Filisola, El Mioceno Superior está representado por las Formaciones Paraje Solo, Agueguesquite y Cedral, y finalmente la Unidad Aluvial del Reciente.

A pesar que la columna estratigráfica, definida en el área de estudio por medio de pozos petroleros, abarca rocas que van del Jurásico Superior al Reciente; únicamente de la unidades que podrían tener interés Geohidrológico para su explotación, se hará una descripción típica entresacada de la información de PEMEX.

En la porción superior de la Unidad de Sedimentos Arenosos se define el acuífero regional de la planicie costera, debido a que la cuenca de depósito es del tipo transgresivo-regresivo, los estratos de arcilla y lutitas se presentan intercalados con arenas, gravillas y gravas; éstas características y las condiciones estructurales indican que esta unidad tiene tanto zonas permeables como impermeables, mostrando variaciones en la permeabilidad lateralmente y en profundidad, ya que en el subsuelo las formaciones aparecen en forma de bloques limitados por fallas, conformando una estructura de Horsts y Grabens que rompen la continuidad en el espesor del acuífero.

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 localidad del agua en las formaciones subyacentes; a raíz de lo anterior es posible definir la porción del acuífero ocupadas por agua salada y por agua dulce, siendo la delimitación de este contacto un elemento muy importante para la explotación del acuífero.

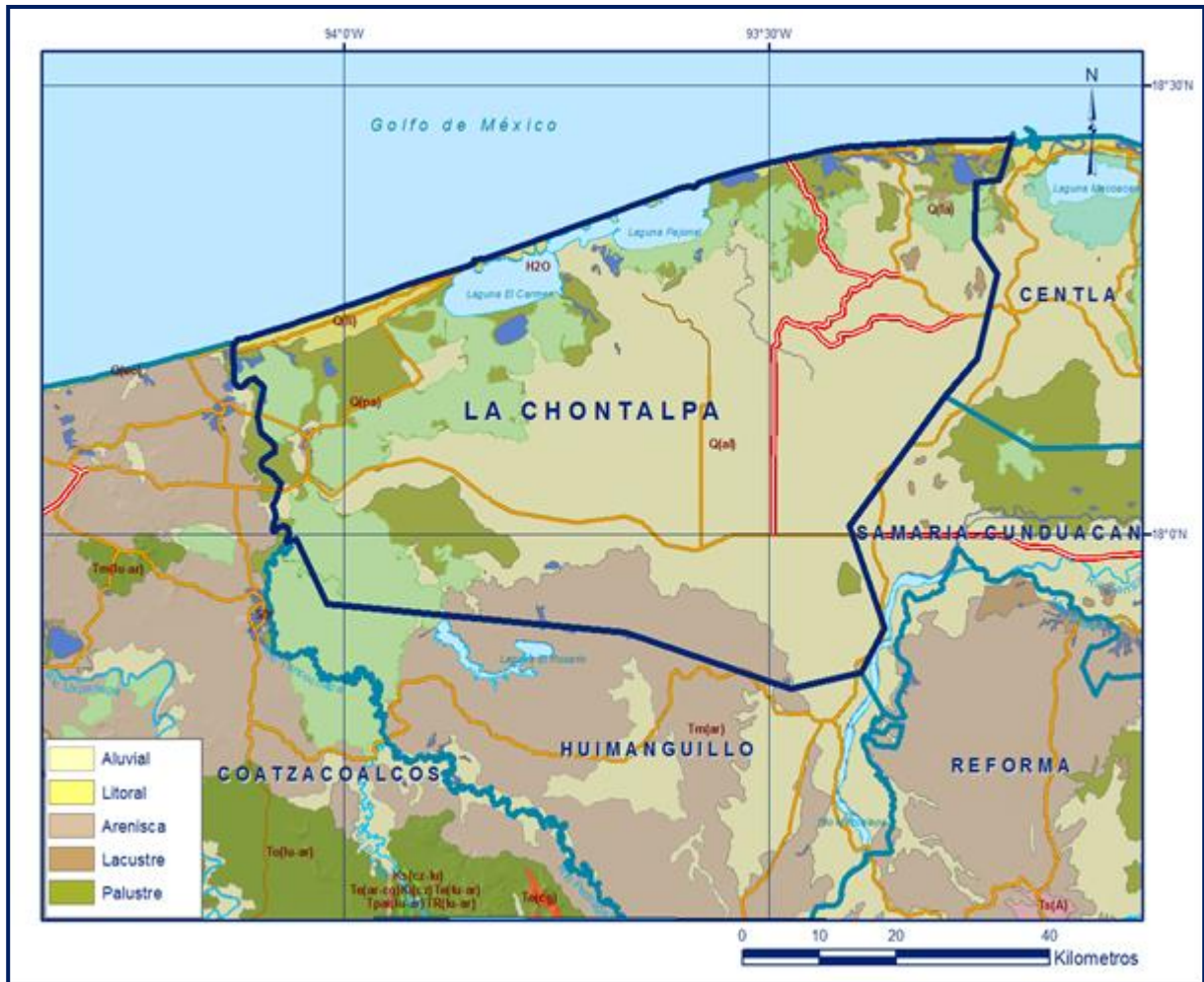


Figura 2. Geología general del acuífero

La Formación Cedral ocupa la parte superior de la Unidad de Sedimentos arenosos, presentando intercalaciones de lentes arcillosos, lechos de gravas y de lignido dentro de su espesor, que en general es reducido, del orden de 50 m.

La Formación Agueguexquite es la parte superior que consta de arena gris claro, de grano grueso a medio y escaso grano fino, con algunas intercalaciones de grava fina arredondeada y delgadas capas de lutita gris a gris verdoso, suave, las aumentan en potencia hacia la base de la formación, disminuyendo consecuentemente las arenas que se presentan en espesores poco potentes.

Se ha fijado el contacto superior de la formación Paraje Solo donde desaparece la microfauna característica de la suprayacente Agueguexquite, ya que litológicamente son muy similares.

Se inicia en un cuerpo de lutita de color gris azulado a gris verdoso, suave, plástica, poco arenoso; a continuación, consiste de arenas de color gris claro, de grano fino a grueso, con intercalaciones de lutita hasta llegar a la mitad de la formación a la profundidad de 1300 metros. A partir de esta profundidad disminuyen los cuerpos de arena, para predominar la lutita en la base, rasgo característico de ella.

Para determinar la cima de la formación Filisola, seguimos el mismo criterio que se lleva en los demás campos de este Distrito de dar el contacto superior en donde empiezan los desarrollos arenosos, esta formación consiste de arena gris claro de grano fino predominante con escasas intercalaciones de lutita gris verdoso suave.

La formación Concepción Superior es semejante a la Filisola, se presenta como una serie de arenas gris claro, que varía de grano fino a grueso con delgados lechos de lutita gris verdoso, suave, en la parte superior. En la parte inferior, se observan estratos de gravas de 2 a 6 mm de diámetro. La presencia de lignita persiste en esta formación.

La formación Concepción Inferior está constituida predominantemente de arenas gris claro, grano medio a grueso, que alternan con lutitas gris verdoso, suaves, plásticas y arenosas.

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 zona acuífera se han descubierto grandes estructuras subyacentes bajos los sedimentos del sistema Terciarios, de la serie del Mioceno, y litología arenisca, éstas conforman las trampas estructurales para los hidrocarburos que explotan en la entidad.

4.3. Geología del subsuelo

En el estudio de ARIEL y basándose en sondeos exploratorios de PEMEX, se formaron dos secciones geológicas ubicadas en forma ortogonal a la línea de costa y localizadas en la porción occidental de la zona acuífera; en dichas secciones al igual

que en las presentadas por la Compañía INGESA; se presentan las profundidades al contacto con agua salada y que en general se presenta a partir de los 400 metros.

Con respecto a la unidad Aluvial del reciente se señala que incluye tres tipos de depósitos aluviales y que alcanzan un espesor medio de 50 metros, es de hacerse notar que en las pruebas de penetración estándar realizadas para el proyecto de Dos Bocas, localizado en Paraíso, se determinó la presencia de capa de arcilla de color rojizo y bien consolidada, en donde presenta espesores variables entre 14 y 5 metros y se extiende mas allá de los 9 km mar adentro, a partir de la línea de costa.

5. HIDROGEOLOGIA

5.1. Tipo de acuífero

El acuífero es de tipo libre, constituido por las formaciones del Terciario, Encanto y Concepción, en la cual la granulometría en general arcillosa que compone a las rocas de la Formación Unidad de Sedimentos de Arenas y Lutitas, le imprimen de una manera general, características hidrogeológicas que van de impermeables a semipermeables y su funcionamiento hidrogeológico con respecto al sistema acuífero regional consiste en transmitir en forma limitada las aguas infiltradas en las calizas de La Sierra Madre de Chiapas; dicha unidad en base a las exploraciones realizadas por PEMEX presenta un espesor promedio de 3600 metros; habiéndose observado en éste aumento de valores próximos a 2500 metros en la línea de costa a valores arriba de 5500 metros en la porción sur de la zona acuífera.

El flujo subterráneo en la zona de la Chontalpa, tiene una dirección de sur a norte y noroeste fluyendo hacia la línea de costa, teniendo seguramente salida subterránea al Golfo de México. Lo anterior también nos marca que la recarga subterránea en dicha zona, es por la parte sur proveniente de la Sierra de Chiapas.

5.2. Parámetros hidráulicos

Hacia ambos lados de La Chontalpa, es decir, tanto al occidente como al oriente, transmisividad(T) decrece considerablemente, predominando valores variables entre 10 y 20 x 10⁻³ m²/s, típicamente representativos de materiales formados por clásticos no consolidados de arenas finas mezcladas con limos y arcillas en menor proporción.

5.3. Piezometría

En el acuífero se tienen registrados del orden de 124 aprovechamientos, los cuales no todos cuentan con orificios para llevar a cabo sondeos, por lo que actualmente se ha definido una red piezométrica en dicho acuífero, que comprende un total de 58 aprovechamientos, contando con nivelación de brocal únicamente en 24 de ellos, los recorridos piezométricos se iniciaron en 1987 a la fecha, haciendo la aclaración que no ha sido posible mantener los mismos aprovechamientos de los recorridos iniciales, sin embargo se cuenta con registros de forma más continua desde febrero de 1991 hasta noviembre de 1999.

5.4. Comportamiento hidráulico

5.4.1. Profundidad del nivel estático

Los niveles estáticos se encuentran en profundidades que varían de 5.0 a 1.0 m, registrándose los más profundos en la parte sur del acuífero, ascendiendo gradualmente hacia la línea de costa donde se hacen más someros alcanzando escaso el metro de profundidad.

5.4.2. evolución del nivel estático

De acuerdo al análisis efectuado de los registros de niveles, se estimó un (1981-1998) abatimiento del mismo, del orden de los 0.40 m, a 0.10 m, anualmente.

5.4.3. Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

El Acuífero La Chontalpa presenta en la zona de La Chontalpa la familia bicarbonatada-cálcico-magnésica y en la zona de la Venta corresponde a una familia cloratada-sódica.

A efecto de determinar de manera global posibles fuentes de contaminación se considerarán aspectos generales de actividades como urbanización, industrial, agrícola y pecuario; el potencial de contaminación al agua subterránea por descargas municipales, así como por el origen del efluente (doméstico e industrial) y según el tiempo de disposición de residuos sólidos municipales (origen doméstico) este es bajo.

Evaluando la probable contaminación de acuífero por actividad agrícola, considerando que se emplean aguas blancas y los sistemas de riego son por gravedad, ésta es alta, pues se superan las 1,400 Ha de superficie de riego; en tanto la actividad pecuaria también es de importancia ya que la producción oscila entre

20,000 y 25,000 cabezas de ganado, considerando que el manejo de excretas es adecuado ya que éstas se emplean como abono con objeto de fertilizar las tierras, el potencial de contaminación es bajo.

De acuerdo a la clasificación del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente los tipos de industrias que se abastecen de agua subterránea en la zona son clase III y II industria petrolera incluyendo una Petroquímica, así como dos ingenios azucareros, lo cual los hace más susceptible a contaminación por ésta actividad, quedando sin embargo con un moderado potencial de contaminación.

De acuerdo a las condiciones hidrogeológicas del acuífero La Chontalpa, el cual aún se encuentra subexplotado, quedando la descarga del mismo en una zona de costa, donde pudiera presentarse la intrusión salina, el potencial de contaminación se estimó bajo.

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

- 1) Instalaciones de la industria petroleras (Petroquímica, baterías y compresoras).
- 2) Descargas de aguas residuales de origen doméstico de los poblados.
- 3) Industrias Azucareras(dos)
- 4) Agricultura con aplicación de agroquímicos en forma extensiva (cultivo de limón, naranja, piña, arroz, sorgo, caña de azúcar, papaya, etc.)

Los parámetros considerados en la red de monitoreo de calidad del agua subterránea, correspondientes a la probable potencial de contaminación, consiste fundamentalmente en: parámetros de campo, la 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 y 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 hidrocarburos, que en caso de ser positiva nos indicaría contaminación de origen antropogénica.

6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRIA

Existe un universo de 661 aprovechamientos registrados en el Estado; de los cuales 642 están regularizados con un volumen de 195.814 Mm³/año; mismos que

corresponden al acuífero La Chontalpa 124 aprovechamientos con un volumen de 49.832 Mm³/año, contando con el mayor número de aprovechamientos para uso público-urbano (50%), siguiéndole en menor grado el uso industrial (33%).

Referente a los aprovechamientos de hidrometría se tiene un universo de 133 registrados con medidor de flujo, mismos que 24 pertenecen al acuífero La Chontalpa.

7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS

7.1. Entradas

Recarga natural

Considerando que el acuífero La Chontalpa es alimentado tanto por infiltración vertical como por flujo subterráneo, se ha estimado que de acuerdo a los cálculos efectuados se tiene recarga total de **1973.6** Mm³/año

Recarga inducida

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

Flujo horizontal

Las entradas estimadas por flujo horizontal provenientes de los mantos acuíferos del estado de Chiapas son del orden de **12.2** Mm³/año.

7.2 Salidas

Evapotranspiración

Para el análisis de las salidas se considera tanto evapotranspiración como evaporación con un total de **908.1** Mm³/año.

Descargas naturales

En las descargas naturales se estimó los volúmenes de agua aportados por el manto acuífero a las distintas corrientes, calculando un total de **286.54** Mm³/año.

Bombeo

Para las salidas por extracción mediante aprovechamientos, se cuantifica un volumen de **49.94** Mm³/año, haciendo hincapié que dicho volumen corresponde a los usuarios que ya se encuentran regularizados, así como los que están en trámite.

Flujo subterráneo

Para las salidas mediante flujo subterráneo se estimó un volumen de **2.5** Mm³/año.

Cambio de almacenamiento

Efectuando el balance de aguas subterráneas, de acuerdo a los datos anteriormente citados, se determina un cambio de almacenamiento de **726.50** Mm³/año.

8. DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{DISPONIBILIDAD MEDIA} & = & \text{RECARGA} & - & \text{DESCARGA} & - & \text{EXTRACCIÓN DE AGUAS} \\ \text{ANUAL DE AGUA DEL} & & \text{TOTAL} & & \text{NATURAL} & & \text{SUBTERRÁNEAS} \\ \text{SUBSUELO EN UN} & & \text{MEDIA} & & \text{COMPROMETIDA} & & \\ \text{ACUÍFERO} & & \text{ANUAL} & & & & \end{array}$$

Donde:

- DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero
- R = Recarga total media anual
- DNC = Descarga natural comprometida
- VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

8.1 Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de **1973.6 hm³/año**, todos ellos son de recarga natural

8.2 Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para este caso, su valor es de **339.0 hm³ anuales**, que corresponde a las salidas subterráneas que presenta el acuífero.

8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **67,237,540 m³ anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **20 de febrero del 2020**

8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 1973.6 - 339.0 - 67.237540 \\ \text{DMA} &= 1,567.36246 \text{ hm}^3/\text{año}. \end{aligned}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones.

9. BIBLIOGRAFIA

- Proyecto apoyo al conocimiento de los recursos hidráulicos subterráneos.- Zona de Huimanguillo y Chontalpa.- 1991.
- Síntesis Geográfica, Nomenclátor y anexo Cartográfico del Estado de Tabasco.- INEGI.- 1986.
- Estudio Geohidrológico preliminar de la zona Chontalpa-Villahermosa, Tab., Ariel Construcciones, S. A. -1981.
- Estudio Geohidrológico de la Zona de Boca de Panteones, Tabasco.- Dirección de Aguas Subterráneas (SARH).- 1987.