

SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA

GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO CENTLA (2704), 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.....	7
4. GEOLOGIA.....	7
4.1. Estratigrafía.....	7
4.2. Geología estructural.....	8
4.3. Geología del subsuelo.....	9
5. HIDROGEOLOGIA.....	9
5.1. Tipo de acuífero.....	9
5.2. Parámetros hidráulicos.....	9
5.3. Piezometría.....	10
5.4. Comportamiento hidráulico.....	10
5.4.1. profundidad del nivel estático.....	10
5.5. Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea.....	10
6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRIA.....	11
7.- BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS.....	11
7.1 Entradas.....	11
7.1.1 Recarga natural.....	11
7.1.2. Recarga inducida.....	11
7.1.3. Flujo horizontal.....	11
7.2. Salidas.....	12
7.2 .1. Evapotranspiración.....	12
7.2.2 Descargas naturales.....	12
7.3. Cambio de almacenamiento.....	12
8. DISPONIBILIDAD.....	12
8.1 Recarga total media anual (R).....	13
8.2 Descarga natural comprometida (DNC).....	13
8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	13
8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	14
9. BIBLIOGRAFIA.....	15

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 de Centla, se localiza en la porción centro-norte del estado de Tabasco, abarca una superficie de 2,534.0 km², que cubre parcialmente los municipios de Centla, Centro, Comalcalco, Jalpa, Nacajuca y Paraíso. Los principales centros de población localizados dentro del área son la Cd. de Comalcalco, Jalpa de Méndez, Nacajuca y Paraíso; limita al norte con el Golfo de México, al este con el acuífero Los Ríos, al oeste con el acuífero La Chontalpa y al sur con el acuífero Samaria-

Cunduacán. El acuífero 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 2704 CENTLA							
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	92	42	49.2	18	34	25.4	
2	92	41	7.2	18	34	3.8	
3	92	39	30.7	18	31	6.0	
4	92	39	1.2	18	24	44.0	
5	92	40	16.2	18	16	8.5	
6	92	42	30.9	18	8	48.5	
7	92	47	3.5	18	6	19.5	
8	93	11	15.9	18	5	45.5	
9	93	17	33.8	18	9	13.2	
10	93	15	17.6	18	11	48.1	
11	93	13	52.5	18	17	22.8	
12	93	15	29.8	18	19	46.1	
13	93	15	27.3	18	23	29.7	
14	93	13	44.8	18	23	41.4	
15	93	12	53.1	18	26	24.0	DEL 15 AL 1 POR LA LINEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA
1	92	42	49.2	18	34	25.4	

En la figura 1 se muestra la ubicación del acuífero Centla:

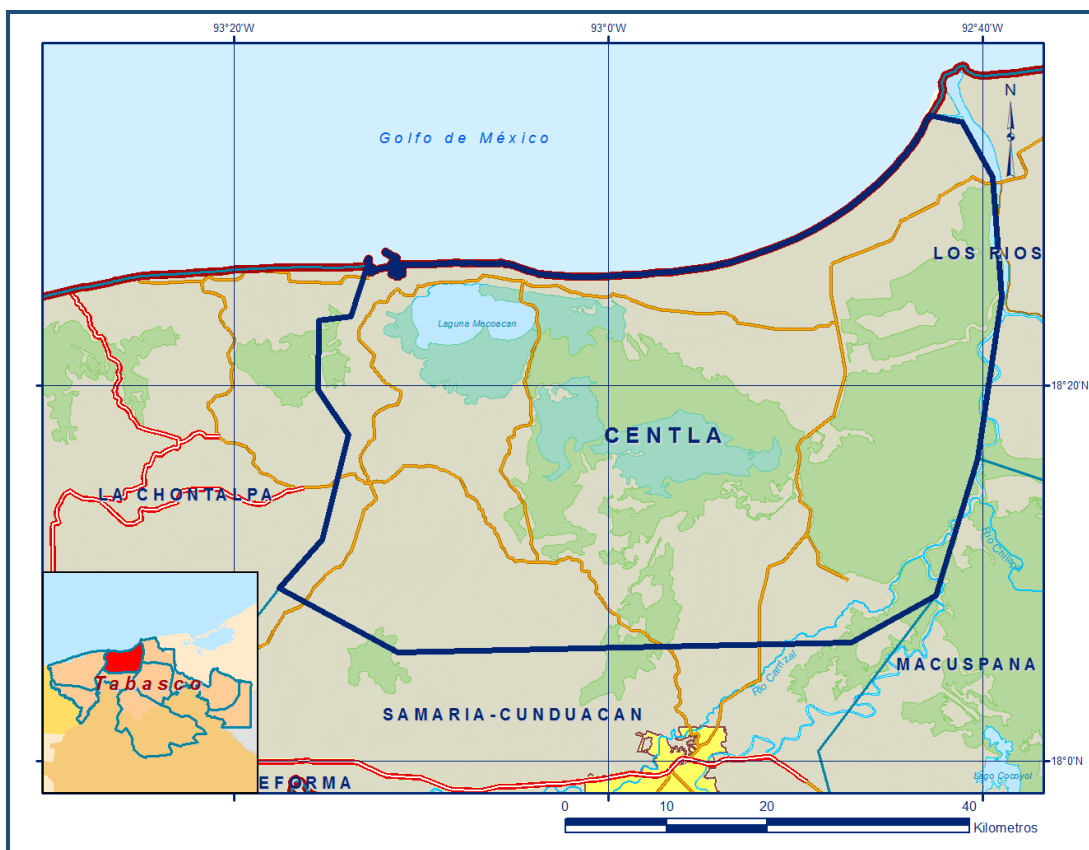


Figura 1 ubicación del acuífero

1.2. Situación administrativa del acuífero

Administrativamente el acuífero Centla pertenece a la Región Hidrológico Administrativa XI Frontera Sur, 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, y Distrito de acuacultura No. 3, publicada el día 3 de agosto de 1973.

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.

Actualmente ya se ha 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.

2. ESTUDIOS TECNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD.

- **Estudio Geohidrológico preliminar de la zona Chontalpa-Villahermosa, Tab., Ariel Construcciones, S. A. -1981.**
- **Estudio Geohidrológico - Geofísico del Poblado de Tierra Adentro, 1ª. Secc.- Jalpa de Méndez, Tabasco. - 1983.**
- **Estudio Geohidrológico de la Zona de Boca de Panteones, Tabasco. - Dirección de Aguas Subterráneas (SARH). - mayo- 1987.**

En los estudios ya mencionados se realizaron actividades como censo de aprovechamientos, recorridos piezométricos, prueba de bombeo, muestreo para análisis fisico-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 Centla 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 Grijalva, el cual atraviesa la provincia para desembocar en la parte sur del Golfo de México. Los ríos Grijalva y Usumacinta se unen cerca de Frontera, Tabasco, donde tienen desembocadura común.

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.

Existen manchones importantes de sabanas, de vegetación de popal (en la región de pantanos) y áreas con pastos cultivados.

La subprovincia de las Llanuras y Pantanos Tabasqueños comprende parcialmente los municipios de Centro, Cunduacán, Jalpa de Méndez, Nacajuca, Centla, Comalcalco y Paraíso.

Los ríos Grijalva y Usumacinta tienen su origen en territorio guatemalteco. El Usumacinta penetra a la subprovincia con dirección sureste-noroeste desde el vecino país, en tanto que el Grijalva atraviesa el estado de Chiapas antes de llegar a ella.

En la llanura costera de Tabasco los ríos han tenido cursos inestables, desde el siglo XVII sus cauces han sufrido varios cambios abruptos en sus recorridos, por esto los aluviones recientes cubren en forma pareja la mayor parte de la llanura. Las zonas inundables abarcan amplias extensiones en el oriente, otras menores en la zona costera de Paraíso y en el oeste del estado.

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 26.9 °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.

La precipitación es una de las características de tipo climatológico que influyen en la determinación del clima, registrándose en la zona una precipitación media anual de 1,932 mm/año. En la zona se precipita un volumen de 4,290.0 Mm³/año. Las corrientes superficiales más importantes son los ríos: Samaria, y Grijalva.

El análisis climatológico se efectuó con la información de tres estaciones climatológicas, de las cuales todas se localizan dentro del área acuífera; a continuación, se relacionan las estaciones empleadas: Tres Brazos, Vicente Guerrero y Nacajuca.

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 km²; dentro de la misma región hidrológica se localizan cinco acuíferos más, de los cuales Samaria-Cunduacán y Los Ríos están comunicados superficialmente con el acuífero en cuestión por medio de cuatro subcuencas, los ríos: Samaria, Usumacinta y Grijalva. Entre los cuerpos de aguas superficiales más importantes se encuentran los ríos Grijalva, Samaria, González, así como el sistema lagunar de la laguna de Mecoacán.

3.4. Geomorfología

La llanura aluvial se caracteriza por formar parte de una extensa planicie, la cual presenta una altura promedio de 12 msnm con una escasa pendiente la línea de costa, está constituida por sedimentos de relleno de aproximadamente 50 metros de potencia, y sobreyacen a estratos del Pleistoceno.

4. GEOLOGIA

4.1. Estratigrafía

Los principales materiales que afloran en el área son de tipo arcillo-arenosos, 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 Formación Belem, 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 estratigrafía definida en la zona son sedimentos del Cuaternario y la base del Terciario que están constituidos por los siguientes depósitos: la cima de la Formación Tres Puentes, Formación Tierra Colorada y sedimentos aluviales.

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.

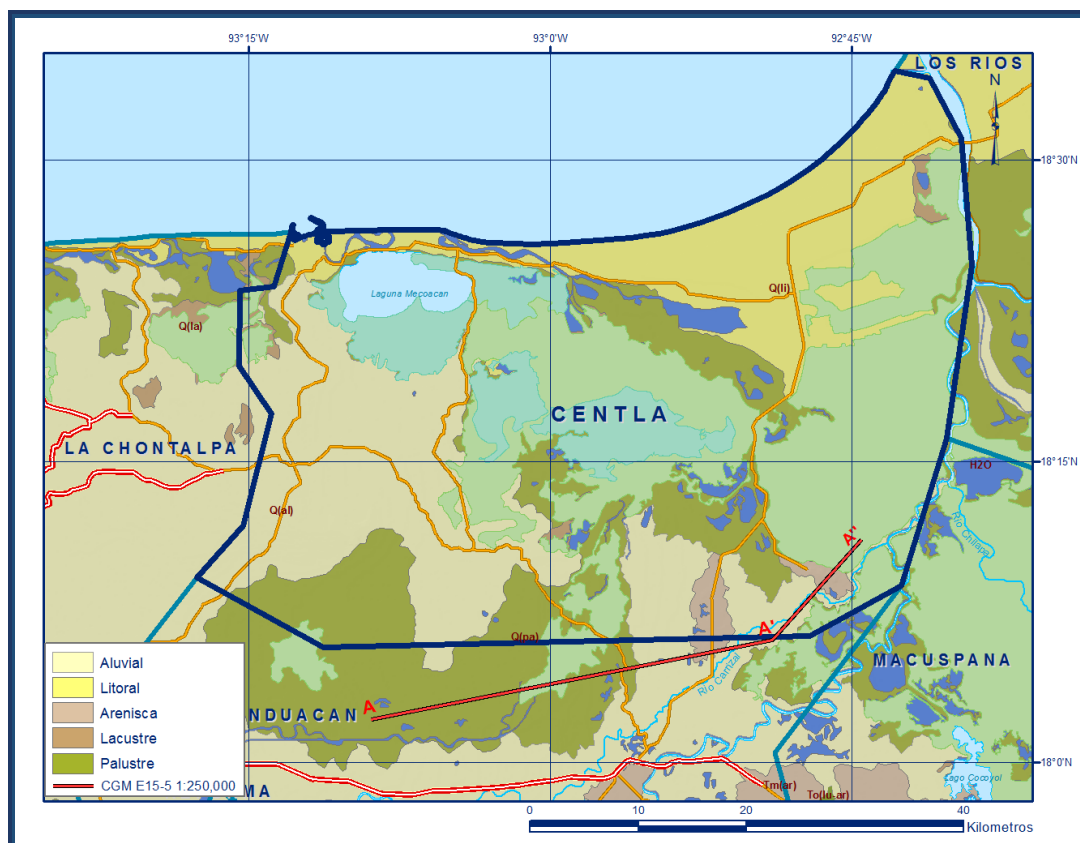


Figura 2 Geología general del acuífero

La Formación Tierra Colorada, estratigráficamente pertenece al Pleistoceno, está constituida por depósitos de arcilla rica en limonita, mineral que les imparte un color rojo característico; este paquete forma lechos intercalados con capas de arena, gravas de cuarzo y caliza, estos materiales se encuentran muy intemperizados por la acción del clima subtropical a que han estado sujetos.

Sedimentos continentales de 50 metros de espesor con arcilla inorgánica y arenas arcillosas con grava y arena limosa.

La Formación Aluvial es depósito del Reciente constituido por arenas gruesas y finas mal clasificadas intercaladas con depósitos de arcilla sin estratificación y con ausencia de fauna, presenta espesores variables del orden de 50 metros y superficialmente cubre el área acuífera.

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 bajo 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

Se realizaron cuatro sondeos, de los cuales en uno se determinó solamente estratos impermeables de los 10 a los 20 metros, le subyace hasta los 75 metros una unidad arenosa favorable para el almacenamiento de agua subterránea de calidad favorable.

5. HIDROGEOLOGIA

5.1. Tipo de acuífero

El acuífero es de tipo libre, ya que la unidad Aluvial se señala que el paquete presenta permeabilidad alta, lo que permite la circulación del fluido, contiene agua subterránea con calidad de agua dulce se recargan principalmente por escurrimientos superficiales.

La Unidad de sedimentos areno-arcillosos (Pleistoceno y Plioceno), corresponde a la Formación Tierra Colorada, la cual se considera de baja permeabilidad, pero cuando aumentan las arenas y gravas forma acuíferos. Esta formación regionalmente puede ser confinante superior de algunas formaciones terciarias permeables, existen manifestaciones de agua dulce y salada.

En lo concerniente a la cima de la Formación Tres Puentes, geohidrológicamente presenta baja permeabilidad y una gran limitante por sus componentes existentes.

El agua subterránea es estas formaciones se debe principalmente a la recarga que provocan los escurrimientos superficiales, así mismo existe agua salobre.

El esquema de flujo subterráneo queda definido de sur a norte, cabe señalar que en algunos sitios dicho acuífero puede llegar a operar como semiconfinado, debido a la heterogeneidad de los sedimentos.

5.2. Parámetros hidráulicos

En el acuífero Centla predominan valores variables de transmisividad (T) entre 9.89×10^{-2} y 1.0×10^{-4} m²/s, siendo por eso menos permeables que el acuífero Samaria-Cunduacán localizado al sur de dicho acuífero, en tanto que los coeficientes de almacenaje entre 8×10^{-2} y 8.03×10^{-7} .

5.3. Piezometría

En el acuífero se tiene registrados del orden de 92 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 14 aprovechamientos, a la fecha no se cuenta con la nivelación de brocales, los recorridos piezométricos se iniciaron en 1981 prácticamente 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

La profundidad varía desde los 12.0 a los 4.0 m. Disminuyendo de sur a norte, es decir registrando los niveles más someros hacia la línea de costa, quedando por lo tanto los niveles más profundos en la zona sur del acuífero.

En virtud de que a la fecha no se cuenta con aprovechamientos con brocales nivelados no es posible, realizar la configuración de niveles, así mismo en cuanto a la evolución de los mismos, no ha sido posible realizarla, ya que no se cuenta con suficiente información.

5.5. Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

El acuífero Centla presenta la familia de agua a la que pertenece es: Cálcica, Sódica-bicarbonatada.

A efecto de determinar de manera global posibles fuentes de contaminación se considerarán aspectos generales de actividades como urbanización e industrial; 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.

De acuerdo a las condiciones hidrogeológicas del acuífero Centla, 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 petrolera (Pozos de hidrocarburos).
- 2.- Descargas de aguas residuales de origen doméstico de los poblados.

6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRIA

Existe un universo de 661 aprovechamientos en el Estado; de los cuales 642 están regularizados, mismos que representan un volumen de 195.814 Mm³/año; de los cuales 92 corresponden al acuífero Centla con un volumen de 23.238 Mm³/año, siendo en su mayoría empleados para uso público-urbano (79%), siguiéndole, pero en menor grado el uso industrial (12%).

Referente a los aprovechamientos de hidrometría se tiene un universo de 133 registrados con medidor de flujo, de los cuales 9 corresponden al acuífero Centla.

7.- BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS

7.1 Entradas

7.1.1 Recarga natural

Considerando que el acuífero Centla es alimentado tanto por infiltración vertical como por flujo subterráneo, se ha estimado que de acuerdo a los cálculos efectuados se tiene una recarga de **954.60** Mm³/año.

7.1.2. Recarga inducida

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

7.1.3. Flujo horizontal

Las entradas estimadas por flujo horizontal provenientes de los mantos acuíferos del estado de Chiapas son del orden de **0.70** Mm³/año.

7.2. Salidas

7.2.1. Evapotranspiración

Para el análisis de las salidas se considera tanto evapotranspiración como evaporación con un total de **391.70** Mm³/año.

7.2.2 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 **74.00** Mm³/año.

7.2.3. Bombeo

Para las salidas por extracción mediante aprovechamientos, se a cuantificado un volumen de **23.30** Mm³/año, haciendo hincapié que dicho volumen corresponde a los usuarios que ya se encuentran regularizados, así como los que están en trámite.

7.3. Cambio de almacenamiento

Efectuando el balance de aguas subterráneas, de acuerdo a los datos anteriormente citados, se determina un cambio de almacenamiento de **464.5** 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:

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

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 **954.6 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 **98.4 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 **46,913,511 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.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 954.6 - 98.4 - 46.913511 \\ \text{DMA} &= 809.286489 \text{ hm}^3/\text{año}. \end{aligned}$$

La cifra indica que existe un volumen adicional de **809,286,489** m³ anuales 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 - Geofísico del Poblado de Tierra Adentro, 1ª. Secc.- Jalpa de Méndez, Tabasco.- 1983.
- Estudio Geohidrológico de la Zona de Boca de Panteones, Tabasco.- Dirección de Aguas Subterráneas (SARH).- Mayo- 1987.