



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO LA CENTRAL-PEÑA BLANCA
(0610), ESTADO DE COLIMA**

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

Contenido

1. GENERALIDADES.....	3
Antecedentes.....	3
1.1 Localización	3
1.2 Situación Administrativa del acuífero.....	5
2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD	6
3. FISIOGRAFÍA.....	6
3.1 Provincia Fisiográfica.....	6
3.2 Clima.....	6
3.3 Región Hidrológica	7
3.4 Geomorfología.....	8
4. GEOLOGÍA.....	9
5. HIDROGEOLOGÍA.....	10
5.1 Tipo de acuífero.....	10
5.2 Parámetros hidráulicos.....	10
5.3 Piezometría.....	11
5.4 Hidrogeoquímica y Calidad del Agua Subterránea.....	12
6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA	13
7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	13
7.1 Evapotranspiración Media Anual.....	14
8. DISPONIBILIDAD	15
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. BIBLIOGRAFÍA	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 Central-Peña Blanca, definido con la clave 0610 por la Comisión Nacional del Agua, se ubica en la zona costera del municipio de Manzanillo, colindando al oeste con el acuífero Marabasco y al este con Santiago Salaga, entre los paralelos 19° 04' y 19° 12' de latitud norte y los meridianos 104° 22' y 104° 33' de longitud oeste. Tiene una extensión superficial de 12.20 km² y un área incluida su zona de recarga (Zona Geohidrológica) de 48.65 km². La Zona Geohidrológica del Acuífero La Central-Peña Blanca, se encuentra ubicada totalmente en el municipio de Manzanillo, Colima; dentro de las principales poblaciones se encuentran La Central y El Naranja y su principal actividad es la Agricultura, Comercio y Servicios Turísticos. (Sinopsis Geohidrológica).

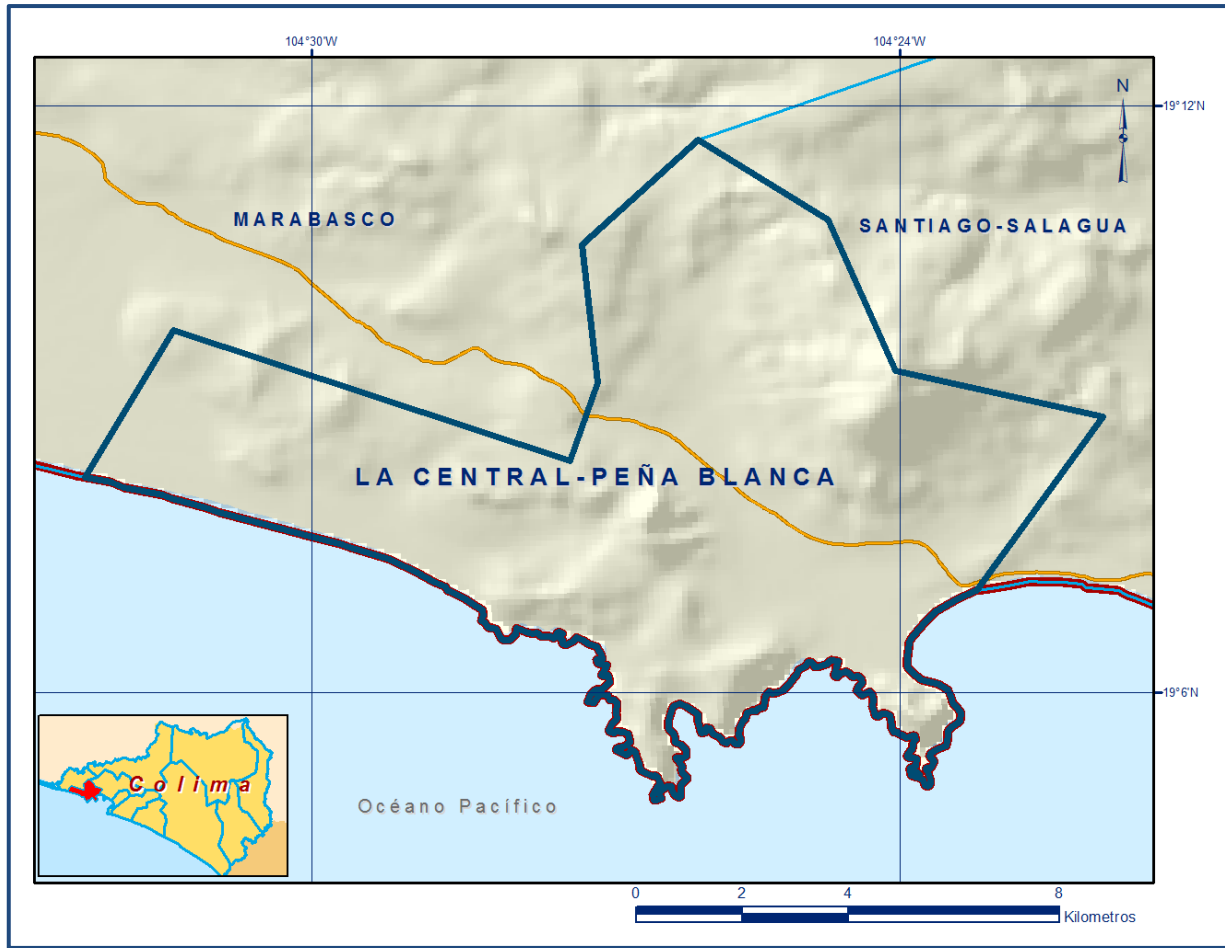


Figura 1. Localización del acuífero

La poligonal simplificada que delimita el acuífero se encuentra definida por los vértices cuyas coordenadas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la poligonal simplificada del acuífero

ACUÍFERO 061 O LA CENTRAL-PEÑA BLANCA							
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	104	32	18.6	19	8	12.1	
2	104	31	24.3	19	9	42.3	
3	104	27	21.6	19	8	22.1	
4	104	27	4.9	19	9	10.1	
5	104	27	14.7	19	10	34.7	
6	104	26	3.5	19	11	39.3	
7	104	24	44.0	19	10	49.8	
8	104	24	2.5	19	9	17.2	
9	104	21	55.7	19	8	49.2	
10	104	23	13.0	19	7	2.5	DEL 10 AL 1 POR LA LINEA DE BAJ AMAR A LO LARGO DE LA COSTA
1	104	32	18.6	19	8	12.1	

1.2 Situación Administrativa del acuífero

Decretos de Veda

Actualmente se tienen dos Decretos de Veda de Aguas del Subsuelo, la Primera: Publicada el 20 de agosto de 1973 y que comprende la Costa de Colima, cuya extensión y límites geopolíticos corresponden a los Municipios de Manzanillo, Armería y Tecomán, del estado de Colima.

El tipo de veda que se Decreta es de Control de las extracciones, uso o aprovechamiento de aguas del subsuelo de dicha Zona.

La Segunda Veda: Publicada el 21 de septiembre de 1984 y que comprende la Zona que no fue incluida en la Veda Impuesta por el ordenamiento Presidencial Publicada en 20 de agosto de 1973, cuya extensión y límites geopolíticos, corresponden a los Municipios de: Colima, Comala, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Minatitlán y Villa de Álvarez. El tipo de veda que se Decreta es de Control de las extracciones, uso o aprovechamiento de aguas del subsuelo de dicha Zona.

Como hasta ahora (1990) la disponibilidad de agua sigue siendo, en términos generales, mayor que su demanda, las vedas referidas no se aplican todavía para limitar la construcción de captaciones sino más bien para cuidar que la explotación de los acuíferos progrese en forma ordenada, tomando en cuenta la magnitud y distribución de su volumen renovable y respetando las restricciones naturales de los acuíferos costeros. (Sinopsis Geohidrológica)

Zonas de Disponibilidad

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3.

Distritos y Unidades de Riego

De acuerdo con el Padrón de Unidades de Riego por bombeo existen trece Unidades.

Usuarios mayores de Agua Subterránea

Los tres principales Usuarios, en este Acuífero son: El organismo operador denominado CAPDAM, para uso Público Urbano, las unidades de riego y para uso de Servicios de los hoteles que se encuentran ubicados en este acuífero.

2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD

Los estudios que se han realizado en la Zona son: Estudio Geohidrológico Preliminar en el Valle de La Central, Col; Geoexploraciones y Construcciones, S.A. (diciembre de 1977) y Sinopsis Geohidrológica del Estado de Colima (diciembre de 1990).

3. FISIOGRAFÍA

3.1 Provincia Fisiográfica

Fisiográfica denominada: Sierra Madre del Sur, cuyo drenaje principal lo constituyen las corrientes que fluyen de la Sierra hacia el Mar. Esta Provincia se caracteriza por tener un relieve variado que incluye Sierras, Valles y Llanuras Costeras. Las sierras están ampliamente distribuidas en toda la Provincia y alcanzan elevaciones desde 500 metros sobre el nivel del mar (msnm), en la porción Centro-Occidental hasta más de 2,400 msnm, en la Noroccidental la red de drenaje está compuesta por cauces poco profundos en forma de V con pendiente pronunciada en las montañas y suave en los lomeríos.

Los valles se encuentran en las partes bajas de las cuencas son estrechos y tienen drenaje paralelo con Arroyos de poca pendiente las llanuras están diseminadas en la faja costera separadas por cadenas montañosas que desde las Sierras se extienden hasta el Litoral. (I.C.G.)

3.2 Clima

Prevalece el clima tropical lluvioso, la temporada lluviosa comprende los meses de junio a octubre. Tabla 2. La precipitación más abundante se registra en los meses de julio a septiembre, durante los cuales son frecuentes las lluvias torrenciales de origen ciclónico. El estiaje abarca de noviembre a mayo, con la lámina media mensual menor que 15 mm.

Tabla 2. Climatología del estado de Colima

CLIMA	SÍMBOLO	% DEL ESTADO
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	A (W)	78.8
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	AC (W)	7.8
Templado subhúmedo con lluvias en verano	C (W)	2.0
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	C (E) (W)	0.6
Semiseco muy cálido y cálido	BS (h)	10.8

Fuente: C.G.S.N.E.G.I. Cartas de Colima

Debido a su posición geográfica, a la cercanía del mar y a las corrientes de aire marítimo, el clima predominante en el estado de Colima es cálido subhúmedo con lluvias en verano A(W), sin embargo, a pesar de su extensión reducida existe una diversidad climatológica, la cual se describe en el cuadro siguiente:

Temperatura media anual

De acuerdo al promedio de los últimos 25 años, la temperatura media anual en la subcuenca de la Laguna de Cuyutlán es de 24.8° C mientras que la temperatura máxima oscila entre 39 y 40° C y la temperatura mínima entre 5.5 y 8° C. (Hidrología y Climatología Colima).

Precipitación media anual.

La precipitación anual promedio en el estado es de 1,026.42 mm, equivalente a un volumen de 5.6 hm³, la máxima una lámina de 1,668 mm lo que representa un volumen de 9.1 hm³ y la lámina mínima de 665 mm lo que da un volumen de 3.6 hm³ anuales.

En la subcuenca de la Laguna de Cuyutlán la precipitación media anual corresponde a una lámina de 1,077.7 mm mientras que la máxima fue de 1,498.6 mm y la mínima de 831.7 mm lo que representa un volumen medio anual de 1.8 hm³, 2.6 hm³ máximos y 1.4 hm³ para la precipitación mínima. (Hidrología y Climatología Colima).

La temporada de lluvias ocurre en los meses de junio a octubre, en los cuales se presenta el 88% de la precipitación anual, el 7% ocurre de enero a mayo y el 5% restante de noviembre a diciembre, las cuales corresponden a períodos de transición de lluvias irregulares y dispersas. (Hidrología y Climatología Colima)

3.3 Región Hidrológica

El estado de Colima se encuentra ocupando parcialmente la Región Hidrológica # 15, denominada Costa de Jalisco, y la Región Hidrológica # 16, Ríos Armería – Coahuayana. Dentro de la primera ocupa parte de la cuenca Chacala – Purificación, y dentro de ésta queda comprendida el total de la subcuenca de la Laguna de Cuyutlán; dentro de la segunda se ocupa en forma parcial las cuencas de los ríos Armería y Coahuayana, subcuencas del río Armería, río Coahuayana y Lagunas de Alcuzahue y Amela respectivamente. (Hidrología y Climatología Colima).

La Zona Geohidrológica La Central-Peña Blanca, está comprendida en la Región Hidrológica número quince, denominada Costa de Jalisco.

Cuenca

Se ubica en la Cuenca denominada: Chacala – Purificación, Subcuenca Laguna de Cuyutlán. Dentro de la Subcuenca de Cuyutlán, cuya extensión superficial es de 508 km², las corrientes principales son: en la zona de Santiago-Salagua, los arroyos “Chandiablo” y “Punta de Agua”; en la zona Jalipa-Tapeixtles, el “Rancho Viejo”; en la zona de El Colomo, el arroyo “El Zacate”, y en la zona Venustiano Carranza, el “Agua Blanca”.

Todos ellos nacen en la sierra Perote, cruzan valles intermontanos en las direcciones norte-sur y noreste-suroeste e ingresan a la planicie costera; los tres primeros desembocan al océano Pacífico en la bahía de Manzanillo, y los dos últimos, a la laguna de Cuyutlán. Los arroyos “Chandiablo” y “Punta de Agua” tienen régimen permanente en la parte montañosa de sus cuencas, e intermitentes en su parte baja; el régimen de los demás es transitorio en toda su longitud. En el caso del valle de La Central-Peña Blanca el drenaje es hacia la bahía de Santiago y La Laguna de Juluapan y en la zona no existe ningún escurrimiento superficial. (Sinopsis Geohidrológica)

Ubicada en la porción central de la faja costera de la entidad, la laguna de Cuyutlán ocupa una superficie aproximada de 68 km² en la cuenca de mismo nombre; su longitud es de 30 kilómetros en el sentido paralelo al litoral y su ancho varía entre 0.5 y 3 km. Recibe escurrimientos superficiales y descarga subterránea de las zonas “El Colomo y “Venustiano Carranza”. A pesar de estas aportaciones de agua dulce, la concentración de sales disueltas en la laguna es similar a la del mar, y aun mayor en algunas porciones de aquéllas a causas de la evaporación, lo cual se aprovecha para la explotación de salinas. (Sinopsis Geohidrológica)

3.4 Geomorfología

Localmente se distinguen dos Expresiones Fisiográficas: La Región Montañosa y la Región Costera, en ésta última los agentes erosivos, han modelado el paisaje de seis cuencas abiertas, de las cuales una de ellas es el acuífero: La Central-Peña Blanca, el drenaje de la Cuenca es hacia la Bahía de Santiago y La Laguna de Juluapan. Las fronteras laterales al flujo del agua subterránea coinciden con los contactos entre los sedimentos fluviales y las rocas impermeables que bordean el valle.

La principal recarga del acuífero, se recibe a través de los escurrimientos superficiales, provenientes de la Sierra de la infiltración por lluvia y agua de riego, que recibe la superficie del terreno.

4. GEOLOGÍA

El acuífero está formado por un relieve irregular de rocas intrusivas siendo granito, el más abundante, y en la parte centro occidental del valle de La Central se tiene dacitas y tobas dacíticas del terciario. (Geoexploraciones y Construcciones S.A.).

Los principales elementos geológicos estructurales están representados por fallas y fracturas, las fallas normales son de gran longitud coincidiendo su orientación con la de los grandes ejes estructurales (figura 2). (Norte-Sur y Noroeste-Sureste), (I.C.G.).

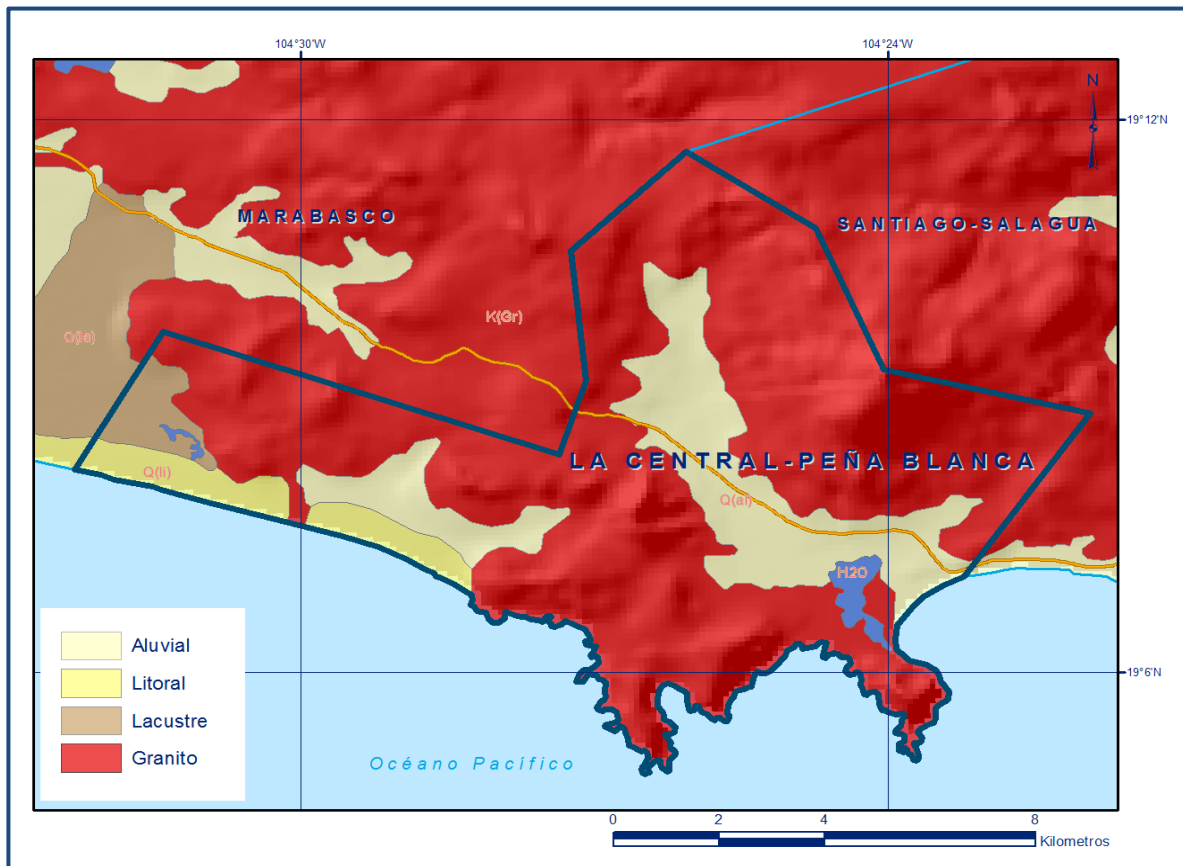


Figura 2. Geología general del acuífero

5. HIDROGEOLOGÍA

5.1 Tipo de acuífero

El Acuífero es de tipo libre, ya que no existe confinamiento de los materiales granulares los cuales están formados por sedimentos aluviales del Reciente: grava, arenas, arcillas, boleos y conglomerados que en conjunto presentan una gran permeabilidad hidráulica que facilita la infiltración vertical de los volúmenes precipitados en el área.

El material de relleno alcanza espesores variables desde 10 a 130 m. en la parte central de la porción norte del valle disminuyendo a 80 m. para su porción media, 86 m. en su parte baja y 10 m. en la parte sur del valle. (Geoexploraciones y Construcciones S.A.)

La recarga proviene de la infiltración de los escurrimientos que bajan de las Sierras que lo rodean y se infiltran en los materiales granulares del valle, así como de la infiltración de la lluvia que se precipita directamente sobre el valle. Su descarga tiene lugar en forma natural por las salidas por flujo horizontal hacia el mar y por evapotranspiración en las áreas con niveles someros y en forma artificial por la extracción que se realiza mediante bombeo en los pozos o en forma natural en las norias. (Geoexploraciones y Construcciones S.A.)

5.2 Parámetros hidráulicos

Las características hidráulicas de los acuíferos aluviales dependen de su granulometría y espesor. En general, su coeficiente de transmisividad varía en el área dentro del rango de 0.005 y 0.05 m²/s; los valores mayores se registran en la porción alta de la planicie Costera y en las inmediaciones de los cauces principales, donde predominan los clásicos gruesos muy permeables. A escala original, son de tipo “libre” o freático”; por tanto, se estima que su coeficiente de almacenamiento es equivalente a su porosidad efectiva y toma valores entre 0.12 y 0.25, dependiendo de la granulometría de los clásticos en que oscila la superficie freática. Sin embargo, el valor de ese coeficiente puede ser mucho menor en aquellas áreas donde los acuíferos están confinados o semiconfinados por estratos de materiales limo-arcillosos (Sinopsis Geohidrológica). El valor de conductividad hidráulica (K) es igual a 0.25, el valor del coeficiente de almacenamiento es 0.16 y finalmente el valor de la porosidad eficaz por rendimiento específico (SY) es de 0.15 (I.C.G.)

5.3 Piezometría

Las configuraciones piezométricas proporcionan valiosa información acerca de la circulación del agua en el subsuelo. El agua ingresa a los acuíferos en las áreas de recarga - flancos montañosas, abanicos aluviales y cauces de corrientes alimentadoras, localizadas en las partes altas de valles y planicies, y transita hacia las áreas de descarga bajo el control de la geología subterránea. Y transita hacia las áreas de descarga bajo el control de la geología subterránea.

En condiciones naturales, el gradiente hidráulico tenía fuertes variaciones en el área, determinadas por cambios en la permeabilidad y en la sección de los acuíferos o por variaciones en el caudal de flujo; en general, su valor era de 10 a 30 por millar en el relleno angosto y delgado de los pequeños valles fluviales, y de 1 a 9 por millar en los acuíferos más amplios y gruesos de las planicies costeras. A lo largo de las trayectorias de flujo, una parte del caudal afloraba en los cauces colectores o era transpirado por la vegetación nativa, el resto continuaba su curso subterráneo hacia aguas abajo y, finalmente escapaba al mar (Sinopsis Geohidrológica)

Así, en las zonas costeras el bombeo ha reducido el gradiente de flujo hacia el litoral, pero como los abatimientos no han sido continuos ni de gran magnitud, en la mayoría de aquéllas la carga hidráulica es todavía positiva y persiste el flujo subterráneo hacia el océano; sólo en la zona “Jalipa-Tapeixtles” se han generado depresiones piezométricas con elevaciones negativas de varios metros, a pocos kilómetros del litoral, aunque en su faja costera todavía se mantiene un pequeño gradiente de flujo hacia el mar (Sinopsis Geohidrológica).

Actualmente simultáneamente, la recarga, la descarga natural y el bombeo, provocan la oscilación continua de los niveles de agua. En general, estos descienden en los periodos de estiaje y ascienden durante las temporadas de lluvia, se encuentran en su posición más baja en los meses de abril a mayo y en su posición más alta en los de octubre a noviembre. La magnitud de las oscilaciones es de varios metros, registrándose las mayores en las áreas de recarga y de bombeo, especialmente en aquéllas donde los acuíferos tienen baja capacidad de almacenamiento y de regulación. A estas fluctuaciones estacionales se superponen las tendencias piezométricas de largo plazo, generadas por las variaciones anuales de la precipitación pluvial.

En las zonas costeras del estado se observa una relación muy estrecha entre estas variaciones y el comportamiento de la superficie freática de los acuíferos: durante los ciclos secos, de varios años de duración, las porciones altas de los acuíferos se drenan a causa de la escasa recarga, como ocurrió en el lapso 1974-80 en las partes altas de las planicies costeras y en los estrechos valles, donde se observaron abatimientos de 5 a 18 m; por el contrario, en los ciclos lluviosos, los niveles del agua se recuperan rápidamente, como aconteció en el intervalo 1981-84.

La fuerte oscilación de los niveles freáticos afecta la operación de los pozos someros emplazados donde el espesor de los acuíferos es reducido. (Sinopsis Geohidrológica)

La posición de los niveles estáticos del agua subterránea con respecto a la superficie del terreno varía especialmente en las zonas geohidrológicas, dependiendo de la distribución de la recarga y del bombeo, de la configuración topográfica y de la transmisividad de los acuíferos.

En las planicies costeras los niveles freáticos afloran en las proximidades del litoral. Desde esas áreas, la profundidad a los niveles del agua aumentó gradualmente hacia aguas arriba, debido a que el gradiente hidráulico es menor que la pendiente topográfica, hasta alcanzar valores de 5 a 20 m en el borde superior de las planicies; luego en los pequeños valles de las cuencas de Cuyutlán y de Cihuatlán, varía en el rango de 20 a 70 m, también con tendencia creciente hacia aguas arriba. (Sinopsis Geohidrológica)

5.4 Hidrogeoquímica y Calidad del Agua Subterránea.

La salinidad total del agua subterránea es baja en la mayor parte de la entidad; en general, la concentración de sales es menor que 500 partes por millón (ppm) de sólidos totales disueltos (STD), en todas las zonas geohidrológicas.

Tan favorable característica hidrogeoquímica, se debe a la combinación de varios factores: La corta permanencia del agua en el subsuelo, derivada de su rápida circulación a través de acuíferos bastante permeables y de dimensiones relativamente reducidas; la gran resistencia al ataque químico del agua, de las rocas acuíferas predominantes ígneas fracturadas y clásticas gruesas derivados de su erosión y la abundante precipitación pluvial.

Calcio, Sodio y bicarbonato son los iones disueltos predominantes en esas aguas, procediendo los dos primeros de la disolución de los feldespatos cálcicos y sódicos constituyentes de las rocas ígneas. (Sinopsis Geohidrológica).

Actualmente en este acuífero se tienen concentraciones entre 345 y 821 partes por millón de sólidos totales disueltos.

6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA

VALLE DE: La Central-Peña Blanca												
APROVECHAMIENTOS			USO AGRICOLA		USO A/P Y DOM		USO PECUARIO		INDUSTRIAL		SERV	
POZOS	NORIAS	TOTAL	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIA	P	N
18	23	41	12	20	1	12	3	30			5	1
ELECTRIFICADOS		COMB. INTERNA		SIN EQUIPO		S/ORIF. SECOS		ACTIVOS		INACTIVOS		
POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIAS	POZOS	NORIA	
10	3		1	8	19	1	2	10	4	8	19	

(Aguas Subterráneas Colima)

USO ACTUAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA (hm³)

CUENCA	ACUÍFERO	USOS DEL AGUA				
		AGRÍCOLA	PÚBLICO URBANO	DOMESTICO ABREVADERO	INDUSTRIAL	SUBTOTAL
CUYUTLÁN	La Central-Peña Blanca	2	1	-	-	3

(Sinopsis Geohidrológica)

7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, 1997 (hm³)

ACUIFERO	Eh	Sh	B	+	Dn	Rv
LA CENTRAL-PEÑA BLANCA	0	0.5	3	1	5	9.5

(Sinopsis Geohidrológica)

Eh = Entradas subterráneas

Sh = Salidas subterráneas

B = Bombeo

AV = Cambio de almacenamiento

Dn = Descargas naturales (incluye la evapotranspiración)

Rv = Recarga vertical

$$E - S = AV * S$$

Donde:

E = entradas totales al sistema

S = salidas totales del sistema

AV = cambio de almacenamiento

S = coeficiente de almacenamiento

RECARGA MEDIA ANUAL DE LOS ACUÍFEROS, 1979-1990 (hm³)

Cuenca	Acuífero	Recarga Media Anual	Rendimiento permanente
Cuyutlán	La Central-Peña Blanca	5	3

(Sinopsis Geohidrológica)

(Cantidades en hm³)

Entradas		Salidas	
Recarga Vertical	6.50	Flujo Subterráneo	0.5
Recarga Inducida	3.00	Descargas Naturales	
Flujo subterráneo	0.0	Incluye Evapotranspiración	5.0
		Bombeo	3.0
Recarga Total	9.5		8.5

La ecuación de balance considerada para el Valle de La Central-Peña Blanca.

El balance de aguas subterráneas en su forma más simple, está representado por la expresión siguiente:

$$\text{Recarga Total} = \text{Cambio de almacenamiento} + \text{Descarga}$$

$$R = 1.0 + 8.50$$

$$R = 9.5 \text{ hm}^3$$

7.1 Evapotranspiración Media Anual

La evaporación media anual en la subcuenca de la Laguna de Cuyutlán es de 1,663 mm al año. (Hidrología y Climatología Colima).

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:

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

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 **9.5 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 el acuífero La Central-Peña Blanca la descarga natural comprometida es de **2.0 hm³/año**.

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 **5,363,796 m³** anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **30 de diciembre de 2022**.

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.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= \text{R} - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 9.5 - 2.0 - 5.363796 \\ \text{DMA} &= 2.136204 \text{ hm}^3/\text{año.} \end{aligned}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de **2,136,204 m³ anuales**.

9. BIBLIOGRAFÍA

Estudio Geohidrológico Preliminar en el Valle de La Central, Col; Geoexploraciones y Construcciones, S.A. (diciembre de 1977)

Sinopsis Geohidrológica del Estado de Colima, (diciembre de 1990.)