

***Actualización de la disponibilidad media anual
de agua en el acuífero Santa Clara (0822),
Estado de Chihuahua***

*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.**

CCXCVII REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "RÍO BRAVO"

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

ESTADO DE CHIHUAHUA

0822	SANTA CLARA	59.4	35.8	36.011483	26.4	0.000000	-12.411483
------	-------------	------	------	-----------	------	----------	------------

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 0822 SANTA CLARA

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	107	2	53.5	29	52	22.5
2	107	0	13.1	29	50	36.6
3	106	57	57.5	29	42	28.8
4	106	48	22.1	29	34	21.2
5	106	43	26.8	29	29	40.5
6	106	38	3.4	29	18	20.2
7	106	32	26.6	29	16	19.6
8	106	31	55.5	29	13	27.9
9	106	32	49.1	29	8	3.9
10	106	36	31.8	29	5	3.9
11	106	35	19.3	29	0	32.4
12	106	41	26.4	28	58	39.2
13	106	51	7.9	29	0	20.7
14	106	52	9.4	28	55	54.4
15	107	9	37.7	28	58	45.4
16	107	11	41.7	28	55	4.8
17	107	14	40.4	28	59	21.9
18	107	10	22.7	29	5	32.1
19	107	13	6.6	29	15	37.7
20	107	10	43.1	29	16	47.5
21	107	10	4.3	29	24	6.0
22	107	14	1.0	29	26	33.4
23	107	16	24.5	29	31	39.9
24	107	12	44.2	29	38	28.1
25	107	14	52.2	29	47	43.0
26	107	11	49.1	29	48	1.0
1	107	2	53.5	29	52	22.5



Comisión Nacional del Agua

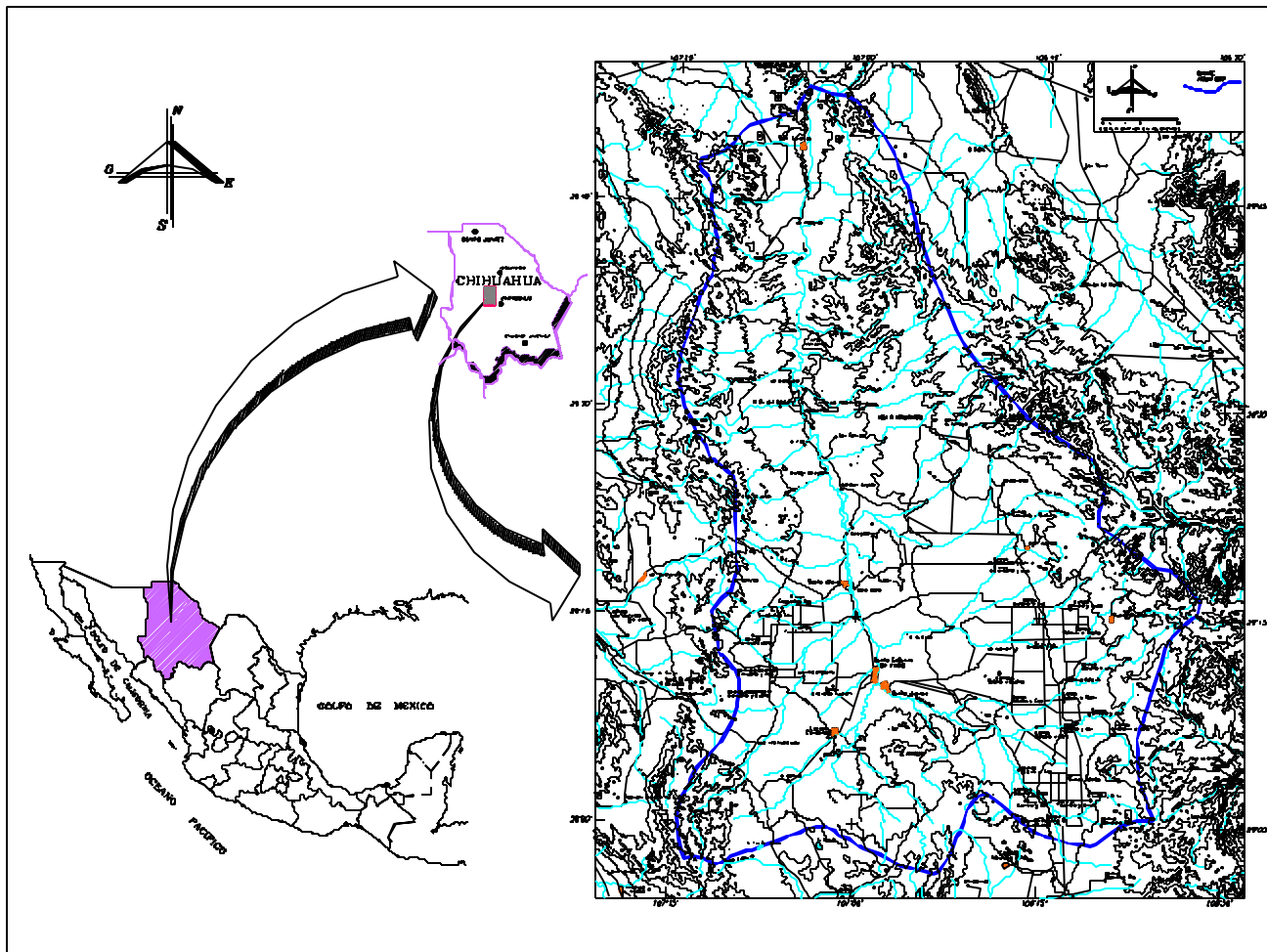
Subdirección General Técnica

Gerencia de Aguas Subterráneas

Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica

***DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD
DE AGUA EN EL ACUÍFERO
SANTA CLARA, ESTADO DE CHIHUAHUA***

México, D. F., 30 de abril de 2002



Acuífero Santa Clara, Chih.

DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL ACUÍFERO SANTA CLARA, ESTADO DE CHIHUAHUA

Contenido

1 Generalidades

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Localización, extensión y límites de la unidad hidrogeológica
- 1.3 División municipal

2 Estudios técnicos realizados con anterioridad

3 Fisiografía

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

4 Geología

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

5 Hidrogeología

- 5.1 Tipo de acuífero
- 5.2 Parámetros hidráulicos
- 5.3 Piezometría
 - 5.3.1 Profundidad del nivel estático
 - 5.3.2 Elevación del nivel estático
 - 5.3.3 Evolución del nivel estático

6 Censo de aprovechamientos e hidrometría del bombeo

7 Balance de aguas subterráneas

- 7.1 Entradas
 - 7.1.1 Recarga natural
 - 7.1.2 Recarga inducida
 - 7.1.3 Flujo horizontal
- 7.2 Salidas
 - 7.2.1 Evapotranspiración
 - 7.2.2 Descargas naturales
 - 7.2.3 Extracción de aguas subterráneas
 - 7.2.4 Flujo horizontal
- 7.3 Cambio de almacenamiento

8 Disponibilidad

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

Figuras

- Figura 1 Acuífero Santa Clara, Chih.
- Figura 2 Profundidad del nivel estático
- Figura 3 Elevación del nivel estático

Tablas

- Tabla 1 Vértices de la poligonal del acuífero de Santa Clara, Chih.
- Tabla 2 Balance de aguas subterráneas

1 Generalidades

1.1 Antecedentes

La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento (LAN) contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CNA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, por acuífero en el caso de las aguas subterráneas, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana (NOM) “Norma Oficial Mexicana que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales” (NOM de Disponibilidad). Esta norma a sido preparada por un grupo de especialistas provenientes de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, organismos de los gobiernos de los estados y municipios, y de la CNA.

Con la publicación de la LAN en diciembre de 1992, se establece que los aprovechamientos de agua subterránea deberán de estar inscritos en el Registro Público de Derechos del Agua (RE-PDA), estimándose a esa fecha un universo de 140,000 pozos existentes en todo el país, de los cuales, unos 42,600 contaban con registro nacional y otros 10,000 tenían algún tipo de autorización. A finales de 1995 se emitieron Decretos Presidenciales que otorgan facilidades a los usuarios para inscribir sus pozos en el REPDA, que se prorrogaron hasta finales de 1999, con lo que se ha logrado captar a casi todo el universo de usuarios. Uno de los instrumentos que le dará certidumbre jurídica a los actos de autoridad de la CNA, es la publicación en el DOF de los datos de disponibilidad de agua subterránea en cada uno de los acuíferos del país y la publicación de los estudios técnicos correspondientes. Esta publicación deberá estar dentro de los lineamientos que establece la NOM de disponibilidad.

El método que establece la NOM indica que para calcular la disponibilidad de aguas subterráneas deberá de realizarse un balance de las mismas, donde se defina de manera precisa la recarga de los acuíferos, y de ésta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y los usuarios registrados con derechos vigentes en el REPDA.

Los datos técnicos que se publiquen deberán estar respaldados por un documento en el que se sintetice la información necesaria, en donde quede claramente especificado el balance de aguas subterráneas y la disponibilidad de agua subterránea susceptible de concesionar, considerando los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y los usuarios registrados con derechos vigentes en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA). La publicación de la disponibilidad servirá de sustento legal para fines de administración del recurso, en la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, en los planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, y en las estrategias para resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

1.2 Localización, extensión y límites de la unidad hidrogeológica

El acuífero Santa Clara se localiza en la parte central poniente del estado de Chihuahua. El acuífero cubre una superficie de 4 452 km² ⁽¹⁾, que representa cerca del 1.8% del territorio estatal. Geográficamente, la zona de estudio se localiza dentro de la poligonal cuyos vértices se enlistan a continuación:

¹ Catálogo DE Acuíferos, CNA, 2000

Tabla 1 Vértices de la poligonal del acuífero de Santa Clara, Chih. (²)

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	107	4	26.4	29	53	9.6	
2	106	59	2.4	29	50	24.0	
3	106	50	31.2	29	33	32.4	
4	106	44	45.6	29	28	40.8	
5	106	40	8.4	29	21	39.6	
6	106	31	48.0	29	16	15.6	
7	106	36	50.4	29	6	21.6	
8	106	35	20.4	29	0	32.4	
9	106	41	27.6	28	58	40.8	
10	106	49	4.8	29	2	13.2	
11	106	53	13.2	28	56	24.0	
12	107	2	45.6	28	59	42.0	
13	107	10	48.0	28	56	52.8	
14	107	13	58.8	29	1	26.4	
15	107	9	36.0	29	8	31.2	
16	107	10	12.0	29	24	50.4	
17	107	14	16.8	29	29	56.4	
18	107	12	43.2	29	38	27.6	
19	107	13	22.8	29	47	6.0	
1	107	4	26.4	29	53	9.6	

1.3 División Municipal

La zona ocupa parcialmente los municipios de: Namiquipa, Riva Palacio, Cuauhtémoc y Buenaventura y una pequeña parte de Chihuahua como se puede ver en la figura 1.

El área de estudio se encuentra comunicada por diversas carreteras pavimentadas, por el lado oriente partiendo de Chihuahua y aproximadamente 50 km hacia el norte, por la carretera panamericana No. 45 se toma hacia el poniente por la carretera estatal (No. 160); asimismo, se puede tener acceso a la zona de interés partiendo de Chihuahua a Cuauhtémoc, de donde hacia el norte por la carretera estatal No. 65 se llega a la Colonia Álvaro Obregón y de ahí se puede continuar hacia el norte hasta llegar al Ejido Benito Juárez. También partiendo de la colonia Álvaro Obregón se puede continuar hacia el poniente hasta llegar a la colonia Oscar Soto Maynez (Santa Ana) llegando como camino pavimentado hasta El Terrero, punto desde el cual, se llega a Santa Catarina de Villela y de ahí a Santa Clara; en la zona de estudio los accesos en general son transitables, prácticamente en todo tiempo, salvo en épocas de lluvias intensas (³).

² Gerencia de Aguas Subterráneas, CNA, 2000

³ Mapa de INEGI, Condensado Estatal Chihuahua, esc. 1: 1 250 000

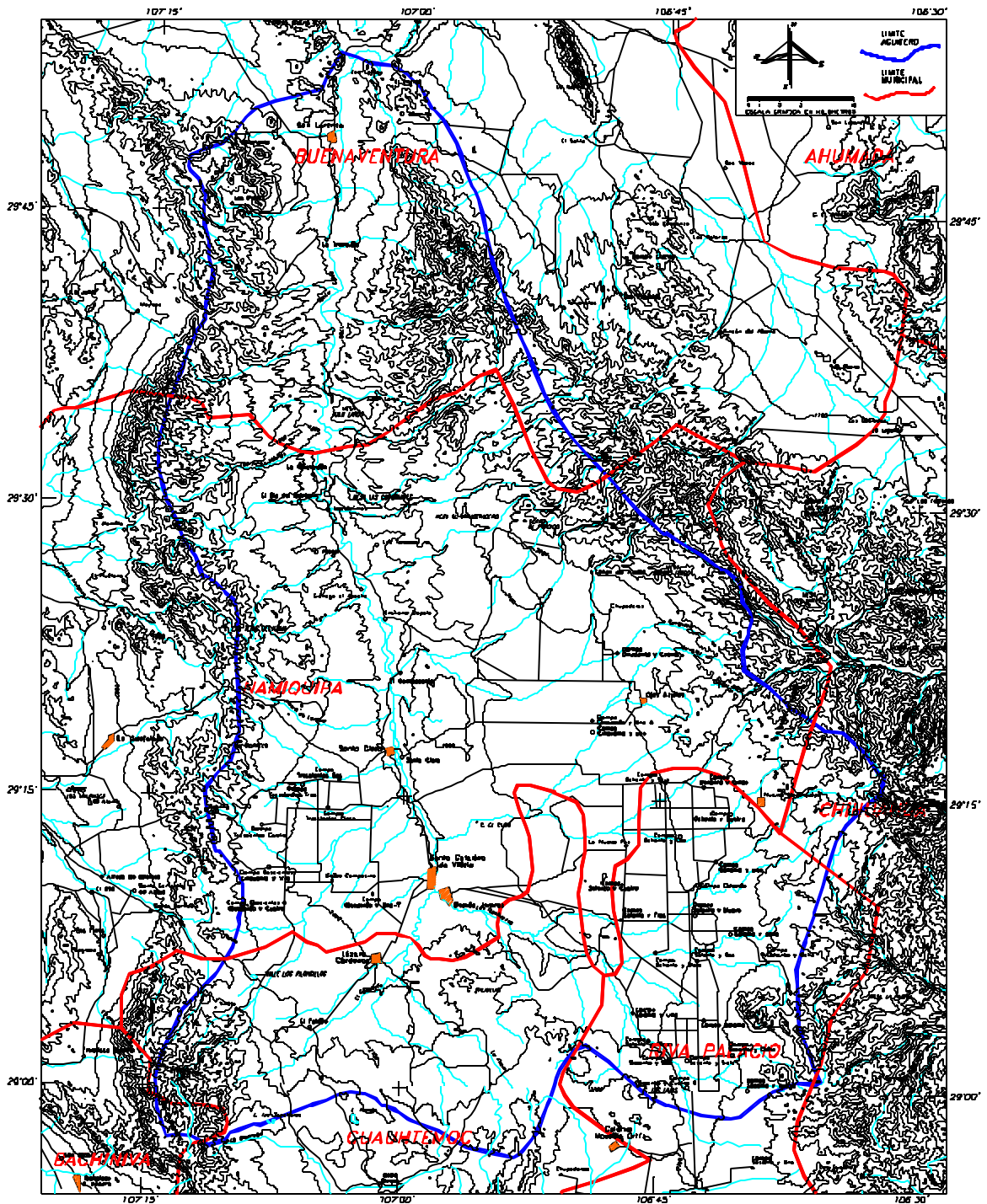


Figura 1 El acuífero de Santa Clara, Chih.

Las actividades más importantes son: en primer lugar la agricultura, produciéndose maíz, frijol y avena en segundo término la ganadería principalmente bovino, también se tiene como actividad económica la industria quesera, la cual se desarrolla por los Menonitas (⁴).

Entre las poblaciones más importantes de la zona de estudio están: Ejido Benito Juárez, Santa Catarina de Villela, Santa Clara, Nuevo Namiquipa, Ojos Azules, Lázaro Cárdenas, San Lorenzo, La Nueva Paz y diversos campos menonitas.

2 Estudios técnicos realizados con anterioridad

En el año de 1983 se realizó el estudio geohidrológico preliminar del Valle de Santa Clara del estado de Chihuahua, cuyo objetivo más importante fue determinar las características hidrogeológicas, condiciones de explotación y recarga del acuífero, y determinar la geometría y la estructura del acuífero. Como resultado importante señala que, el acuífero se encuentra emplazado en depósito de gravas y aluviones los que reciben agua de lluvia por infiltración y lateralmente por las serranías, que de acuerdo con sondeos eléctricos realizados a una profundidad de 300 m en la zona del ejido de Benito Juárez, permitieron suponer para el área en cuestión espesores de depósitos de aluvión y grava mayores de 300 m; asimismo, se efectuó un censo de aprovechamientos para el valle de los menonitas de 315 aprovechamientos y para el de Piloncillos de 123 y un caudal de extracción de agua del orden de 988 955 m³/año. En este estudio no se determinaron las condiciones de recarga del acuífero.

3 Fisiografía

3.1 Provincias fisiográficas

De acuerdo a la clasificación de Provincias Fisiográficas realizada por INEGI (⁵), la zona de estudio se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica de Sierra Madre Occidental; a su vez, se encuentra en su mayoría en la subprovincia fisiográfica Sierras y Llanuras Tarahumaras.

3.2 Clima

Dentro del área de estudio se manifiestan dos tipos de clima, muy similares entre sí. Prácticamente todas las partes bajas del área de estudio corresponden al clima tipo BSokw (e'), el cual se define como el grupo de climas más seco, con una relación precipitación temperatura menor a 22.9, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18 °C presentando el mes más frío entre -3° y 18° C y el mes más caliente mayor de 18° C, con régimen de lluvias de verano, un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la anual total, y una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales mayor de 14° C, o sea muy extremosa (⁶).

Las partes altas, o sea las zonas de sierras, se caracterizan por un tipo de clima BS₁kw (e); este se diferencia del tipo de clima correspondiente a las partes bajas en que es el menos seco de los cli-

⁴ "Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca del Río Santa Clara en el estado de Chihuahua" elaborado por la Cía. ECOTERRA S.A. de C.V. Consultores Internacionales en Ecosistemas. Para la SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, capítulo II, contrato OHIADR-E-83-57, 1983

⁵ Carta Fisiográfica, escala 1:1,000,000; hoja Chihuahua. INEGI

⁶ "Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca del Río Santa Clara en el estado de Chihuahua" elaborado por la Cía. ECOTERRA S.A. de C.V. Consultores Internacionales en Ecosistemas. Para la SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, capítulo III, contrato OHIADR-E-83-57, 1983.

mas secos, con una relación precipitación/temperatura mayor de 22.9 y que la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales está entre 7° y 14° C, o sea extremosa.

3.2.1 Temperatura media anual

La temperatura media anual es de 14.2° C.

3.2.2 Precipitación media anual

La precipitación promedio anual es de 383.8 mm/año

3.2.3 Evaporación potencial media anual

La evaporación potencial media anual es del orden de 3 100 mm/año, al considerar mediciones cercanas a la zona de Cuauhtémoc, donde los climas son semejantes.

3.3 Hidrografía

El área corresponde a una cuenca abierta de forma alargada, delimitada al suroeste por la sierra Chuchupate, al oeste por la sierra Manzanillas y al noroeste por la sierra Las Tunas; al sureste por la sierra Victorino; al este por la mesa La Pinosa, cerro La Campana y Sierra El Nido; al noreste por la sierra El Pajarito; al norte por la Presa Las Lajas y al sur por los cerros Palmillas y Las Lajas.

3.3.1 Región Hidrológica

La zona ⁽⁷⁾ de Santa Clara pertenece a la Región Hidrológica No. 34 “Cuenas Cerradas del Norte”.

3.3.2 Subregión

Cuenas Cerrada Laguna de Patos o San José – Río Del Carmen.

3.3.3 Cuenca

El área en estudio esta localizada dentro de la cuenca del Río Del Carmen ⁽⁸⁾

3.3.4 Subcuenca

El área de estudio se encuentra dentro de la subcuenca del Río Santa Clara ⁽⁹⁾.

El río Santa Clara es la corriente superficial principal y atraviesa de sur a norte todo el valle de la zona de estudio; el río inicia al sur del poblado de Santa Clara ⁽¹⁰⁾, a la altura de Cartucheras, donde se juntan los arroyos Cartucheras que provienen del suroeste teniendo como origen la sierra Chuchupate, y Tepehuanes, que proviene del sureste, teniendo como origen las sierras Victorino y Rusia. Mas hacia el norte de Santa Clara, el río presenta aportes (en temporada de lluvias)

⁷ Boletín Hidrológico de la Región Hidrológica No. 33, SRH, 1970

⁸ Chihuahua, Estado de Chihuahua, Cuaderno Estadístico Municipal, Gobierno del estado de Chihuahua, INEGI y H. Ayuntamiento Constitucional de Chihuahua, edición 1993

⁹ Chihuahua, Estado de Chihuahua, Cuaderno Estadístico Municipal, Gobierno del estado de Chihuahua, INEGI y H. Ayuntamiento Constitucional de Chihuahua, edición 1993

¹⁰ “Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca del Río Santa Clara en el estado de Chihuahua” elaborado por la Cía. ECOTERRA S.A. de C.v. Consultores Internacionales en Ecosistemas. Para la SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, capítulo III, contrato OHIADR-E-83-57, 1983

de varios arroyos, El Palomino y El Mesteño, que se originan en las sierras del oriente y Piedra de Lumbre, El Agua y Las Tunas Mileñas, originados hacia el poniente.

Dentro del área de estudio, sobre el Río Santa Clara y a la altura del Rancho La Trasquila se localiza la estación hidrométrica llamada La Trasquila; los datos que se tienen son de un área de 4154 km², con un volumen medio anual de 96.907 m³/año⁽¹¹⁾, correspondientes a un período de los años 1952 a 1983. El escurrimiento anual máximo es de 384 m³ originado en 1981, y el escurrimiento anual mínimo es de 36 m³ originado durante 1953

El principal aprovechamiento superficial, perteneciente al río Santa Clara, se localiza en el límite norte del área de estudio y corresponde a la presa Las Lajas, con capacidad de 90 millones y un almacenamiento máximo de 113 Mm³, su uso es para riego.

3.4 Geomorfología

La zona presenta unidades de montaña constituida de rocas volcánicas félsicas indiferenciadas, ignimbritas riolíticas, domos, etc. se presentan como en las sierras Chuchupate, El Rosal y Manzanillas, y parte de la sierra Las Tunas localizadas al occidente de la zona de estudio; así como al norte y oriente en las Sierras El Pajarito y El Nido. Unidades de meseta se encuentran en las sierras compuesta principalmente de emisiones riolíticas e ignimbritas, como la mesa La Pinosa, mesa Las Varas, mesa El Arrastradero y mesa Las Codornices. Unidades de lomeríos, constituida por rocas de diferente tipo, predominan las de origen volcánico, basaltos, gravas, depósito de talud, etc. Unidades de planicie, en esta unidad se agrupan los depósitos aluviales que actualmente están siendo transportados por los arroyos y ríos, y que corresponden exclusivamente a las planicies de inundación y a los materiales que se encuentran dentro de los cauces de las corrientes como en el Río Santa Clara, arroyos Tepehuanes y Cartucheras.

4 Geología

Las cuencas terciarias producidas por el tectonismo, tienen gran potencial hidrológico debido a que contienen depósitos aluviales con gran capacidad para almacenar agua subterránea. La superficie de esas cuencas intermontanas es prácticamente horizontal. La Cuenca del Río Santa Clara es una de esas fosas tectónicas formadas durante el Terciario ⁽¹²⁾.

En el cuaternario la cuenca recibió materiales lacustres y fluviales a través de los arroyos erosionando de las partes altas.

4.1 Estratigrafía

Dentro del área de estudio se encuentran depósitos aluviales, planicies de inundación y suelos de edad Reciente. Subyaciendo a dichos depósitos se presentan gravas de posible edad Plio-Pleistocénicas, con diferentes grados de etapas de consolidación y que rellenen el graben de la

¹¹ Mm³, millones de metros

¹² "Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca del Río Santa Clara en el estado de Chihuahua" elaborado por la Cía. ECOTERRA S.A. de C.v. Consultores Internacionales en Ecosistemas. Para la SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, capítulo IV, contrato OHIADR-E-83-57, 1983

cuenca del río Santa Clara, se observan dichas gravas interestratificadas con rocas ígneas basálticas indiferenciadas que consisten en ignimbritas riolíticas, domos, lavas (¹³).

El periodo Terciario está representado por gravas, constituidas por fragmentos de diversos tamaños y grados de redondez, presentan estratificación burda, lentes de arcilla interestratificadas y de diferentes dimensiones y comúnmente se tienen paleocanales de diversos tamaños y actitudes. Esta unidad está ampliamente distribuida en toda el área de estudio, desde el sur hasta el norte, constituyendo las partes bajas y formando lomeríos suaves, mesetas con pendientes pronunciadas y planicies de gran extensión.

Estas gravas fueron depositadas en el graben producido por el tectonismo de cuencas y sierras. El relleno del graben del Río Santa Clara está siendo erosionado debido a que el nivel base de erosión que existía cuando fue rellenado bajo, este fenómeno está asociado en la región con el tectonismo del Rift del Río Grande. Durante el pleistoceno bajó el nivel base de erosión del Río Grande, cerca de El Paso, Texas, ocasionando que las gravas depositadas en cuencas similares a la del Río Santa Clara fueran disectadas, y que aflorara el basalto que se encuentra interestratificado con las gravas. Esta similitud permite suponer que el tectonismo asociado al Rift del Río Grande, ocasionó que el nivel base de erosión bajara y se erosionaran los depósitos Plio-Pleistocénicos de la cuenca del Río Santa Clara.

Hacia la porción central del graben de la cuenca, se tienen basaltos de olivino interestratificados con las gravas, dentro de los depósitos de gravas se agrupan los depósitos de talud.

Durante el Cuaternario se formaron los depósitos de aluvión y planicies de inundación, estos depósitos se localizan predominantemente a lo largo del Río Santa Clara, siendo aquí donde su amplitud y longitud son mayores, y dentro de este río el área donde se asienta el poblado San Lorenzo es la de mayor extensión. También sobre los arroyos Tepehuanes, Cartucheras y Palomino, afluentes del mencionado río, se encuentran depósitos aluviales y planicies de inundación de cierta extensión. Se observa, principalmente hacia la parte sureste del área, la presencia de algunos arroyos como el Gachupín y los lagartos en los que los depósitos aluviales ofrecen una invasión sobre las rocas ígneas, lo que indica la mayor energía sobre esos sitios del agua que fluye y que tiende a erosionar con mayor rapidez tales lugares.

Las rocas ígneas de origen volcánico son de amplia extensión en el área de estudio, constituyen las partes de alturas medias y altas, principalmente estas últimas y corresponden a basaltos y a rocas félsicas indiferenciadas, las cuales comprenden ignimbritas riolíticas, tobas y riolitas.

Las rocas volcánicas félsicas indiferenciadas son las más abundantes en el área, cubren las sierras El Rosal, Chuchupate, y Manzanillas al occidente y gran parte de las sierras de Las Tunas localizadas al occidente; al norte cubre una buena porción de los Cerros Tehuas Altas; igualmente sucede al norte y oriente del área, en las sierras El Pajarito, El Nido y La Campana, donde al avanzar hacia el sur predominan sobre las otras rocas volcánicas; y al sur y sur este en los cerros Palmillas y las Lajas, respectivamente, su predominio es bastante notable.

¹³ "Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca del Río Santa Clara en el estado de Chihuahua" elaborado por la Cía. ECOTERRA S.A. de C.v. Consultores Internacionales en Ecosistemas. Para la SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, capítulo IV, contrato OHIADR-E-83-57, 1983

Estos tipos de rocas están afectados notablemente por sistemas de fracturamiento y fallamiento, lo cual produce en ellas una buena porosidad secundaria.

Existe un tipo de roca denominado Basalto Milagro, consiste de basalto toleítico y cristalino en un 80%, representa un vulcanismo bimodal debido a la presencia de ignimbritas intercaladas con el basalto, son pocos metros de espesor y se encuentran poco soldadas. Este tipo de vulcanismo se considera de edad oligoceno; aflora ampliamente en la zona de la Presa Las Lajas, y en las sierras Las Tunas y El Pajarito en sus porciones norte; también se localiza, ocupando una cierta extensión, en la zona entre los depósitos de grava del cuaternario y las rocas volcánicas félsicas indiferenciadas del Terciario, principalmente hacia la margen oriental del río Santa Clara, en las porciones central norte (hasta poco al norte de Juan Largo) y sur (hasta el arroyo Palomino) del área de estudio. Asimismo se tiene afloramientos de Basalto Milagro hacia el límite suroeste del área de estudio, como al oriente del campo 77 y la extensa zona del sur de Lázaro Cárdenas. Estructuralmente presenta fracturamiento poco intenso y de características curvas, el fallamiento es de tipo normal y en algunos lugares elevó a las rocas félsicas indiferenciadas y dejó abajo al basalto.

Basalto Plio-Pleistoceno, se encuentran interestratificados con las gravas que ya fueron mencionados. Afloran principalmente en la porción central de la cuenca. Forman el malpaís de Santa Clara y se observan desde el campo 73, al sureste del área hasta la mesa de Juan Largo.

Al oeste de Benito Juárez se encuentran varios volcanes en escudo, los cuales presentan un cierto alineamiento de rumbo NW 55° SE, que es aproximadamente paralelo a las fallas activas durante el cuaternario, se considera muy probable que dicho sistema de fallas fue el conducto de expulsión de esos magmas, que al salir a superficie se comportaron como derrames lávicos.

4.2 Geología Estructural

La actividad ígnea de la cuenca del Río Santa Clara está relacionada con el arco magmático que produjo la actividad ígnea de la Sierra Madre Occidental, y en general en todo el Estado de Chihuahua. Este magmatismo fue producido por la subducción de la placa Farallón, debajo de la Placa Norteamericana durante el Cretácico y el Terciario (¹⁴).

El tectonismo conocido como “cuenca y Sierras” se produjo en la región después de que las rocas hiperalcalinas del oligoceno fueran extrabasadas. Los rasgos fisiográficos en la cuenca del Río Santa Clara fueron producidos por este tectonismo. Las sierras corresponden a pilares tectónicos limitados por grandes fallas normales, mientras que los grandes valles corresponden a fosas tectónicas que posteriormente fueron rellenadas con depósitos aluviales.

La cuenca del Río Santa Clara se encuentra directamente en la proyección sur del rift del Río Grande que es un elemento tectónico de primer orden en Norteamérica, su extensión es de cuando menos 950 km² desde Colorado E.U. hasta el norte de Chihuahua, México.

¹⁴ “Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca del Río Santa Clara en el estado de Chihuahua” elaborado por la Cía. ECOTERRA S.A. de C.v. Consultores Internacionales en Ecosistemas. Para la SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, capítulo IV, contrato OHIADR-E-83-57, 1983

La estructura de la Cuenca del río Santa Clara esta controlada principalmente por el tectonismo; ésta cuenca es un graben de rumbo sensiblemente N-S. El horst occidental esta constituido por las sierras Las Tunas, Manzanillas y Chuchupate, mientras que al oriente lo forman las sierras El Pajarito, El Nido, La Campana y Victorino. En la porción sur de la cuenca, la sierra Palmillas forma un horst intermedio de rumbo N 55°W. Al centro de la cuenca, los basaltos de edad reciente están asociados con el fracturamiento de rumbo N 55° W, que también afecta a los aluviones.

El horst occidental esta basculado hacia el oriente. Este horst esta limitado en el occidente por una serie de fallas normales de rumbo N 20°-30° E y N 35° W. La sierra de las Tunas termina en su porción norte en una falla normal de rumbo N 55° W con posible desplazamiento de rumbo. El horst oriental aparentemente no está basculado. Su límite norte es una gran falla normal de rumbo N 55° W, con posible desplazamiento de rumbo.

En toda el área, es notorio el sistema de rumbo N 55° W que generalmente forman los horst y grabens. Las fallas del sistema N 55° W tienen desplazamientos a rumbo que dislocan al horst occidental.

Los rellenos aluviales del graben del río Santa Clara están afallados por el sistema de rumbo N 55° W activo durante el Cuaternario, paralelo al sistema de desplazamiento a rumbo.

4.3 Geología del Subsuelo

El área de estudio está formada principalmente por rocas volcánicas félsicas indiferenciadas, por depósitos de gravas, por basaltos del Terciario-Cuaternario y por depósitos de aluvión; en ese orden, de mayor a menor predominancia (¹⁵).

De acuerdo a los resultados obtenidos de sondeos eléctricos verticales realizados a una profundidad de 300 m en el área del ejido de Benito Juárez, la que también esta explorada por medio de perforación de pozos, permiten suponer, para el área en cuestión los espesores de depósitos de aluvión y gravas son mayores a los 300 m así como la existencia de basaltos.

5 Hidrogeología

5.1 Tipo de Acuífero

Las rocas volcánicas félsicas indiferenciadas que constituyen las partes de las sierras actúan principalmente como zonas de escurrimiento, el cual se dirige hacia los depósitos de gravas. Es posible que este tipo de rocas presente agua subterránea en algunas fracturas, y que se comporten como conductos de recarga hacia los depósitos de gravas, sobre todo el sistema de fracturamiento semicircular que ofrece continuidad en ambas unidades litológicas.

¹⁵ Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca del Río Santa Clara en el estado de Chihuahua” elaborado por la Cía. ECOTERRA S.A. de C.V. Consultores Internacionales en Ecosistemas. Para la SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, capítulo IX, contrato OHIADR-E-83-57, 1983

Los depósitos de gravas se consideran con características geohidrológicas de posibilidades altas, debido a su no consolidación lo que permite una mayor porosidad y a que de ellos se extrae casi la totalidad del agua que abastece a las zonas de Piloncillos y Menonitas.

El acuífero se encuentra en una fosa tectónica cubierta por materiales no consolidados y afectados por fallamiento y fracturamiento. Por la forma en que esta constituido es de tipo libre.

5.2 Parámetros hidráulicos

Las características hidráulicas del acuífero Santa Clara se estiman, para la transmisividad del orden de 0.00188 m²/s y para el coeficiente de almacenaje de 0.066 semejante al del acuífero El Sauz- Encinillas, el cual se encuentra al oriente del Río Santa Clara y que tienen características litológicas similares al del área de estudio.

5.3 Piezometría

La piezometría existente en el área corresponde a la obtenida durante los trabajos realizados en 1983 –1984 (¹⁶). Se seleccionaron 50 aprovechamientos piloto para las lecturas de los niveles estáticos, 7 corresponden a norias y el resto a pozos,

Se tienen dos recorridos, una durante el período diciembre-enero y otra durante el período febrero-marzo, de 1983 y 1984, respectivamente. A partir de estos datos se elaboraron los planos de curvas de igual elevación y profundidad del nivel estático así como los de abatimiento y recuperación de los niveles piezométricos del acuífero.

5.3.1 Profundidad del nivel estático

Con la información correspondiente al año de 1983-1984 (¹⁷), se elaboró el plano de curvas de igual profundidad del nivel estático, que se puede consultar en la figura 2; el cual se puede considerar que es representativo de la situación actual, debido a que no se tienen reportes de descensos de dichos niveles, por lo cual se consideran abatimientos nulos, lo anterior se considera de recorridos efectuados después del período antes indicado (¹⁸).

¹⁶ “Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca del Río Santa Clara en el estado de Chihuahua” elaborado por la Cía. ECOTERRA S.A. de C.v. Consultores Internacionales en Ecosistemas. Para la SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, capítulo VII, contrato OHIADR-E-83-57, 1983.

¹⁷ Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca del Río Santa Clara en el estado de Chihuahua” elaborado por la Cía. ECOTERRA S.A. de C.v. Consultores Internacionales en Ecosistemas. Para la SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, capítuloVII, contrato OHIADR-E-83-57, 1983

¹⁸ Gerencia Estatal, Chihuahua, CNA, 2000

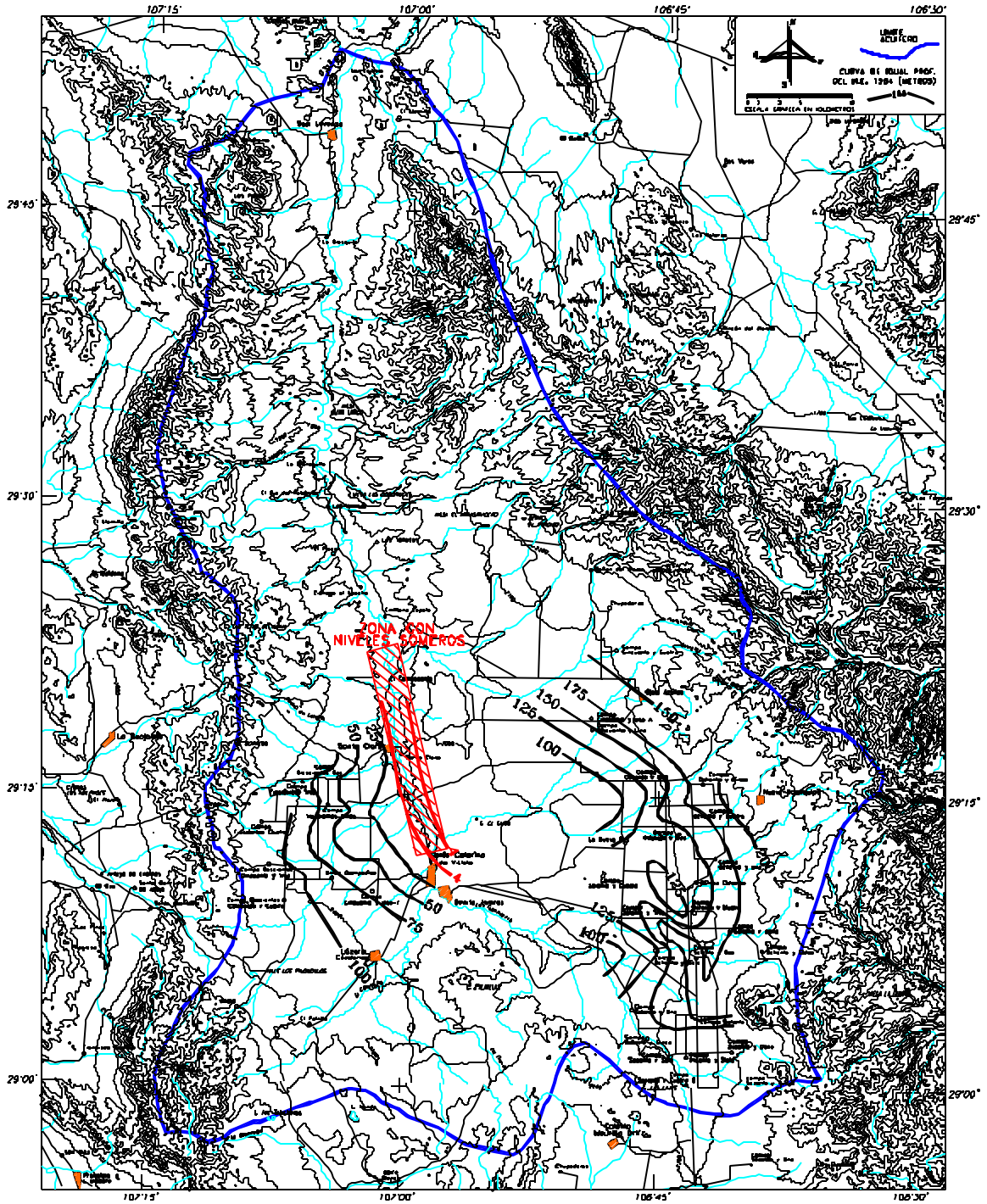


Figura 2 Profundidad del nivel estático en m, 1983-1984

De acuerdo al plano de profundidades de 1983-1984, se observa que para el área denominada Menonitas (parte oriente de la zona de estudio), localizada entre los poblados de Nuevo Namiqipa, La Nueva Paz, así como entre las faldas de los cerros Las Lajas, sierra Rusia y los campos Cincuenta y tres y Cincuenta y cuatro, se presentan las mayores profundidades los niveles estáticos de la zona de estudio, siendo el rango de variación del orden de 75 a 200 m; esta variación se va presentando en el sentido oeste a este. Al respecto también la topografía se incrementa en este sentido. Los valores de la profundidad del nivel estático que más se presentan oscilan entre 100 y 175 m. Valores mayores de 200 m del nivel estático del acuífero se aprecian en las cercanías del poblado de Nuevo Namiqipa.

En el área denominado de Piloncillos y la parte correspondiente entre La sierra Manzanillas y cerro el Cubo; y entre el poblado de Lázaro Cárdenas y el poblado de Santa Clara, la profundidad de los niveles estáticos se presentan en forma creciente hacia el oeste desde valores de 4 m en las cercanías del Río Santa Clara hasta de 120 m en las faldas de la sierra Manzanillas a la altura de los campos Doscientos cincuenta y cuatro y Trescientos tres. Valores de 4 a 25 m se ubican a lo largo del río Santa Clara. Las profundidades que abarcan una mayor área oscilan entre 25 a 100 m. Aquí también la profundidad de los niveles del agua subterránea se incrementan en el mismo sentido que la topografía.

5.3.2 Elevación del nivel estático

De la información obtenida durante los años 1983-1984 ⁽¹⁹⁾, se elaboró el plano de curvas de igual elevación del nivel estático, que se puede consultar en la figura 3, el cual se puede considerar que es representativo de las condiciones actuales, ya que de recorridos efectuados después de del período antes señalado ⁽²⁰⁾ se observa que los abatimientos han sido prácticamente nulos.

De la configuración de los niveles estáticos, figura 3, se puede observar que el acuífero tiene una recarga por agua de lluvia que se precipita sobre las sierras y cerros que lo circundan, la cual llega al acuífero como una entrada horizontal.

El agua proveniente de las sierras y cerros y que presentan un flujo hacia las partes bajas donde se ubica el acuífero en estudio, llega a él en forma horizontal, como se aprecia en la figura antes mencionada. Los valores de mayor elevación del nivel estático se encuentran en la parte oriente del acuífero, particularmente en las faldas de la sierra Rusia y cerros El Rebote y Las Lajas con elevaciones del nivel estático de 2090 msnm; de este punto hasta el poblado de Ojos Azules en general se observa que en esta área, denominada Menonitas, el agua subterránea fluye de este a oeste tendiendo a converger a las partes bajas; en esta parte la menor elevación observada es de 1940 msnm, entre el poblado de la Nueva Paz y el campo setenta y tres

En el área denominada de Piloncillos el flujo de agua subterránea en el acuífero se efectúa desde el pie de la sierra manzanillas y del cerro Palmillas, en dirección suroeste a noreste, hacia las inmediaciones del río Santa Clara, donde anteriormente se mencionó que la profundidad del nivel estático de las aguas subterráneas tienen de 4 a 25 m; para de ahí fluir hacia el norte. Las mayores elevaciones del nivel estático en esta área de Piloncillos son del orden de 1900msnm localiza-

¹⁹ Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca del Río Santa Clara en el estado de Chihuahua” elaborado por la Cía. ECOTERRA S.A. de C.v. Consultores Internacionales en Ecosistemas. Para la SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, capítuloVII, contrato OHIADR-E-83-57, 1983

²⁰ Grecia Estatal, Chihuahua, CNA, 2000

das al norte del poblado de Lázaro Cárdenas, y las de mas bajo nivel registradas son del orden de 1870 msnm en el poblado de Santa Clara.

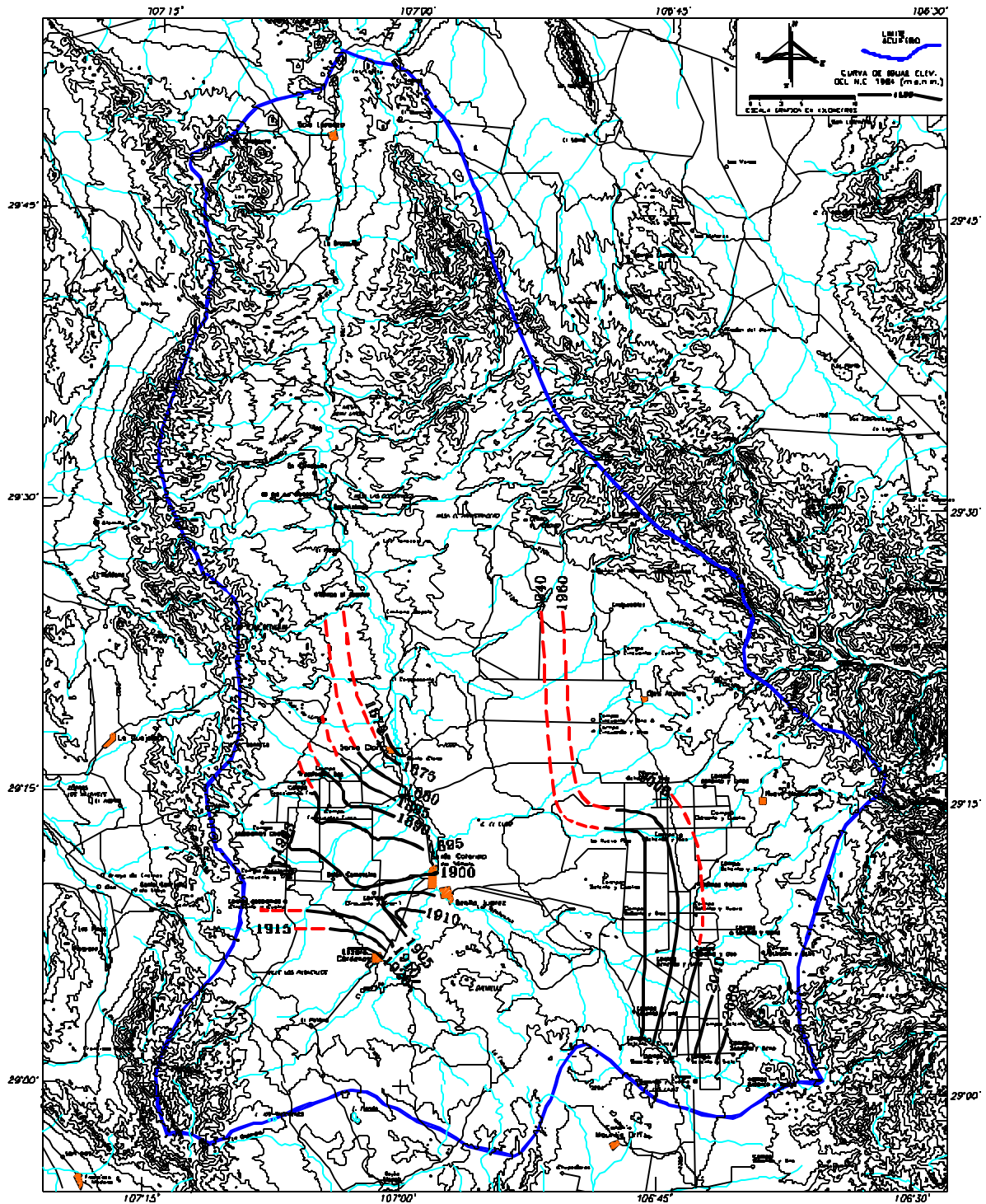


Figura 3 Elevación del nivel estático 1983-1984 en msnm

5.3.3 Evolución del nivel estático

De acuerdo con la información actual (año 2000) de la Gerencia Estatal de Chihuahua de la CNA (²¹), de recorridos efectuados después de 1983, la evolución del nivel estático ha sido prácticamente nula, lo anterior obedece a que no se ha tenido una explotación intensa de las aguas subterráneas en el acuífero.

6 Censo de aprovechamientos e hidrometría

El número de aprovechamientos hidráulicos subterráneos, reportado (²²), en el área de estudio es de 468 de los cuales 271 corresponden a pozos profundos, 193 norias, 3 manantiales y 1 galería filtrante. De acuerdo a su uso 413 tienen uso doméstico, 10 ganaderos, 2 riego y 43 inactivos.

El método para conocer los caudales de los pozos considerando que la mayoría son domésticos se tomó el tiempo requerido para llenar el volumen del depósito del cual se abastece cada hogar, cada campo o cada ejido. A las norias y a ciertos pozos se les estimó su caudal con base a la información proporcionada por los propietarios.

De acuerdo a la información obtenida durante 1983-1984, en los trabajos señalados anteriormente, en el área de Piloncillos se tiene una extracción de 423,079 m³ anuales, mientras que para el área de Menonitas se extraen 565,876 m³ anuales, haciendo un total de 988 955 m³ anuales

La máxima concentración de aprovechamientos subterráneos se presenta en los campos menonitas, principalmente en los localizados al oriente del área. El uso esencial es de tipo doméstico y en el caso de los pozos, la mayoría presenta tubería de 2” de descarga.

De acuerdo a información actualizada (²³) del inventario de pozos se estima que son un total de 203 de uso doméstico, 42 pozos de uso ganaderos y 141 pozos que se destinan al uso agrícola, haciendo un total de 386 aprovechamientos en la zona; asimismo, la extracción se estima en 26.4 Mm³/año de los cuales aproximadamente el 96% (25.4 Mm³ /año) son de uso agrícola y el resto se utiliza principalmente en uso doméstico (1.0 Mm³ /año).

7 Balance de aguas subterráneas

El área del valle de Santa Clara es de 1 500 km². La ecuación general de balance de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es como sigue:

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

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

²¹ Gerencia Estatal Chihuahua 2000.

²² “Estudio geohidrológico preliminar de la cuenca del Río Santa Clara en el estado de Chihuahua” elaborado por la Cía. ECOTERRA S.A. de C.v. Consultores Internacionales en Ecosistemas. Para la SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, capítulo VII, contrato OHIADR-E-83-57, 1983

²³ Gerencia Estatal Chihuahua, CNA, 2000

$$\text{Recarga total} - \text{Descarga total} = \text{Cambio de almacenamiento} \dots\dots\dots(2)$$

en la unidad hidrogeológica

Más específicamente la ecuación queda como sigue:

$$[\text{Eh} + I_1 (\text{Volumen lluvia}) + I_2 (\text{ Uso público urbano}) + I_3 (\text{Usos agrícola + otros})] - [\text{Sh} + Q_{\text{base}} + \text{Manantiales} + \text{Evapotranspiración} + \text{Extracción}] = V_d S = \Delta A \dots\dots\dots (3)$$

7.1 Entradas

La recarga total esta constituida por la recarga natural y la recarga incidental o inducida por la aplicación de agua, tanto superficial como subterránea, derivada de las actividades humanas,.

7.1.1 Recarga natural

La recarga natural del acuífero en estudio corresponde básicamente a los volúmenes infiltrados por agua de lluvia; la recarga horizontal que llega al acuífero proveniente de las sierras también es producto de los volúmenes infiltrados por lluvia.

La recarga por lluvia es de 28.8 Mm³/año, al considerar un área de 1 500 km², una precipitación promedio de 383.8 mm/año y un coeficiente de recarga (I₁), de 0.05.

Respecto a la recarga por infiltración de agua de escurrimientos superficiales naturales, no existen corrientes importantes y permanentes que provengan de otras cuencas vecinas y que contribuyan a la recarga del acuífero; la corriente principal que se genera en el área y que corresponde al Río Santa Clara, de acuerdo a su hidrometría (1953-1983) el acuífero cede agua al río, por lo cual se considerará en sus salidas.

7.1.2 Recarga inducida

El volumen de agua que anualmente retorna al acuífero como consecuencia del riego que se realiza en el área se calculó multiplicando al volumen aplicado al riego de agua subterránea (25.4 Mm³/año) por un coeficiente de infiltración (I₂) de 0.25, resultando un volumen de recarga de 6.6 Mm³/año.

Al mismo tiempo el uso público urbano origina una recarga al acuífero por pérdidas en redes de distribución básicamente, el que debido a la poca cuantía resulta despreciable.

7.1.3 Flujo horizontal

De acuerdo a la geología y la piezometría existentes, no se tienen entradas por flujos provenientes de acuíferos contiguos, el agua que fluye de las sierras y que entra al acuífero en forma horizontal por el pie de las mismas proviene de las precipitaciones ocurridas en las partes altas; en este sentido una parte del volumen de lluvia que recarga al acuífero se calculó como una entrada horizontal (Eh).

El cálculo de entradas por flujo horizontal (Eh), se realizó con base en la Ley de Darcy, partiendo de la configuración de elevación del nivel estático del año 1997, y a la transmisividad obtenida a

través de las pruebas de bombeo efectuadas en pozos distribuidos en la zona de estudio, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q = T * B * i \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

Q = gasto que pasa por un determinado canal de flujo;

T = transmisividad;

B = ancho de la celda;

I = gradiente hidráulico

De acuerdo con los datos y a la piezometría existente y tomando como base la configuración de la figura 3, se calculó una entrada por flujo horizontal de 24.0 Mm³/año, al considerar transmisividad de $1.15 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

7.2. Salidas

7.2.1 Evapotranspiración

Debido a que existe una franja de niveles estáticos, cercana al río, con profundidades del orden de 4 m, área mostrada en la figura 2, el área resulta ser de unos 60 km², que por un a evaporación potencial de 3 100 mm/año y un coeficiente de 0.01, según el manual ⁽²⁴⁾, resulta un volumen del orden de 1.9 Mm³/año.

7.2.2 Descargas naturales

En la zona existen tres manantiales (en el estudio de 1983 se detectaron 3 con gastos muy reducidos); el volumen se tiene considerado en las extracciones por bombeo del inciso 7.2.3.

El flujo base medido en la estación hidrométrica en la estación La Trasquila ⁽²⁵⁾ durante los años 1953-1983, se deduce que existe un gasto base del orden de 35.8 Mm³/año; volumen que corresponde al mínimo registrado durante ese período.

7.2.3 Extracción de aguas subterráneas

El volumen extraído del acuífero a través del bombeo (B), para todos los usos de acuerdo a lo indicado en el inciso resultó de 26.4 Mm³/año.

7.2.4 Flujo horizontal

En este acuífero de acuerdo a la piezometría existente, particularmente a la de curvas de igual elevación del nivel estático, se presenta una pequeña área donde existe un flujo subterráneo de salida del acuífero, estimados en 2.5 Mm³/año.

²⁴ Manual para evaluar recurso hidráulicos subterráneos. CNA. 1994.

²⁵ Boletín hidrológico No. 33, SRH. 1970

7.3. Cambio de almacenamiento

No existe cambio en el almacenamiento subterráneo, aunque no se tienen planos de evolución, si se tienen datos puntuales que muestran esta situación ⁽²⁶⁾.

En forma resumida el balance actual, se presenta en la tabla 4, de acuerdo con la expresión (3).

Tabla 2 Balance de aguas subterráneas

ACUÍFERO SANTA CLARA, CHIH.				1984
Área total del acuífero			km ²	4,452
RECARGA TOTAL				
Área de valle			km ²	1,500
Coeficiente		I ₁		0.05
Precipitación			mm/año	383.8
Recarga natural por lluvia			M m ³ /año	28.8
Entradas horizontales		Eh	M m ³ /año	24.0
Total de recarga natural			M m ³ /año	52.8
Público Urbano		I ₂		0.20
Recarga inducida P.U.			M m ³ /año	0.0
Agrícola más otros		I ₃		0.25
Recarga inducida Agrícola + otros			M m ³ /año	6.6
RECARGA TOTAL			M m ³ /año	59.4
DESCARGA TOTAL				
Salidas horizontales		Sh	M m ³ /año	2.5
Caudal base		Q _{base}	M m ³ /año	35.8
Evapotranspiración			M m ³ /año	1.9
386	Extracción total		M m ³ /año	26.4
	Manantiales comprometido		M m ³ /año	
141	Agrícola		M m ³ /año	25.4
	Público urbano		M m ³ /año	0.0
	Industrial		M m ³ /año	0.0
245	Otros		M m ³ /año	1.0
DESCARGA TOTAL			M m ³ /año	66.5
Cambio de almacenamiento		DA	M m ³ /año	-7.1
Coeficiente de almacenamiento		S		0.0472
Volumen drenado (0 m/año)		Vd	M m ³ /año	150
Área de abatimiento			km ²	1,500

8 Disponibilidad

La disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente ⁽²⁷⁾:

$$\text{Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica} = \text{Recarga total media anual} - \text{Descarga natural comprometida} - \text{Volumen anual de extracción de agua subterránea} \dots\dots(5)$$

²⁶ Gerencia Estatal Chihuahua, CNA, 2000

²⁷ NOM-011-CNA-2000, que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

8.1 Recarga total media anual

La recarga total media anual (Rt) de acuerdo con el balance del inciso anterior resultó de 59.4 Mm³/año, de los cuales corresponden 28.8 Mm³/año como recarga natural y 6.6 Mm³/año como recarga inducida.

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 y el propio volumen concesionado de aguas subterráneas a en la zona.

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

De acuerdo a la información existente en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), el volumen concesionado de aguas subterráneas para este acuífero, al 30 de abril de 2002, es de un volumen de 25,599,401 m³/año.

8.4 Disponibilidad de aguas subterráneas

La disponibilidad de aguas subterráneas, en Mm³/año y de acuerdo la expresión (5), resulta ser de -1'999,401 m³/año, al considerar el flujo base del río que es de 35'800,000, comprometido en el acuífero Flores Magón Villa Ahumada, Chih., por lo tanto la disponibilidad resulta prácticamente nula.

$$-1'999,401 = 59'400,000 - 35'800,000 - 25'599,401$$

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones.

México, D.F., 30 de abril de 2002