

***Actualización de la disponibilidad media anual
de agua en el acuífero Valle de Canatlan
(1002), Estado de Durango***

*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.**

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
ESTADO DE DURANGO							
1002	VALLE DE CANATLÁN	47.1	6.5	41.246504	48.0	0.000000	-0.646504

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 1002 VALLE DE CANATLAN

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	104	42	0.0	24	6	0.0
2	104	52	8.2	24	5	48.8
3	104	58	7.4	24	12	28.4
4	104	55	5.0	24	17	31.7
5	105	0	48.8	24	22	38.1
6	105	6	0.0	24	31	12.0
7	105	4	12.0	24	33	36.0
8	105	5	24.0	24	36	0.0
9	105	0	0.0	24	39	36.0
10	104	51	36.0	24	40	48.0
11	104	47	24.0	24	37	48.0
12	104	42	0.0	24	39	0.0
13	104	39	36.0	24	42	0.0
14	104	34	48.0	24	36	36.0
15	104	34	48.0	24	33	0.0
16	104	30	36.0	24	28	48.0
1	104	42	0.0	24	6	0.0



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 VALLE DE CANATLÁN,
ESTADO DE DURANGO*

México, D.F., 30 de abril de 2002

CONTENIDO

1.- Generalidades

- 1.1.- Localización
 - 1.1.1.- Coordenadas
 - 1.1.2.- Municipios
 - 1.1.3.- Población

- 1.2.- Situación administrativa del acuífero
 - 1.2.1.- Decretos de veda
 - 1.2.2.- Decretos de reserva o reglamento
 - 1.2.3.- Zonas de disponibilidad
 - 1.2.4.- Organización de usuarios
 - 1.2.5.- Distritos y unidades de riego
 - 1.2.6.- Usuarios mayores de agua subterránea

2.- Estudios técnicos realizados con anterioridad

3.- Fisiografía.

- 3.1.- Provincia Fisiográfica
- 3.2.- Clima
 - 3.2.1.- Temperatura media anual
 - 3.2.2.- Precipitación media anual
 - 3.2.3.- Evapotranspiración potencial media anual

- 3.3.- Hidrografía
 - 3.3.1.- Región hidrológica
 - 3.3.2.- Subregión
 - 3.3.3.- Cuenca
 - 3.3.4.- Subcuenca
 - 3.3.5.- Infraestructura Hidráulica

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
- 5.4.- Comportamiento hidráulico
 - 5.4.1.- Profundidad del nivel estático
 - 5.4.2.- Elevación del nivel estático

5.4.3.- Evolución del nivel estático

5.5.- Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

6.- Censo de aprovechamientos e hidrometría

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.- Bombeo

7.2.4.- Flujo subterráneo

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 e inscrito en el REPDA

8.4.- Disponibilidad de agua subterránea

9.- Bibliografía y referencias

ACUÍFERO: VALLE DE CANATLÁN

1. GENERALIDADES

1.1 Localización

El Valle de Canatlán se localiza en la parte central del Estado de Durango, al norte de la Ciudad del mismo nombre y capital de dicho Estado, ocupa una superficie de 1352 km² la altitud media del valle es 1950 msnm.

1.1.1 Coordenadas

Conforme al área que ocupa la zona de explotación del acuífero, se realizó su demarcación indicando a continuación los límites de la poligonal.

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	104	19	22.8	24	2	27.6	
2	104	26	34.8	24	5	38.4	
3	104	27	46.8	24	12	10.8	
4	104	46	51.6	24	12	21.6	
5	104	55	1.2	24	18	28.8	
6	104	57	0.0	24	16	48.0	
7	104	57	46.8	24	17	20.4	
8	104	58	19.2	24	19	26.4	
9	105	0	46.8	24	22	22.8	
10	104	54	57.6	24	29	24.0	
11	104	49	12.0	24	37	37.2	
12	104	40	12.0	24	40	51.6	
13	104	35	34.8	24	39	25.2	
14	104	26	16.8	24	23	34.8	
15	104	19	1.2	24	24	25.2	
16	104	16	33.6	24	5	34.8	
1	104	19	22.8	24	2	27.6	

1.1.2 Municipios

El acuífero se encuentra emplazado en parte de los municipios de Durango y Canatlán.

1.1.3 Población

Las poblaciones más importantes ubicadas dentro del acuífero son: Canatlán, Bruno Martínez, Guadalupe Aguilera, Martín López, Nogales, Nicolás Bravo y Juan B. Ceballos, así como un número considerable de poblaciones de menor densidad.

1.2 Situación administrativa del acuífero

1.2.1 Decretos de veda

No existe decreto de veda que limite la extracción de aguas subterráneas

1.2.2 Decretos de reserva o reglamento

Actualmente esta en proceso la propuesta de Reglamentación del acuífero, mediante el cual se permitirá regular la extracción, uso o aprovechamiento de las aguas del acuífero, su distribución y control. Así como la preservación de su calidad para lograr su desarrollo integral y sustentable.

1.2.3 Zonas de Disponibilidad

De acuerdo al decreto publicado el 31 de Diciembre de 1999 en el Diario Oficial de la Federación, en el artículo quinto transitorio, establece lo siguiente:

Clave	Municipio	Zona Disponibilidad
001	Canatlán	5
005	Durango	5

* En el caso del municipio de Durango durante el año 2000 estará en la zona 5 y del 2001 al 2004 en la zona 4

1.2.4 Organización de Usuarios

Se encuentra en proceso la propuesta para la conformación e integración del Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS). Para lo cual se tiene elaborado el anteproyecto de reglamento para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas subterráneas, para su concertación con los usuarios.

1.2.5 Distritos y Unidades de Riego

Dentro de la poligonal que conforma el acuífero se ubica el Distrito de Riego 052. Actualmente existen 48 unidades de riego con pozos profundos, así como tres unidades de riego de presas de almacenamiento, ya que dentro del valle existen cuatro presas de almacenamiento pero una de ellas la zona de riego beneficia al valle del Guadiana.

1.2.6 Usuarios mayores de aguas subterráneas

Los usuarios mayores de aguas subterráneas dentro del acuífero son el Agrícola y Público-Urbano, según se describe:

No.	Usuario	Volumen (Mm ³)	% de Volumen	Obras
1	Agrícolas	26.45	86	484
2	Publico-Urbano	3.95	13	40

2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD

ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO SEMIDETALLADO DEL VALLE DE CANATLAN, DGO.
(JEFATURA DE IRRIGACIÓN Y CONTROL DE RIOS, S.R.H.) 1967

Area de estudio	1,325.8 km ²
Volumen total infiltrado	46,918,020 m ³ / año
Volumen infiltrado en el valle	37,375,370 m ³ / año
Volumen aprovechable	22,425,222 m ³ / año
Volumen utilizado	6,884,450 m ³ / año
Disponibile	15,540,772 m ³ / año

ESTUDIO GEOHIDROLOGICO PRELIMINAR EN LA ZONA CANATLAN-
SANTIAGUILLO, EN EL ESTADO DE DURANGO. CONTRATO No. EIGZA-73-8.
CONSULTORES S.A.

*BALANCE CONSIDERADO PARA EL PERIODO JULIO-NOVIEMBRE 1973

$$Eh + R_v - B - Sh = \pm \Delta V$$

$$S = 0.08$$

$$Eh = 44,200 \text{ m}^3$$

$$Sh = 257,900 \text{ m}^3$$

$$B = 6.30 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$\Delta V = 17.92 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Sustituyendo en $Eh + R_v - B - Sh = \pm \Delta V$

$$0.044 \times 10^6 + R - 0.257 \times 10^6 = 17.92 \times 10^6$$

$$R_t = 24.43 \times 10^6 \text{ m}^3$$

3. FISIOGRAFIA

3.1 Provincia fisiográfica

La zona del Valle se encuentra localizada dentro de la provincia fisiográfica denominada por Ordoñez (1946) como Mesa Central Mexicana; la que a su vez ha dividido en subprovincias de: Mesa Central del Norte y Mesa Central del Sur.

De acuerdo con su posición geográfica y sus rasgos fisiográficos de la zona cabe considerarla en la porción norte de la Subprovincia de la Mesa del Sur.

Ordoñez consideró geográficamente a la Mesa Central de México, o la Mesa Central del Sur, que es la continuación meridional de la Mesa Central del Norte, las características principales de esta Subprovincia, como son su elevación sobre el nivel del mar y el gran número y extensión de sus hermosos y fértiles valles, separados uno de otros por altas barreras montañosas que le dan a esta Subprovincia un carácter específico.

La curvatura general de la Sierra Madre Occidental de México hacia el sureste, tiende a indicar que la actual construcción arquitectónica de esta provincia central es parte del área montañosa, que fue primeramente una porción de aquella gran Sierra Madre. El crecimiento en altura de la Mesa Central del Sur, en general, es debido a enormes acumulaciones de materiales volcánicos arrojados por anchas y largas fisuras, así como a lo largo de fallas y, al final, por las chimeneas de gran número de altos y pequeños volcanes.

Riolitas, dacitas, variedades de andesitas, traquitas, andesitas basálticas, basaltos así como sus respectivos piroclásticos, son las rocas constructoras de las grandes sierras diseminadas en esta Subprovincia, pero los valles, que fueron originalmente profundas depresiones o cubetas lacustres entre las montañas, posteriormente se han rellenado con materiales aluviales y sedimentos lacustres derivados de aquellas montañas, así como con enormes cantidades de lavas basálticas y materiales cineríticos, producto de las más recientes actividades volcánicas. Cuando terminó la acción volcánica, los grandes lagos estaban convertidos en superficies de agua de profundidad relativamente escasa, los cuales han ido gradualmente desecándose, llegando a ser, al final, tierras de cultivo.

En el Valle de Canatlán se observaron cuatro formas fisiográficas: valles, mesetas, cerros y sierras. Presenta extensas llanuras más o menos planas, su origen es de relleno de aluvión, con una altura de aproximadamente 1915 msnm, en el que se encuentra ubicados numerosos lagos que son alimentados por algunos escurrimientos originados por las lluvias en las partes altas de las sierras; también hacia las planicies se nota la presencia de algunos cerros y mesetas de poca altura que por lo general son de constitución basáltica.

El Valle de Canatlán hacia la porción norte se encuentra limitado por una serie de elevaciones orientadas de noroeste a sureste, las que tienen una altura aproximada de 2200 msnm, estas se continúan hacia el este para unirse con la Sierra de la Silla, con alturas hasta de 2841 msnm, siendo la principal elevación del Valle hacia esta porción del mismo, ya que luego se desarrollan pequeños cerros y lomeríos hasta llegar al sureste, aumentando de altura hacia la porción sur de la presa Peña del Águila.

El oeste del Valle se encuentra limitado por una serie de sierras, que casi forman una cordillera, en la cual destacan las sierras de: Del Epazote con 2982 msnm, De Saucedá con 2833 msnm. De Cacaría con 2838 msnm y de San Rafael con 2231 msnm, en la cima de todas estas elevaciones que rodean el Valle se observan fuertes escarpes originados por la erosión, así como otros de origen tectónico. También hacia la parte alta de las sierras, donde las precipitaciones pluviales son fuertes, se han originado gran número de drenajes, los que han formado sus cauces y escurren hacia las partes bajas del valle donde forman arroyos y ríos que dan lugar a pequeños lagos y alimentan algunas presas. La principal corriente del área es el Río La Saucedá que se forma al

extremo poniente de Canatlán y que desarrolla su cauce por las partes bajas del Valle, entre la vía del ferrocarril y la carretera a Santiago Papasquiari, y descarga hacia el vaso de la presa Peña del Águila.

Casi por lo general los arroyos que registran mayor escurrimiento corresponden a los que se localizan hacia las sierras del resto del Valle, entre ellos figuran los arroyos de los Mimbres, Banderas, Chihuahua, Del Diablo, del Carpintero y hacia el este únicamente es de mencionarse el arroyo del Real.

3.2 Clima

Según las características climatológicas existentes en el Valle, Koppen la clasifica como: clima seco de estepa, vegetación xerófila, lluvias durante el verano, con invierno frío.

3.2.1 Temperatura media anual

La temperatura media anual es de 15.90° C. Existe una área ubicada al oeste de Canatlán-Durango, que mantiene un clima templado moderado lluvioso, donde la temperatura del mes más frío varía entre -3 ° C y -15 ° C, invierno seco no riguroso (de pradera), la temperatura del mes más cálido es inferior a 22° C.

3.2.2 Precipitación media anual

Se observa que existe un período definitivo de lluvias de verano, de junio a septiembre, con máxima precipitación mensual entre julio y septiembre.

Durante el otoño se tienen algunas lluvias ciclónicas y esporádicas durante invierno y primavera.

La precipitación media anual es de 533 mm.

3.2.3 Evapotranspiración potencial media anual

La evapotranspiración se calculo aplicando la formula de Coutagne, donde se obtuvo que la evapotranspiración real es igual a 473 mm anuales, considerando la precipitación media anual, un área aproximada de 100 km² de niveles someros y 7% de incidencia, resultando un volumen de 3.059 X10⁶ m³ anuales de evapotranspiración.

3.3 Hidrografía

Las principales corrientes superficiales en el Valle son el arroyo El Mimbres que nace en las sierras ubicadas al noroeste de Canatlán y desemboca en la presa El Baluarte, continuando su recorrido hacia el hasta la represa de San Bartolo ubicada al este de la misma ciudad y el río la Saucedá que nace en la Sierra Madre Occidental en la porción noroeste de la Sierra de Cacaria y desciende hacia los llanos denominados La Saucedá, hasta topar con la presa Caboraca, y pasa por la población de Canatlán; Continúa en dirección norte sur para recibir al arroyo El Mimbres, con rumbo al sur, recibiendo en su recorrido algunas aportaciones de arroyos torrenciales que

descienden de las sierras de Cacaria y San Rafael. El principal afluente del Río La Saucedá es el arroyo del Carpintero. Desembocando en la presa Peña del Águila. Después del embalse de la presa, el Río La Saucedá abandona la cuenca de Canatlán, y une sus aguas al Río Tunal, que junto con otras corrientes forman el Río Mezquital que desemboca al Océano Pacífico, con el nombre del Río San Pedro, en el Estado de Nayarit.

3.3.1 Región hidrológica

El área del Valle se localiza dentro de la Región Hidrológica No. 11 (Presidio - San Pedro)

3.3.2 Subregión

El acuífero queda emplazado en su totalidad en la subregión de la cuenca del Río San Pedro

3.3.3 Cuenca

La cuenca 01 Río San Pedro, es una de las más importantes, a la vez que una de las más complejas en cuanto a su hidrografía.

3.3.4 Subcuenca

La subcuenca contenida en el acuífero comprende la 02 Río La Saucedá

3.3.5 Infraestructura hidráulica

PRESA	CAPACIDAD (Mm³)
El Baluarte	14,000
Caboraca	45,000
San Bartolo (Azolvada)	46,100
Peña del Águila	31,734

3.4 Geomorfología

El valle de Canatlán está limitado: al norte, por las estribaciones de la sierra de Cacaria, que en este lugar presenta un desnivel de unos 100 m por encima de la cota de Canatlán 1950 msnm, el parte aguas de la cuenca en esta zona, está constituido por formas topográficas suaves, que separan a este valle del de Nuevo Ideal, localizado al norte. Al oriente, el límite de la cuenca lo constituye el extremo sur de la Sierra de Coneto, que alcanza una altura máxima de aproximadamente a 2750 msnm, en el llamado Cerro de la Silla; esta sierra se caracteriza por formas de topografía abrupta, con arroyos cortos de perfil transversal en forma de V y fuerte pendiente longitudinal, y los valles que en ella se han formado son pequeñas, a excepción del de Gobernadora, localizado en la parte sureste de la sierra, con una orientación oriente-poniente y con dimensiones aproximadas de 1 x 4 km. La parte de la sierra de Coneto que limita el valle de

Canatlán, tiene una orientación sureste-noroeste con su parte más alta hacia el noroeste, bajando con pendiente más suave hacia el sureste.

En el mismo lado oriente del valle hacia el sur de la Sierra de Coneto, la topografía se hace casi plana y el terreno está cubierto por basaltos recientes conocidos en la región como “Malpaís”. Dado que en estos basaltos la topografía es casi horizontal, no se ha podido delimitar con precisión el límite de la cuenca en esta zona y cabe la posibilidad de que parte del drenaje subterráneo se verifique por debajo de estos basaltos.

La porción occidental del valle lo limita la Sierra de Cacaria, que en la cuenca del valle de Canatlán se extiende en dirección norte-sur, la cual en su límite oriente, frente al valle, y en la porción austral del mismo, presenta pendientes fuertes con arroyos cortos y rectos de carácter intermitente. En el interior de la sierra los arroyos principales llevan todo el año agua proveniente de pequeños lloraderos y drenan primero en dirección norte, dando después la vuelta hacia el oriente, para desembocar en el valle de Canatlán aguas arriba de la población del mismo nombre. Toda la porción oriente de la Sierra de Cacaria alimenta al Río La Saucedá que, como ya se indicó es el drenaje principal del valle de Canatlán. El drenaje varía de dendrítico a rectangular, cuando está controlado por fracturas o fallas.

Las prominencias topográficas más relevantes en esta sierra son: el Cerro de Consuelo (2800 msnm) situado frente a San Rafael y el Cerro Prieto o Magueycito, de aproximadamente 3000 msnm, localizado al oeste del Rancho de Cerro Prieto y cerca del parteaguas de la cuenca.

El valle de Canatlán propiamente dicho, presenta una topografía casi horizontal, con escasas líneas de drenaje. En esta amplia llanura destacan algunos conos volcánicos basálticos de poca altura, como el Cerro del Garbanzo, al sureste de Canatlán y los Cerros Moaga y Michirami, situados al occidente y suroeste respectivamente, de la misma población.

4. GEOLOGÍA

4.1 Estratigrafía

Las rocas que afloran en el área de reconocimiento, en su mayor extensión corresponden principalmente a rocas ígneas, son: riolitas, tobas y basaltos, las que se manifiestan formando derrames y en menor grado volcanes, que están constituyendo las sierras y cerros; en menor extensión forman las planicies y límites del valle, las rocas sedimentarias continentales, que se han originado de la desintegración de las rocas que forman las partes altas de las sierras y cerros. las rocas sedimentarias están constituyendo los depósitos fluviales, abanicos aluviales, pie de monte, suelos aluviales y lacustres.

Terciario Volcánico.- En el área de estudio es probable que las rocas más antiguas correspondan a una edad del terciario, las que están constituidas por derrames de riolitas que presentan características de tipo hipabisal, además por otro tipo de derrames de riolita fluida, que por su posición se considera de edad más reciente, así como por depósitos de piroclásticos y derrames de basalto que pertenecen a fines del terciario.

Terciario Volcánico Riolítico Hipabisal (Tvrh).- con este nombre se han designado a las rocas que se les considera con mayor antigüedad y que se ha observado que se encuentran formando la base con respecto al resto de las demás rocas. En estas riolitas, con ayuda del lente de mano, se observan cristales de cuarzo, ortoclasa y biotita, presenta cierta estructura fluidal conteniendo esférulas de colores que varían de rosa a café rosado.

Estas rocas muestran bastantes efectos de intemperismo como: la desintegración de los minerales de las esférulas dejando agujeros, fracturamientos que no presentan ningún rumbo definido y que posiblemente sea de poca profundidad, además presentan alteración puesto que existen algunas zonas de caolinización.

Estas rocas se encontraron aflorando en gran parte del área, por lo general hacia las partes bajas de las sierras y cerros, como al norte del poblado los Lirios, al poniente del rancho el Colorado con las mismas características ya descritas, pero solo que aquí se les encontraron cubiertas por depósitos de tobas arenosas de grano fino a medio y, hacia la parte alta, por derrames de riolita fluidal, observándose bastante alteradas por intemperismo. Al poniente del valle y del poblado de San Rafael se localiza la sierra de Cacaria, al pie de ésta aflora el mismo derrame de riolita con las mismas características, sólo que aquí se encuentran fracturadas con un sistema de fallas de tipo local y sin notarse rumbo definido; lo mismo se observó hacia los cerros que se encuentran en la porción norte de Canatlán o sea al oriente del poblado Francisco Zarco. Al oriente del poblado de Medina, al pie de la sierra de la Silla, se observó la misma riolita, la cual hacia la parte alta está cubierta por una toba arenosa con incrustaciones de líticos de riolita, contiene gran porcentaje de biotita y cuarzo embebidos en una matriz vítrea, presenta un color blanco rosado que intemperiza a color café rojizo, es de grano fino a medio presentando aspectos de silicificación y en la parte superior de la sierra sobre esta riolita se encontró en forma de crestón un derrame de basalto bastante alterado.

Esta roca riolítica e hipabisal, como ya se mencionó antes, se encuentra formado el núcleo de los cordones de sierras que rodean al valle de Canatlán en donde se observó que los derrames conservan una inclinación hacia la porción sur del valle en donde se clavan hacia el subsuelo desapareciendo superficialmente. Por estar constituyendo el núcleo de las sierras que circundan al valle, funciona como frontera o barrera al paso del agua del subsuelo.

Terciario Volcánico Tobas Riolíticas (Tvtr).- Esta unidad litológica se encuentra bastante bien distribuida hacia los alrededores del valle o sea, Hacia los cordones que forman las sierras. Consisten en una variedad de rocas piroclásticas como: Tobas Arenosas de grano fino conteniendo biotita, cuarzo y fragmentos de pómez, cementada en una matriz arcillo-arenosa bastante compacta, de colores que varían del café rosado al morado y que intemperizan a café oscuro. Esta roca se observó aflorando en toda la sierra del Pozole, donde se encuentra subyaciendo por derrames de riolita más reciente.

También la misma roca se presenta expuesta hacia la porción poniente del rancho Colorado, pero en este lugar se encuentra subyaciendo a las riolitas hipabisales ya descritas y a su vez estos subyacen a derrames de riolitas semejantes a los que se observan también cubierto tobas de la

sierra del Pozole. Afloramientos de estas tobas se observan algunos otros lugares como en las sierras de Epazote, Saucedo y Cacaria, y al sur de la presa Peña del Águila.

Otra variedad de esta toba se encontró hacia la porción oriental del poblado de Medina, o sea al pie de la sierra de la Silla, aquí esta unidad litológica corresponde a una toba arenosa de grano grueso a medio, observándose bastante biotita y algo de cuarzo, vidrio y fragmentos líticos de riolita, en general presenta un color blanco amarillento que varía a rosa claro, se encuentra en pseudoestratos delgados y bastante fracturados, cubriendo a los derrames de riolita fluidal esferulítica e hipabisal y a su vez a ésta la cubren derrames de riolita.

Otro afloramiento de interés se localiza hacia el oriente del poblado Flores Magón y a su vez al suroeste de la sierra de la Silla, que está constituido por una toba brechoide, que contiene fragmentos de riolita y pómez embebidos en una matriz vítrea, conservando bastante dureza, aunque se nota que los efectos intemperismo son bastante fuertes ya que en todo este lugar se observan bastantes testigos de erosión. Por estar constituida por diferentes estructuras y texturas, sus condiciones de permeabilidad se pueden considerar bajas, debido a su granulometría, grado de compactación y cementación.

Terciario Volcánico Riolítico (Tvr).- Esta unidad aflora en diferentes lugares del área y una de sus mejores exposiciones se localiza en la sierra del Pozole, donde se encontraron cubriendo a los depósitos de tobas arenoarcillosas, estas riolitas consisten en derrames de textura fina a mediana, apreciándose cristales de cuarzo y biotita así como algunos feldespatos que son de color café rosado a rojizo, con fractura concoídea, presentan bastante resistencia al impacto del martillo, por lo general, estas rocas se encuentran sumamente fracturadas, conservando casi siempre el sentido vertical y es probable que exista intercomunicación en el fracturamiento. Esta unidad se observó hacia la porción occidental del rancho Colorado, al igual que en el afloramiento anterior, se encuentra cubriendo a tobas arenosas. Otra buena exposición de esta unidad se observó hacia el oriente del poblado de Medina, cubriendo a los depósitos de tobas pseudoestratificadas y a su vez las riolitas están cubiertas por derrames de basaltos columnares.

Estos derrames de riolitas se observaron aflorando en la mayor parte del valle en forma aislada. A esta unidad se le considera una permeabilidad media debido a la existencia del intenso fracturamiento.

Terciario Volcánico Basalto (Tvb).- Los afloramientos de esta roca son bastante reducidos y se presentan aislados, pues se aprecia que han sido bastante afectados por los agentes erosivos, estos derrames de basalto columnar, que corresponden a la edad Terciaria, se encontraron aflorando hacia las partes altas de las sierras en forma de crestones, y también en ocasiones en los cauces de los arroyos o entre las barrancas, algunas veces se encuentran lajeados y bastante fracturados, son de olivino de color gris oscuro que intemperizan a gris claro. Esta unidad se les encontró sobreyaciendo a los derrames de riolita (Tvr) en las partes altas de la sierra de la Silla, al oriente del poblado de Medina, también se encontraron en el arroyo del Agua. Los basaltos que se han considerado en esta unidad del final del Terciario son característicos por estar bastante afectados por el intemperismo y sumamente erosionados ya que en ocasiones se les encuentra en estado caótico. Presentan buena permeabilidad a través de su abundante fracturamiento su funcionamiento consiste en infiltrar las aguas superficiales, a las rocas que le subyacen.

Cuaternario.- En el área de estudio, el período Cuaternario, es posible que se haya iniciado con eventos de volcanismo, dando origen a extensos derrames de basaltos que formaron mesetas, así como algunos aparatos volcánicos. Después de esta actividad siguió una época de sequía y luego otra de lluvias que originaron una gran erosión que proporcionó el relleno de las partes bajas.

Basalto (Qsb).- Al Cuaternario volcánico corresponden los derrames de basalto que se encuentran en forma de coladas principalmente hacia las partes bajas del valle, formando mesetas que presentan superficies de extensión variable, en otras ocasiones se encuentran aflorando sobre las cimas de las sierras, así como en el cauce de algunos ríos y arroyos, lo que implica que estos derrames se hayan originado a través de zonas de debilidad. Estos derrames basálticos son de color gris oscuro de grano fino y de olivino, se encuentran bastante fracturados y algunas veces se han intemperizado tanto que han dado origen a suelos residuales con espesores muy reducidos. Son de excelente permeabilidad y es posible que gran parte del agua que alimenta el acuífero se deba a esa unidad.

Conos Volcánicos.- Esta unidad está comprendida por estructuras volcánicas, formando conos cineríticos de composición basáltica de olivino, que presentan colores gris oscuro, café y café rojizo, a simple vista dan el aspecto de ser toba debido a los fuertes efectos del intemperismo, se observan formando cerros aislados principalmente en las planicies y hacia la porción norte del área de orientación casi este-oeste. Se les considera de buena permeabilidad y funcionan como transmisores del agua hacia las rocas del subsuelo.

Depósitos Fluviales (Qf).- Se encuentran en los cauces de los ríos y arroyos son producto de la desintegración de las rocas intermontanas transportadas por las corrientes de aguas superficiales que han drenado hacia las partes bajas del valle. Están formados por clásticos que comprenden cantos rodados, boleos, gravas y arenas, que se encuentran prácticamente sueltos. Se consideran como rocas muy permeables y están constituyendo otras de las mejores fuentes de infiltración del agua hacia las rocas.

Depósitos Pie de Monte (Qp).- Como su nombre lo indica, estos depósitos se encuentran localizados hacia las partes bajas de las sierras y cerros, que se encuentran limitando las planicies del valle, están constituidos principalmente por cantos, gravas, arenas limos y arcillas, que son producto de la desintegración de las rocas que constituyen las zonas altas de las sierras y cerros, los que fueron transportados por los escurrimientos fluviales. Se considera con permeabilidad media, su principal función es la de permitir el paso del agua hacia las rocas.

Depósitos Aluviales (Qal).- Esta unidad litológica, está constituida por arenas, gravas y limos arcillosos, de colores café y café grisáceo, con variación de compactación y cementación, están formando los suelos que comprenden el valle. Estos suelos, han sido organizados por la desintegración de las rocas en las partes altas de las sierras, que fueron transportadas por los escurrimientos de las aguas superficiales, hacia los lugares que anteriormente fueron grandes fosas y que ahora se encuentran integrando las planicies del valle de Canatlán.

Hacia las orillas de las planicies del valle se observó la existencia de concentraciones de sedimentos arcillo arenosos, que parecen estar cubriendo a los depósitos de pie de monte, que

ocupan superficies más o menos considerables, por lo regular con espesores hasta de 150 m., como se pudo observar en los cortes litológicos de los pozos que se perforaron en las poblaciones de Donato Guerra, Bruno Martínez, Medina y Flores Magón, esto es hacia la porción oriental del valle y al poniente donde se encuentra localizado el poblado de San Rafael.

Pero hacia las zonas centrales del valle, se observó un mayor contenido de materiales gruesos en donde los limos y arcillas son bastante escasos, es probable que estos clásticos gruesos se hayan originado por los cambios frecuentes del cauce del río Canatlán, esto se corrobora con los datos del corte litológico de un pozo en el poblado de la Joya, hacia la porción centro-sur del valle. A esta unidad se le deberá considerar como de baja permeabilidad, cuando se trate de las zonas en que estén constituidas por sedimentos arcillosos, pues son susceptibles de absorber el agua y saturarse, se presentan en vecindad de los poblados de Donato Guerra, Bruno Martínez, Medina y Flores Magón.

Depósitos Lacustres (Q1).- Estos sedimentos se localizan principalmente en la porción nor-oriental del área en estudio, son restos de lagunas de inundación y consisten de arcillas y limos de color gris claro. Se encuentran situados arriba del nivel de saturación, funcionando como confinante al paso del agua hacia las rocas.

4.2 Geología estructural

Los rasgos estructurales predominantes en la cuenca de Canatlán son las fracturas y fallas a que fueron sometidas las rocas ígneas terciarias. Estas rocas, que forman la sierra que limita el valle, no surtieron plegamientos de consideración, por lo general se encuentran en posición horizontal o sub-horizontal (nunca se observaron buzamientos mayores de 10°). Sin embargo, abundan los desplazamientos de falla y las rocas de las zonas se encuentran bastante fracturadas, lo cual indica que la zona fue sometida a esfuerzos tectónicos anteriores al Plioceno Tardío o Pleistoceno temprano, puesto que estos fenómenos no afectan a la formación Santa Inés que data de esta época.

Al norte de la cuenca, entre las sierra de Cacaria y de Coneto se encuentran una serie de alineaciones, montañosas de poca altura, paralelas entre sí, que parece ser deben su actual posición a una serie de fallas normales escalonadas. Los espejos de falla no son visibles, por el paralelismo de los arroyos y la repetición de una misma secuencia a diferentes alturas en dos distintos alineamientos montañosos, ponen en evidencia la presencia de desplazamientos. Estas fallas tienen rumbos variables de N 10° - 30° W.

Desde las cercanías de Santa Teresa hasta el arroyo El Agua, corre una falla normal que al noroeste de Santa Teresa, trunca una secuencia de tobas, poniéndola en contacto con otras de características diferentes. Esta misma falla, hacia el sureste, pone en contacto coladas de riolitas con una secuencia de tobas. Tiene un rumbo de N 40° W, sin que se haya podido observar el ángulo de buzamiento.

El noroeste de San Rafael, sobre el camino que de este poblado conduce al rancho El Duranguense, se observó en el fondo de un arroyo, una falla de rumbo N 45° E, con buzamiento de 70° hacia el noreste. Tiene un espejo de falla bien conservado y pone en contacto unas coladas

de riolitas con una secuencia de tobas e ignimbritas. Esta falla, a su vez, aparece cortada por otra más joven que la desplaza algo más de 1 km, hasta el cauce de un arroyo que corre más al norte. El desplazamiento más joven, de rumbo N 30° W se pone en evidencia por la presencia de una brecha de falla.

Al occidente de El Carmen, cerca del rancho Las Cuevas, existen una serie de fallas normales, con rumbos N 20° W y N 30° W, los cuales son fácilmente identificables, pues en este lugar aparece intercalada con las rocas riolíticas una colada de andesita de color más oscuro, que sirve como horizonte índice de los desplazamientos.

Además de los sistemas de fallas antes mencionados, existen en todas las rocas volcánicas terciarias de la región a excepción de las de la Formación Santa Inés, numerosas fracturas de origen tectónico, expuestas por lo general en dos sistemas principales de rumbos N 30° - 40° W y N 40° E, además de otros sistemas de menor importancia que no pueden considerarse regionales.

Estos dos sistemas de fracturamientos son verticales o tienen buzamientos cercanos a la vertical.

La frecuencia de fallas normales, hace suponer que los esfuerzos principales que actuaron en la zona, son la tensión y que Kellum (1936) y Singewald (1936), les atribuyen una edad del Terciario Medio.

4.3 Geología del subsuelo

El acuífero de la zona está localizado en un valle formado por depósitos aluviales constituidos por arcilla, arena y grava.

El espesor del valle es muy variable. El mayor espesor observado se tiene en una profundidad total de 200 m. Reduciendo considerablemente hacia los flancos.

Lateralmente existen rocas basálticas en forma de derrames en la parte oriente del valle y rocas de origen riolítico en forma de derrames y tobas en la parte poniente. Los afloramientos de estas zonas se estrechan tanto en el norte como en el sur del valle. Hacia el sur del valle, este estrechamiento es aún más reducido, aproximadamente a la altura del poblado el Carmen.

Los derrames de basalto están altamente fracturados y presentan buena permeabilidad, transmitiendo el agua hacia las rocas que subyacen.

Los derrames de riolita presentan poco fracturamiento en sentido horizontal y pueden considerarse de media a baja permeabilidad como fronteras impermeables.

La mayor infiltración de la lluvia se lleva a cabo a través de los derrames de basalto, pero de mayor cuantía a través de los rellenos aluviales que forman el valle.

Para conocer con mayor detalle la topografía de la roca basal se sugieren tres secciones geofísicas, dos de oriente a poniente, al sur de los poblados de Canatlán y Nicolás Bravo. Y una

de norte a sur del valle estas secciones podrán dar una mejor idea para la definición de la Geometría del Acuífero.

5. Hidrogeología

5.1 Tipo de Acuífero

Es tipo libre ya que esta constituido por depósitos aluviales con contenido de arcilla, arena y gravas, de acuerdo a cortes litológicos el basamento en el centro del valle es de hasta 200 m, y se encuentra delimitado lateralmente por cordones de sierra, en las que el núcleo esta constituido por rocas riolíticas al poniente y por derrames de basaltos al oriente.

5.2 Parámetros hidráulicos

Los caudales de bombeo variaron desde 7.8 lps hasta 62.4 lps con un valor medio de 32.2 lps. Los caudales específicos varían entre 0.36 lps/m y 7.87 lps/m con un valor medio del orden de los 2.96 lps/m.

Los valores de transmisividad variables con un mínimo de $0.45 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ y un máximo $13.3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, para la etapa de abatimiento y desde $0.32 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ como mínimo hasta $13.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ como máximo para la etapa de recuperación.

Los caudales específicos máximos en la zona centro del estudio se tienen en los pozos No. 649, 664, 666, 667, 669 y 732, a la altura de la confluencia del Río La Saucedá y el Arroyo El Mimbres. Los caudales específicos máximos situados al norte de Canatlán, los registran los pozos 171, 464, 660, y 691 a excepción del 691 localizado al sur de la zona de estudio.

Los máximos valores de la transmisividad se tienen en los pozos 649, 666, 668, 723 y 732 encontrándose los tres primeros al sur de la zona de estudio en la confluencia del Río La Saucedá y el Arroyo El Mimbres, y los dos últimos al sur del ejido San José de Gracia. Los mínimos valores de la transmisividad se tienen en los pozos 503, 516, 660 y 669, situados el primero al oriente de Canatlán y los tres últimos al sur del ejido San José de Gracia.

En términos generales se observa que los valores de la transmisividad y los valores del caudal específico son mayores en la parte central de la zona de estudio.

El coeficiente de almacenamiento se consideró para fines de estudio de acuerdo al tipo de acuífero asignándole un valor del 10 %.

5.3 Piezometría

En el valle se han realizado observaciones piezométricas desde el año de 1974 que comprendía únicamente de la parte centro a la parte norte de Nicolás Bravo hasta la población de Canatlán y a partir del año 1991 a la fecha las observaciones se realizan desde el poblado Chupaderos hasta la ciudad de Canatlán con un total de 45 pozos piloto, en 1999 se realizo a contrato rediseño de la red de monitoreo, donde resulto un total de 41 nodos de observación.

Para el presente se consideran las curvas de igual profundidad al nivel estático, del periodo comprendido de octubre de 1981 a octubre de 1997.

Para 1997 se observa que el esquema regional de flujo subterráneo continúa manteniendo una dirección paralela a las corrientes superficiales, aun cuando se manifiestan abatimientos principalmente en la zona centro-norte del valle.

5.4 Comportamiento Hidráulico

5.4.1 Profundidad al Nivel Estático

De acuerdo a mediciones realizadas durante octubre 1999 se observa lo siguiente:

Nivel Estático de 2 a 3 m.

En la parte sur de la zona centro del valle a la altura del poblado cerro gordo.

Nivel estático de 4 a 9 m.

En la parte oriente de la zona norte del valle, así como en la zona central entre los poblados Nicolás Bravo y Guadalupe Aguilera.

Nivel estático de 10 a 20 m.

Al norte y centro de la zona norte, al suroeste de la zona central a la altura del poblado Benjamin Aranda y en la zona sur del valle que comprende el área entre los poblados: El Carmen y Casa Blanca.

Niveles Estáticos mayores a 20 m.

Estas profundidades se observaron en forma muy puntual: 30 m. en Canatlán Viejo esto al poniente de la zona norte del valle, 25 m. en Benjamin Aranda al sureste de la zona centro del valle y 30 m. en Morcillo al sureste de la zona sur del valle.

5.4.2 Elevación del Nivel Estático

La configuración de la elevación de los niveles estáticos para octubre de 1997: Manifiesta que la dirección del flujo en general es paralela a las corrientes superficiales, sin embargo presenta la formación puntual de cono de abatimiento, entre las zonas centro y norte del valle a la altura del poblado de San José de Gracia, la elevación mas alta se ubica al norte del valle con un valor de 1937 msnm y la mas baja en parte centro de la zona sur del valle con un valor de 1875 a inmediaciones del la presa Peña del Águila.

5.4.3 Evolución del Nivel Estático

En el periodo octubre 1981-octubre 1997 comprende únicamente las zonas centro y norte del valle, donde se observan abatimientos de 1 a 10 m, los mayores en el área comprendida entre los poblados La Saucedá y San José de Gracia disminuyendo estos hacia el norte y oriente de la zona

norte y zona centro del valle.- Respecto a la zona sur del valle se observó para el periodo octubre 1996-octubre 1997 evoluciones de 1 a 2.05 m presentando las mayores en forma puntual al norte del poblado Juan B. Ceballos y las de 1 m al norte y sur de dicha zona; observándose sin variación al centro de esta zona.

5.5 Hidrogeoquímica y calidad del Agua Subterránea

Diagramas Comparativos de Análisis Químicos se elaboró el diagrama de Schoeller en el que se agrupan los resultados de análisis químicos de muestras de agua obtenidas en pozos situados al oriente de Canatlán, en los que se observaron las relaciones iónicas siguientes: Ca, Mg, Na, HCO₃, SO₄, Cl, relaciones que nos indican que las aguas son de reciente infiltración y un probable contacto con formaciones areno-arcillosas, en tres de los pozos seleccionados se invierte la relación de sulfato a cloruro, lo que nos indican los efectos de evaporación en las zonas donde se localizan estos pozos, como ya se había observado en las configuraciones de igual concentración iónica. Puede decirse que es una familia de aguas, con los casos en los que el efecto de evaporación ha sido importante.

Los resultados del análisis químico de muestra de agua obtenidas en norias localizadas en el área situada al oriente de Canatlán, se observan las relaciones iónicas siguientes: Na, Ca, Mg, y HCO₃, SO₄, Cl, que nos indica que el agua es de reciente infiltración y que tuvo contacto con formaciones arcillosas, en tres de las norias seleccionadas las relaciones iónicas cambian a: Ca, Mg, Na, y HCO₃, Cl, SO₄ las que nos indican que el agua es de reciente infiltración y que probablemente tiene contacto con sedimentos areno-arcillosos.

Los resultados de análisis químicos de muestra de agua obtenidas en pozos y norias localizadas al sur del área de estudio y en la que se aprecian relaciones iónicas Ca, Na, Mg y HCO₃, SO₄, Cl.

Resumen del estudio realizado en noviembre de 1973 de 70 aprovechamientos

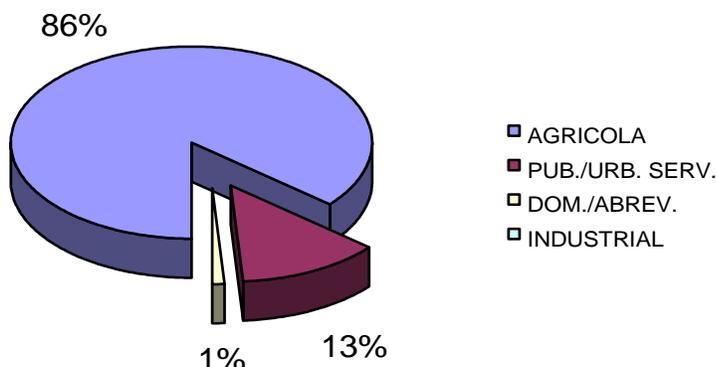
El agua contenida en el acuífero de la zona de Canatlán es de buena calidad, ya que la concentración de los iones que se determinaron en los análisis físico-químicos es baja. Su contenido de sólidos totales disueltos varía de 300 a 600 mg/l. De acuerdo a las direcciones de incremento de las concentraciones iónicas observadas, en el área existen dos direcciones predominantes del flujo subterráneo una de poniente a oriente y otra de sur a norte. El agua contenida en los acuíferos es de reciente infiltración. A pesar de que los análisis químicos comprendieron pozos y norias, no se pudo observar una diferencia notable entre sus aguas, Aunque las relaciones iónicas observadas no lo muestran claramente es probable que el agua haya tenido contacto con rocas ígneas, lo que es posible ya que uno de los flujos proviene del poniente hacia donde afloran derrames de riolita fracturada que funcionan permitiendo el paso del agua llovida hacia el acuífero del valle.

No existen fuentes potenciales de contaminación.

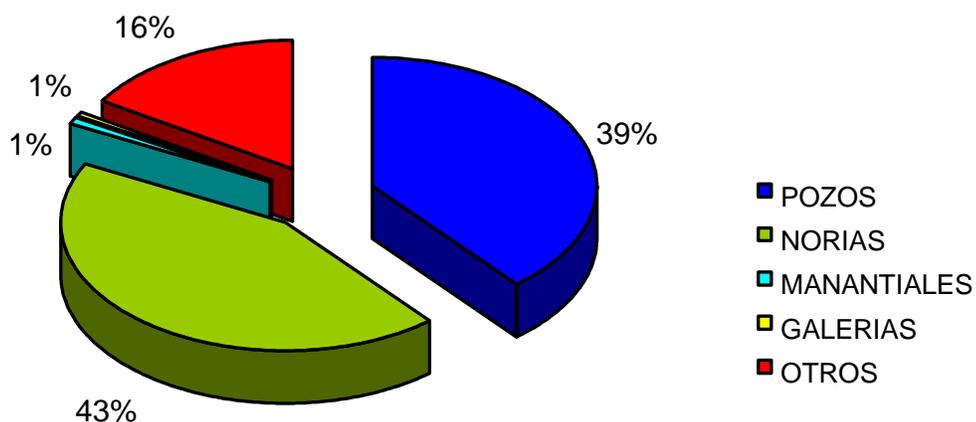
6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA

Con base en el censo realizado en 1992 y actualizado a las reuniones del Comité Interno de Administración del Agua hasta 1998 se tiene la siguiente información:

CLAVE GEOH.	AGRICOLA		DOM./ABREV.		PUB./URB. SERV.		INDUSTRIAL		OTROS		TOTALES	
	Nº. APRO	VOL. EXTRA Mm ³ /año	Nº. APRO	VOL. EXTRA Mm ³ /año	Nº. APRO	VOL. EXTRA Mm ³ /año	Nº. APRO	VOL. EXTRAC. Mm ³ /año	Nº. APRO	VOL. EXTRA. Mm ³ /año	Nº. APRO	VOL. EXTRA. Mm ³ /año
3	484	26.45502	87	0.3059	40	3.953	2	0.024			613	30.73792



CLAVE GEOH.	POZOS		NORIAS		MANANTIALES		GALERIAS		OTROS		TOTALES	
	Nº. APRO	VOL. EXTRA Mm ³ /a	Nº. APRO	VOL. EXTRA. Mm ³ /a	Nº. APRO	VOL. EXTRA. Mm ³ /a	Nº. APRO.	VOL. EXTRA. Mm ³ /a	Nº. APRO.	VOL. EXTRA. Mm ³ /a	Nº. APR.	VOL. EXTRA Mm ³ /a
3	239	25.811536	267	2.98241	4	0.06	4	0.01	99	1.873976	613	30.7379



Nota: existen 37 obras inactivas en este acuífero.

Los métodos utilizados para el cálculo de gastos en lps fueron por: escuadra, número de hectáreas y láminas de riego.

7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Para el presente balance se considera la siguiente formula:

$$I_p + I_r + E_h - B - S_h - E_{vt} - D_m = \pm \Delta V_S$$

7.1 Entradas

7.1.1 Recarga natural

I_p .- Infiltración por lluvia, se manejo como incógnita dentro de la formula que se estableció para el balance donde despejando se obtuvo:

$$I_p = -\Delta V - E_h - I_r + S_h + E_{vt} + B + D_m$$

$$I_p = -13.5 - 2.278 - 2.518 + 2.542 + 3.059 + 29.881 + 1.5$$

$$I_p = 18.686 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ Anuales}$$

7.1.2 Recarga inducida

I_r : Infiltración por Retornos de Riego en una área aproximada de 5,996 Has. considerando un volumen de 6,000 m³ por hectárea, y un 7% con factor de filtración, dando como resultado un volumen de 2,518 x 10⁶ m³ anuales.

Relación de Superficies Regadas en el Valle de Canatlán; para el Calculo de los Entornos de Riego

Nombre de la Obra	Superficie Regada (Has.)
1. San Bartolo	1,010
2. El Baluarte	750
3. Caboraca	214
4. Aprovechamientos Subterráneos	<u>4,022</u>
Total	5,996

7.1.3 Flujo Subterráneo

E_h : Las entradas horizontales se calcularon con las observaciones en el mes de octubre de 1996, donde se determinaron 3 canales de entrada dando como resultado un volumen de Entrada Horizontal de 2.278 x 10⁶ m³ Anuales

Entradas Horizontales

Canal	I	T x 10 ⁻³ m ² /s	B (m)	Q (m ³ /s)	Vol (x10 ⁶ m ³ /año)
1	0.0047	1.036	7,500	0.0365	1.1516
2	0.00315	1.420	1,180	0.0051	0.1610
3	0.00312	0.40025	2,450	0.003059	0.964910
Total					2.2775

7.2 Salidas

7.2.1 Evapotranspiración

Evt: La Evapotranspiración se calculo primeramente aplicando la formula de Coutagne, donde se obtuvo que la evapotranspiración real es igual a 437 mm anuales, considerando una área aproximada de 100 km² de niveles someros y 7 % de incidencia, resultando un volumen de 3.059 x 10⁶ m³ anuales de evapotranspiración.

Coutagne:

$$ETR = P - \Delta p^2 \qquad \Delta = \frac{1}{0.8 + (0.14 \times 15.3)} = \frac{1}{2.942} = 0.339$$

$$ETR = 0.533 - 0.339(0.533)^2$$

$$ETR = 0.533 - 0.096$$

$$ETR = 0.437 \text{ m}$$

$$T = 15.30^\circ \text{ C}$$

$$Evt = ETR \times A \times 0.07$$

$$P = 533 \text{ mm.}$$

$$Evt = 0.437 \times 100 \times 10^6 \times 0.07 = 3.059 \times 10^6 \text{ m}^3$$

7.2.2 Descargas naturales

Dm: Los Manantiales Chupaderos, Ejido 22 de Mayo, Ejido Cerro Gordo, El Presidio, Las Trincheras, Ojo de Agua y San Antonio tienen un gasto de 48 lps en forma conjunta arrojando en volumen anual de 1.5 x 10⁶m³

Manantiales Valle de Canatlán

Nombre	Ubicación	Uso	Gasto (lps)
Chupaderos	Chupaderos	Abrevadero	1
Ejido 22 de Mayo	Ejido 22 de Mayo	Publico-Urbano	9
Ejido Cerro Gordo	Ejido Cerro Gordo	Publico-Urbano	3

Huerta el Presidio	Ejido Canatlán	Publico-Urbano	16
Las Trincheras	Ejido El Progreso	Publico-Urbano	10
Ojo de Agua	Ejido Pozole	Publico-Urbano	3
San Antonio	San Rafael	Publico-Urbano	6

7.2.3 Bombeo

B: El bombeo se determino mediante un censo que se realizo en el año 1992 en la ultima actualización geohidrológica, además hasta la fecha se ha estado actualizado dicho censo, el cual arroja un volumen de extracción de 29.881 Mm³ anuales.

7.2.4 Flujo Subterráneo

Sh: Las Salidas Horizontales se determinaron sobre las mismas observaciones que en las entradas, donde existe 1 canal de salida, estimándose un volumen de 2.542 x 10⁶ m³ anuales.

Salidas Horizontales

Canal	I	T x 10 ⁻³ m ² /s	B (m)	Q (m ³ /s)	Vol (x10 ⁶ m ³ /año)
1	0.00273	2.67	5300	0.03863	1.218
2	0.002302	0.423	2000	0.001947	0.061
3	0.014	1.100	2600	0.04004	<u>1.263</u>
					2.542

7.3 Cambio de Almacenamiento

ΔV: El cambio de almacenamiento, se determinó mediante la observación en las fluctuaciones del nivel estático en los últimos 16 años, donde se determinó un descenso de 36 cm por año, considerando una área de balance de 500 km² y un coeficiente de almacenamiento de 0.075, se obtuvo un resultado de -13.5 Mm³

8. DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

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

8.1 Recarga total media anual

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Valle de Canatlán es de 23.5 millones de metros cúbicos por año ($\text{Mm}^3/\text{año}$).

8.2 Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Valle de Canatlán la descarga natural comprometida es igual a $7.101 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

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

En el acuífero Valle de Canatlán el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de $47,831,765 \text{ m}^3/\text{año}$.

8.4 Disponibilidad de agua subterránea

La disponibilidad de agua subterránea conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA:

$$-31,432,765 = 23,500,000 - 7,101,000 - 47,831,765$$

La cifra $-31,432,765 \text{ m}^3/\text{año}$ indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Canatlán, en el Estado de Durango.

9. Bibliografía

Estudio Geohidrológico semidetallado del valle de Canatlán, Dgo.- (Jefatura de Irrigación y Control de Ríos, S.R.H.) 1967

Estudio Geohidrológico Preliminar en la zona Canatlán-Santiaguillo, en el Estado de Durango. Contrato No. EIGZ-73-8 Consultores S.A.

Balance de Aguas Subterráneas Acuífero del Valle de Canatlán.- Gerencia Estatal Durango, Septiembre 1997