

***Actualización de la disponibilidad media anual
de agua en el acuífero Autlán (1417), Estado de
Jalisco***

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.**

CDLXXIII REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO"

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

ESTADO DE JALISCO

1417	AUTLÁN	76.0	0.0	77.847591	19.0	0.000000	-1.847591
------	--------	------	-----	-----------	------	----------	-----------

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 1417 AUTLAN

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	103	58	10.8	19	31	47.6	
2	104	3	22.8	19	31	7.7	
3	104	14	20.0	19	33	33.8	
4	104	18	52.1	19	36	39.7	
5	104	27	36.6	19	45	4.2	
6	104	27	49.9	19	50	9.6	
7	104	23	37.1	19	53	30.7	
8	104	20	2.0	19	54	5.7	
9	104	17	16.9	19	53	55.7	
10	104	14	41.9	19	52	43.1	
11	104	10	49.3	19	55	40.7	
12	104	10	41.8	20	3	8.4	
13	104	6	54.4	20	4	33.0	
14	104	1	47.8	20	4	41.6	
15	103	56	54.2	20	8	57.8	
16	103	56	54.2	20	10	49.9	
17	103	54	24.7	20	12	20.7	
18	103	54	40.7	20	16	15.6	
19	103	56	27.5	20	17	51.7	
20	103	51	7.2	20	17	57.0	
21	103	48	27.0	20	15	22.2	
22	103	42	45.3	20	14	23.5	
23	103	40	15.9	20	10	17.9	
24	103	40	5.2	20	7	37.7	
25	103	37	35.7	20	5	13.6	
26	103	37	25.0	20	3	42.8	
27	103	39	59.8	20	2	38.8	
28	103	41	57.3	20	1	40.0	
29	103	45	52.2	20	2	54.8	
30	103	49	20.4	19	59	5.2	
31	103	48	11.0	19	56	25.1	
32	103	48	59.1	19	54	0.0	
33	103	45	59.1	19	51	3.8	
34	103	46	46.1	19	50	13.9	
35	103	46	40.3	19	44	39.7	
36	103	41	41.1	19	43	56.0	
37	103	37	13.3	19	44	58.2	
38	103	37	13.3	19	43	24.7	
39	103	38	16.1	19	40	16.3	
40	103	37	2.9	19	37	13.2	
41	103	36	52.4	19	34	4.8	
42	103	37	2.7	19	30	43.4	DEL 42 AL 43 POR EL LIMITE ESTATAL
43	103	58	42.1	19	28	27.6	
1	103	58	10.8	19	31	47.6	



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
AUTLÁN, ESTADO DE JALISCO***

México, D.F., 30 de abril de 2002

DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ACUÍFERO AUTLÁN, ESTADO DE JALISCO

Contenido

1 Generalidades

- 1.1 Localización
 - 1.1.1 Coordenadas
 - 1.1.2 Municipios

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 Cuenca
- 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
- 7.2 Salidas
 - 7.2.1 Evapotranspiración
 - 7.2.2 Descargas naturales
 - 7.2.3 Bombeo
 - 7.2.4 Flujo subterráneo 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 e inscrito en el REPDA
- 8.4 Disponibilidad de aguas subterráneas

Figuras

- Figura 1 Localización del Acuífero Autlán, Jal.
- Figura 2 Plano del Acuífero Autlán, Jal.
- Figura 3 Elevación del nivel estático 1978
- Figura 4 Evolución del nivel estático 1977-1978

Tablas

- Tabla 1 Vértices de la poligonal del Acuífero Autlán Jal.

DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ACUÍFERO AUTLÁN, ESTADO DE JALISCO

1 Generalidades

1.1 Localización

El Acuífero Autlán se localiza en la porción noroeste del Estado de Jalisco, cubriendo una superficie, incluyendo la zona de recarga, de 4452 km².

1.1.1 Coordenadas

Geográficamente, el área del acuífero se encuentra dentro de la poligonal cuyos vértices son los siguientes:

Tabla 1. Vértices de la poligonal del Acuífero Autlán, Jal.

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	103	50	49.2	20	16	33.6	
2	103	48	18.0	20	15	18.0	
3	103	44	56.4	20	15	14.4	
4	103	42	36.0	20	14	6.0	
5	103	37	1.2	20	4	58.8	
6	103	40	8.4	20	1	55.2	
7	103	50	9.6	19	57	25.2	
8	103	49	15.6	19	52	40.8	
9	103	46	33.6	19	41	34.8	
10	103	36	46.8	19	46	22.8	
11	103	37	1.2	19	30	43.2	Del 11 al 12 por el límite estatal
12	103	58	26.4	19	28	30.0	
13	103	58	26.4	19	31	58.8	
14	104	19	12.0	19	36	18.0	
15	104	28	1.2	19	48	54.0	
16	104	9	36.0	19	57	21.6	
17	104	11	9.6	20	2	27.6	
18	104	8	20.4	20	3	21.6	
19	104	7	48.0	20	4	30.0	
20	104	0	28.8	20	1	1.2	
21	103	56	42.0	20	12	0.0	
1	103	50	49.2	20	16	33.6	

1.1.2 Municipios

La zona de estudio comprende parte de los municipios de Autlán, El Grullo, Ejutla y El Limón; siendo estos municipios los principales centros poblacionales.

El área se encuentra comunicada por la Carretera Federal No. 80, que va de Guadalajara a Barra de Navidad, la cual se encuentra atravesando la zona de estudio y la Cd. de Autlán; así mismo cuenta con varias Carreteras Estatales que entroncan con la Carretera Federal, terracerías y brechas que comunican a los poblados y a municipios vecinos.

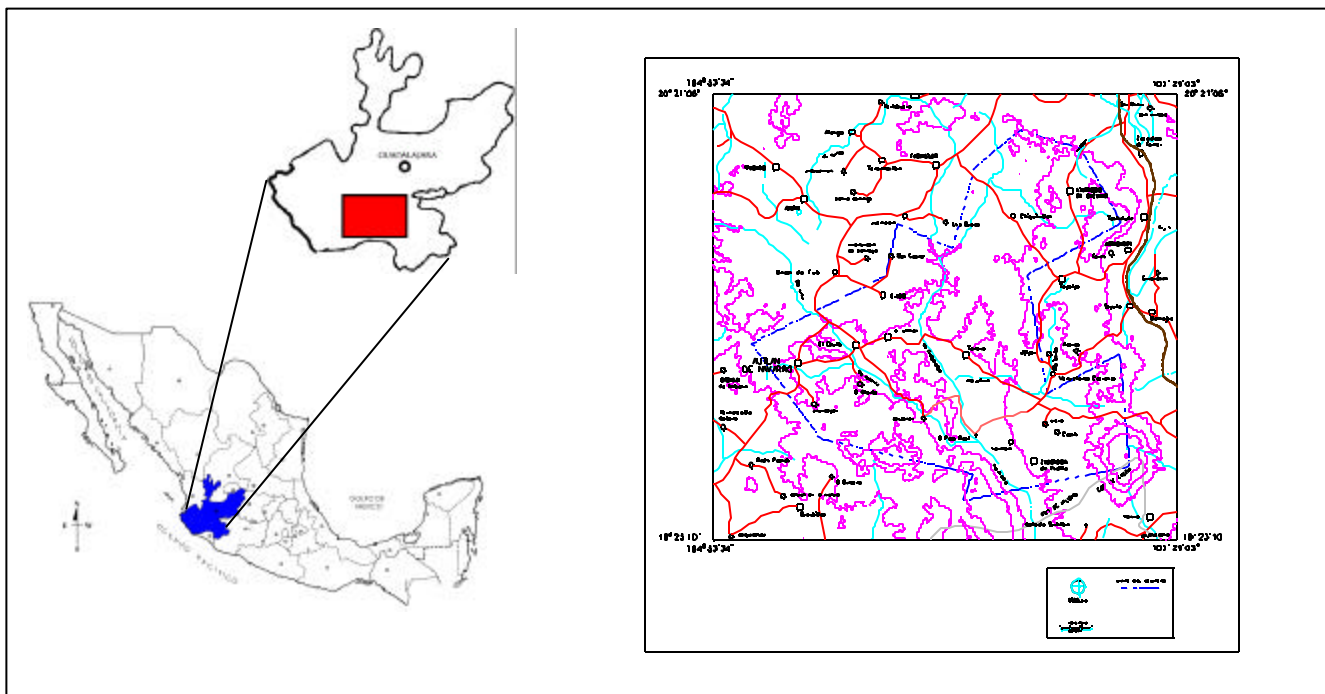


Figura 1. Localización del Acuífero Autlán, Jal.

En lo que respecta a la comunicación aérea, la zona cuenta con dos pistas una de ellas localizada en las proximidades del poblado de Autlán, la cual se encuentra pavimentada y en condiciones regulares; la otra es de terracería y está cercana al poblado de El Grullo, Jalisco; ambas son utilizadas como estaciones de vuelos de fumigación y no sostienen vuelos regulares de transportes.

La agricultura es la actividad económica más importante en la zona, siguiéndole la ganadería, el comercio de los productos agropecuarios, la fruticultura y la explotación de maderas. Dentro del valle considerado, se encuentra ubicado el Distrito de Riego No. 94. Los cultivos que utilizan el riego por gravedad, de acuerdo al orden de superficie que ocupan, son los siguientes: caña de azúcar, maíz, melón, sorgo, árboles frutales perennes, alfalfa y entre otros. Además de los cultivos de riego por gravedad se encuentran los regados por bombeo, los cuales se encuentran localizados en su mayoría en las vecindades de Autlán, y corresponden con: jitomate enano, pepino, melón, árboles frutales perennes y sandía.

2 Estudios técnicos realizados con anterioridad

En 1973, por parte de la Dirección de Geohidrología y de Zonas Áridas de la Secretaría de Recursos Hidráulicos se realizó el “Estudio Geohidrológico en las Áreas de los Distritos de Riego y Ampliación del Grullo y Autlán, Jalisco”, el cual fue encomendado a la empresa Ingeniería y Geotécnica, S.A., con el fin de conocer las condiciones geohidrológicas y cuantificar el volumen disponible de aguas subterráneas. En este estudio se determinaron tres unidades geohidrológicas una representada por el aluvión, otra por las rocas volcánicas y una tercera representada por las rocas sedimentarias. En base a las configuraciones de la piezometría se menciona la existencia de un flujo subterráneo con la misma dirección de los ríos principales. Con los resultados obtenidos del balance de aguas subterráneas se concluye que se puede incrementar la extracción por bombeo.

En 1978, la SARH a través de la compañía Georama, S.A., efectuó el “Estudio Geohidrológico de Evaluación y Censo del Valle de Autlán-El Grullo, Jal.”, concluyendo que la zona de estudio es un valle rodeado por un macizo rocoso, cuyo cuerpo principal del valle, tiene orientación Este-Oeste, que recibe el nombre de Autlán-El Grullo, el cual tiene ramificaciones hacia el cuerpo rocoso formando pequeños valles, los cuales se encuentran rellenos por aluviones de granulometría variada. Geohidrológicamente se concluyó que el acuífero de la llanura principal y sus ramificaciones funcionan en forma independiente y son de tipo libre.

3 Fisiografía

3.1 Provincias fisiográficas

El Acuífero de Autlán se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico (Raisz, 1969), o Faja Volcánica Transmexicana (Demant, 1981), la cual se caracteriza por encontrarse en ella numerosos estratovolcanes y otras estructuras más complejas.

3.2 Clima

Con los datos históricos de las estaciones climatológicas que cubren la zona de estudio, y con apoyo en la carta de climas, se observa que ésta se caracteriza por un clima cálido subhúmedo, con excepción de la zona localizada al poniente de Autlán en la cual el clima es semicálido subhúmedo.

3.2.1 Temperatura media anual

La temperatura media anual es de 24° C, siendo el mes de junio en que se registran las temperaturas más elevadas, y el mes de enero el mes más frío.

3.2.2 Precipitación media anual

La precipitación promedio anual es de 824 mm, con un período de lluvias del mes de junio al mes de octubre.

3.2.3 Evaporación potencial media anual

La evaporación potencial media anual es del orden de 1808.68 mm, presentando los meses con el mayor índice desde marzo hasta junio.

3.3 Hidrografía

Los límites del valle se encuentran conformados por el parteaguas de la cuenca que drena a la llanura; así por la parte norte se encuentra limitado por los Cerros Los Parajes y Jalocote, al oeste por la Sierra Cacoma, al sur por el Cerro Perote y la Sierra Manantlán, mientras que en la parte Este el límite lo forma un lomerío bajo, donde se encuentran los Cerros La Presa y la Tinaja.

3.3.1 Región Hidrológica

El Acuífero Autlán pertenece a la Región Hidrológica No. 16.

3.3.2 Cuenca

El Acuífero Autlán pertenece a la Cuenca del Río Armería. Los cauces fluviales que se originan en las partes altas de las sierras bajan al valle formando sistemas de drenaje de tipo dendrítico, que posteriormente al proseguir en la llanura, cambia a tipo radial, continuando así hasta llegar a los canales del distrito de riego. Las corrientes fluviales del área son, en su mayoría, de régimen intermitente, como son los Arroyos El Jolocote, Coajinque, y Ahuacapan por el oeste; y por el sur el arroyo La Yerbabuena. En cuanto las corrientes perennes esta El Río Ayuquila.

Es necesario hacer notar que las corrientes fluviales del valle constituyen una subcuenca que alimenta al Río Ayuquila por sus dos márgenes, durante su paso por esta zona. Este río al entrar al valle alimenta el sistema de riego por gravedad, para luego proseguir y salir del valle, donde toma el nombre de Río San Pedro, que al unirse aguas abajo con el Río Tuxcacuesco, toma el nombre de Río Armería, desembocando finalmente en el Océano Pacífico.

3.4 Geomorfología

El Valle de Autlán esta constituido por llanura de forma irregular, limitada por los lomeríos y sierras de distintas elevaciones, además se caracteriza por presentar pequeñas planicies alargadas que se extienden como brazos del valle principal, cuya orientación es E-O y NE-SW, y que además penetran hacia el interior de las estribaciones de las sierras y lomeríos que lo limitan, donde se encuentran conos aluviales, que corresponden a otras unidades geomorfológicas de carácter menos importante, por su mínimo tamaño y simplicidad de sus estructuras.

El cuerpo principal del valle se extiende desde Autlán al Cerro El Moro, con una distancia aproximada de 23 km, al cual se la ha denominado Valle de Autlán-El Grullo, las ramificaciones de esta llanura se les ha considerado como pequeños valles, los cuales tienen una ligera pendiente hacia el Río Ayuquila o al centro de la llanura principal, estando cortados por cauces fluviales profundos.

Las principales geoformas en el área de estudio están formadas por una serie de horst y grabens originados por la actividad tectónica de esta. Las máximas elevaciones en el se encuentran representadas por las cotas 1400 y 1500 msnm, y corresponden a los Cerros La Vainilla y El Ángel, localizados en parte central del valle; Los Parajes, La Cruz y Colomo, situados en la parte noreste del valle, y los Cerros Mezcalera y Lagunitas, que se localizan hacia la parte sureste del valle. Además de los cerros antes mencionados la Sierra Manantlán resalta por su gran tamaño, la cual se encuentra ubicada en la parte sur del valle y está constituida por coladas de pórfidos y macizos de roca intrusiva, que se encuentran enmascarado las geoformas originales.

Las características de forma y grado de erosión de la llanura, indican que el valle se encuentra en su etapa de madurez, según las edades geomórficas.

4 Geología

En el área de estudio existe una gran variedad de rocas tanto ígneas, que van desde intrusivas y extrusivas, hasta rocas hipabisales; como sedimentarias. De los principales tipos de rocas ígneas existentes en el área se encuentran los granitos, riolitas, dacitas, andesitas, pórfidos andesíticos, pórfidos dacíticos y traquiandesíticos, en lo que respecta a las rocas sedimentarias se encuentran las areniscas y lutitas calcáreas. Los materiales que constituyen la cuenca del valle son variados, entre ellos los suelos aluviales con granulometría variada, con predominio de las de grano grueso.

Las rocas ígneas ocupan la mayor parte de los cerros que limitan el valle, las calizas y lutitas ocupan solo una pequeña porción del límite oriental, así como la base de algunas estribaciones de los cerros.

4.1 Estratigrafía

Los eventos geológicos formadores de los materiales del área de estudio comenzaron teóricamente al final de la Revolución Laramide, la cual dejó expuestas a la erosión a las calizas y lutitas del Cretácico y posiblemente también a los granitos. Posteriormente en el periodo Terciario, se formaron las rocas porfídicas de composición andesítica, traquiandesítica y riolítica, junto con las lavas andesíticas, riolíticas y riodacíticas, las cuales sirvieron como base a las tobas, de composición ácida a básica, que ocupan la posición estratigráfica superior de la zona.

Rocas Cretácicas

Las calizas que se encuentran aflorando en el área del Acuífero Autlán, representan la unidad más antigua de la columna estratigráfica, presentan una estructura masiva, de color que va de gris a gris oscuro, con una textura microcristalina, fractura concoidea y con un alto contenido faunístico, cuya matriz está constituida de lodo calcáreo (micrita), y que han sido clasificadas como biomicritas.

Rocas Terciarias

Están representadas rocas graníticas que se localizan en la porción sur y noreste del valle, en donde forman un contrafuerte de la Sierra Manantlán y que consecuentemente constituyen un batolito. Estas rocas graníticas se encuentran infrayaciendo a las riodacitas, riolitas y a las tobas andesíticas.

Además de las rocas granítica, el Terciario también se representa por las lutitas y areniscas, las cuales se presentan en capas delgadas en forma alternada, presentan estratificación horizontal y en algunos afloramientos se presentan plegadas. Las areniscas se encuentran formando pequeños montículos que sobresalen en el Valle El Limón, en algunos afloramientos se encuentran interestratificadas con conglomerados arenosos.

Los conglomerados arenosos se han dividido en dos unidades: la primera esta constituida por fragmentos redondeados, y la segunda se caracteriza por contener fragmentos de rocas extrusivas e hipabisales de color verdoso, incluidos entre los fragmentos de caliza.

Los pórfidos andesíticos se encuentran constituyendo la mayoría de los macizos rocosos que rodean el valle; los afloramientos incluyen andesitas porfídicas, las cuales se distinguen de los pórfidos solamente en su textura, comprendiendo también a los pórfidos traquiandesíticos, los que se diferencian por un mínimo cambio de su composición mineralógica. Los pórfidos riolíticos se encuentran en una capa de 60 m de espesor, suprayaciendo a los pórfidos andesíticos e infrayaciendo a las riodacitas y riolitas.

Las andesitas afloran al sureste del valle, formando el parteaguas que limita la cuenca, también se les encuentra en pequeños afloramientos localizados hacia el noroeste, donde forman el talud del cañón que aloja el Arroyo Jolocote. Las riodacitas se encuentran en las partes altas de la Sierra de Cacoma, al oeste del valle y en la Sierra Manantlán, así como en los Cerros El Ángel y La Vainilla, en el interior de la cuenca.

Las tobas riodacíticas se encuentran aflorando en cuerpos aislados localizados en toda la periferia del valle, los cuales se encuentran suprayaciendo a los pórfidos andesíticos, se presentan en forma pseudoestratificada y ocupan la mayor parte de las estribaciones de los cerros, y en una pequeña parte de la Sierra Manantlán.

La unidad ignimbrítica se encuentran aflorando hacia el este de El Grullo, en una capa de unos 10 m de espesor, coronando las partes altas de las lomas.

El Cuaternario esta representado por los aluviones que constituyen la llanura del valle y se encuentran rellenando la depresión, éstos materiales se les encuentra también en el fondo de los cauces que cortan las sierras y lomeríos, siendo este el lugar en donde tienen el mínimo espesor y anchura.

4.2 Geología estructural

Las estructuras sobresalientes corresponden a los macizos que forman las sierras y cerros que circundan el valle, el cual esta formado por una serie de fosas que se prolongan hacia las ramificaciones de la llanura aluvial.

Las fracturas se presentan principalmente dentro de la zona montañosa, en dos direcciones preferenciales, E-W y NE-SW; el fracturamiento junto con la pseudoestratificación que presentan las rocas ígneas y la estratificación de las rocas sedimentarias, convierte a las capas en un agregado de bloques columnares, los cuales se encuentran en su mayoría en posición vertical, aunque la inclinación de algunos de ellos es dirigida hacia donde buzan las capas. Estos bloques son de diferente tamaño y se encuentran sobrepuestos, coincidiendo las superficies de contacto con los planos de estratificación.

Las fallas encontradas en el área de estudio son del tipo normal, distinguiéndose por la existencia de zonas de brechas hasta de 8 m de ancho. Estas fallas se encuentran en dos direcciones predominantes, E-W y NW-SE, las cuales coinciden con las direcciones de las fracturas, y además conservan un paralelismo, lo cual permite inferir que los cerros alargados con crestas orientadas en las mismas direcciones ya mencionadas, corresponden a horst estructurales y que los elementos de la llanura que tienen estas mismas orientaciones corresponden a grabens, concluyendo por lo mismo, que el valle esta constituido estructuralmente, por una serie de grabens alternadas con horst. Las depresiones topográficas, prosiguen hacia los macizos rocosos

en la mismas direcciones, pero como cauces profundos que se acercaron al parteaguas de la cuenca.

4.3. Geología del subsuelo

La geología del subsuelo del Valle de Autlán-El Grullo, se encuentra conformada por un basamento de rocas sedimentarias marinas Cretácicas, las cuales se encuentran afectadas por rocas volcánicas intrusivas y extrusivas del Terciario, a esta misma edad corresponden los depósitos de rocas sedimentarias continentales (conglomerados arenosos). Estos materiales basales, afloran en los bordes del valle, conformando las sierras circundantes en la zona, mientras que en el valle, la secuencia se encuentra cubierta por depósitos Cuaternarios, que consisten de materiales granulares con buenos índices de permeabilidad, representados por arenas de grano medio a fino, arcillas y cuerpos de conglomerados, los cuales fueron depositados en los cauces de los arroyos provenientes de las zonas montañosas, así como en las zonas de talud al pie de las prominencias topográficas y cuyos espesores son variables, encontrándose los mayores espesores hacia el centro del valle.

5 Hidrogeología

5.1 Tipo de Acuífero

Desde el punto de vista geohidrológico, el acuífero se encuentra conformado por aluviones de granulometría variada, predominantemente por arenas, y que constituye la llanura aluvial que ocupa la mayor parte del área, con una ramificación formada por una pequeña planicie en la que se localiza el poblado El Chante y el valle que forma el Arroyo de Hierbabuena, situado al SE de la zona de estudio. De acuerdo con las observaciones de campo, de la profundidad y comportamiento de los niveles estáticos (Georama, 1978) se concluye que los valles funcionan en forma independiente y que se encuentran formando dos acuíferos de tipo libres.

En resumen, se puede considerar que las formaciones permeables de este valle se encuentran principalmente en los materiales aluviales, mientras las demás rocas que limitan el valle funcionan como alimentadoras, al propiciar mediante su fracturamiento y planos de estratificación, la infiltración de agua hacia el acuífero aluvial.

5.2 Parámetros hidráulicos

Las características hidráulicas del acuífero se determinaron mediante la interpretación de 3 pruebas de bombeo, dos en pozos y una en una noria, localizados en el Valle de Mezquitán.

Cabe aclarar que en los pozos, solo se midió el abatimiento, mientras que en la noria, se logro medir abatimiento y recuperación, obteniéndose en los pozos una variación en los valores de la transmisividad de 7.47×10^{-3} a 4.83×10^{-2} m²/s, mientras en la noria el valor obtenido durante la etapa de abatimiento 2.10×10^{-4} m²/s y en la etapa de recuperación es de 0.019×10^{-2} m²/s.

El resultado de las pruebas nos indican que se trata de un acuífero de tipo confinado, aunque esto no es definitivo dadas las limitaciones ya indicadas.

En el estudio de realizado en 1973, se reporta un coeficiente de almacenamiento regional de 0.19.

5.3 Piezometría

5.3.1 Profundidad del nivel estático

De acuerdo con la configuración piezométrica correspondiente al año de 1978 (Georama, 1978), los niveles del agua subterránea se encuentran a profundidades que van de 0.65 a 66 m, dependiendo de la época en que se hagan estas observaciones, así tenemos que en la época de estiaje los niveles estáticos corresponden con las mayores profundidades, del centro hacia la periferia y en temporada de lluvias, empiezan a recuperarse, incrementándose principalmente de la periferia hacia el centro del valle.

5.3.2 Elevación del nivel estático

De acuerdo la información disponible para el año de 1978, las curvas de igual elevación del nivel estático, presentan los valores más altos al pie de las sierras que limitan el valle, representados por la cota 960 msnm hacia la parte este de Autlán; los que gradualmente van disminuyendo conforme se avanza hacia la parte baja del valle, hasta alcanzar la cota de 860 msnm en las cercanías del Río Ayuquila.

En la zona máxima de bombeo, situada en el este y noreste de Autlán, se encuentra una depresión alargada con cota 870 msnm, localizada entre Autlán y el canal principal margen derecho, del Distrito de Riego por gravedad.

5.3.3 Evolución del nivel estático

De acuerdo con la evolución para el periodo de 1977-1978, dentro del área de riego por gravedad, los aprovechamientos mostraron variaciones mínimas, aunque en forma general se manifestaron pequeños abatimientos, debido a que los niveles freáticos se encuentran gobernados por la variación de la carga hidráulica, proveniente de los canales de riego circunvecinos.

En la zona de riego por bombeo, predominan los pozos cuyos niveles piezométricos manifiestan recuperaciones para el mismo lapso, con valores que oscilan de 5 a 22 m., localizándose los más altos valores en las vecindades de los canales del distrito de riego por gravedad, y los valores más bajos rumbo a Autlán y al centro del Valle de Mezquitán.

Hacia el noreste de este último valle, los niveles presentan abatimientos menores a 3 m. El pequeño valle situado entre Autlán y Chiquihuatán, solo presenta abatimientos variables entre -1 y -8 m, con valores que aumentan de Chiquihuatán al centro, disminuyendo hacia en dirección del poblado Autlán. Hacia el sur, por el rumbo de Tecomatlán y Ahuacapan, los niveles muestran abatimientos con valores variables entre -0.5 y -3 m, que no muestran ningún orden con respecto a la pendiente natural del terreno, identificada de sur a norte.

Al oeste y norte de El Grullo, los niveles muestran abatimientos de -2 a -6 m, valores que disminuyen conforme baja el nivel del terreno, sin embargo, los valores obtenidos en el área de riego por gravedad, hacia el suroeste, muestra valores positivos y negativos.

En los dos brazos del valle de El Chante y en su continuidad hasta el Río Ayuquila, las lecturas muestran recuperaciones aguas arriba del poblado, con valores de 3 a 9.5 m, en cambio del poblado hacia el río, existen abatimientos menores de 0.5 m.

6 Censo de aprovechamientos e hidrometría del bombeo

De acuerdo con el censo realizado en 1977 (Georama, 1978), se reporta un total de 1748 aprovechamientos, de los cuales 75 corresponden con pozos profundos, con los cuales se extrae el 86% del volumen total anual extraído en el valle, siendo usados la mayoría para fines agrícolas; del total de aprovechamientos 1644 corresponden con norias, y solo producen el 1.4% del total del volumen extraído, siendo su uso principalmente doméstico y de abrevadero; los restantes 29 aprovechamientos corresponden a los manantiales, que constituyen el 1.5% y que producen el 11% del volumen total anual, quedando incluidos los 4 manantiales de Manantlán, que abastecen a los poblados El Chante, El Grullo, Nuevas Paredes y La Aldaba, así como los manantiales de la Sierra de Jolocote, que abastecen al poblado de Autlán. El volumen anual extraído en la zona, fue de 86.36 Mm³.

El volumen anual extraído más significativo, lo producen los pozos de uso por riego, localizados en el Valle de Mezquitán, situado en las cercanías del poblado de Autlán. Los cálculos de este volumen se efectuaron mediante los gastos de los pozos, multiplicados por el tiempo anual de bombeo comparados con la lámina usada en el área que domina cada pozo. De acuerdo, con los datos de región, la lámina de riego de comparación, aparentemente es mayor que la considerada, sin embargo, esta es la más viable.

De acuerdo con los datos reportados por la CNA (2000), la zona de estudio cuenta con un total de 140 aprovechamientos de aguas subterráneas, de los cuales 123 son para uso agrícola, 2 para uso público urbano y 1 es para uso industrial; con los cuales se extrae un volumen total anual de 19.01 Mm³; de este volumen de extracción 16 Mm³/año son destinado para uso agrícola, 2 para uso público urbano y 1.01 para las actividades industriales.

7 Balance de aguas subterráneas

Los siguientes datos considerados para el balance fueron los proporcionados por la CNA (2000). Tomando en consideración lo anterior, tenemos que 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 Autlán, las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa, al cambio de almacenamiento de una unidad hidrogeológica, representada como sigue:

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

Más específicamente la ecuación queda como sigue:

$$[\text{Eh} + 1_1 (\text{Volumen lluvia}) + 1_2 (\text{Uso público urbano}) + 1_3 (\text{Usos agrícola + otros})] - \\ [\text{Sh} + \text{Qbase} + \text{Manantiales} + \text{Evapotranspiración} + \text{Extracción}] = \text{Vd S} = \Delta A \dots\dots\dots(3)$$

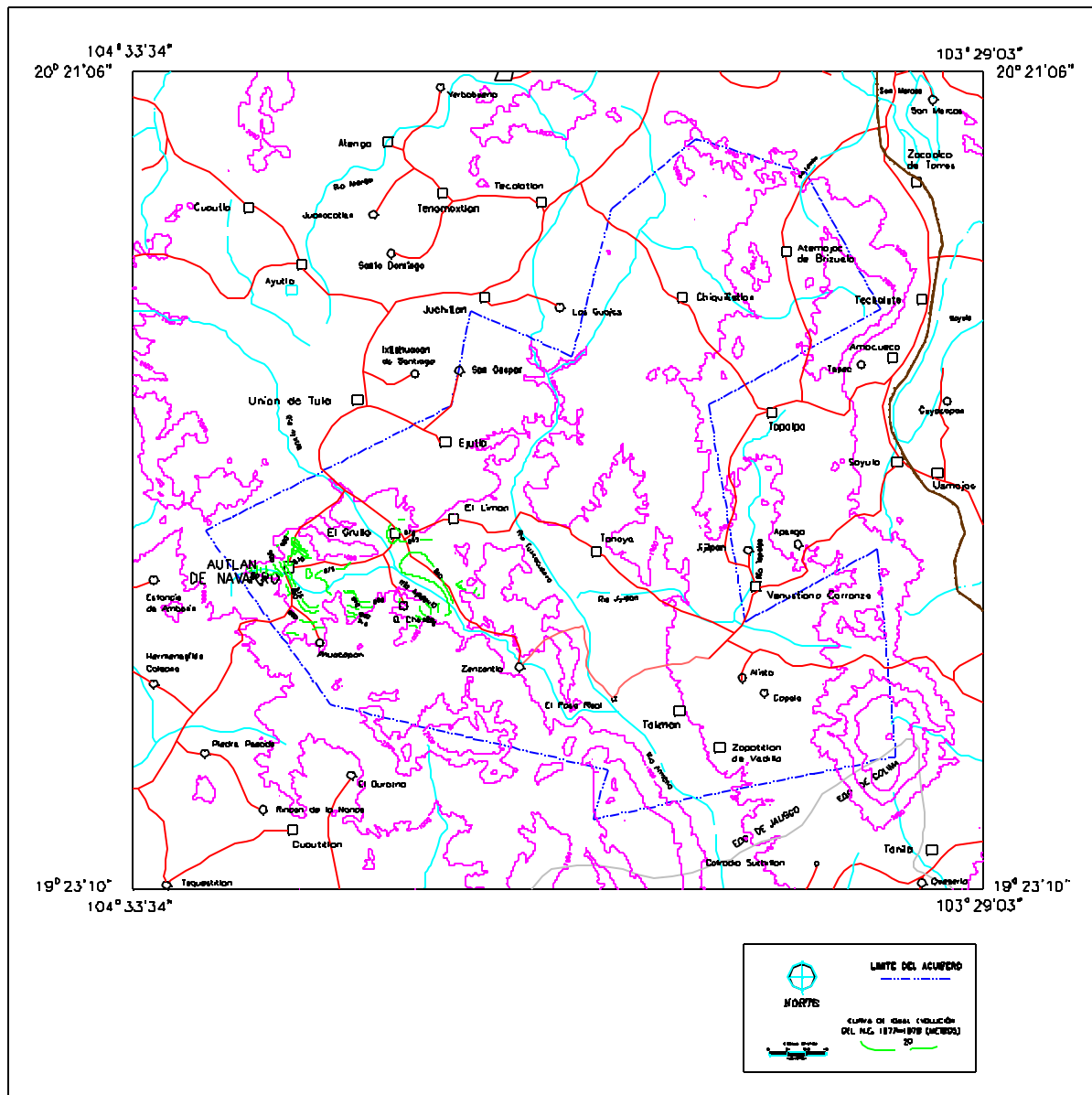


Figura 3. Elevación del Nivel Estático 1978.

7.1 Entradas

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

De acuerdo con lo anterior y considerando los datos proporcionados por la CNA, la recarga total media anual es de 76 Mm^3 .

7.2 Salidas

7.2.1 Evapotranspiración

Tomando en cuenta la configuración de la profundidad de los niveles estáticos, se considera que existen salidas por evapotranspiración. Sin embargo debido a la falta del área del acuífero no fue calculado.

7.2.2 Descargas naturales

En el área de estudio la única salida superficial es el Río Ayuquila, pero no se cuenta con un volumen cuantificado.

7.2.3 Bombeo

El volumen extraído total del acuífero a través del bombeo, para todos los usos resultó de $19.01 \text{ Mm}^3/\text{año}$. Las salidas por bombeo son consideradas las de mayor importancia para este acuífero.

7.2.4 Flujo subterráneo horizontal

En este acuífero de acuerdo a la piezometría, particularmente al plano de curvas de igual elevación del nivel estático, se concluye que existen salidas del sistema por flujo horizontal de por lo menos $56.99 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

7.3 Cambio de almacenamiento

Tomando en consideración los valores de las entradas y las salidas del sistema acuífero el valor de este parámetro es de cero.

En forma resumida los datos del balance, se presenta en la tabla 2, de acuerdo con la expresión (3).

8 Disponibilidad

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

Disponibilidad media				Volumen anual de
anual de agua		Recarga total	Descarga natural	aguas subterráneas(4)
subterránea en una	=	media anual	- comprometida	concesionado e
unidad hidrogeológica			-	inscrito en el REPDA

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 este caso es de 76 Mm³/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 caso de la zona en estudio la descarga natural comprometida se considera prácticamente nula.

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

El volumen anual de extracción, 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 21,229,770 m³/año.

8.4 Disponibilidad de aguas subterráneas

La disponibilidad de aguas subterráneas 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, que de acuerdo con la expresión (4) resultó ser de 54,770,230 m³/año.

$$54,770,230 = 76,000,000 - 0.0 - 21,229,770$$

La cifra indica que existe un volumen disponible de 54,770,230 m³ anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada Acuífero Autlán, Jalisco.

México, D.F., 30 de abril de 2002.

BIBLIOGRAFÍA

Estudio Geohidrológico en las Áreas de los Distritos de Riego y Ampliación del Grullo y Autlán, Jalisco. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Ingeniería y Geotecnia, S.A., 1973.

Estudio Geohidrológico de Evaluación y Censo del Valle de Autlán, El Grullo, Jalisco. Contrato EIGZA-77-13-G. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1978.

Tabla 2. Balance de aguas subterráneas.

Área total del acuífero				Km ²	4452
RECARGA TOTAL					
		Área del valle		Km ²	
		Coeficiente			
		Precipitación		mm/año	824
Recarga natural por lluvia				Mm ³ /año	
Entradas naturales				Mm ³ /año	
Total de recarga natural				Mm ³ /año	
	Público Urbano			Mm ³ /año	
Recarga inducida P.U.				Mm ³ /año	
	Agrícola más otros			Mm ³ /año	
Recarga inducida Agrícola + otros				Mm ³ /año	
RECARGA TOTAL				Mm ³ /año	76
DESCARGA TOTAL					
Salidas horizontales				Mm ³ /año	56.99
Caudal base				Mm ³ /año	-
Evapotranspiración				Mm ³ /año	-
	Extracción total			Mm ³ /año	19.01
	Manantiales comprometidos			Mm ³ /año	0
	Agrícola			Mm ³ /año	16
	Público			Mm ³ /año	2
	Urbano			Mm ³ /año	
	Industrial			Mm ³ /año	1.01
	Otros			Mm ³ /año	
DESCARGA TOTAL				Mm ³ /año	76
Cambio de almacenamiento				Mm ³ /año	0
Coeficiente de almacenamiento					0.19
Volumen drenado					
AGUA SUPERFICIAL					
Agrícola					
Público Urbano					
Industrial					