



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO EL LLANO (0103), ESTADO DE
AGUASCALIENTES**

CIUDAD DE MÉXICO, DICIEMBRE 2020

Contenido

1. GENERALIDADES.....	2
Antecedentes.....	2
1.1. Localización.....	2
2. FISIOGRAFÍA.....	4
2.1 Clima.....	4
2.2 Hidrografía.....	4
3. GEOLOGÍA.....	5
3.1 Estratigrafía.....	5
4. HIDROGEOLOGÍA.....	9
4.1 Tipo de acuífero.....	9
4.2 Comportamiento hidráulico.....	9
5. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA.....	10
6. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	10
6.1 Entradas.....	10
6.1.1 Recarga.....	11
6.2 Salidas.....	11
6.3 Cambio de almacenamiento (ΔVS).....	12
7. DISPONIBILIDAD.....	12
8.1 Recarga total media anual (R).....	12
8.2 Descarga natural comprometida (DNC).....	12
8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	13
8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	13
8. BIBLIOGRAFÍA.....	14

1. GENERALIDADES

Antecedentes

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, en el caso de las aguas subterráneas esto debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la “NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”. Esta norma ha sido preparada por un grupo de especialistas de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, gobiernos estatales y municipales y de la CONAGUA.

La NOM establece para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas la realización de un balance de las mismas donde se defina de manera precisa la recarga, de ésta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

Los resultados técnicos que se publiquen deberán estar respaldados por un documento en el que se sintetice la información, se especifique claramente el balance de aguas subterráneas y la disponibilidad de agua subterránea susceptible de concesionar.

La publicación de la disponibilidad servirá de sustento legal para la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, transparentar la administración del recurso, planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

1.1. Localización

El acuífero valle Del Llano se localiza en la porción sureste del estado de Aguascalientes, cubre una superficie aproximada de 487 kilómetros cuadrados (km²), y se caracteriza por ser una planicie de forma irregular con una pendiente suave en dirección suroeste (figura 1). La poligonal simplificada que delimita el acuífero se encuentra definida por los vértices cuyas coordenadas se muestran en la tabla 1.

La zona de interés comprende la totalidad del Municipio de El Llano y pequeñas porciones de los Municipios de Asientos y Aguascalientes, extendiendo sus límites

hasta el Estado de Jalisco. Destacando los poblados de: La Luz, Licenciado Jesús Terán, Francisco Sarabia, Sandoval, Palo Alto, El Tildio, La Tinaja, El Duraznillo y Los Cuervos.

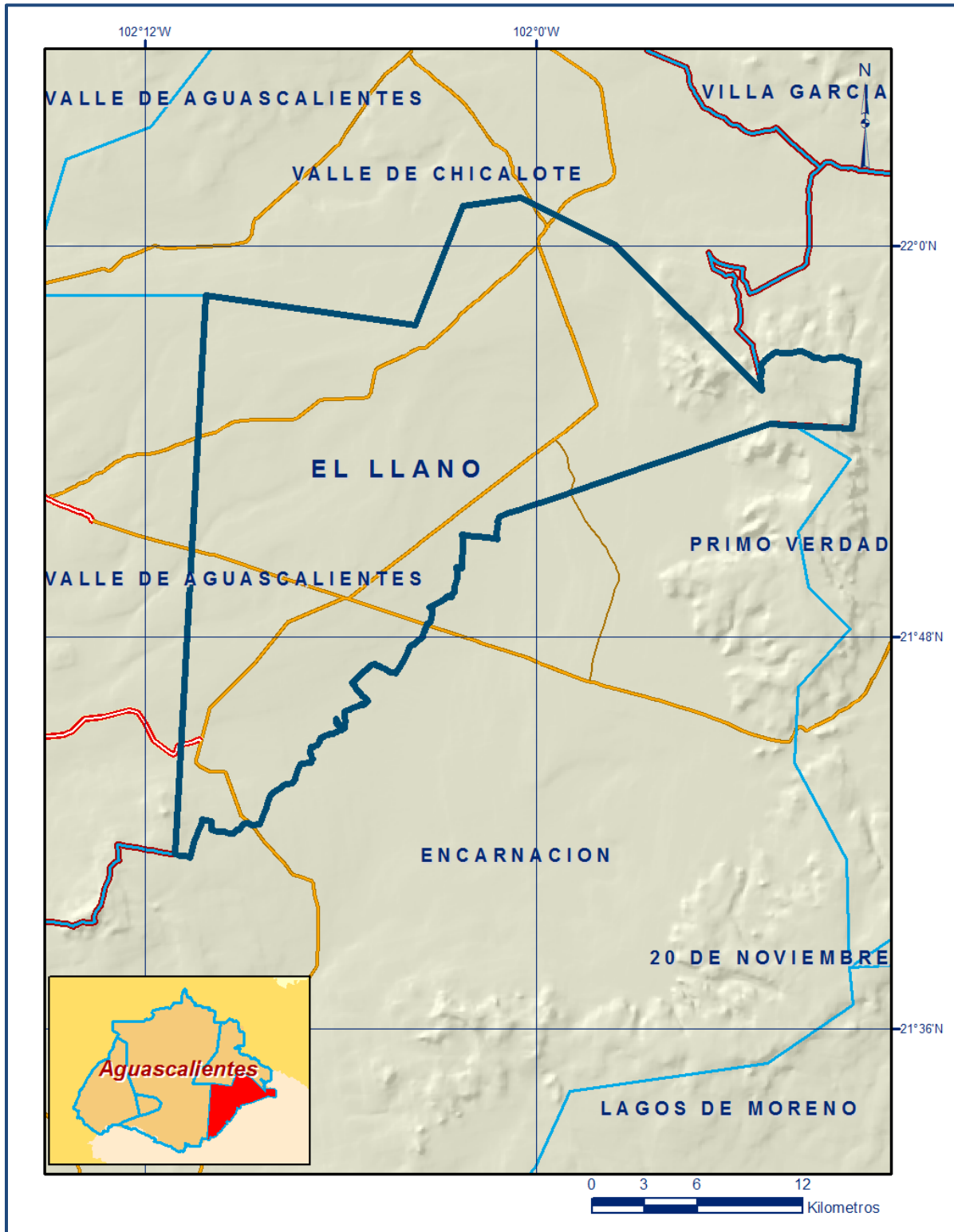


Figura 1. Localización del acuífero

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la poligonal simplificada del acuífero

ACUIFERO 01 03 EL LLANO							
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	101	52	5.4	21	54	31.2	DEL 1 AL 2 POR EL LIMITE ESTATAL
2	102	11	5.6	21	41	22.0	
3	102	10	8.0	21	58	30.0	
4	102	3	43.0	21	57	35.0	
5	102	2	16.0	22	1	15.0	
6	102	0	30.0	22	1	30.0	
7	101	57	38.0	22	0	5.0	
8	101	53	5.0	21	55	35.0	
9	101	53	8.5	21	56	0.6	DEL 9 AL 1 POR EL LIMITE ESTATAL
1	101	52	5.4	21	54	31.2	

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2015, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 1. Por otra parte, actualmente, conforme a los resultados preliminares del Censo General de Población y Vivienda 2000, se estima que existen en la zona de interés un total de 11,707 habitantes.

2. FISIOGRAFÍA

2.1 Clima

En la zona de El Llano el clima se clasifica como seco estepario, con lluvias en verano y una temperatura media anual de 25° C; y precipitación media anual 530 mm, la que se distribuye en forma irregular sobre todo el estado; la temporada de lluvias abarca los meses de mayo a septiembre, siendo junio y julio los más lluviosos.

Por su parte la evaporación potencial media anual es de 2,325 mm para toda el área, superando los valores de precipitación durante casi todo el año.

2.2 Hidrografía

La zona de estudio se localiza, en su totalidad, dentro de la Región Hidrológica No. 12, "Lerma-Chapala-Santiago", en la subregión Alto Santiago, cuenca del Río Verde, específicamente en la subcuenca Paso del Sabino.

La principal corriente de esta zona está representada por flujos intermitentes destacando el río Los Sauces, que nace en el estrechamiento formado por la sierra que limita lateralmente el valle, alimentado por múltiples aportes de pequeño tributario que se desarrolla a lo largo de su camino, hasta alcanzar la presa Cascarona, al norte del poblado Los Sauces.

Los volúmenes liberados de la presa retoman su curso natural con una dirección norte-sur, hasta las inmediaciones del poblado Los Lomelí, desde donde toma este nombre, 10 km río abajo del poblado las corrientes son nuevamente captadas, esta vez, por la presa San Pedro, al este del poblado Encarnación de Díaz, para finalmente convertirse en un tributario más del río Aguascalientes.

La composición litológica superficial de la zona El Llano muestran rocas poco permeables que se manifiestan por la gran cantidad de corrientes que existen en la zona desarrollando un padrón de drenaje dendrítico radial a subparalelo, controlado principalmente por las condiciones geomorfológicas de la zona.

Existen en la zona geohidrológica de El Llano un gran número de obras de almacenamiento entre las que destacan las presas Los Conos, San Pedro, Cascarona, El Saucito y La Colorada, esta última con 6 Mm³ de capacidad.

3. GEOLOGÍA

De acuerdo con los límites establecidos, propiamente, el acuífero se ubica dentro de la provincia de la Meseta Central, Colinda al Norte y al Este con la Sierra Madre Oriental, al W con la Sierra Madre Occidental y al Sur con la provincia del Eje Neovolcánico. La caracterizan amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, la mayoría de naturaleza volcánica.

Superficialmente el valle Del Llano no presenta relieves de importancia, siendo su superficie bastante plana, la cual es interrumpida por pequeños drenajes de arroyos con escurrimientos sólo en época de lluvias. Con base en la expresión topográfica superficial, se puede deducir que las formas topográficas de poca altura, desarrolladas sobre sus valles, son el resultado del rejuvenecimiento de una gran cuenca lacustre de origen tectónico.

Se encuentra limitado al norte y noreste por cerros y lomeríos, mientras que, al oeste, se une al Valle de Aguascalientes, al sur y sureste se prolonga hacia el estado de Jalisco.

3.1 Estratigrafía

Las unidades litológicas presentes en la zona se describen a continuación:

Cretácico ígneo. Se ha considerado que los cuerpos ígneos riolíticos forman el basamento del valle del Llano. Dada la génesis de estos materiales La permeabilidad

de estos materiales es en general baja, lo cual sirven de barrera al flujo del agua subterránea.

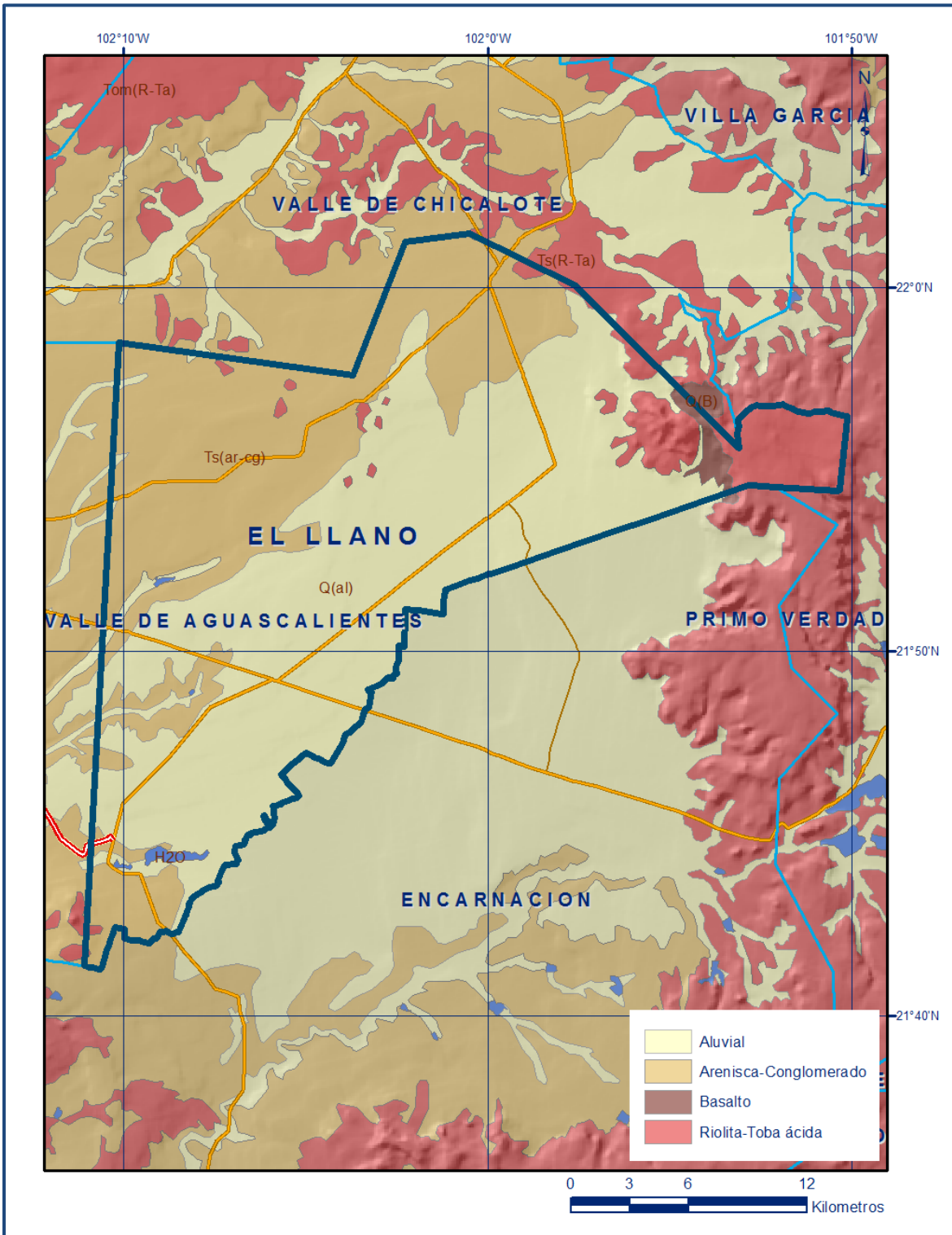


Figura 2. Geología general del acuífero

Superficialmente los pórfidos riolíticos se pueden observar a unos 5 km al oriente del poblado de Pastoría, ocupando la parte alta de la sierra y rompe a la secuencia sedimentaria del Jurásico.

Cretácico Sedimentario. - Estas rocas están representadas por una secuencia de rocas calcáreas arcillosas, lutita-arenisca y caliza con pedernal, regularmente se presenta con estructura laminar y lajeamiento paralelo a la dirección de estratificación, en capas delgadas de 10 a 15 cm de espesor. Sus afloramientos se presentan fuera de la zona de estudio principalmente sobre el camino Tepezalá-Asientos, Tepezalá-Puerto de la Concepción, entre el arroyo de La Caldera y el Occidente de la plaza principal del poblado de Tepezalá.

Terciario. - Dentro de este período se consideró necesario clasificar y separar a las rocas sedimentarias y a las rocas volcánicas, que a continuación se describen:

Terciario. - Areniscas-Conglomerados

Se presentan en forma de lentes que se acuñan y cambian lateralmente de arenisca a conglomerado, compuesto en un 90% de por fragmentos de roca volcánica y clastos limolita la granulometría de estos fragmentos es de grava a gravilla de forma subredondeada a subangulosas; los que se encuentran embebidos en una matriz arcillo-arenosa medianamente consolidada y se presentan en capas gruesas masivas e intemperizan en un color rojo ladrillo. Esta unidad aflora en la porción noreste del área y presenta una permeabilidad media.

Esta unidad se cortó en dos pozos de exploración, a una profundidad que va de los 244 a los 500 m. Por su similitud litológica que presenta este conglomerado con los descritos por otros autores en Zacatecas y Guanajuato, se le asigna tentativamente una edad del Eoceno-Oligoceno.

Terciario Volcánico. - Estas rocas varían en su composición, distinguiéndose como tobas soldadas, tobas líticas y areniscas tobáceas, presentan una estructura masiva, aunque en ocasiones se encuentran en capas, sobre los cerros se pueden observar las tobas soldadas riolíticas con clásticos del tamaño de la grava.

Superficialmente estas rocas se presentan en casi todo el estado; en la Zona de El Llano las riolitas afloran principalmente a 1.5 km al norte de "Rancho Seco" o "Francisco Villa"; a 500 m al sur y al oeste de la Ranchería de Pilotos; 3 km al oriente de Palo Alto, a 3.5

km al oriente del poblado La Luz, a unos 2 km al oriente de Palmillas y al oriente de Los Azules.

En lo que respecta a las areniscas tobáceas, sus afloramientos se encuentran a 10 km al norte de San Pedro Piedra Gorda, sobre el camino de terracería que comunica con ciudad Cuauhtémoc, cubierta por derrames riolíticos.

De acuerdo con la posición que guardan estas rocas con respecto a las tobas y al conglomerado se les asigna tentativamente una edad del Oligoceno-Mioceno. La unidad en general presenta una permeabilidad alta.

Terciario Riolitas. - Forman una serie de escarpes, cantiles y mesetas, que rodean al valle del Llano por sus flancos norte, sur y oriente. De manera general presenta una estructura masiva con fracturamiento moderado e intemperismo somero; aflora principalmente al oriente de Bolaños y al oeste de Villa Guerrero, en ocasiones cubren discordantemente a las tobas soldadas y en otros a las arenas tobáceas; los materiales presentan una permeabilidad de media a alta.

Cuaternario. Arenas Tobáceas. - Estos sedimentos continentales se presentan en forman de pequeños lomeríos de forma suave y redondeada, con elevaciones de unos 20 a 30 m de altura sobre el nivel medio del terreno. Se encuentran ocupando la porción norte, occidental y sur de la Zona de El Llano, principalmente al noreste del poblado de La Luz y Palo Alto.

Sin embargo, las mejores exposiciones se aprecian en general sobre los cauces de los ríos y arroyos; consisten de arenas tobáceas de grano fino, en capas gruesas de estructura masiva con costras de caliche, en ocasiones alternan con lentes de arenas y gravas; esta unidad cubre discordantemente a rocas de los derrames riolíticos más antiguos.

Depósitos aluviales. - Estos depósitos comprenden los suelos areno-limosos que ocupan generalmente las planicies, los cuales se presentan poco compactos. La permeabilidad de estos materiales es alta.

Depósitos de pie de monte. - Estos depósitos se presentan en las estribaciones de los cerros y las sierras; consisten de arenas, gravas y cantos de forma angular y mal clasificados; su composición depende de las rocas de las que fueron erosionados; su

edad corresponde al Cuaternario

4. HIDROGEOLOGÍA

4.1 Tipo de acuífero

El acuífero de Del Llano, se encuentra constituido por un basamento de rocas ígneas poco fracturadas, fragmentadas en un complejo sistema de bloques tectónicos que integran un intrincado marco geológico-estructural, se ha logrado determinar la escasa conexión hidráulica entre sus bloques, en tanto que las depresiones existentes han sido rellenas por arenas tobáceas y depósitos fluviales, que constituyen el principal acuífero libre de la región, con espesores variables hasta de 250 m que disminuyen hacia los flancos del valle y aumentan hacia el centro del mismo.

Dentro de las unidades litológicas que constituyen acuíferos destacan los depósitos aluviales y las tobas que rellenan el valle, los que, por su alta permeabilidad, extensión y espesor, forman el acuífero más importante de la región. Con respecto a la secuencia riolítica, aunque estas han mostrado en algunos sitios conformar un acuífero de potencialidad moderada, su explotación no es tan intensa como en los depósitos de relleno, no obstante que entre ambos existe comunicación hidráulica en varios sitios del valle.

De esta manera, la recarga más importante a estos materiales se da a través de la infiltración del agua de lluvia, por los aportes laterales provenientes de la secuencia riolítica que se ubican en las partes altas y por los retornos de riego.

La descarga principal se da por el bombeo de pozos y norias, así como por las salidas horizontales hacia el sur y sureste del valle, siendo ésta última en dirección al estado de Jalisco.

4.2 Comportamiento hidráulico

La profundidad a los niveles estáticos, para el año de 1997, varían en la zona de entre unos 100 a poco más de 160 m; los niveles más someros se localizan en las inmediaciones del poblado Palo Alto, al noreste de la zona, en tanto los niveles más profundas se han ubicado en las inmediaciones de los poblados de Jesús Terán y Francisco Sarabia.

Al suroeste de la zona en las inmediaciones de los poblados San Jerónimo y la Tinaja los niveles presentan una profundidad del orden de los 120 a los 130 metros,

incrementándose hacia el noreste, entre los poblados de Montoya y El Milagro, alcanzando valores mayores a los 160 metros de profundidad. El comportamiento de los niveles obedece invariablemente a las condiciones actuales de explotación y no a las condiciones topográficas ya que estas últimas conforman una meseta con una superficie plana y elevaciones del orden de los 2000 msnm en casi toda el área del valle.

Con relación a la configuración de los niveles del agua en la zona que nos ocupa, la carga hidráulica varía regionalmente entre 1880 y 1900 metros sobre el nivel del mar (msnm), con un comportamiento decreciente de los límites del acuífero hacia la parte central de mismo. Los valores más altos se han registrado en las inmediaciones de los poblados de Duraznillo y Calvillito, al Noreste del valle, y Jilotepec, al noreste de la zona, con elevaciones del orden de los 1900 metros, mientras que los valores más bajos se han registrado en la porción nor- noroeste en la vecindad del poblado de Jaltomate.

5. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA

De acuerdo con estimaciones realizadas en el estudio de disponibilidad para el año 1998, la extracción en el acuífero alcanza un volumen de **24 hm³** por año.

6. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

El balance de agua subterránea se planteó para el periodo 2000-2014, en una superficie de 1350 km², que corresponde a la zona donde se cuenta con información piezométrica y en la que se localiza la mayoría de los aprovechamientos subterráneos. La diferencia entre la suma total de las entradas (recarga) y la suma total de las salidas (descarga), representa el volumen de agua perdido o ganado por el almacenamiento del acuífero en el periodo de tiempo establecido. La ecuación general de balance, de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es la siguiente:

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

6.1 Entradas

En las entradas se involucran tanto el flujo subterráneo que proviene de las sierras aledañas que alimentan al valle, como el aporte vertical que recibe el acuífero, que puede originarse de la infiltración del agua de lluvia, el lateral que se genera de los

acuíferos adyacentes, de los retornos de riego, de fuga de las tuberías de agua potable, entre otros, dando como resultado 15 hm^3 .

Por su parte, puede afirmarse que en la actualidad la descarga del Acuífero corresponde a la que artificialmente se realiza a través de pozos y norias y el flujo subterráneo hacia el Acuífero Aguascalientes y hacia la zona del Estado de Jalisco. Las salidas del acuífero están conformadas por los volúmenes de agua que migran de este a oeste hacia la zona geohidrológica de Aguascalientes $3 \text{ hm}^3/\text{año}$, mientras que la extracción por bombeo fue de 24.0 hm^3 para el área de balance.

De lo anterior, el balance se planteó de la manera siguiente: se consideró una entrada de $15 \text{ hm}^3/\text{año}$, extracción de $24 \text{ hm}^3/\text{año}$ y $3 \text{ hm}^3/\text{año}$, que escapan horizontalmente hacia el acuífero de Aguascalientes, de la diferencia entre lo que entra y lo que sale del acuífero, resulta el cambio de almacenamiento de $-12 \text{ hm}^3/\text{año}$.

6.1.1 Recarga.

De acuerdo con la información existente la precipitación pluvial que captan las rocas fracturadas en las sierras y lomeríos, los escurrimientos superficiales, son la principal fuente de recarga natural que alimentan el Acuífero de la zona de El Llano, en función de la variabilidad de las lluvias, el valor estimado de recarga es de 15 hm^3 anuales.

La posición geográfica de la zona, localizada en una zona de baja precipitación pluvial, donde los niveles freáticos se encuentran muy profundos, con una compleja estructura geológica y numerosos estratos confinantes no favorecen la recarga inducida.

6.2 Salidas

Con el incremento de la explotación de las fuentes subterránea se intensificó el abatimiento de los niveles del agua, con la consiguiente disminución y posterior agotamiento de las descargas naturales, por lo que desde hace ya mucho tiempo, el caudal base de los ríos es nulo, y como la evapotranspiración ha sido también reducida por causa de la eliminación indirecta de la vegetación, se puede afirmarse que en la actualidad la descarga del Acuífero corresponde a la que artificialmente se realiza a través de pozos y norias y el flujo subterráneo hacia el acuífero del valle de Aguascalientes.

Con base en lo anterior se estimaron los siguientes valores: los volúmenes de agua que migran de este a oeste hacia la zona geohidrológica de Aguascalientes se calcularon

de 3 hm³/año, mientras que la extracción por bombeo fue de 24.0 hm³ para el área de balance, generando un total de 27 hm³ al año.

6.3 Cambio de almacenamiento (ΔV_S)

Calculado de la evolución media anual, de la zona de interés, el cambio de almacenamiento es del orden de los **-12 hm³/año**.

7. DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

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

Donde:

DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero

R = Recarga total media anual

DNC = Descarga natural comprometida

VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

8.1 Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de **15.0 hm³/año**, todos ellos son de recarga natural.

8.2 Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para el acuífero Valle del Llano, la descarga natural comprometida se considera de **3.0 hm³ anuales**.

8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **17,764,400 m³ anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **20 de febrero del 2020**.

8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 15.0 - 3.0 - 17.764400 \\ \text{DMA} &= -5.764400 \text{ hm}^3/\text{año.} \end{aligned}$$

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es de **5,764,400 m³ anuales** que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero.

8. BIBLIOGRAFÍA

CNA. Estudio Hidrogeológico completo de los Acuíferos en el Estado de Aguascalientes. Elaborado por Ariel Construcciones, S. A.,1971.

CNA. Actualización del Estudio Geohidrológico en los Valles de Aguascalientes - Chicalote-Calvillo y Venadero en el Estado de Aguascalientes. Elaborado por Consultores, S.A.,1981.

Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica Sinopsis Geohidrológica del Estado de Aguascalientes, Dirección General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos, 1987.

CNA, Evaluación geohidrológica de los Acuíferos del Estado de Aguascalientes.

CNA, Definición del Flujo Regional de Agua Subterránea, su Potencialidad y Uso en la Zona de la Ciudad de Aguascalientes. 1997.

Balance de Aguas Subterráneas. Acuífero del Valle de Aguascalientes. 1998.

CNA, Recursos Hidráulicos Subterráneos del Estado de Aguascalientes.

Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (Enero 2000)

CNA, Estudio Geofísico Completo, Elaborado por Investigaciones Técnicas del Subsuelo, S. A.,1979.