



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO LA BARCA (1408), ESTADO DE JALISCO**

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

Contenido

1. GENERALIDADES.....	2
Antecedentes.....	2
1.1 Localización	2
1.2 Situación Administrativa del acuífero	4
2. FISIOGRAFÍA.....	5
2.1 Climatología	5
2.2 Hidrografía.....	5
3 GEOLOGÍA	6
4. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.....	8
4.1 Tipo de acuífero.....	8
4.2 Niveles de agua subterránea	9
4.3 Extracciones de agua subterránea	9
5. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	9
5.1 Ecuación de balance	9
5.2 Recarga.....	10
5.3 Descarga.....	10
5.4 Cambio de almacenamiento.....	10
6 DISPONIBILIDAD	10
6.1 Recarga total media anual (R)	11
6.2 Descarga natural comprometida (DNC)	11
6.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	11
6.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	12

1. GENERALIDADES

Antecedentes

El acuífero de La Barca está constituido por depósitos granulares del Cenozoico, que son materiales de relleno. En el año de 1973, las profundidades al nivel estático se encontraban entre 0.4 y 2 m, y el río Lerma se comportaba como efluente en el área de las poblaciones de La Barca y Yurécuaro. Para 1977, se extraían 19.5 Mm³, a través de 264 aprovechamientos de agua subterránea. Con base a la Ley Federal de Derechos, vigente al 1º de enero de 2000, El municipio de La Barca se clasifica en zona de disponibilidad 5, Atotonilco el Alto, Jamay y Ayotlán en zona 6.

En las últimas dos décadas, se ha incrementado la extracción de este acuífero, con la perforación de pozos profundos, lo que ha ocasionado que el flujo subterráneo regional se haya interceptado, al noreste de la zona, principalmente; los niveles del agua han descendido 1 metro por año, en promedio y, por consecuencia, se presenta el fenómeno de la sobreexplotación en el acuífero. Actualmente, se saca agua de su almacenamiento, que es la parte no renovable del mismo.

1.1 Localización

El acuífero La Barca, definido con la clave 1408 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción centro-suroriental del estado de Jalisco (Figura1), su extensión es de 1,162 km² y se encuentra inscrito en la poligonal cuyos vértices se enumeran a continuación:

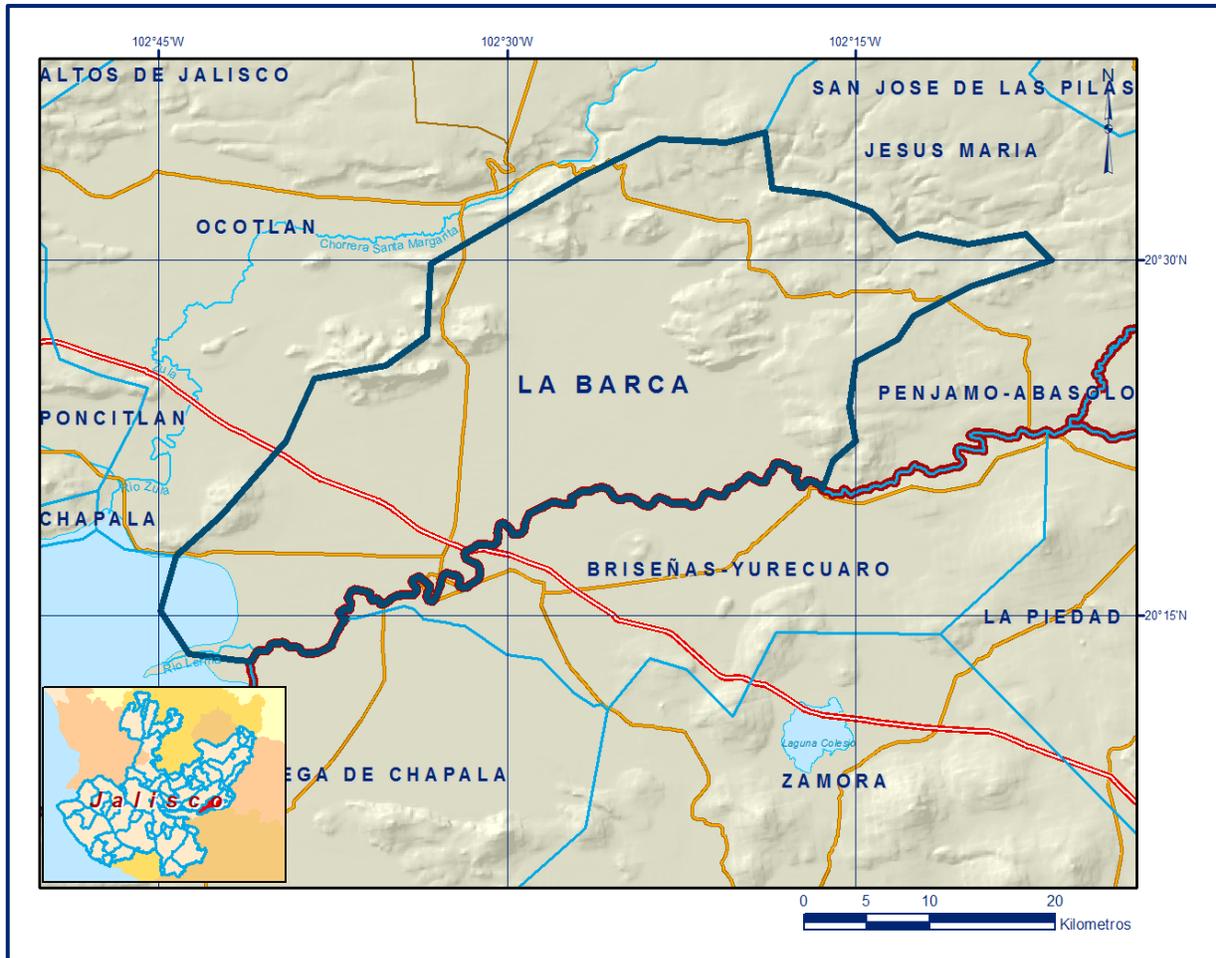


Figura 1. Localización del acuífero

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

ACUIFERO 1408 LA BARCA							
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	102	18	55.1	20	35	24.7	
2	102	18	38.5	20	33	3.4	
3	102	16	17.2	20	32	46.7	
4	102	14	20.8	20	32	5.2	
5	102	13	14.3	20	30	50.4	
6	102	12	24.4	20	31	7.0	
7	102	10	11.4	20	30	42.1	
8	102	7	41.8	20	31	7.0	
9	102	6	35.3	20	30	0.5	
10	102	10	3.1	20	28	54.0	
11	102	12	32.7	20	27	39.2	
12	102	13	14.3	20	26	41.0	
13	102	15	2.4	20	25	42.8	
14	102	15	19.0	20	23	46.4	
15	102	15	2.4	20	22	23.3	
16	102	16	0.5	20	21	33.4	
17	102	16	27.4	20	20	21.8	DEL 17 AL 18 POR EL LIMITE ESTATAL
18	102	37	0.0	20	14	50.2	DEL 18 AL 19 POR EL LIMITE ESTATAL
19	102	41	2.5	20	13	5.1	
20	102	41	37.1	20	13	7.8	
21	102	43	44.4	20	13	22.6	
22	102	44	57.8	20	15	11.1	
23	102	44	16.3	20	17	32.4	
24	102	42	19.9	20	19	12.1	
25	102	39	33.6	20	22	23.3	
26	102	38	18.8	20	25	1.3	
27	102	35	16.0	20	25	34.5	
28	102	33	27.9	20	26	49.3	
29	102	33	19.6	20	29	52.2	
30	102	26	57.2	20	33	28.3	
31	102	23	29.4	20	35	8.1	
32	102	20	34.8	20	34	59.7	
1	102	18	55.1	20	35	24.7	

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la poligonal simplificada del acuífero

1.2 Situación Administrativa del acuífero

La zona de interés está contenida dentro de los municipios de La Barca y Jamay, y parcialmente en los de Ayotán y Atotonilco. Entre las poblaciones de mayor importancia están las cabeceras municipales antes citadas, así como los poblados de Salamea, San José Casas Caídas, Margaritas, Santa Rita, El Portezuelo y San Francisco de Rivas.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 1. Como actividades económicas principales, destacan la agricultura, la ganadería y la pesca. La ganadería es de riego y de temporal, siendo el maíz, el centeno, el trigo, las leguminosas y el forraje los cultivos principales.

En lo que respecta a la industria, existen fábricas de productos lácteos, dulces, artículos de talabartería y pequeñas ladrilleras rústicas; mientras que en la ganadería destaca la cría de ganado porcino, y la pesca sólo se realiza en las áreas aledañas al lago de Chapala, como en Jamay.

2. FISIOGRAFÍA

2.1 Climatología

Del tipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano es el clima que predomina en la zona de La Barca, con una precipitación media anual de 857 mm, aunque también aparece el mismo tipo de clima, pero con humedad media, con similar periodo de lluvias que ocurre en las inmediaciones de Atotonilco El Alto, al norte de la zona en cuestión; los valores más bajos de precipitación se localizan en la región central del valle, que corresponde al área de inundación del río Lerma.

Por su parte, la temperatura media anual es de 19° C; los meses de abril y mayo presentan los valores más altos de 22 a 24° C, y los más bajos son diciembre y enero con 17° C. De igual manera, el mes con mayor evaporación potencial es mayo, con 221.4 mm, sin embargo, la evaporación potencial media anual es de 827.00 mm.

2.2. Hidrografía

Esta zona pertenece a la región hidrológica N° 12 Lerma-Santiago, y a la subregión Bajo Lerma, que destaca por sus grandes dimensiones y atraviesa las áreas más pobladas del país. El río Lerma sirve de límite estatal de Jalisco y Michoacán y los escurrimientos que transitan por el tramo del primero, dentro de la zona de estudio, se miden en las estaciones hidrométricas Corrales, Yurécuaro y Briseñas.

Los principales afluentes del estado de Jalisco en la margen derecha son los siguientes: los ríos Huascato, Ayotlán, Santa Rita y Paso Blanco, y el arroyo Tajo del Tarengo. De los ríos y arroyos antes referidos, sólo el colector principal, el Lerma, conserva un flujo base que proviene de los retornos del Distrito de Riego “La Barca-Yurécuaro” -toma Rosario-.

Las unidades de riego comprendidas en el área de estudio son las llamadas, Jamay, El Fuerte, Cuitzeo, Río Lerma y Río Zula.

3 GEOLOGÍA

Fisiográficamente, la zona de La Barca se encuentra enclavada, en su mayor parte, en la provincia “Eje Neovolcánico” o “Faja Volcánica Transmexicana”, la cual se caracteriza por contener enormes aparatos volcánicos de los tipos basáltico y andesítico asociados a tobas y cenizas volcánicas, además, tiene presentes grandes lagos situados en fosas tectónicas (Figura 2).

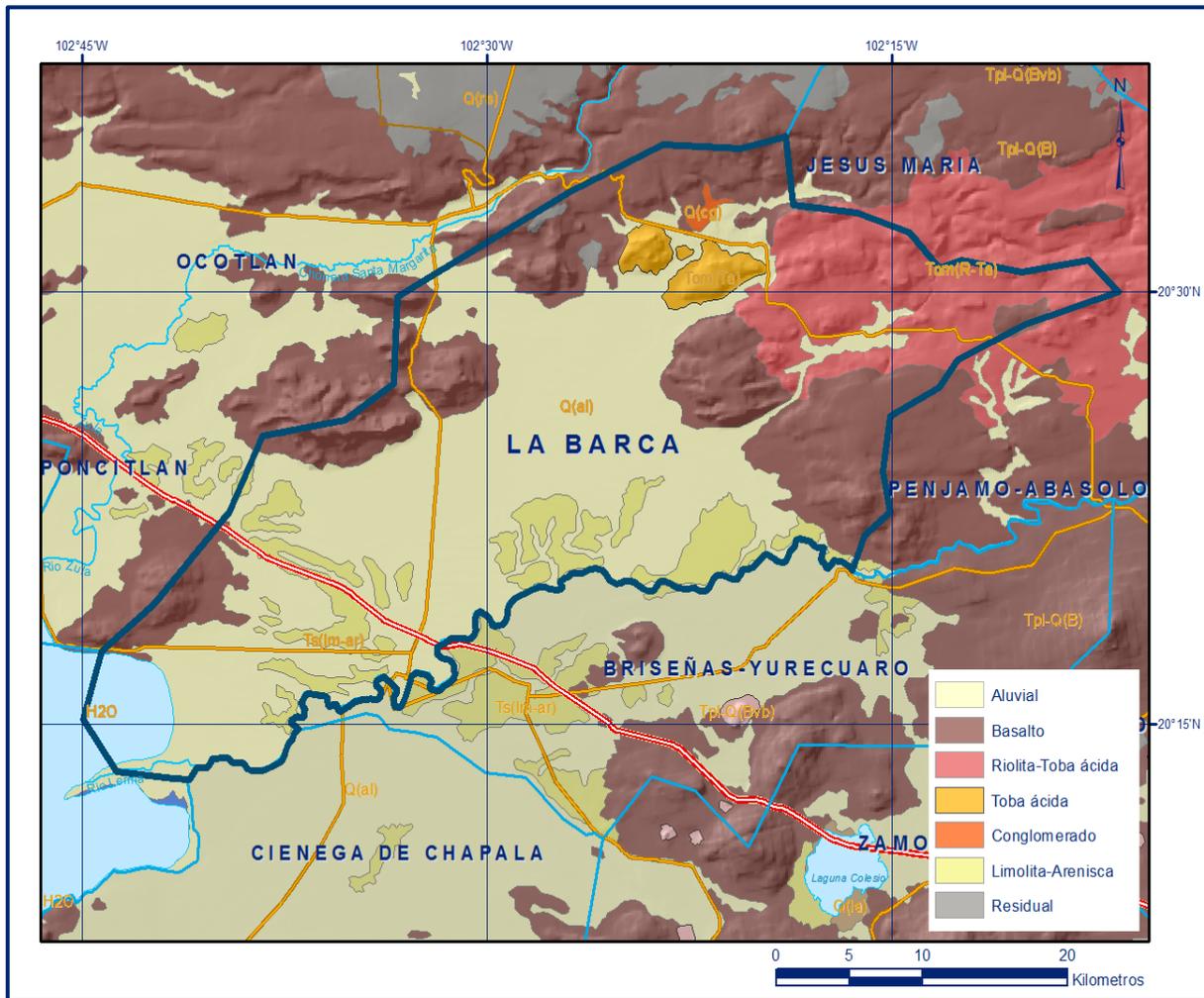


Figura 2. Geología general del acuífero

En lo que a geomorfología se refiere, el valle muestra la acción de los agentes que modificaron el relieve, tales como: procesos magmáticos, tectónicos, erosivos y de relleno, todos ellos son resultado de diversos eventos que dieron origen a cuencas endorreicas rellenas por depósitos piroclásticos y, localmente, lacustres, interdigitados con cenizas volcánicas.

El valle se encuentra limitado al norte, este y oeste por estructuras volcánicas que forman mesetas y conos: al poniente están las mesetas conocidas como “El Comal”, “La Colorada” y “La Guitarra”, con elevaciones aproximadas de 2,000 msnm; al noreste está “La Mesa Negra”, meseta con altitudes semejantes a las anteriores.

Aquí, el drenaje dentrítico paralelo se presenta en la parte norte de la zona de estudio y lo forman arroyos intermitentes, y en los cerros, la red fluvial ha desarrollado un sistema de drenaje del tipo radial.

Dentro de la zona en cuestión afloran rocas ígneas y sedimentarias, con edades que van del Mioceno al Reciente, siendo las tobas ácidas, las más antiguas, mismas que están conformadas por ignimbrita riolítica, riodacita, toba lítica y riolítica, con fracturas que originan lajas; se les considera como el basamento del acuífero. Asimismo, constituye sierras altas con laderas de pendiente abrupta.

Estas rocas afloran en la mesa de Las Villas, en el cerro El Picacho y en la mesa La Colorada, al norte de la zona. Hidrogeológicamente, tienen muy baja permeabilidad.

Por su lado, la unidad formada por basaltos, basaltos andesíticos y, rara vez, andesitas basálticas muestran fallamiento del tipo normal escalonado; son de edad Plioceno-Cuaternario, y se encuentran sobre las rocas sedimentarias e ígneas intrusivas del Cretácico y subyace a depósitos clásticos del Cuaternario.

Se les puede ver en Atotonilco El Alto, al norte de la región, donde aparece como derrames lávicos, cascadas lávicas y conos volcánicos como el cerro El Tarengo. Funciona como zona de escurrimiento y, en ciertos sitios, como zona de recarga; por su intenso fracturamiento tiene alta permeabilidad que pueden constituir acuíferos con potencialidad de alta a media.

Como facies lacustres tenemos a la unidad limo-arenas formada por diatomita con intercalaciones de ceniza volcánica, toba ácida vítrea, arenisca de grano fino y arcilla; en su parte superior aparecen depósitos mal consolidados de areniscas con fragmentos de rocas volcánicas, hacia abajo, un paquete de diatomitas con intercalaciones de cenizas volcánicas, toba ácida y arcilla, de casi 3 m de espesor, y por último, bentonita. Toda esta unidad se encuentra sobreyaciendo a rocas volcánicas del Oligoceno-Mioceno, y forma parte del graben de Chapala.

Por su alto contenido de material fino y arcilloso, la unidad presenta permeabilidad baja. Hacia el Cuaternario-Reciente, se encuentra el aluvión, constituido por grava, arena, arcilla y limo, que forman abanicos y planicies aluviales, rellenando los valles en la zona de interés. Su permeabilidad es buena, por lo que funciona como zona de recarga en superficie, mientras que en el subsuelo actúa como acuífero “libre”.

Estructuralmente, la región presenta fallas asociadas con actividad volcánica, producto del tectonismo que afectó a la zona, donde destaca la fosa o graben de Chapala, formada por las fallas de Itzican y Cajititlán al norte y Pajacuarán al Sur, con dirección casi este-oeste y que dieron lugar a la fosa que actualmente ocupa el lago de Chapala al oeste y a la ciénega de mismo nombre, al este. Asimismo, con rumbo este-oeste, aparece la falla que limita la zona de transición entre las provincias fisiográficas Eje Neovolcánico, Sierra Madre Occidental y Mesa Central.

4. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

4.1 Tipo de acuífero

El acuífero de La Barca está formado por depósitos de relleno, con permeabilidad variada, que ha sido subdividido en dos unidades: la primera, constituida por gravas, arenas, arcillas y limos intercalados con tobas, con porosidad y permeabilidad de media a alta, misma que funciona en superficie como zona de recarga, y en el subsuelo, como acuífero semiconfinado de buena potencialidad. Su espesor es reducido, y es la unidad donde se está explotando el agua con obras someras, aunque una parte es por medio de pozos profundos. Hacia las porciones norte y central de la zona se encuentra la segunda unidad, conformada por basaltos fracturados y afallados, con permeabilidad media a alta, según el grado de fracturamiento que presente; hidrogeológicamente, actúa como zona de recarga en superficie y como acuífero con potencialidad media, en el subsuelo.

En la región, el flujo subterráneo circula a través de rocas volcánicas de composición básica y en materiales aluviales del Cuaternario, de buena permeabilidad, los que afloran desde las márgenes del río Lerma hasta la localidad de Atotonilco, al norte de la zona en cuestión. Se encuentra delimitado de la forma siguiente: al norte y noreste, por los basaltos cuaternarios, y al noroeste, por las tobas andesíticas; tiene espesores que llegan a los 300 m. Cuando se encuentra interdigitado con arcillas, la permeabilidad del acuífero decrece. Así, el agua subterránea se mueve de norte a sur, de las partes altas a las bajas del valle, hasta llegar al río Lerma.

4.2 Niveles de agua subterránea

En el año de 1992, la profundidad al nivel estático, en la zona que nos ocupa, varió de 5 a poco más de 20 m: los valores mayores se localizan en la porción nororiental de la zona, entre los poblados de La Esperanza, Agua Caliente y Maravillas; y los menores se encuentran en la parte nor-central del valle, en las inmediaciones de las localidades de San José Casas Caídas y El Gobernador; igualmente, se aprecia que la profundidad al nivel del agua subterránea está controlada por la topografía de la región, más que por el bombeo, como se observa al suroeste del acuífero, en los alrededores del poblado de Briseñas de Matamoros.

Referente al flujo subterráneo, éste tiene una dirección de noreste-suroeste, el cual circula de las partes altas a las bajas. La figura 3, muestra que las curvas de igual elevación del nivel estático varían de 1,535 a 1,510 msnm, y que la equipotencial 1,535 msnm rodea casi todo el valle. Asimismo, se aprecia un cono de abatimiento delimitado por el equipotencial 1,510 msnm, en las inmediaciones de la población de Briseñas de Matamoros, donde confluye gran parte del flujo subterráneo. Regionalmente, existen abatimientos de 3 a 20 m en el periodo 1978-1992, con una evolución media de 1 metro por año.

4.3 Extracciones de agua subterránea

El volumen de extracción de las aguas subterráneas del acuífero de La Barca, se tomó del inventario realizado por la Subgerencia Técnica de la Gerencia Regional del Lerma-Balsas, de la CNA, donde se observa que el volumen total bombeado en la zona es de 96.7 Mm³/año, mediante 797 aprovechamientos de agua subterránea.

5. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

5.1 Ecuación de balance

La ecuación general de balance de la conservación de la masa, de acuerdo a la ley de Darcy establece lo siguiente:

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

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 19.4 hm³.

Por su parte, las salidas del acuífero están conformadas por los volúmenes de agua que migran de éste por manantiales (2.8 hm³/año), por la extracción de los aprovechamientos fue de 96.7 hm³, mientras que de las zonas geohidrológicas vecinas fue nula. De lo anterior, el balance se planteó de la manera siguiente: se consideró una entrada subterránea de 19.4 hm³/año, extracción de 96.7 hm³/año, descargas naturales de 2.8 hm³/año y un cambio de almacenamiento de -32.5 hm³/año, lo que arrojó una recarga de 47.6 hm³/año.

5.2 Recarga

La zona de estudio recibe una recarga de 47.6 hm³/año por infiltración de agua de lluvia, más 19.4 hm³/año, por lo que resulta un total de **67.0** hm³/año.

5.3 Descarga

Por su parte, del acuífero sale anualmente, un volumen de **99.5** hm³, de los cuales: **96.7** hm³ se extraen mediante captaciones del agua subterránea y **2.8**, por descargas naturales (manantiales).

5.4 Cambio de almacenamiento

Con un coeficiente de almacenamiento de 0.01, y evolución media negativa, en el periodo de 1978 - 1992, el cambio de almacenamiento resultó de **-32.5** hm³/año.

6 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:

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

Donde:

- DMA** = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero
R = Recarga total media anual
DNC = Descarga natural comprometida
VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

6.1 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 **67.0 hm³/año**, todos ellos son de recarga natural.

6.2 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 este caso, su valor es de **DNC = 2.8 hm³ anuales**.

6.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica.

En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero. Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **103,595,784 m³ anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **30 de diciembre de 2022**.

6.4 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.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 67.0 - 2.8 - 103.595784 \\ \text{DMA} &= -39.395784 \text{ hm}^3/\text{año.} \end{aligned}$$

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario el déficit es de **39,395,784 m³ anuales.**