



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA

GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO IGNACIO ZARAGOZA (0820), ESTADO
DE CHIHUAHUA**

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 Provincia fisiográfica.....	5
2.2 Clima.....	5
2.3 Hidrografía.....	6
2.4 Geomorfología.....	6
3. GEOLOGÍA.....	6
3.1 Estratigrafía.....	7
3.2 Geología estructural.....	8
3.3 Geología del subsuelo.....	8
4. HIDROGEOLOGÍA.....	9
4.1 Tipo de acuífero.....	9
5. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	9
5.1 Entradas.....	10
5.1.1 Recarga vertical (Rv).....	10
5.2 Salidas.....	16
5.2.1 Bombeo (B).....	16
6. DISPONIBILIDAD.....	16
6.1 Recarga total media anual (R).....	17
6.2 Descarga natural comprometida (DNC).....	17
6.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	17
6.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	18
7. BIBLIOGRAFÍA.....	19

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 Ignacio Zaragoza, definido con la clave 0820 para la CONAGUA, se localiza en la porción oeste del estado de Chihuahua, entre las coordenadas 29°24' y 30°06' de latitud norte y 107°33' y 108°13' de longitud oeste, abarcando una superficie aproximada de 2767.28 km², (figura 1).

Limita al norte con el acuífero Casas Grandes en estado de Chihuahua; al sur con el acuífero Alta Babicora Chihuahua; en dirección oeste sus con los acuíferos Río Bavispe

y Nacori estado de Sonora, y La Norteña en Chihuahua; al este colinda con los acuíferos Buenaventura y Baja Babicora en el estado de Chihuahua.



Figura 1. Localización del acuífero

Geopolíticamente el acuífero se localiza totalmente en los municipios de Ignacio Zaragoza, Casas Grandes, Madera, y parcialmente en los municipios de Galeana, Namiquipa y Gómez Farías, todos ellos pertenecientes al estado de Chihuahua.

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

Tabla 1. Coordenadas de la poligonal simplificada que delimita el acuífero

ACUIFERO 0820 IGNACIO ZARAGOZA						
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	108	9	27.2	29	57	21.3
2	108	7	17.4	30	3	3.3
3	108	0	26.9	30	3	12.4
4	107	59	3.2	30	6	5.9
5	107	53	54.2	30	4	16.4
6	107	53	59.8	30	0	26.3
7	107	50	1.3	29	58	43.8
8	107	44	23.1	29	58	31.5
9	107	38	14.3	29	50	1.7
10	107	36	38.3	29	39	28.0
11	107	35	34.5	29	35	16.8
12	107	33	39.2	29	32	16.5
13	107	33	15.9	29	27	33.7
14	107	42	58.2	29	24	44.8
15	107	43	25.7	29	29	4.7
16	107	51	18.3	29	32	14.7
17	107	56	30.4	29	33	5.5
18	107	57	46.9	29	36	55.0
19	108	1	19.0	29	38	7.6
20	108	4	47.8	29	41	40.3
21	108	7	18.6	29	40	57.7
22	108	12	27.9	29	44	58.0
23	108	13	41.6	29	48	16.5
24	108	13	9.9	29	54	0.0
1	108	9	27.2	29	57	21.3

1.2 Situación administrativa del acuífero

El acuífero Ignacio Zaragoza pertenece al Organismo de Cuenca VI “Río Bravo”, y una pequeña porción al suroeste del Organismo de Cuenca II “Noroeste”, al Consejo de Cuenca “Río Bravo”, instalado el 21 de enero del 1999, y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en el estado de Chihuahua.

Al noroeste de su extensión se encuentra sujeto a disposición del “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del Municipio de Galeana y de las zonas no vedadas por el Acuerdo de 16 junio de 1954”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 27 de marzo de 1981 en los municipios de

Galeana, Casas Grandes y Nuevo Casas Grandes, esta veda es de tipo II.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 4. El uso principal del agua subterránea es el agrícola. No existe un Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) ni Distritos de Riego dentro del acuífero.

2. FISIOGRAFÍA

2.1 Provincia fisiográfica

De acuerdo con la clasificación de E. Raisz (1964), la superficie del acuífero se ubica en la provincia fisiográfica “Sierra Madre Occidental” esta constituye un importante sistema de Sierras, Lomeríos y Cañadas, de origen volcánico en su mayor parte. Una porción al norte se encuentra la provincia fisiográfica “Sierras y Llanuras del Norte”.

Por lo anterior la zona del acuífero pertenece en su mayor superficie a la subprovincia “Sierras y Llanuras Tarahumaras” presentando sierras con elevaciones de hasta 2900 msnm y llanuras a elevaciones de 1800 a 2100 msnm.

2.2 Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por E. García (1981), para las condiciones de la República Mexicana, el clima que predomina en la mayor parte del acuífero es el semiseco semifrío (BS1k'w(x')), presenta una temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C. El régimen de precipitación en el mes más seco es menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual. Otros climas que se registran en las inmediaciones del acuífero corresponden a semifrío subhúmedo (C(E)(w) (x')) y templado subhúmedo (C(w)(x')).

Para la determinación de las variables climatológicas se analizó la información de 6 estaciones climatológicas con influencia fuera del área del acuífero: San Buenaventura-CHIH. (8010), Madera Campo Dos-CHIH. (8016), Galeana-CHIH. (8066), Gómez Farías-CHIH. (8069), San Juan de Arriba-CHIH. (8125) e Ignacio Zaragoza-CHIH. (8173), ésta última con influencia en la superficie del acuífero, con registros obtenidos para el periodo 1970-1985. Utilizando el método de los Polígonos de Thiessen, se determinaron valores medios anuales de precipitación de **501.2 mm** y temperatura **13°C**, respectivamente.

2.3 Hidrografía

El área cubierta por el acuífero se encuentra ubicada dentro de la Región Hidrológica No. 34 “Cuencas Cerradas del Norte”, que tiene una superficie aproximada de 90.99 km² de la superficie del estado de Chihuahua, pertenece a la subregión Hidrológica Cuencas Centrales del Norte, pertenece mayormente a la cuenca del río Casas Grandes y una porción de tamaño menor a la cuenca del río Santa María, subcuenca de nombre río Palanganas.

La cuenca del río Casas Grandes drena una superficie aproximada de 25275.7 km². El cauce principal es el río Casas Grandes que nace a algunos kilómetros al norte del Acuífero. Podemos considerar que este afluente es el de mayor caudal dentro del territorio que abarca el acuífero, es denominado intermitente por su condición de corriente, sin embargo, debido a condiciones de épocas secas la corriente disminuye su caudal, lo podemos encontrar como arroyo Casas Grandes.

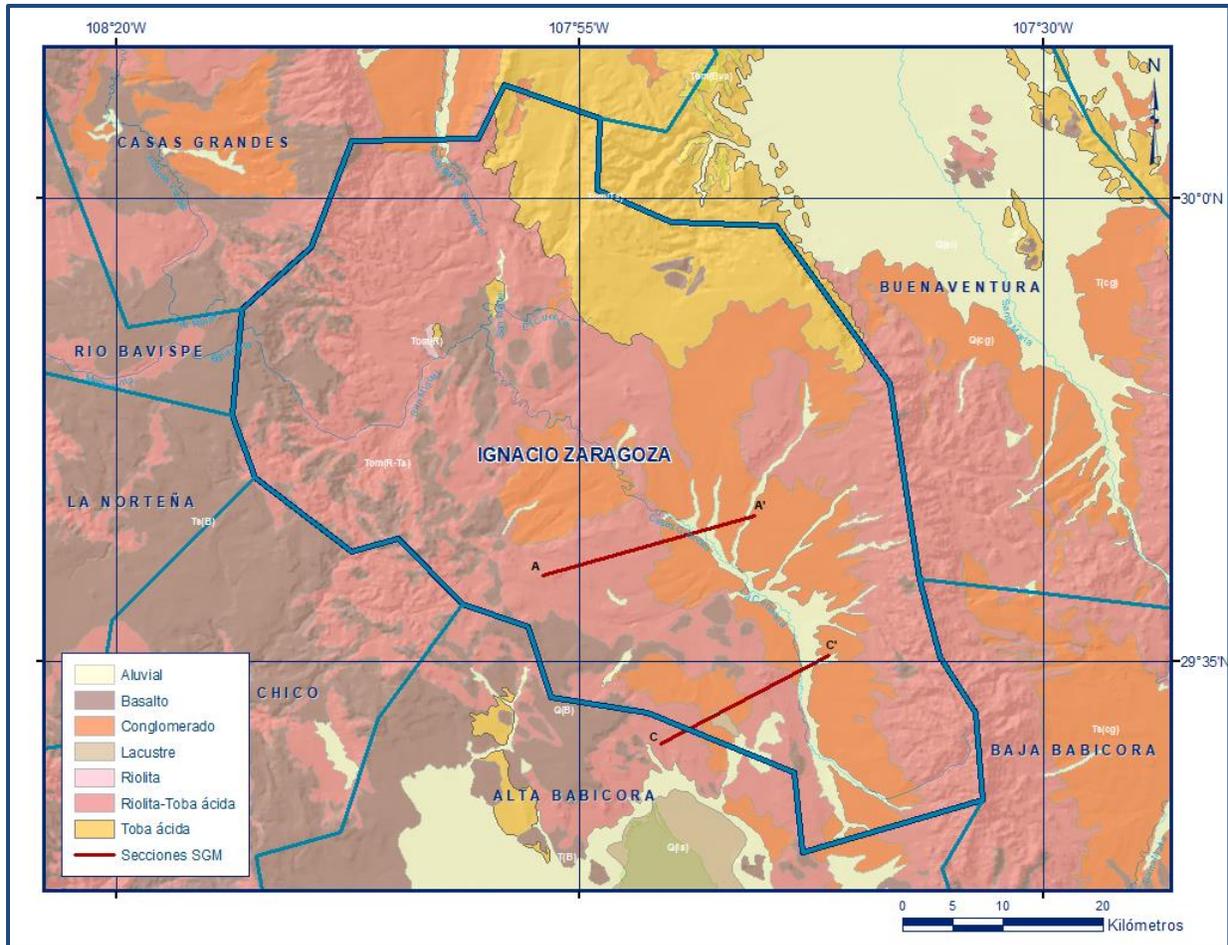
2.4 Geomorfología

El acuífero presenta en términos generales tres unidades geomorfológicas: sierras, lomeríos y valles.

El primer sistema de topofomas se localiza al oeste como una sierra baja con cañadas con un drenaje principalmente dendrítico, al noroeste, lomeríos escarpados y con cañadas originadas por fallas normales con dirección norte-sur y valles al sureste, el relieve de esta área es labrado por un sistema fluvial y manifiesta características que lo ubica geomorfológicamente dentro de una etapa de madurez avanzada. En las extensas planicies aluviales, también se han desarrollado depósitos lacustres.

3. GEOLOGÍA

El acuífero litológicamente está constituido en su mayor superficie por rocas ígneas extrusivas del Cenozoico, representadas por riolita-toba ácida y basaltos, así como rocas sedimentarias como conglomerados y depósitos lacustres y aluviales (figura 2).



3.1 Estratigrafía

Las rocas más antiguas están constituidas por la serie volcánica inferior de la Sierra Madre Occidental, cubriendo a estas mismas se depositó el paquete volcánico superior de la Sierra, a continuación, se describen brevemente las unidades litológicas presentes en el acuífero, del más antiguo al reciente.

CENOZOICO

Oligoceno

Representada por tobas riolíticas-ignimbritas (Complejo Volcánico Superior) originadas a partir de calderas (Mc Dowell and Clabaugh, 1979); las extrusiones estuvieron acompañadas por pequeñas emanaciones de lavas basálticas.

Mioceno

El Mioceno está representado por la presencia de un conglomerado polimíctico de

relleno de fosa (Formación Baucarit), distribuido ampliamente en la porción centro oriente del acuífero.

CUATERNARIO

Holoceno

Se tienen aluviones sobre los cauces de los arroyos y en las partes bajas de las sierras y lomeríos. Presenta depósitos lacustres arenosos al norte de la localidad Colonia Aldama, al sur del acuífero.

3.2 Geología estructural

La etapa orogénica, cuya edad es del Cenozoico Superior, produjo levantamientos que dieron lugar a esfuerzos de tipo distensivo y originó la creación de fallas normales, fracturas, grabens y horst.

Debido a lo anterior, las geoformas presentes acusan un patrón estructural evidenciado por la orientación general de las sierras, mesetas y valles alargados con rumbo preferencial noroeste-sureste, regularmente paralelos entre sí, indicando un sistema de fallas normales escalonadas, que se identifican por los valles y sierras acomodadas en grabens y horst.

El Oligoceno y Mioceno fueron períodos de intenso vulcanismo explosivo e intermitente, que se manifiesta superficialmente por derrames de lava que alternan con tobas y material cinerítico, de tipo andesítico y principalmente riodacítico y riolítico, éste último tipo se localiza en la mayor superficie del área.

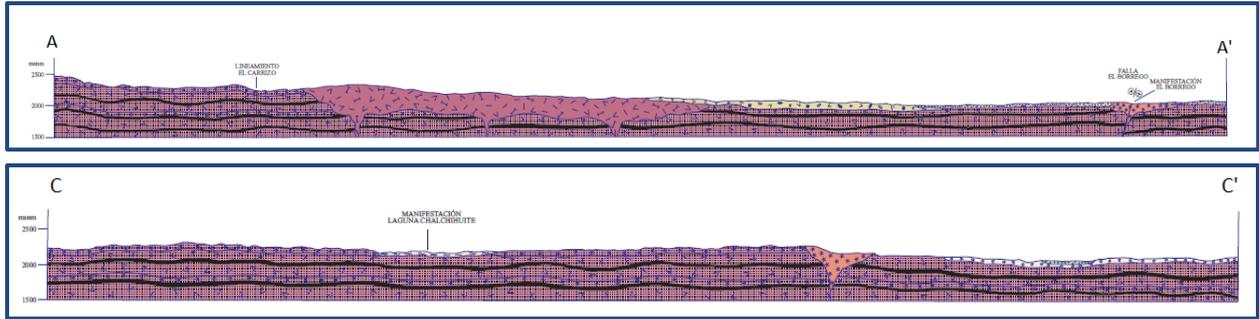
3.3 Geología del subsuelo

De acuerdo con la geología superficial y la información de cortes litológicos se determina que el acuífero está constituido de la siguiente manera:

Unidad superior: está conformado por los sedimentos aluviales de granulometría variada que constituyen el lecho y la llanura de los ríos, así como por los conglomerados polimícticos del Cenozoico que están constituidos por clastos volcánicos siendo éste de mayor importancia geohidrológica.

Unidad inferior: las rocas ígneas extrusivas (basaltos, riolitas y tobas ácidas) que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento funcionan como áreas de

recarga al acuífero principal de la cuenca (figura 3).



Fuente: Carta Geológico-Minera H13-C21 "Ignacio Zaragoza". Esc. 1:50,000 (SGM, 2020)

Figura 3. Secciones geológicas esquemáticas

4. HIDROGEOLOGÍA

4.1 Tipo de acuífero

Las evidencias geológicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero **tipo libre** heterogéneo y anisótropo, constituido por dos medios: el superior de tipo granular y el inferior fracturado.

El medio granular poroso está conformado por los depósitos no consolidados y semi-consolidados que incluyen materiales clásticos de granulometría diversa (gravas, arenas, limos y arcillas) y conglomerados polimícticos originados a partir del intemperismo y erosión de las rocas que afloran en la región. El medio fracturado subyace al medio granular y está alojado en rocas volcánicas.

5. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

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:

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

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero, las entradas están representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa por el cambio de almacenamiento del acuífero:

Recarga total - Descarga total = Cambio de almacenamiento

5.1 Entradas

Las entradas al acuífero Ignacio Zaragoza están integradas básicamente por la recarga natural que se produce por la infiltración de la lluvia (Rv). No existe información piezométrica actual ni histórica que cubra la zona del acuífero. La escasa información disponible, procedente de recorridos de campo hechos se encuentra dispersa en tiempo y espacio, de tal manera que no es posible extrapolarla para elaborar configuraciones del nivel estático que permitan el planteamiento de un balance de aguas subterráneas.

Por estas razones, se optó por plantear el balance hidrometeorológico en la superficie de **2,760.3 km²** del acuífero para estimar el volumen de agua susceptible de infiltrarse para recargar al acuífero.

5.1.1 Recarga vertical (Rv)

La recarga vertical total que recibe el acuífero (volumen susceptible de infiltrarse) se obtuvo mediante el planteamiento de un balance hidrometeorológico para toda la superficie del acuífero, mediante la siguiente expresión:

$$V_{LL} = V_{ETR} + V_{ESC} + V_{INF} \text{ (1)}$$

Donde:

V_{LL} = Volumen de lluvia;

V_{ETR} = Volumen evapotranspirado;

V_{ESC} = Volumen escurrido;

V_{INF} = Volumen infiltrado;

Por lo tanto, despejando el volumen infiltrado, se obtiene lo siguiente:

$$V_{INF} = V_{LL} - V_{ETR} - V_{ESC} \text{ (2)}$$

El volumen de lluvia que se precipita en la superficie cubierta por el acuífero se obtiene al multiplicar su área (2,760.3 km²) por la lámina de precipitación media anual (501.2 mm):

$$V_{LL} = 2,760.3 \text{ km}^2 (0.5012 \text{ m}) = 1,383.5 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

Para la estimación de la evapotranspiración real se utilizó la ecuación empírica de Turc, considerando el valor medio anual de precipitación de 501.2 mm y temperatura de 13°C. Turc a partir de observaciones realizadas en 254 cuencas distribuidas por todos los climas del mundo, define la siguiente expresión para la estimación de la evapotranspiración real:

$$ETR(mm) = \frac{P(mm)}{\sqrt{0.90 + \left(\frac{P^2(mm)}{L^2}\right)}} \quad L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

La limitación teórica para la utilización de la fórmula de Turc, es que la precipitación no debe ser menor a la relación $0.31L$. En caso contrario se obtiene una $ETR > P$ y para estos casos se debe considerar a $ETR = P$. De acuerdo con lo anterior, se obtiene un valor de lámina de evapotranspiración de **429 mm anuales**.

Por lo tanto, el volumen de ETR es:

$$V_{ETR} = 2,760.3 \text{ km}^2 (0.429 \text{ m}) = 1,184.2 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

Para determinar el volumen de escurrimiento debido a la lluvia se utilizó el método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, publicada en el Diario Oficial de la Federación, de fecha 27 de marzo de 2015, en la que se señala que para los casos en los que no se cuente con suficiente información para determinar el volumen anual de escurrimiento natural, se puede aplicar el método indirecto denominado precipitación-escurrimiento. El volumen anual medio de escurrimiento natural es igual a la precipitación media anual por el área y por un coeficiente de escurrimiento.

Para determinar el valor de escurrimiento, la normatividad establece la siguiente relación:

$$\text{VOLUMEN ANUAL DE ESCURRIMIENTO NATURAL DE LA CUENCA} = \text{PRECIPITACION ANUAL DE LA CUENCA} * \text{AREA DE LA CUENCA} * \text{COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO}$$

El coeficiente de escurrimiento (C_e) se puede determinar, según la norma antes citada, en función del parámetro K que depende del tipo y uso de suelo, de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS).

Si K resulta menor o igual que 0.15

$$C_e = K (P-250) / 2000$$

Si K es mayor que 0.15

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K - 0.15) / 1.5$$

Donde:

P = Precipitación anual;

C_e = Coeficiente de escurrimiento anual;

K = Parámetro que depende del tipo, uso y cubierta del suelo;

Tabla 2. Valores de K en función del tipo y uso del suelo

USO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera:	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastreo			
Más del 75% -poco-	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% -regular-	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% -excesivo-	0.24	0.28	0.3
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Camino	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3
TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS		
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loes poco compactos		
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad; loes algo más compactos que los correspondientes a los suelos Tipo A; terrenos migajosos		
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loes muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas		

De acuerdo con la cartografía de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) escala 1:1,000,000 en la zona que comprende el acuífero Ignacio Zaragoza predominan los siguientes tipos de suelo: Cambisol, Feozem, Fluvisol, Planosol, Regosol, Rendzina, Vertisol y Xerosol (figura 4).

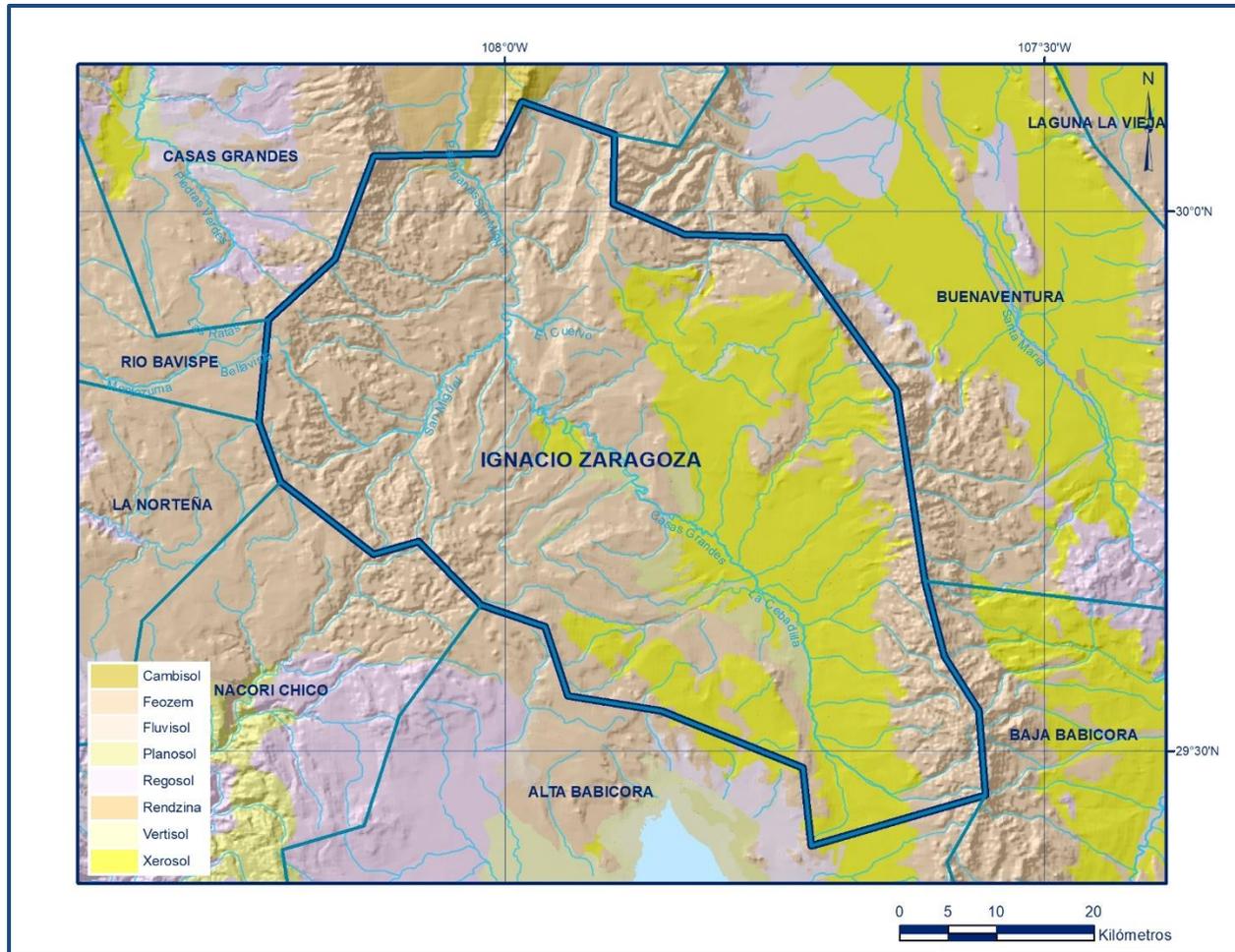


Figura 4. Tipo de suelo

En cuanto al uso de suelo, de acuerdo con la cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) escala 1:250,000, en el área donde se localiza el acuífero hay al menos seis usos de suelo diferentes: área agrícola, asentamientos humanos, bosque, cuerpos de agua, otros tipos y pastizal (figura 5).

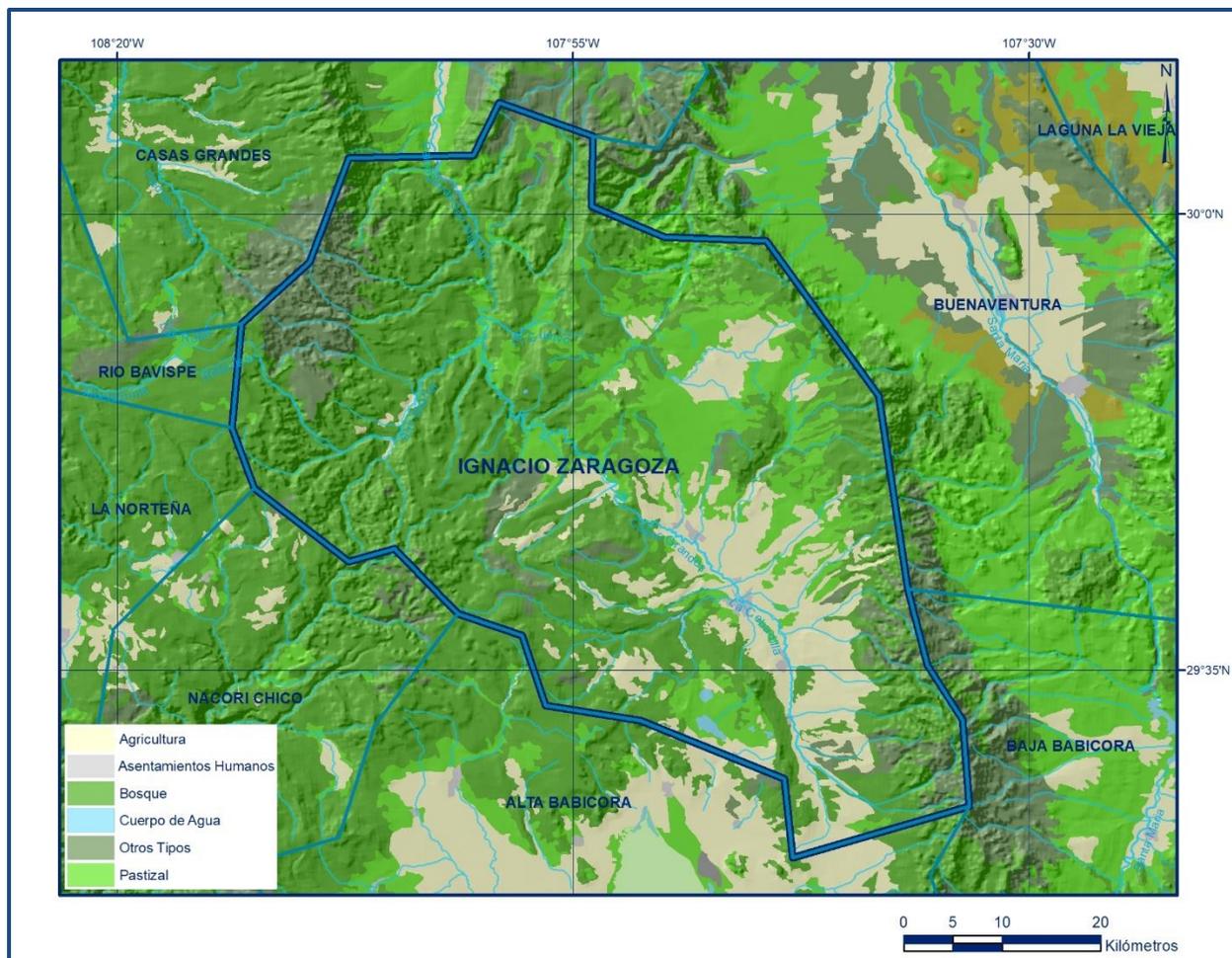


Figura 5. Uso de Suelo

De esta manera, el valor de K se obtuvo como promedio ponderado y es igual a 0.241, valor que se aplicó en la siguiente ecuación para obtener el coeficiente de escurrimiento (C_e):

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$$

$$C_e = 0.091$$

Aplicando este coeficiente de escurrimiento al valor de la lluvia se obtiene el volumen del escurrimiento:

$$V_{ESC} = 0.091 (1,383.7 \text{ hm}^3) = 125.9 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

Sustituyendo valores en la ecuación (2), se obtiene lo siguiente:

$$\begin{aligned}V_{INF} &= V_{LL} - V_{ETR} - V_{ESC} \quad (2) \\V_{INF} &= 1,383.7 - 1,184.2 - 125.9 \\V_{INF} &= 73.6 \text{ hm}^3 \text{ anuales}\end{aligned}$$

Al dividir el volumen promedio anual infiltrado, entre el volumen anual promedio precipitado, que es 1,383.5 hm³/año, se obtiene el coeficiente de infiltración de 0.0531.

De acuerdo con lo anterior, el volumen susceptible de infiltrarse es:

$$Rv = 73.6 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

5.2 Salidas

Las salidas de agua subterránea estimadas en este balance son las siguientes:

La descarga de un acuífero puede ocurrir principalmente por bombeo (B), salidas por flujo subterráneo (Sh), caudal base de un río y a través de manantiales (DM). La descarga del acuífero ocurre por bombeo. No se existen descargas naturales por flujo base ni manantiales.

5.2.1 Bombeo (B)

De acuerdo con los datos reportados por el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa), se tiene registrado un volumen de extracción de **3.3 hm³ anuales**, a la fecha de corte del 30 de diciembre del 2022.

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:

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

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

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 en recarga vertical.

Para este caso, el valor estimado de esta recarga total media anual que recibe el acuífero es de **73.6 hm³ anuales**.

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, no presenta descarga alguna por lo que **DNC = 0 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 (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 **3,385,945 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 del 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.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 73.6 - 0 - 3.385945 \\ \text{DMA} &= 70.214055 \text{ hm}^3 \text{ anuales} \end{aligned}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible de **70,214,055 m³ anuales** para otorgar nuevas concesiones.

7. BIBLIOGRAFÍA

Servicio Geológico Mexicano, 2020. Carta Geológico-Minera H13-C21, “Ignacio Zaragoza”, Chihuahua, escala 1: 50,000.