



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO CAMPO CERRITOS (1919), ESTADO DE
NUEVO LEÓN**

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

Contenido

1. GENERALIDADES.....	2
Antecedentes.....	2
1.1 Localización.....	2
1.2 Situación administrativa del acuífero.....	4
2. FISIOGRAFÍA.....	4
2.1 Provincia fisiográfica.....	4
2.2 Clima.....	5
2.3 Hidrografía.....	5
2.4 Geomorfología.....	5
3. GEOLOGÍA.....	5
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.....	10
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 Campo Cerritos, definido con la clave 1919 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Aguas Subterráneas (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción central del estado de Nuevo León, entre las coordenadas geográficas 25° 57' y 26° 5' de latitud norte y 100° 01' y 100° 11' de longitud oeste y abarca un área de 103.03 km². Se encuentra rodeado por el acuífero El Carmen- Salinas Victoria del estado de Nuevo León.

Geopolíticamente su territorio cubre en su mayoría al municipio de Higuera, Ciénega de Flores, General Zuazua y Salinas Victoria del estado de Nuevo León (figura 1).

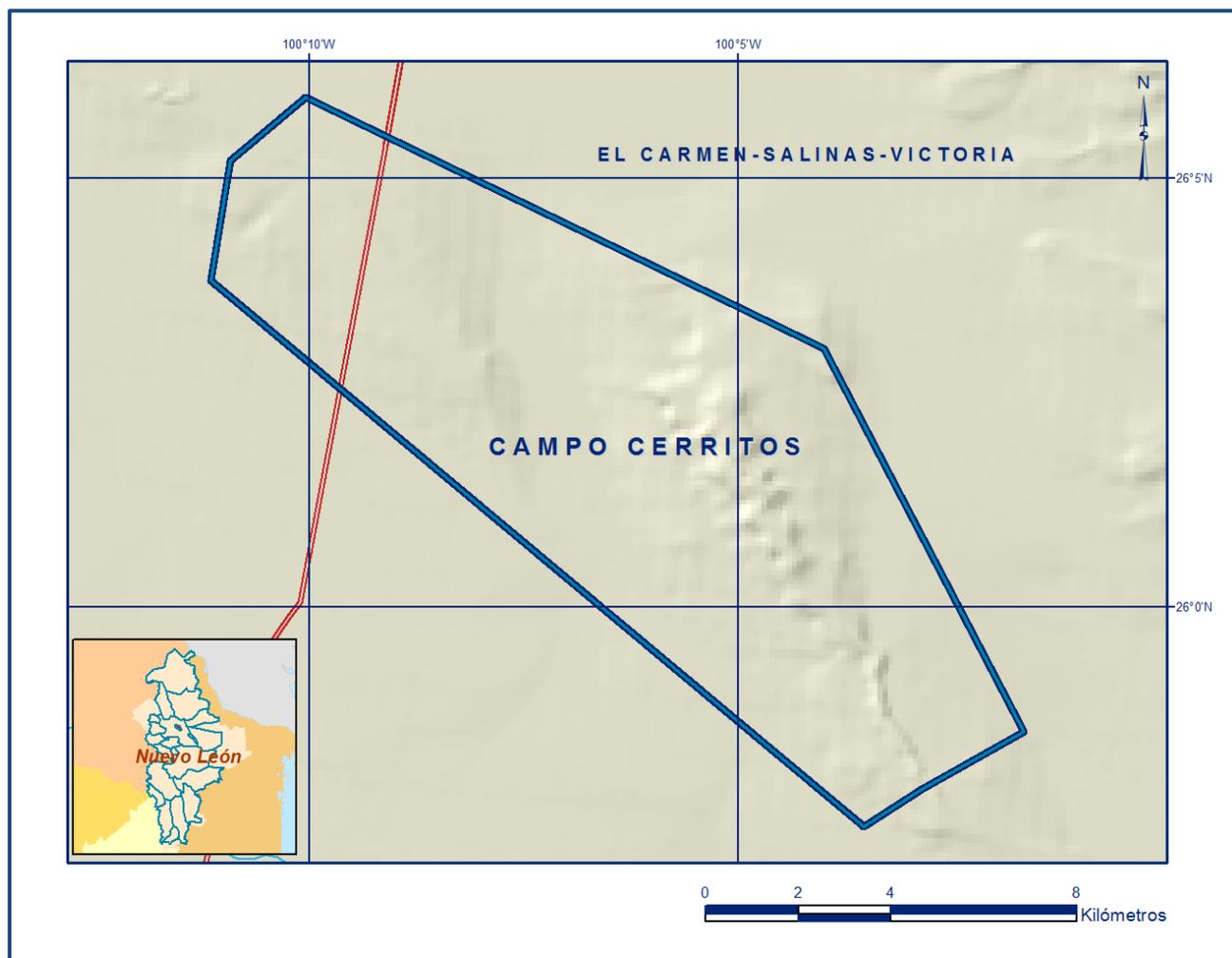


Figura 1. Localización del acuífero

Las coordenadas que delimitan la poligonal simplificada del acuífero, se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de la poligonal simplificada del acuífero

ACUIFERO 1919 CAMPO CERRITOS						
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	100	4	0.3	26	3	0.7
2	100	1	40.0	25	58	32.8
3	100	2	52.0	25	57	52.3
4	100	3	32.5	25	57	26.4
5	100	11	9.2	26	3	48.3
6	100	10	55.1	26	5	12.3
7	100	10	2.5	26	5	56.2
1	100	4	0.3	26	3	0.7

1.2 Situación administrativa del acuífero

El acuífero Campo Cerritos pertenece al Organismo de Cuenca VI “Río Bravo” y al Consejo de Cuenca “Río Bravo”, instalado el 21 de enero de 1999. Su territorio se encuentra totalmente sujeto a las disposiciones del “Acuerdo General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican”, éste fue publicado en el DOF el 05 de abril de 2013. En este acuerdo se determina que se requiere concesión o asignación para la extracción de las aguas nacionales del subsuelo y autorización de la Conagua para el incremento de volumen.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3.

2. FISIOGRAFÍA

2.1 Provincia fisiográfica

De acuerdo a la clasificación de las provincias fisiográficas realizada de INEGI, la superficie cubierta por el acuífero se localiza en la provincia de la Sierra Madre Oriental y mínimamente en la Llanura Costera del Golfo Norte. En las subprovincias fisiográficas Sierras y Llanuras Coahuilenses y Llanuras y Lomeríos.

La subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses, está constituida por pequeñas sierras de caliza plegadas, la mayoría orientadas de noroeste a sureste, escarpadas.

Sus ejes estructurales están bien definidos y, especialmente en el sur, se presentan anticlinales alargados con los núcleos erosionados, que presentan altitudes de 1,000 a

2,000 msnm. Entre estas sierras, constituidas por calizas y en menor proporción por lutitas y yesos, se extienden llanuras aluviales.

2.2 Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por E. García, para las condiciones de la República Mexicana, en el área cubierta por el acuífero predomina el clima semiárido, semiárido (BS1hw), con una temperatura media anual mayor de 18 °C, la temperatura del mes más frío menor de 18°C, la temperatura del mes más caliente mayor de 22°C y semiárido subhúmedo del grupo C ((A)C(wo)), cuya temperatura media anual es mayor a 18 °C, la temperatura del mes más frío menor de 18 °C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.

Para la determinación de las condiciones climatológicas, se utilizaron los datos de 3 estaciones que tienen influencia en el área del acuífero, con un periodo de registro que comprende de enero de 1994 a enero de 2013; mediante el método de polígonos de Thiessen, se determinó que los valores promedio anuales de temperatura, precipitación son **23.3 °C** y **539 mm**, respectivamente.

2.3 Hidrografía

El acuífero se ubica en la Región Hidrológica 24 Bravo-Conchos, en la cuenca Río Pesquería. El patrón de drenaje que predomina es de tipo dendrítico con orientación NW-SE. Las corrientes de agua locales son intermitentes, dentro de las cuales la más importante es el río Sabinas. Los arroyos principales en el acuífero son: El Nogalito y Ciénega.

2.4 Geomorfología

El área se caracteriza por una sucesión de montañas anticlinales y valles sinclinales prácticamente simétricos, cuyos ejes se orientan al NNW y buzan hacia ambos extremos. La sierra más importante es la Sierra Higueras al Oriente, conformada por rocas calcáreas del Cretácico Inferior. Hacia la parte oeste también existe el anticlinal Mamulique, pero es de menor elevación, creando en el centro del área del acuífero un paisaje similar a una planicie., donde las pendientes más pronunciadas están en los límites del Este.

3. GEOLOGÍA

Litológicamente el acuífero está constituido principalmente por calizas y calizas-lutitas del Cretácico (anticlinales). En el centro del área del acuífero afloran

conglomerados y depósitos aluviales al Sur y al Norte, ambos de edad Cuaternaria. Asimismo, al Sur se localizan lutitas del Cuaternario (figura 2).

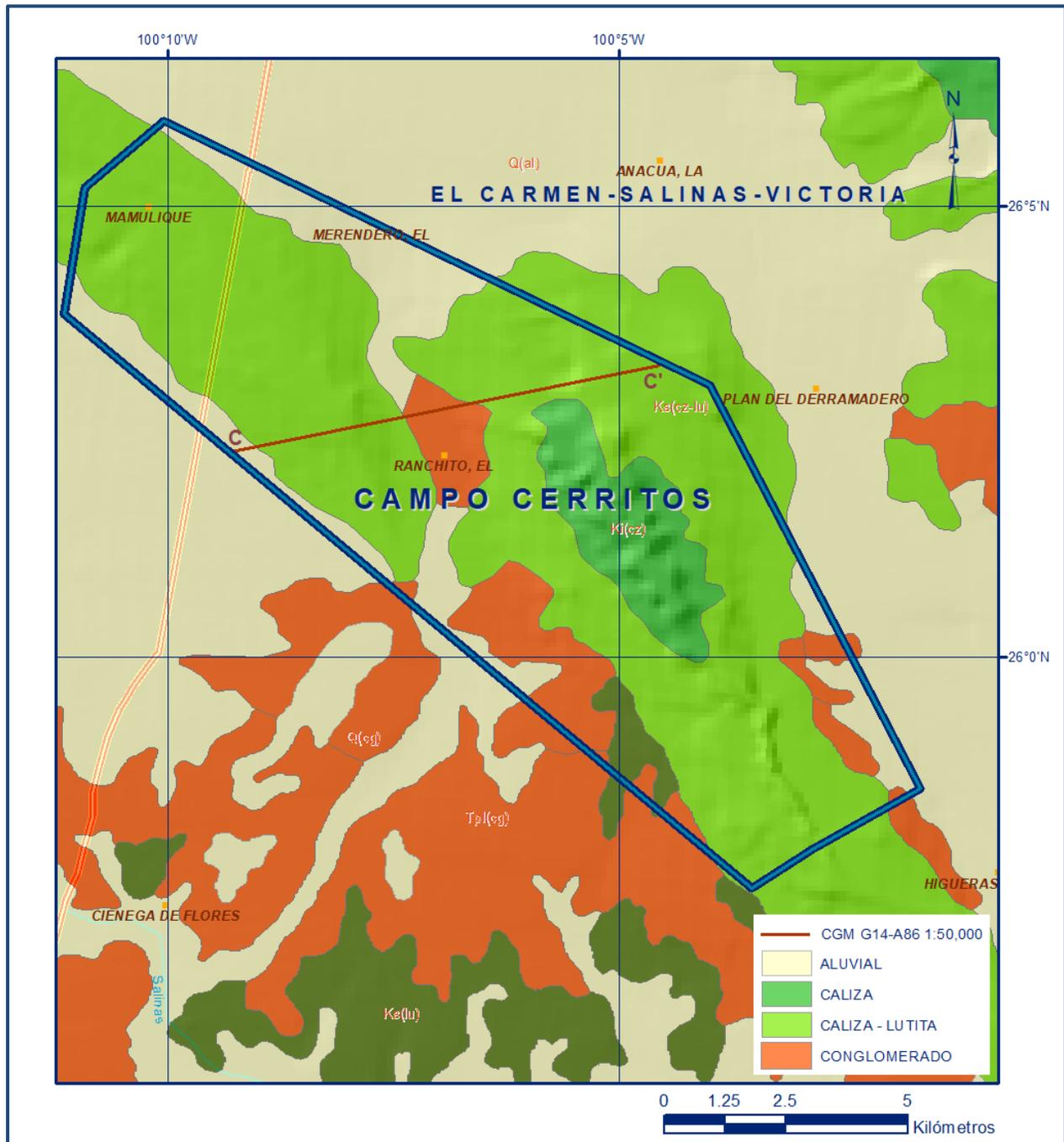


Figura 2. Geología general del acuífero

3.1 Estratigrafía

A continuación, se describen brevemente las unidades litológicas presentes en la superficie del acuífero, en orden cronológico de la más antigua a la más reciente.

CRETÁCICO INFERIOR

Formación Aurora

Conforma núcleos de anticlinales, se conforma de caliza de textura mudstone a wackestone en estratos medianos a masivos, con nódulos de pedernal y horizontes fosilíferos, con desarrollo de estilolitas paralelas a la estratificación, en algunos sitios presenta estratos de dolomía.

Formación Kiamichi

También se le asigna alcance en el Albiano, cubre a la Formación Aurora y construye flancos de pliegues en los sectores antes mencionados; está constituida por interestratificaciones de lutita y caliza, la primera se tiene en capas laminares que se disgregan en nódulos alargados, la segunda es un mudstone con variación a wackestone en estratos delgados.

CRETÁCICO SUPERIOR

Grupo Washita

Se considera del Albiano-Cenomaniano, se constituye de una interestratificación de caliza, caliza arcillosa y lutita con estructura de boudinage, la primera es un mudstone-wackestone en estratos de 0.20 a 1 m, con nódulos y lentes de pedernal negro, y estilolitas paralelas a la estratificación. La lutita y caliza arcillosa son de estratificación delgada con lentes de pedernal.

Formaciones Eagle Ford

Esta formación suprayace al Grupo Washita y forma los núcleos de anticlinales en las sierras alineadas al NW, se constituye por una alternancia rítmica de lutita y caliza arcillosa; los estratos de caliza contienen pequeños nódulos de hematita y presencia del fósil índice *Inoceramus labiatus*.

Formación Austin

Pertenciente al Coniaciano-Santoniano, está constituida por caliza arcillosa de textura wackestone, interestratificada con lutita, la cual en varios sectores conforma los núcleos de sinclinales.

La secuencia cretácica es afectada en ciertas zonas por granito del Oligoceno-Mioceno.

PLIOCENO

Conglomerado polimíctico

Está correlacionado en tiempo con el Conglomerado Reynosa, y está constituido por clastos de caliza y pedernal de subangulosa redondeados, en partes mal consolidados y soportados en una matriz arcillosa-calcárea, y en otros cementados por caliche.

Coluvión

También producto de la erosión, en laderas se acumula material irregular sin consolidar de diversa litología y granulometría.

HOLOCENO

Depósitos de arena-grava

Son depósitos irregulares ampliamente distribuidos en la zona que conforman mayoritariamente el material superficial de los valles intermontanos.

Aluvión

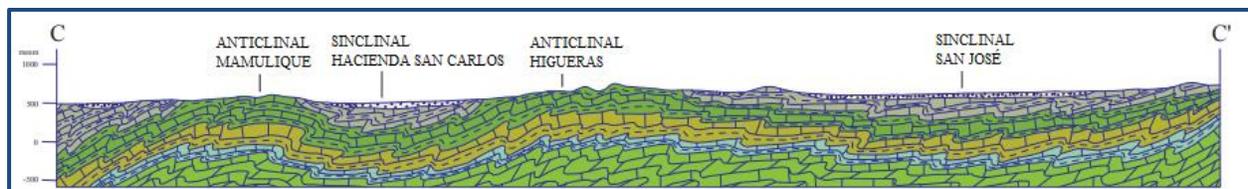
Ubicado en los márgenes y los lechos de ríos y arroyos. Está conformado de líticos de diversa composición y granulometría.

3.2 Geología estructural

En la zona solo se han identificado estructuras del régimen dúctil-frágil, representadas por pliegues, simétricos y asimétricos, algunos de ellos recumbentes, debidos a los esfuerzos de compresión Laramídicos (Cretácico tardío - Cenozoico), que también generaron fallamiento lateral.

3.3 Geología del subsuelo

El basamento en esta región está compuesto por la Formación Aurora, que es un conjunto de rocas calizas- dolomías del Cretácico Inferior, cubiertas por lutitas-calizas del mismo periodo. Posteriormente se encuentran calizas-lutitas, lutitas-calizas y nuevamente calizas-lutitas, todas del Cretácico Superior. En las partes bajas del área del acuífero se encuentran depósitos de coluvión y arenas-gravas del Cuaternario (figura 3).



Fuente: Carta Geológico-Minera G14-A86 "Mamulique" Esc. 1: 50,000 (SGM, 2018)

Figura 3. Sección geológica esquemática

4. HIDROGEOLOGÍA

4.1 Tipo de acuífero

Formación hidrogeológica I

Comprende a desde las calizas de la Formación Aurora hasta los depósitos recientes de coluvión y arenas-gravas. Siendo a grandes rasgos un **acuífero libre**. Las rocas de la Formación Aurora se conforman de caliza de textura mudstone a wackestone en estratos medianos a masivos, con nódulos de pedernal y horizontes fosilíferos, con desarrollo de estilolitas paralelas a la estratificación, en algunos sitios presenta estratos de dolomía. Esta Formación presenta una alta permeabilidad primaria y secundaria, ya que tienen fracturas abiertas producidas por esfuerzos tensionales y de corte, que en conjunto con los planos de estratificación constituyen las zonas de mayor facilidad de disolución de las calizas.

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre de alta potencialidad, heterogéneo y anisótropo, constituido por un medio granular y otro fracturado. La porción superior está conformada por sedimentos aluviales, de granulometría variada, así como conglomerados polimícticos, cuyo espesor puede alcanzar algunas decenas de metros en el centro de los valles; la porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias, principalmente lutitas de la Formación Parras, cuando presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. Esta es la unidad que se explota para satisfacer las necesidades del uso doméstico y pecuario. Las calizas cretácicas y jurásicas representan un acuífero de buen potencial que presenta condiciones de semiconfinamiento y confinamiento, debido a que están sobreyacidas por lutitas y limolitas. Por su posición estratigráfica y ubicación forman las principales sierras que limitan al valle, constituyendo las zonas de recarga. En el subsuelo conforman el acuífero que representa actualmente la principal fuente de abastecimiento de agua potable.

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. La ecuación general de balance, de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es la siguiente:

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

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:

$$\text{Recarga total} - \text{Descarga total} = \text{Cambio de almacenamiento}$$

5.1 Entradas

Las entradas al acuífero Campo Cerritos están integradas básicamente por la recarga natural que se produce por la infiltración de la lluvia (R_v). No existe información piezométrica actual ni histórica que cubra la zona del acuífero, 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 **103.3 km²** del acuífero para estimar el volumen de agua susceptible de infiltrarse para recargar al acuífero.

5.1.1 Recarga vertical (R_v)

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:

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

Donde:

V_{LL} = Volumen de lluvia;

V_{ETR} = Volumen evapotranspirado;

V_{ESC} = Volumen escurrido;

V_{INF} = Volumen infiltrado;

De esta manera, despejando la recarga vertical se obtiene la siguiente ecuación:

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

Como se mencionó anteriormente para obtener los valores de precipitación media anual (PMA) y temperatura media anual (TMA) se trazaron polígonos de Thiessen, abarcando un área de 103.3 km² para el balance. En el caso del acuífero Campo Cerritos la PMA es de 539 mm/año y la TMA es de 23.3 °C.

Por lo tanto, para calcular el volumen de lluvia que se precipita en la superficie cubierta por el acuífero se multiplicó el área del balance (103.3 km²) por la precipitación media anual (539 mm):

$$V_{LL} = 103.3 \text{ km}^2 (0.539 \text{ m}) = 55.7 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

Para la estimación de la evapotranspiración real se utilizó la ecuación empírica de Coutagne, considerando el valor medio anual de precipitación de 539 mm y temperatura de 23.3°C.

ETR = P-χP²		
Donde:		
ETR	= Evapotranspiración m/año	
P	= Precipitación en m/año	
χ	= $1/(0.8+0.14t)$	
t	= temperatura en °C	
T (°C)	= 23.3	
P(m)	= 0.539	P ² = 0.29046
χ	= 0.2465	
ETR (mm)	= 467	

Aplicando la fórmula de Coutagne se obtiene una lámina de evapotranspiración real de 467 mm anuales.

Por lo tanto, el volumen de ETR es:

$$V_{ETR} = 103.3 \text{ km}^2 (0.467 \text{ m}) = 48.2 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

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:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{VOLUMEN} & & & & & & \\ \text{ANUAL DE} & & \text{PRECIPITACION} & & \text{AREA DE LA} & & \text{COEFICIENTE DE} \\ \text{ESCURRIMIENTO} & = & \text{ANUAL DE LA} & * & \text{CUENCA} & * & \text{ESCURRIMIENTO} \\ \text{NATURAL DE LA} & & \text{CUENCA} & & & & \\ \text{CUENCA} & & & & & & \end{array}$$

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).

Con apoyo de la cartografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y de visitas de campo, se clasifican los suelos de la cuenca en estudio, de acuerdo con los tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables); y C (suelos casi impermeables), que se especifican en la tabla 2 y se determina el uso actual del suelo. En el caso que, en la cuenca estudiada existan diferentes tipos y usos de suelo, el valor de K se calcula como la resultante de subdividir la cuenca en zonas homogéneas para obtener el promedio ponderado.

Dependiendo del valor obtenido para K , el coeficiente de escurrimiento (C_e), se calcula mediante las fórmulas siguientes, en la que P es la precipitación media anual expresada en mm:

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;

Ce = 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 (NOM-011-CONAGUA-2000)

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
Pasizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
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
Caminos	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 el sistema FAO/UNESCO y modificado por la Dirección General de Geografía, en la zona que comprende el acuífero Campo Cerritos predominan los siguientes tipos de suelo: Litosol, Rendzina, Vertisol y Xerosol que se clasificaron en dos tipos de suelo: B y C (figura 4).

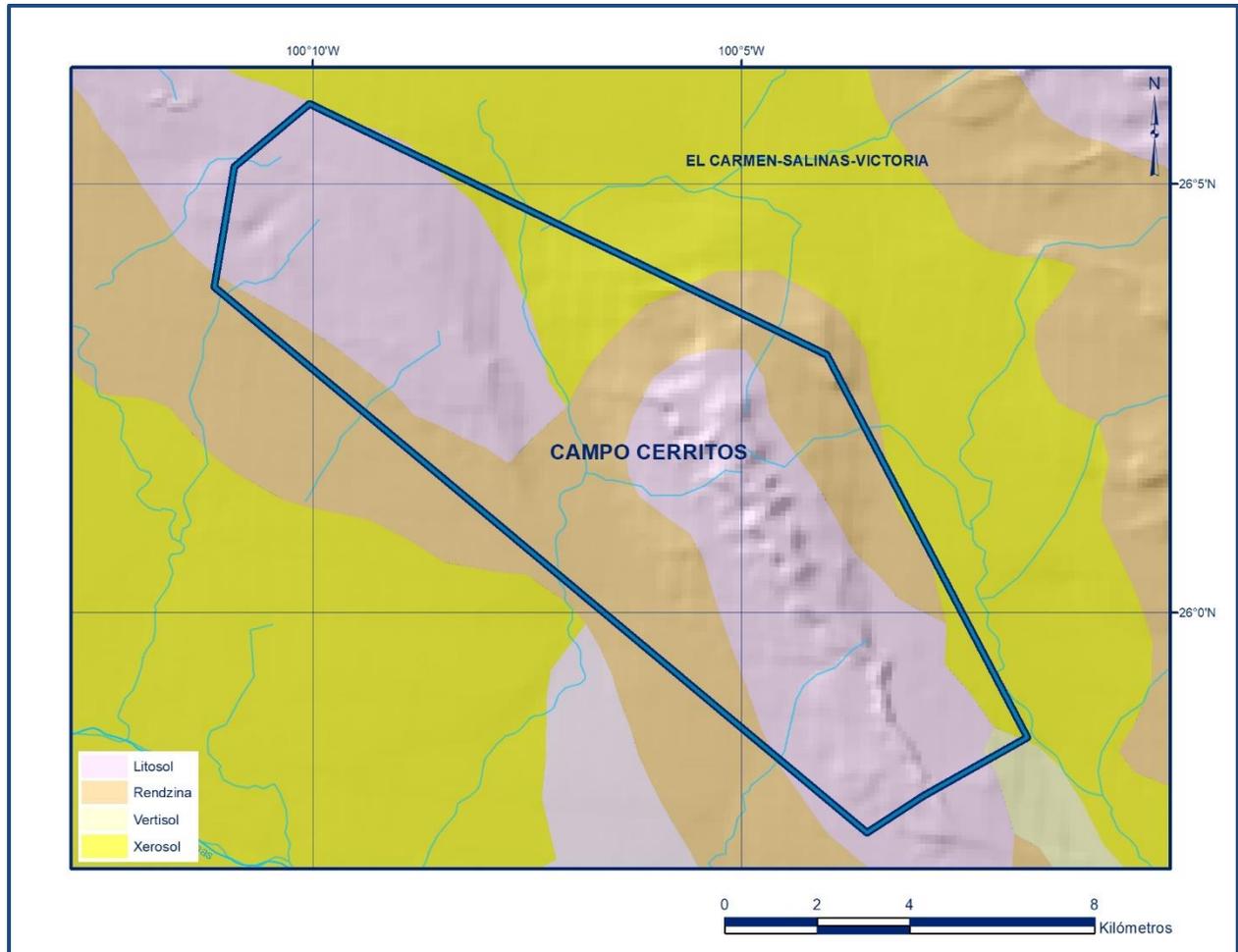


Figura 4. Tipo de suelo

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 al menos tres usos de suelo diferentes: matorral, otros tipos y pastizal (figura 5).

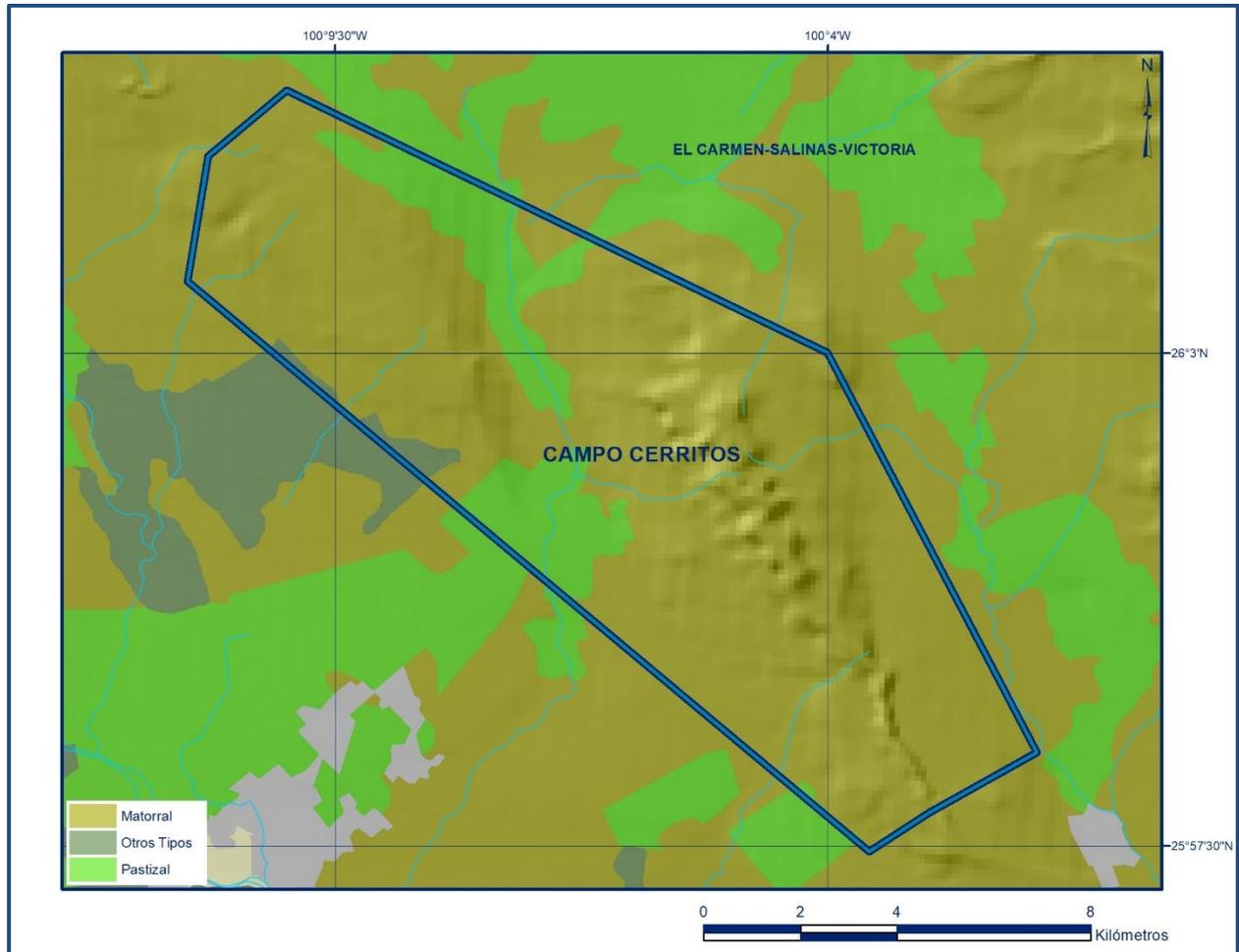


Figura 5. Uso de suelo

De esta manera, el valor de K se obtuvo como promedio ponderado y es igual a 0.24, valor que se aplicó en la siguiente ecuación para obtener el coeficiente de escurrimiento (C_e):

$$C_e = K (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5$$
$$C_e = 0.095$$

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

$$V_{ESC} = 0.095 (55.7 \text{ hm}^3) = 5.3 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

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

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

$$V_{INF} = 55.7 - 48.2 - 5.3$$

$$V_{INF} = 2.2 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

Al dividir el volumen promedio anual infiltrado, entre el volumen anual promedio precipitado, que es de 55.7 hm³/año, se obtiene el coeficiente de infiltración de 0.0395. De acuerdo con lo anterior, el volumen susceptible de infiltrarse es:

$$Rv = 2.2 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

5.2 Salidas

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

La descarga del acuífero ocurre principalmente por bombeo (B), salidas por flujo subterráneo (Sh) y a través de manantiales (Dm). En el acuífero Campo Cerritos, las salidas que se consideraron fueron únicamente por bombeo.

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 **4.9 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 a la suma de los volúmenes que ingresan al acuífero en forma de recarga vertical.

Para este caso, el valor estimado de la recarga total media anual que recibe el acuífero es de **2.2 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 el caso del acuífero Campo Cerritos no se consideró descarga natural comprometida. Por lo tanto, **DNC = 0**

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 **4,908,159 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.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 2.2 - 0 - 4.908159 \\ \text{DMA} &= -2.708159 \text{ hm}^3 \text{ anuales} \end{aligned}$$

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es de **2,708,159 m³ anuales** que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero.

7. BIBLIOGRAFÍA

García E., 2004. Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köppen. Serie Libros. Número 6. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

Secretaría de Economía, Coordinación General de Minería. 2001. TEXTO GUÍA CARTA MAGNÉTICA "MONCLOVA" G14-4. Escala 1:250000. Editado por el Consejo de Recursos Minerales.

Servicio Geológico Mexicano. 2008. Carta Geológico-Minera G14-4 "MONCLOVA" Esc. 1: 250,000.

Servicio Geológico Mexicano. 2018. Carta Geológico-Minera G14-A86 "MAMULIQUE" Esc. 1: 50,000.