

ESTUDIO GEOHIDROLOGICO DEL ACUÍFERO CAÑÓN DEL DERRAMADERO, COAHUILA"

Por: Ing. Juan Manuel Lesser Illades
Lesser y Asociados, S. A. de C. V.
lesser@prodigy.net.mx
Ing. Arturo Monroy Nieto
Comisión Nacional del Agua, Saltillo, Coah.
amonroy@grrb.cna.gob.mx

RESUMEN

Para explicar el funcionamiento de la Unidad Hidrogeológica Cañón del Derramadero, se dividió ésta en dos partes de acuerdo al tipo de rocas existentes, las que se denominaron "porción del acuífero localizada en el valle" y "porción del acuífero conformada por calizas". El "Valle de Derramadero", esta formado principalmente por lutitas, limolitas y areniscas del Grupo Difunta y de la Formación Parras, las cuales alcanzan varios cientos de metros de espesor. Presentan horizontes fracturados que permiten la acumulación de agua subterránea. Tienen una permeabilidad heterogénea tanto vertical como horizontalmente. La recarga se lleva a cabo por la infiltración del agua de lluvia a través, primero, de una delgada cubierta de aluviones en la superficie y posteriormente, a través de las fracturas en las lutitas y areniscas. La "porción del acuífero conformada por calizas", se encuentra en rocas de la Formación Tamaulipas Superior, en las sierras ubicada al poniente de Agua Nueva. Tiene buen rendimiento que llega a alcanzar entre 25 y 57 lps por pozo. Esta zona acuífera se recarga por la infiltración de agua de lluvia en la Sierra Madre Oriental, a través de fracturas y conductos de disolución de las calizas. El balance de agua subterránea en la "porción del acuífero localizada en el valle" indicó que las entradas de agua por flujo subterráneo son de 7.37 Mm³/año, la extracción de 9.1 y la salida subterránea de 1.08, así como un cambio de almacenamiento de -1.2, todo ello expresado en Mm³/año. De lo anterior se dedujo una infiltración vertical de 1.61 Mm³/año. El balance de agua subterránea para

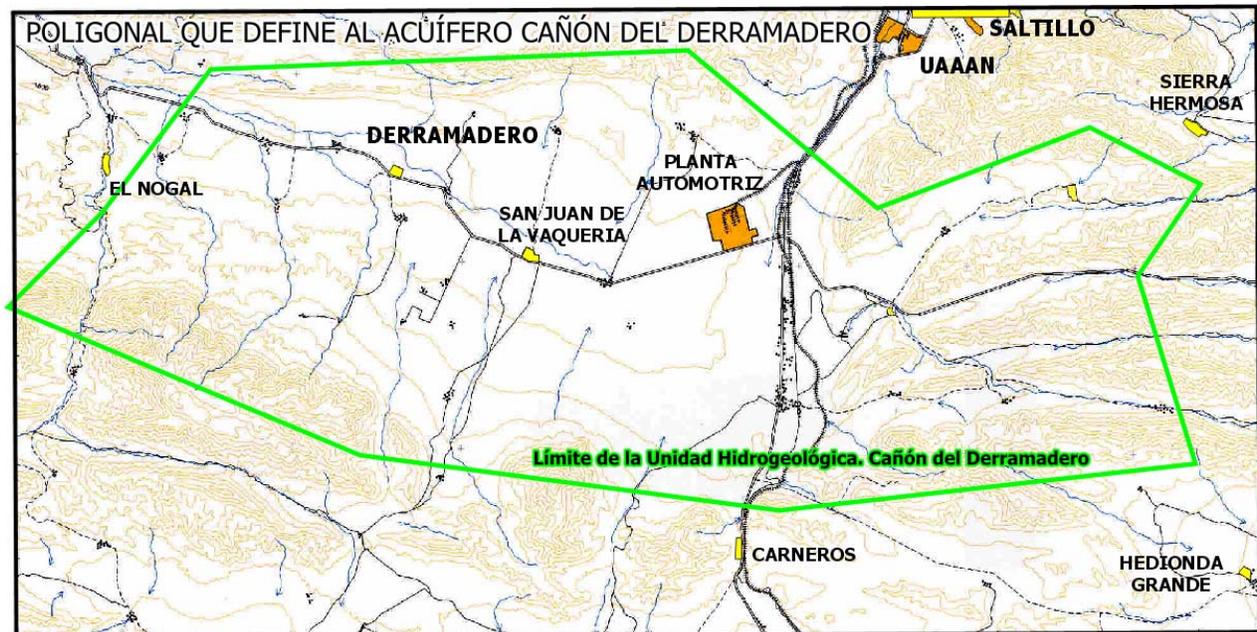


Figura 1. Localización del área de estudio

la “porción del acuífero conformada por calizas”, para infiltración vertical se obtuvo un volumen de 0.15 Mm³/año, la extracción de agua fue de 9.3, el cambio de almacenamiento de -0.30 y la entrada por flujo subterráneo de 8.85 Mm³/año.

INTRODUCCIÓN

La Unidad Hidrogeológica Cañón del Derramadero, se localiza al sur de la Ciudad de Saltillo, Coah., (figura 1). El límite publicado en la NOM-001-E incluye al valle Cañón del Derramadero y sierras que lo limitan, las cuales no necesariamente corresponden a parteaguas, sino que corresponden a una mezcla entre límites municipales, fisiográficos y geohidrológicos. Para aspectos de administración del agua las unidades hidrogeológicas cuentan con un balance de agua que involucra a la recarga al acuífero y a los volúmenes de agua concesionados; su diferencia indica la disponibilidad (administrativa) de agua en el acuífero o unidad hidrogeológica.

FISIOGRAFÍA

El Valle Cañón del Derramadero se ubica en el límite entre dos importantes unidades geológicas que son: La Cuenca de Parras (CP) y la Sierra Madre Oriental (SMO). Al este del valle, se encuentra parte de la gran curvatura que caracteriza a la Sierra Madre Oriental entre Monterrey y Saltillo. La SMO está constituida principalmente por rocas calizas del Cretácico Inferior, las cuales fueron plegadas y dieron origen a un gran número de anticlinales y sinclinales que, en el frente de la sierra, han cabalgado y se han deslizado sobre sedimentos más jóvenes de la Cuenca de Parras. La Cuenca de Parras es una unidad geológica en la que se acumularon sedimentos terrígenos tales como lutitas y areniscas, en un ambiente deltáico.

GEOLOGÍA

En la zona de estudio, la mayor parte de las rocas existentes corresponden a sedimentos marinos que van de la Formación Zuloaga del Oxfordiano hasta el Grupo Difunta del Maestrichtiano-Campaniano Figura 2.

El subsuelo del valle Cañón del Derramadero, está formado por lutitas y areniscas de la Formación Parras y del Grupo Difunta.

Grupo Difunta.- El Grupo Difunta está representado por lutitas, limólitas y areniscas con un espesor de hasta 3,000 metros. Dentro de este amplio espesor se han identificado 7 formaciones (Boyd, 1959; Peterson, 1983), de las cuales 3 afloran dentro del área de estudio y corresponden a: Formación Cerro del Pueblo, Formación Cerro Huerta y Formación Cañón del Tule.

Formación Cerro del Pueblo.- Su localidad tipo se encuentra precisamente en el sitio conocido como Cerro del Pueblo, ubicado al noreste del Valle Cañón del Derramadero. Consiste de lutitas calcáreas negras y grises, fósiles, en ocasiones nodulares, limolitas y areniscas calcáreas. Las limolitas y lutitas intemperizan en color café. La estratificación cruzada y las marcas de rizadura de corriente son comunes. Esta formación alcanza un espesor de 315 metros y se le asigna una edad Campaniano. En la zona de estudio aflora en las elevaciones topográficas que limitan al Valle Cañón del Derramadero en su porción norte, donde se observan alternancias de una lutita gris verdosa con areniscas calcáreas. Los estratos de areniscas presentan un espesor de entre 30 y 50 centímetros.

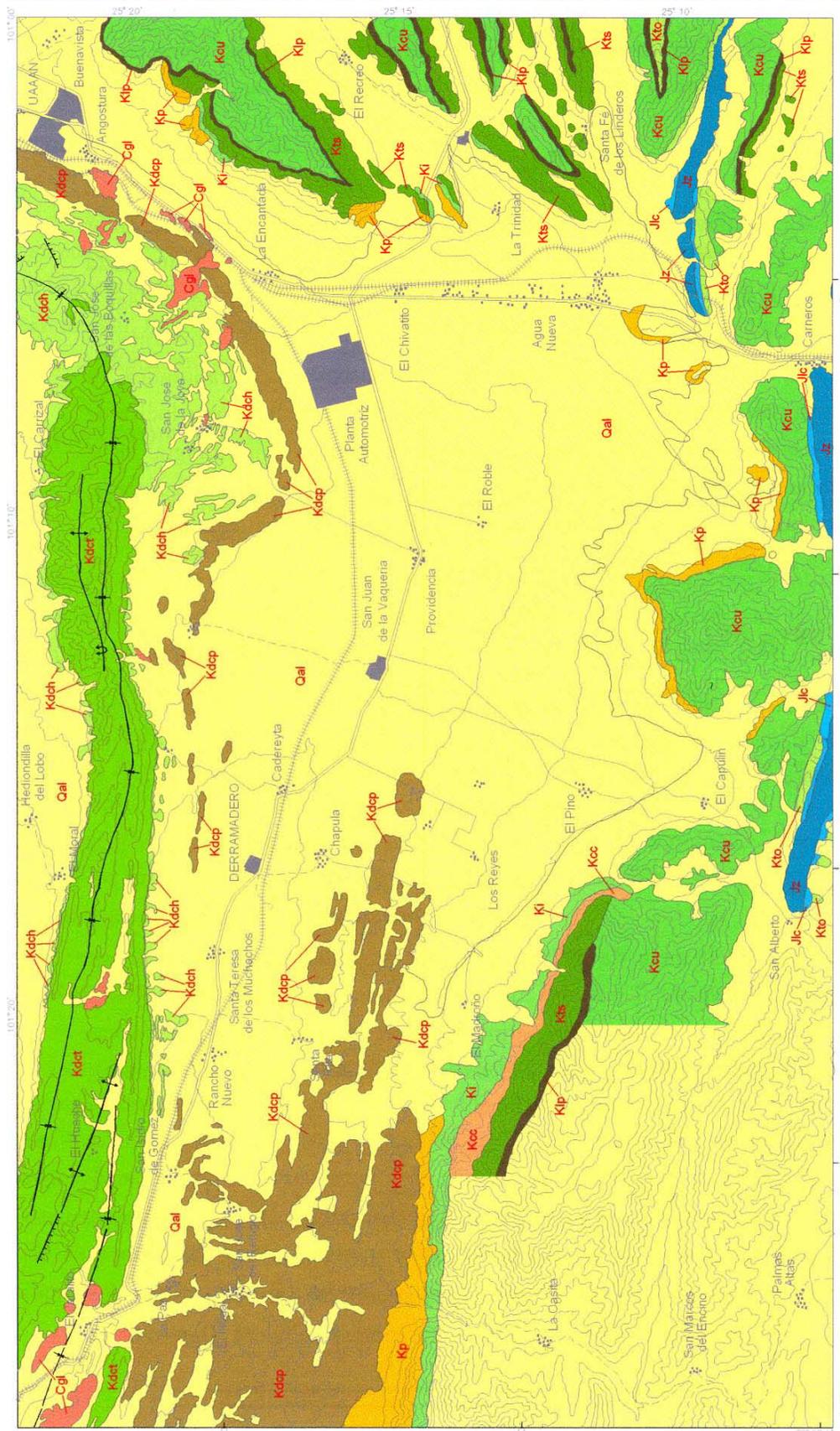


Figura 2. Geología

Formación Cerro Huerta.- Esta formación fue definida en el sitio conocido como Cerro Grande, ubicado en la porción noreste del Valle Cañón del Derramadero. Está constituida por lutitas, limolitas y areniscas calcáreas de color rojo y verde, las cuales presentan intercalaciones ocasionales de lutitas grises y limolitas con fósiles marinos. Tiene una edad Maestrichtiano Inferior. Dentro del área en estudio aflora en una serie de anticlinales y sinclinales orientados este-oeste, los cuales limitan a la zona en estudio en su porción norte.

Formación Cañón del Tule.- Esta formación fue definida en el cañón del mismo nombre, ubicado a 27 kilómetros al norte de Saltillo. Corresponde a una alternancia de lutitas, limolitas y areniscas calcáreas. Las lutitas presentan estratos delgados y laminares, mientras que para las areniscas los estratos son de entre 20 cm y un metro de espesor. La edad de esta formación es del Maestrichtiano Superior pero se extiende hasta parte del Paleoceno, en el Terciario Inferior .

GEOLOGÍA DEL SUBSUELO

El subsuelo del Valle Cañón del Derramadero se encuentra constituido en su mayor parte por lutitas calcáreas de la Formación Parras, cubiertas en la parte central del valle por lutitas y areniscas del Grupo Difunta. Hacia el sur, las limitan rocas calizas de la Formación Cupido (Cretácico Inferior), las cuales se deslizaron sobre las rocas de la Formación Parras (Cretácico Superior). En el norte del valle las elevaciones topográficas corresponde a plegamientos de la parte inferior del Grupo Difunta.

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

Se agruparon las unidades litoestratigráficas existentes, de acuerdo a su capacidad para permitir la infiltración, circulación y almacenamiento de agua subterránea, en rocas permeables de alto rendimiento; rocas permeables de bajo rendimiento, rocas ocasionalmente permeables y; rocas impermeables.

Rocas permeables de alto rendimiento.- Corresponden a las calizas de la Formación Tamaulipas Superior que se encuentran en los buzamientos anticlinales del oriente del área de estudio, Por su litología, fracturamiento y grado de carstificación, permiten la recarga, almacenamiento y circulación de agua en el subsuelo. Su permeabilidad es alta a través de fracturas y conductos de disolución. Pozos en esta unidad rinden caudales de 25 a 57 lps.

Rocas permeables de bajo rendimiento.- Corresponden a las lutitas y areniscas de la Formación Parras y del Grupo Difunta, las cuales presentan horizontes fracturados que permiten la infiltración y circulación de agua subterránea. Su litología ocasiona que la permeabilidad sea en general reducida, además de irregular espacialmente, ya que varía tanto horizontal como verticalmente. Los pozos en estas unidades rinden caudales promedio de 5 a 9 lps, aunque pueden encontrarse contados pozos con entre 16 y hasta 36 lps.

Rocas ocasionalmente permeables.- Dentro de esta denominación se incluyeron a rocas que por su litología, espesor reducido y escasa área de afloramiento, ocasionalmente forman acumulaciones de agua subterránea pero que, en general, en esta zona no tienen mayor importancia geohidrológica. Su permeabilidad suele ser reducida, lo cual aunado a su reducido espesor, limitan su importancia geohidrológica. Dentro de este grupo se incluyen las formaciones Zuloaga, Taraises, Cuesta del Cura e Indidura.

Rocas impermeables.- Por su litología constituida en gran parte por lutitas que impiden la circulación de agua subterránea, las formaciones La Peña y la Caja se consideran como impermeables.

ZONAS ACUÍFERAS

De acuerdo a la clasificación hidrogeológica de las rocas y a su disposición en el subsuelo del área de trabajo, se diferenciaron 2 acuíferos. El primero alojado en las lutitas y areniscas de la Formación Parras y del Grupo Difunta. Se le denominó *“porción del acuífero localizado en el valle”* debido a que es el que se encuentra subyaciendo al Valle Cañón del Derramadero. Tiene un espesor grande; en varios pozos se han llegado a cortar entre 500 y 600 metros sin llegar a la parte basal. Forman un acuífero de permeabilidad reducida donde los pozos rinden en promedio de 5 a 9 lps aunque llegan a encontrarse algunos con hasta 16 y 36 lps. Corresponde a un acuífero en medio fracturado y se caracteriza por su permeabilidad anisotrópica tanto horizontal como vertical.

Otra parte acuífera en el área es la denominada *“porción del acuífero conformada por calizas”*. Se aloja en gruesos bancos de caliza cárstica de la Formación Tamaulipas Superior, que se localizan en los buzamientos anticlinales del oriente del área de estudio. Su zona de recarga se encuentra en las partes altas de la sierra, donde el agua de lluvia se infiltra y circula a través de fracturas y conductos de disolución de la caliza. Ello, da lugar a un acuífero de buena permeabilidad y por lo tanto los pozos emplazados en este acuífero resultan de alto rendimiento. Este acuífero se restringe a las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, sin embargo, parte de su agua descarga y alimenta al acuífero en lutitas y areniscas, a la altura del poblado de Agua Nueva.

FUNCIONAMIENTO DE LOS ACUÍFEROS

La recarga en la *“porción del acuífero localizado en el valle”*, se lleva a cabo por la infiltración del agua de lluvia a través, primero, de una delgada cubierta de aluviones en la superficie y posteriormente, a través de las fracturas en las lutitas y areniscas (figura 3). Se establece un flujo subterráneo principal de sur a norte y posteriormente al noroeste.

La descarga del acuífero se lleva a cabo a través de la extracción en pozos. En años anteriores existían descargas a través de manantiales, los cuales actualmente no existen o han disminuido su rendimiento considerablemente. En 10 pozos perforados en esta unidad a profundidades del orden de 500 metros, se tienen rendimientos entre 1 y 36 lps, lo cual manifiesta la heterogeneidad del acuífero. Existen también aproximadamente 150 pozos

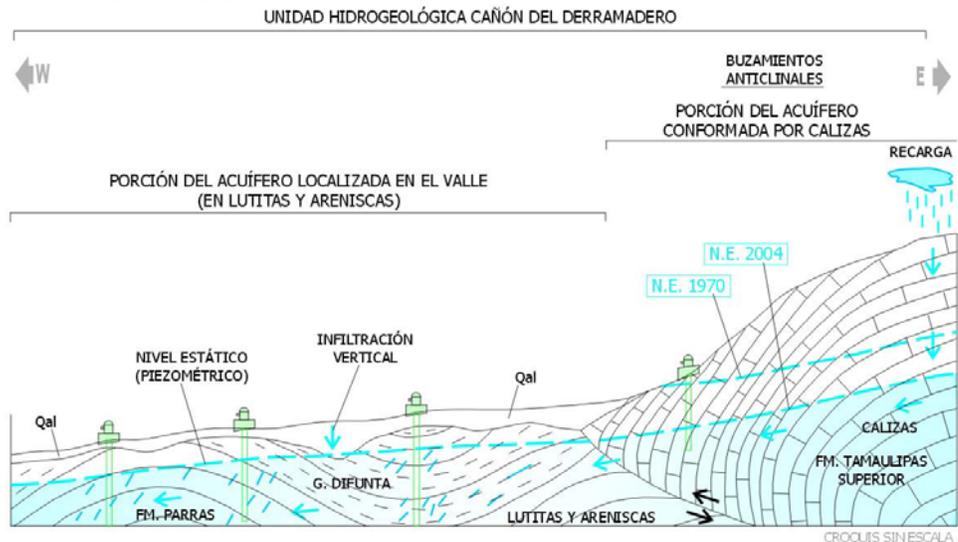


Figura 3. Evolución del nivel estático 1970-2004

perforados a alrededor de 100 metros de profundidad, los cuales rinden caudales entre 4 y 16 lps.

La “porción del acuífero conformada por calizas”, se encuentra en rocas calizas de la Formación Tamaulipas Superior, en las sierras ubicada al poniente de Agua Nueva. Tiene buen rendimiento que llega a alcanzar entre 25 y 57 lps por pozo. Esta zona acuífera se recarga por la infiltración de agua de lluvia en la Sierra Madre Oriental, a través de fracturas y conductos de disolución de las calizas. Circula del poniente al oriente. Antiguamente descargaba tanto en forma subterránea como por manantiales. Actualmente se descarga a través de pozos localizados sobre los flancos de las sierras, en los buzamientos de las estructuras anticlinales, así como por flujo subterráneo hacia “la porción del acuífero localizada en el valle”, en lutitas y areniscas.

PIEZOMETRÍA

Las curvas con valores más altos se encuentran al pie de las sierras ubicadas al sur del valle, a partir de donde disminuyen hacia el norte hasta el poblado de Derramadero y posteriormente hacia el noroeste. Lo anterior indica un esquema de flujo del agua subterránea que circula de las sierras del sur y del oriente hacia el centro del valle (San Juan de la Vaquería) para posteriormente continuar su movimiento a través del subsuelo hacia el poniente,

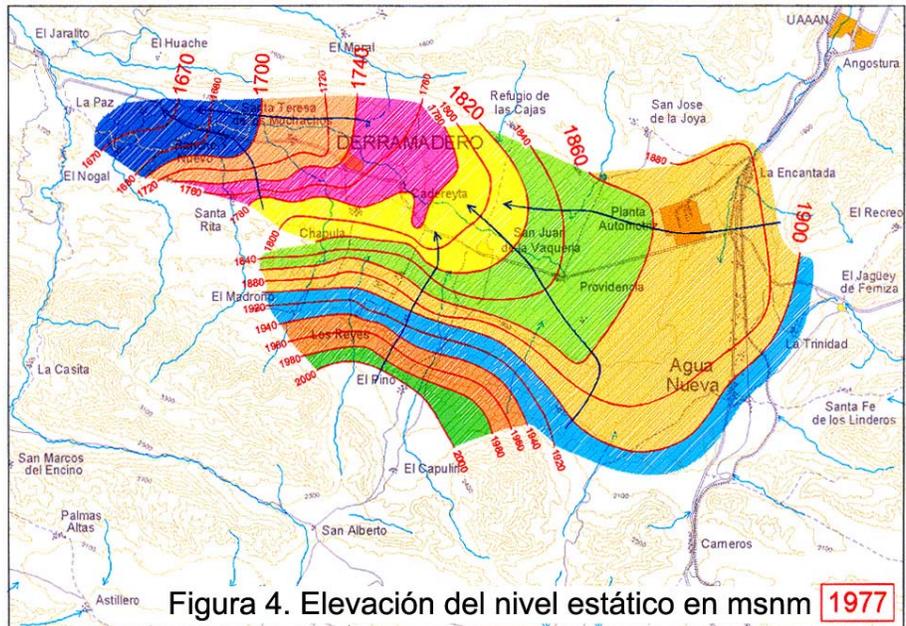


Figura 4. Elevación del nivel estático en msnm 1977

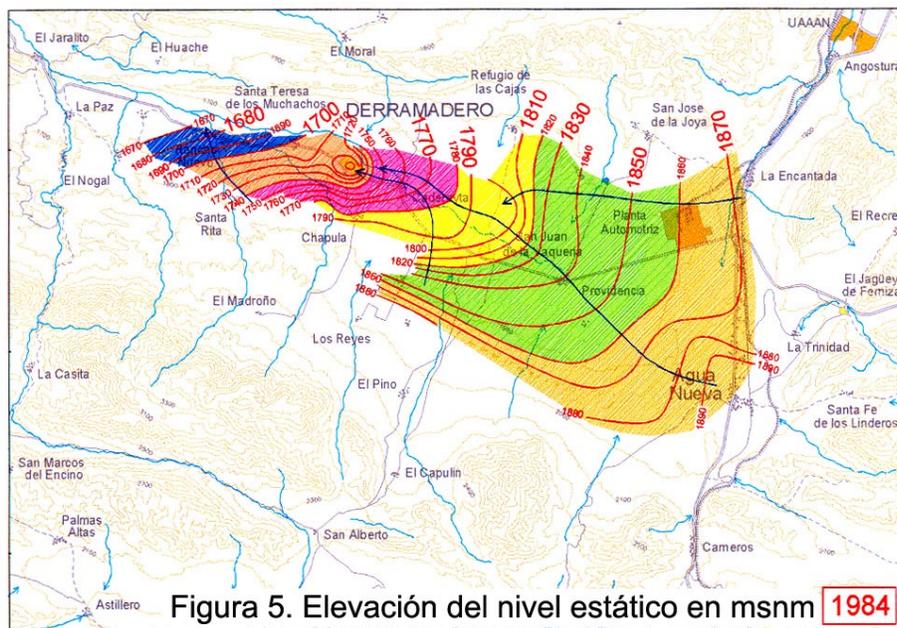


Figura 5. Elevación del nivel estático en msnm 1984

pasando por Santa Teresa de los Muchachos y, finalmente, salir fuera del valle a la altura del poblado de La Paz. De estas configuraciones se desprende que la recarga al acuífero se genera esencialmente al pie de las sierras que se ubican al sur y al suroeste del valle, a partir de donde circulan de forma subterránea con una dirección similar a la de los escurrimientos de agua superficial. Las elevaciones topográficas

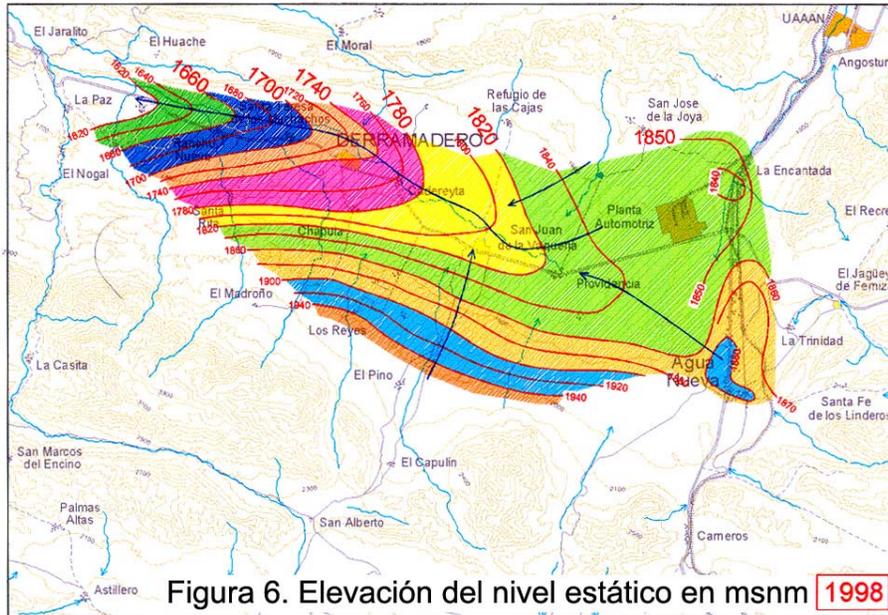


Figura 6. Elevación del nivel estático en msnm 1998

que limitan al valle en la parte norte, prácticamente no son fuente de recarga al acuífero, lo cual se confirma con la forma de las curvas de la configuración.

Con el objeto de observar las variaciones de la elevación del nivel estático respecto al tiempo, se marcaron éstas por medio de colores con intervalos cada 40 metros. En color verde se marcó a las elevaciones entre 1820 y

1860 msnm, las cuales se distribuían alrededor de San Juan de la Vaquería. Este mismo rango para las configuraciones de 1984, 1998 y 2004 (figuras 4 a 7), abarcan superficies mayores que incluso se extienden hasta el extremo oriental del valle. De manera similar se observan los otros rangos marcados con colores. Comparando las configuraciones de la elevación del nivel estático para las 4 fechas mencionadas. Se deduce que para el período 1998-

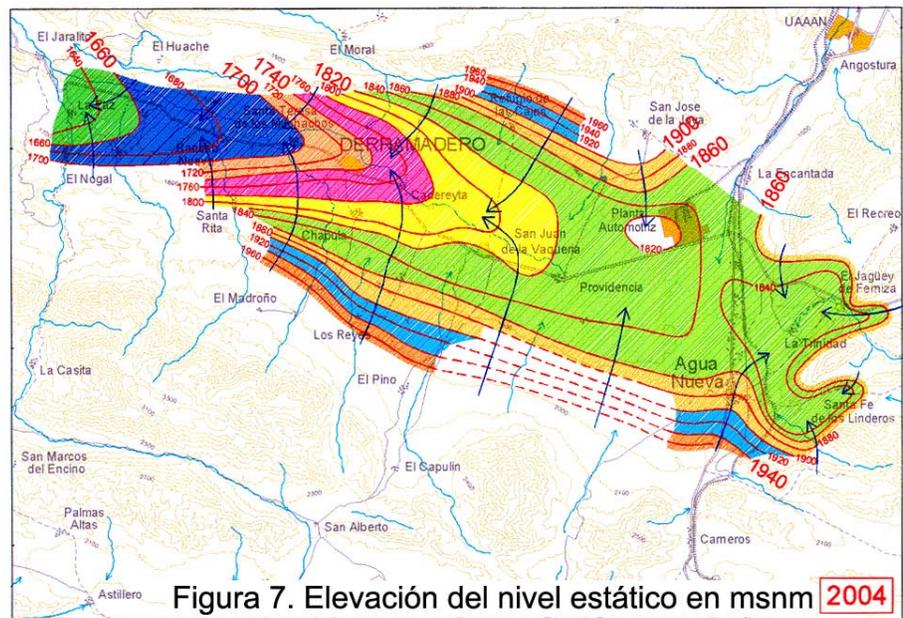


Figura 7. Elevación del nivel estático en msnm 2004

2004, existieron abatimientos entre 1 y 5 metros al sur del poblado de Derramadero, mientras que entre la Planta Chrysler y la zona de Agua Nueva, los abatimientos varían de 1 a 10 metros.

BALANCE DE AGUA SUBTERRÁNEA

El balance de agua subterránea en la "porción del acuífero localizada en el valle" indicó que las entradas de agua por flujo subterráneo son de 7.37 Mm³/año, la extracción de 9.1 y la salida subterránea de 1.08, así como un cambio de almacenamiento de -1.2, todo ello expresado en Mm³/año. De lo anterior se dedujo una infiltración vertical de 1.61 Mm³/año (figura 8).

El balance de agua subterránea para la "porción del acuífero conformada por calizas", para la infiltración vertical se obtuvo un volumen de 0.15 Mm³/año, la extracción de agua fue de 9.3, el

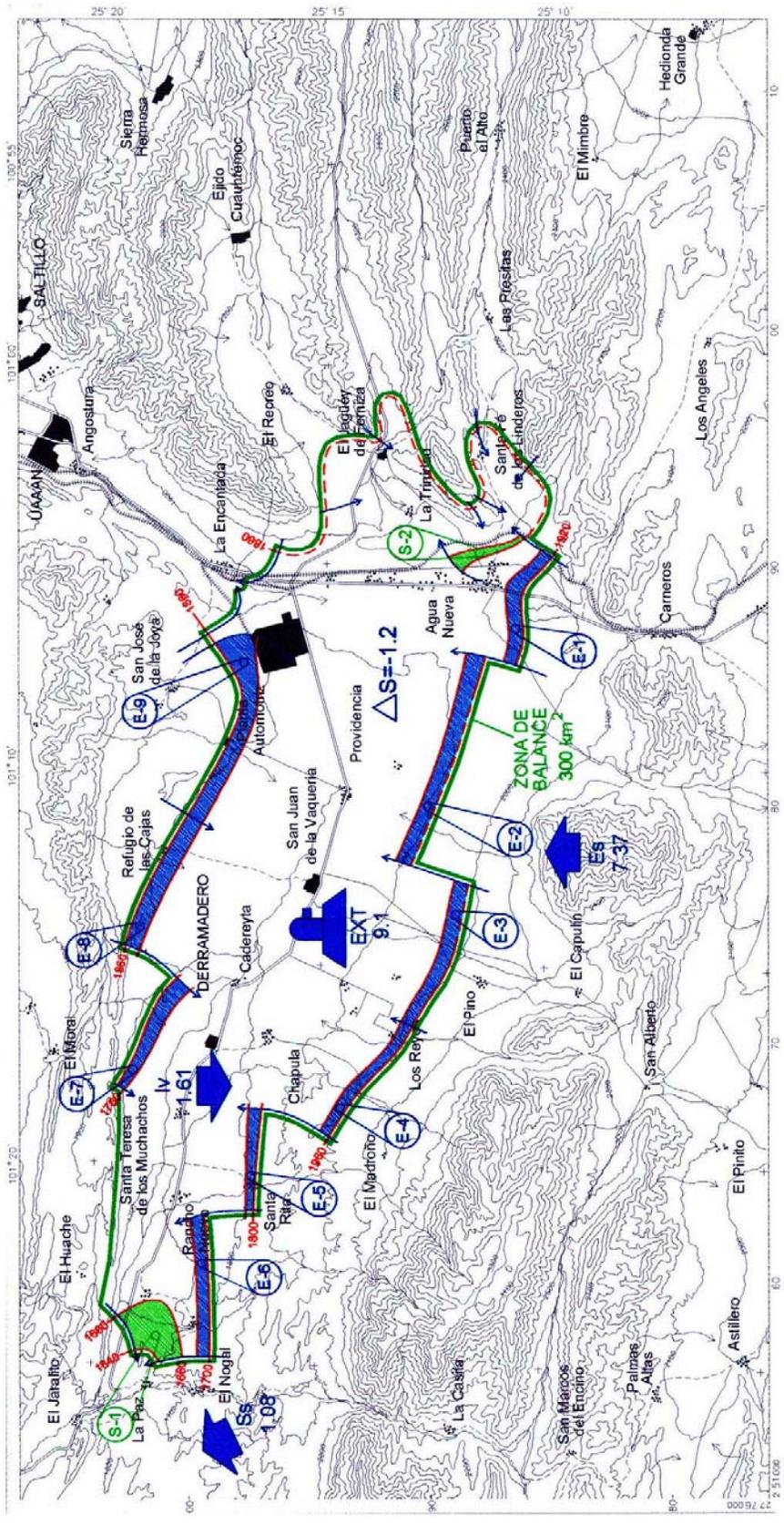
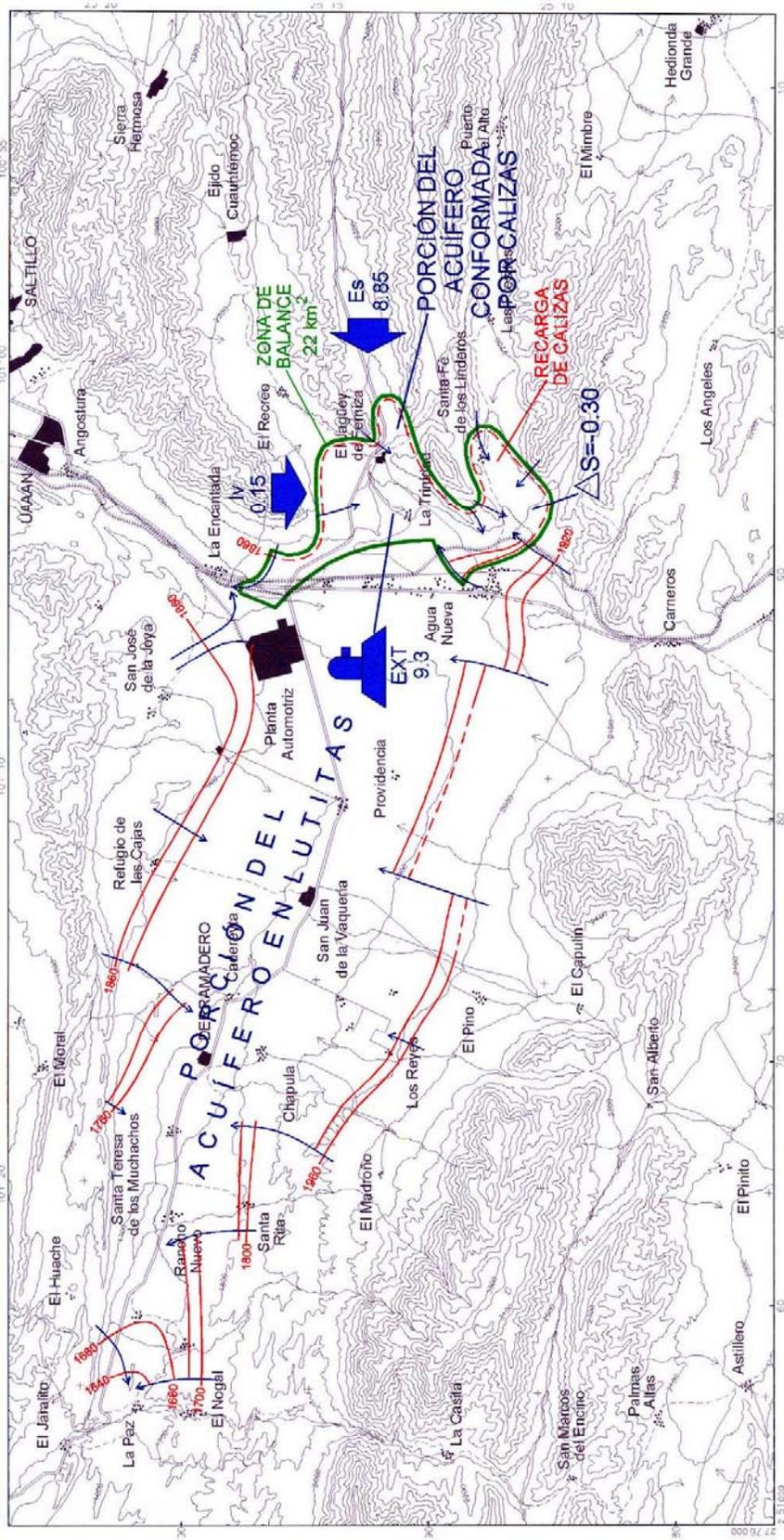


Figura 8. Balance de agua subterránea en el valle

- EXPLICACIÓN**
- CURVA DE IGUAL ELEVACIÓN AL NIVEL ESTÁTICO EN MSNM
 - DIRECCIÓN DE FLUJO SUBTERRÁNEO
 - CURVA INFERIDA
 - EQUIPOTENCIAL
 - CELDA DE FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA
 - DIRECCIÓN DE FLUJO

- Es** = ENTRADAS POR FLUJO SUBTERRÁNEO
 - Ss** = SALIDAS POR FLUJO SUBTERRÁNEO
 - IV** = INFILTRACION VERTICAL
 - Ext** = EXTRACCIÓN POR BOMBEO
 - ΔS** = CAMBIO DE ALMACENAMIENTO
- CIFRAS EN $m^3/año$



- EXPLICACIÓN**
-  CURVA DE IGUAL ELEVACIÓN AL NIVEL ESTÁTICO EN MSNM
 -  DIRECCIÓN DE FLUJO SUBTERRÁNEO
 -  CURVA INFERIDA
 - ES** -ENTRADAS POR FLUJO SUBTERRÁNEO
 - IV** -INFILTRACIÓN VERTICAL
 - Ext** -EXTRACCIÓN POR BOMBEO
 - ΔS** -CAMBIO DE ALMACENAMIENTO
- CIFRAS EN $m/m^2/año$

Figura 9. Balance de agua subterránea en las calizas

cambio de almacenamiento de -0.30 y la entrada por flujo subterráneo de $8.85 \text{ Mm}^3/\text{año}$ (figura 9).

En el balance de agua subterránea para toda la unidad hidrogeológica Cañón del Derramadero que comprende tanto a la “*porción del acuífero localizado en el valle*” como a la “*porción de acuífero conformada por calizas*”, indica que la entrada de agua subterránea es de $16.22 \text{ Mm}^3/\text{año}$; la infiltración vertical asciende a 1.76 y entre ambas suman la recarga de agua al acuífero. La salida de agua corresponde a la extracción por bombeo que es de $18.4 \text{ Mm}^3/\text{año}$ y al cambio de almacenamiento que es de $-1.5 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

COMENTARIOS

Se destaca que:

La configuración de la elevación del nivel estático utilizada para el balance tiene buen apoyo.

El volumen de extracción se considera como valor medido y real.

Los valores de transmisividad adoptados fueron muy bajos, sin embargo, el uso de valores más altos darían por resultado grandes volúmenes de entrada de agua al acuífero, lo cual no coincide con el resto de las mediciones del balance.

El cálculo de la evolución del nivel estático tiene buen apoyo.

El balance efectuado, aún y cuando presenta datos inferidos, se considera representativo del acuífero.

Otras observaciones importantes son las siguientes:

En el año de 1984 ya se había determinado que existía sobreexplotación del acuífero y abatimiento de alrededor de 0.5 m/año .

La descarga por manantiales para dicho año era de 123 lps mientras que en el 2004 es de 33 lps. La extracción por bombeo en 1984 era de $12.7 \text{ Mm}^3/\text{año}$ y en el año 2004 asciende a $9.1 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

En los últimos años el abatimiento medio anual en los alrededores del poblado de Derramadero ha sido de 0.5 m/año , mientras que hacia el Parque Industrial el abatimiento ha sido de alrededor 1.5 m/año .

CONCLUSIONES

La “*porción del acuífero localizada en el valle*” presenta una capacidad acuífera reducida. La extracción de agua subterránea en esta zona ha sido baja, sin embargo, se ha venido resintiendo un abatimiento del nivel estático. En la zona poniente del valle entre los ranchos El Roble, El Padrino y la zona industrial, varios pozos profundos han resultado con caudales prácticamente negativos. La “*porción del acuífero localizada en el valle*” Cañón del Derramadero es heterogénea y de baja capacidad. En los últimos años se ha manifestado una baja generalizada en el rendimiento del acuífero, aún con la reducida extracción que se realiza. Geohidrologicamente el valle se puede dividir en dos zonas: Una al poniente (Derramadero) y otra al oriente (Parque Industrial). Considerando 0.5 m/año de abatimiento en la zona poniente, para un nivel estático actual de 30 metros, dentro de 10 años el nivel se encontrará a 35 metros de profundidad. Para la zona oriente, considerando 1.5 m/año de abatimiento, para un nivel estático actual en el rango 30-70 metros, dentro de 10 años se tendría un nivel a entre 45 y 85 metros de profundidad.

REFERENCIAS

CNA, 2004. Actualización Geohidroológica del acuífero Cañón del Derramadero, Coah. Elaborado por Lesser y Asociados, S.A. de C. V.; contrato GAS-007-PRO04.