Investigaciones hidrogeológicas en el Cañón de la Huasteca como contribución al abastecimiento de agua potable de Monterrey, Nuevo León, NE-México

Hydrogeological Investigations in Cañón de la Huasteca as a Contribution to the Municipal Water Supply of Monterrey, Nuevo León, NE-Mexico

H. de León-Gómez (*), D. Masuch-Oesterreich (*), F. Medina-Barrera (*) y F. Hellweg (**)

(*) Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Hacienda de Guadalupe, Carr. a Cerro Prieto Km. 8, Apartado Postal 104; 67700 Linares, Nuevo León/México
(**) Instituto de Ingeniería Geológica e Hidrogeología, Universidad Técnica de Aachen (RWTH-Aachen), Lochnerstr. 4-20, 52056 Aachen/Alemania

ABSTRACT

Located some 20 km southwest of Monterrey, the national park of Cañón de la Huasteca with its well galleries (Sistema Santa Catarina) represents the capital´s major groundwater resource. Due to a lack of suitable maps for groundwater management, parts of the catchment area were mapped at a scale of 1: 10000. Results are visualized in the first Hydrogeological Map of parts of Nuevo León, which clearly outlines productive and less productive areas and defines suitable locations for additional exploration boreholes.

Key words: *galleries, groundwater resource, hydrogeological map, Cañón de la Huasteca, México.*

Geogaceta 23 (1998), 87-90
ISSN: 0213683X

Introducción

Las tasas poblacionales de las grandes ciudades aumentaron enormemente después de la segunda guerra mundial. El crecimiento demográfico, la actividad socioeconómica, especialmente la industrialización, han originado la migración de los pueblos hacia los urbes metropolitanas como Monterrey, ocupando ésta ciudad el tercer lugar en habitantes a nivel nacional.

En el año 1960 se tenía una población de casi 500. 000 habitantes. Sin embargo para los años 90, existían ya casi 4 millones de habitantes.Con el aumentò repentino de la población, aumenta también la demanda de agua para usos domésticos e industriales. Desde el año 72 hasta la fecha, la empresa de gobierno Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey enfrenta el problema del abastecimiento para usos domésticos e industriales. El abastecimiento de agua es cubierto a través de las fuentes superficiales (Presas La Boca, Cerro Prieto y el Cuchillo) y las fuentes subterráneas (Pozos de Mina, Pozos Monterrey, Socavón Cola de Caballo, Socavón San Francisco y Sistema Santa Catarina). Todas las fuentes se comunican y convergen hacia Monterrey, recibiendo un tratamiento previo para después suministrarse a la red de distribución (Fig. 1).

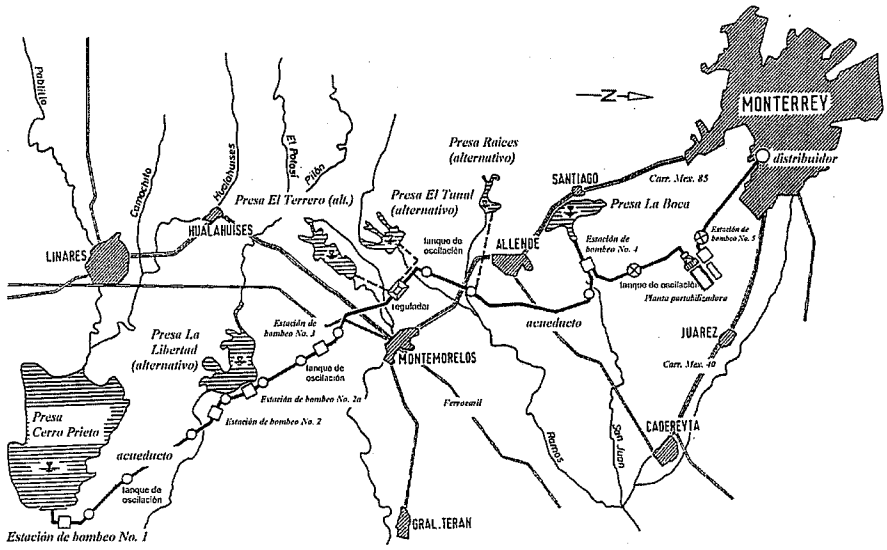


Fig. 1.- Sistema regional de abastecimiento de agua potable Linares-Monterrey (De León-Gómez 1993)

Fig. 1.- Regional water supply system Linares-Monterrey (De León- Gómez 1993)

El cañón de la Huasteca suministra en promedio, con su sistema de pozos profundos Buenos Aires, cerca de 1.60 m^3/s, siendo la fuente subterránea más importante del sistema. De las fuentes superficales se considera como principal la presa Cerro Prieto, localizada en Linares, la cual suministra cerca de 2.61 m^3/s.

Hidrogeología

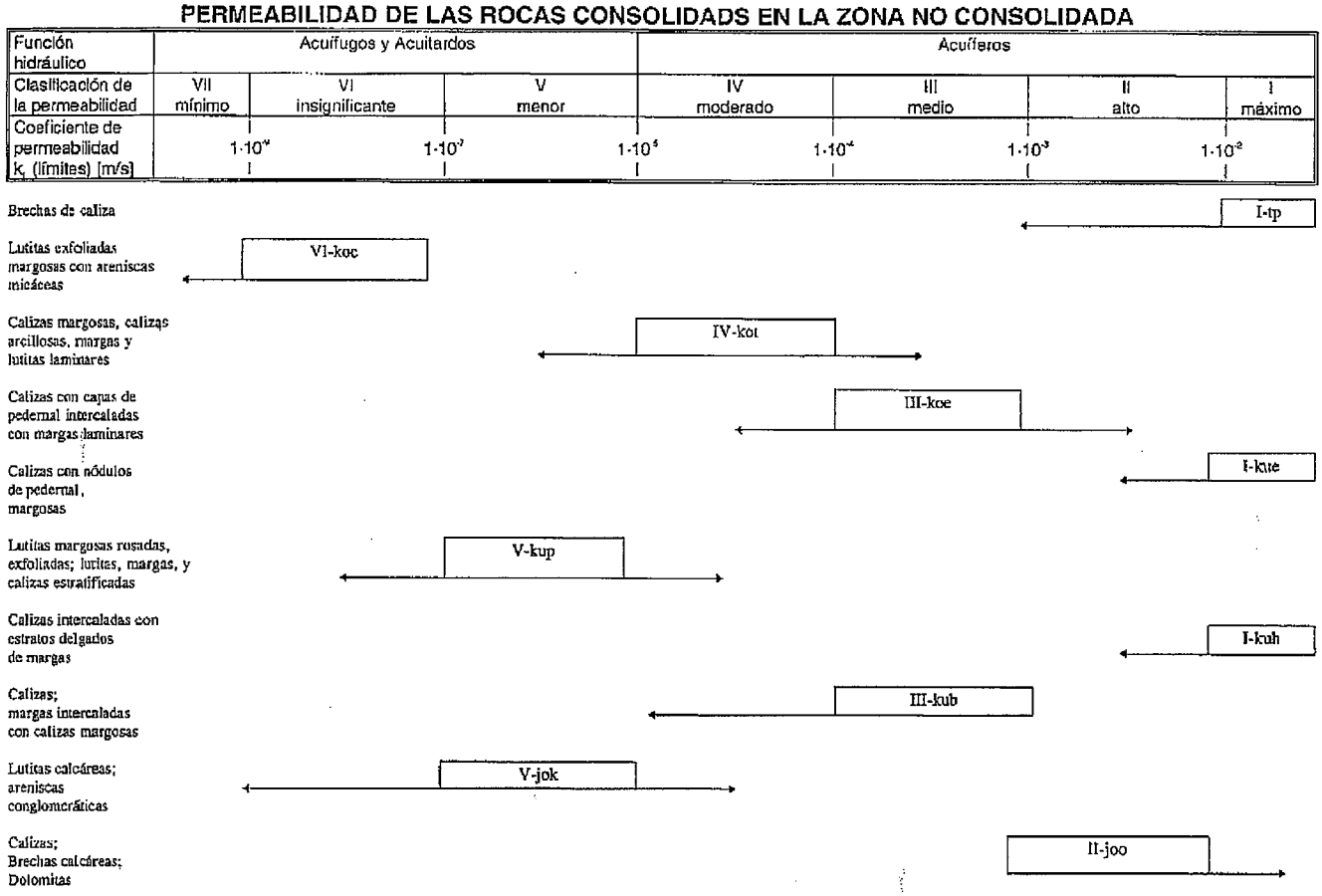
Estratos Geológicos				
Unidades hidrogeológicas	Litología	Clasificación de la permeabilidad	Formaciones y estratigrafía (espesor)	Variación de la permeabilidad
Rocas consolidadas				
I-tp	Brecha de caliza, en matriz calichosa	I máximo	Terciario / Cuaternario: Plio-Pleistoceno Brecha sedimentaria (- 200 m)	I-II
VI-koc	Lutitas estratificada, margosa, exfoliada, parc. Intercalada con areniscas micácetas	VI insignificante	Cretácico Superior: Coniaciano / Maastrichtiano Formación Méndez (- ? m)	VI-VII
IV-kot	Calizas estratificada, margosa. Capas de calcita y „bentonita", verde y silificada. Caliza arcillosa, marga y lutita laminosa, delgado a medio estrato parc. con pirita	IV moderado	Cretácico Superior: Turoniano Formación San Felipe (45-100 m) y Agua Nueva (100-170 m). En las partes altas de los formaciones:	III-IV IV-V
III-koe	Calizas con capas de pedernal, estratificada, „boudinage"	III medio	Cretácico Superior: Cenomaniano Formación Cuesta del Cura (50-60 m). En las partes bajas	III-IV II-III
I-kua	Calizas con nódulos de pedernal, estratos gruesos	I máximo	Cretácico Inferior: Albiano Formación Aurora (100-150 m)	I-II
V-kup	Lutitas margosas rojizas, calizas estratificadas, con estratos gruesos de calcita	V menor	Crétacico Inferior: Aptiano Superior Formación La Peña (0-12 m) En las partes bajas	V-VI IV-V
I-kuh	Calizas gruesas estratificadas, parc. intercaladas con estratos delgados de marga	I maximo	Crétacico Inferior: Hauteriviano Superior Formación Cupido (0-700 m)	I-II
III-kub	Calizas, margas, intercalada con calizas margosas	III medio	Crétacico Inferior: Berriasiano Formación Taraises (250-290 m)	III-IV
V-jok	Lutitas calcáreas, exfoliadas; en las partes bajas areniscas, parc. Conglomeráticas y calcareniscas	V menos	Jurásico Superior: Kimmeridgiano Formación La Casita (- 720 m) Muralla-Member (- 370 m) San Paulo-Member (- 350 m)	V-VI IV-V
II-joo	Brechas calcáreas, calizas y dolomitas en matriz margosa	II alto	Jurásico Superior: Oxfordiano Formación Zuloaga	I-II
Rocas sueltas				
2-qa	Gravas y arenas bien redondeadas, con diferentes diámetros en valles principales y valles laterales profundos	2 alto	Cuaternario: Holoceno Rellenos de valles, incluso las terrazas (0-70 m)	1-2

Tabla 1.-Unidades hidrogeológicas del Cañon Huasteca

Table 1.- Hydrogeological units of Cañon de la Huasteca

CARTA HIDROGEOLÓGICA DEL CAÑÓN DE LA HUASTECA 1 : 10 000

PERMEABILIDAD DE LAS ROCAS CONSOLIDADS EN LA ZONA NO CONSOLIDADA



EXPLICACIÓN:
La permeabilidad de las rocas consolidadas se indica en su posible variación. La posición de los rectángulos corresponde a la columna final de la tabla 1. Los signos cortos en las cajitas corresponden a la primera columna de la tabla 1. Las informaciones equivalen para la zona no consolidada. En la zona consolidada los valores se desplazan hacia la izquierda.

EXPLICACION:

←Permeabilidad en la zona no consolidada→

<ámbito estrecho >
← variación posible →

Conforme a:
SCHEIMM (1996); HEITFELD, K-H., KRAPP, L. & STOLTIDIS, I. (1974, 1980a,b)

Tabla 2.- Permeabilidades de las rocas consolidadas en la zona no consolidada

Table 2.- Permeabilities in the loosened zone of hard rocks

El cañón Santa Catarina es drenado de sureste a noroeste por el río Santa Catarina. Este río desemboca al este de Monterrey en el río San Juan y finalmente en el Golfo de México a través del Río Bravo.

El río Santa Catarina no presenta escurrimientos de manera superficial, ya que el agua es captada por el acuífero Buenos Aires al inicio de la cuenca y se aprovecha a la vez como fuente subterránea para el abastecimiento de Monterrey. Solamente en época de lluvias torrenciales, tormentas tropicales o eventos extraordinarios (Huracán "Gilbert"/ 1988) escurre de manera constante (Bäcker, 1995).

La secuencia estratigráfica de la Sierra Madre Oriental en el noreste de México se caracteriza por tres sistemas independientes y en parte intercomunicados de acuíferos. Ellos se componen de aluviones del Cuaternario, como primer piso hidrogeológico, le continúa el acuífero calcáreo con formaciones del cretácico superior como segundo piso hidrogeológico y finalmente las calizas del Jurásico Superior de la Formación Zuloaga como tercer piso hidrogeológico (Tab. 1).

Los diferentes acuíferos anteriores se intercomunican de una manera directa con los aluviones del río Santa Catarina, debido a la exposición geológica-morfológica que presentan, generando así el alumbramiento del agua subterránea en forma de manantial en la superficie.

Acuífero Jurásico

Las calizas del Jurásico Superior de la Formación Zuloaga, representan el piso hidrogeológico más profundo. Ellas afloran en los núcleos de los anticlinales Los Muertos y San Blas, formando en los centros de los valles cuerpos aislados en forma de crestas. La Formación Zuloaga presenta un fracturamiento alto debido a los efectos tectónicos considerables y procesos haloquinéticos. La equidistan-

cia de las diaclasas es regular, alcanzando longitudes de hasta 10 m. Además se presentan en las calizas fenómenos de carstificación de grado alto, debido a la textura brechosa que presenta. La permeabilidad basada en los aspectos anteriores es alta (Tab. 2).

La base del acuífero jurásico se compone de los sulfatos y calizas de la Formación Minas Viejas (Planimex 1975).

Acuífero Cretácico

Las formaciones calcáreas del Cretácico Inferior representan al acuífero más importante, siendo éstas las Formaciones Cupido, Aurora y Cuesta del Cura. Ellas forman la mayoría de los flancos de los sinclinales y anticlinales de la Sierra Madre Oriental.

La Formación Cupido, la cual tiene un espesor de más de 700 m , representa el acuífero consolidado de mayor relevancia hidrogeológica en la Sierra Madre Oriental. Estructuras cavernosas, procesos de disolución, planos de diaclasas considerables, así como la formación de "Karren" en la superficie, son típicas para una formación calcárea con un grado de carstificación alto.

Con una distribución regular de diaclasas, se puede determinar el grado de permeabilidad (ver tabla 2) que ella presenta considerando algunas variaciones locales del macizo rocoso. Es así que la capacidad de recarga se aumenta. Con ésta situación resulta un llenado rápido del volúmen de diaclasas utilizable y paralelamente se genera un descenso de los períodos de recarga en el nivel del río en épocas de sequía.

Antes de la explotación de las galerías en el cañón de la Huasteca afloraba una cantidad de fuentes en las orillas del río durante épocas de lluvias torrenciales. Actualmente, para precipitaciones torrenciales, la serie de pozos del acuífero se recargan, localizando el nivel freático a casi 1 m del nivel del lecho del río.

La Formación arcillo-margosa de La Peña, separa a la Formación Cupido de la Formación Aurora. Ella presenta también procesos de carstificación, así como un grado de fracturamiento alto.

La Formación Aurora es un acuífero de karst y de grietas, pero su importancia no es tan relevante como acuífero debido a su espesor de 150 m comparado con el acuífero de la Formación Cupido.

La Formación Cuesta del Cura, a pesar de su grado bajo de carstificación, no es de relevancia acuífera con respecto a las calizas de la Formación Aurora. Su permeabilidad aumenta poco debido a la intercalación de capas arcillosas y bandas de pedernal, así como también a sus estructuras sedimentarias del tipo "boudinage".

Acuífero Cuaternario

Los aluviones del Cuaternario, con espesores de hasta 50 m, representan un acuífero libre de importancia en la Sierra Madre Oriental. Su permeabilidad es alta a profundidades de 20 m sobre el nivel del lecho del río (Planimex, 1975).

Los aluviones están en contacto directo con las rocas consolidadas, provocado que el agua aflore en forma de manantial de manera perenne en algunas zonas.

Las brechas sedimentarias del Pleistoceno tiene una importancia relativa como acuífero debido a las extensiones en km2 dentro de la Sierra Madre Oriental. Además existen zonas de brechas con carstificaciones, las cuales les dan las características de conductoras y almacenadoras de agua (ver tabla 2).

A pesar de las épocas de sequía, ellas conservan su capacidad almacenadora, ya que afloran sobre rocas con muy baja permeabilidad y se consideran como acuíferos colgados.

Conclusiones

La elaboración de la primera carta hidrogeológica del Cañón de la Huasteca se basó en el concepto hidrogeológico de las cartas elaboradas en el Instituto de Ingeniería Geológica e Hidrogeología de la Universidad Técnica de Aachen (RWTH-Aachen), utilizando el banco de datos hidrogeológicos disponibles de los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey.

El principio de la elaboración fue obtenida de las cartas de Nordrhein-Westfalen/Alemania en escalas 1: 50000 (Schlimm 1996), las normas hidrogeológicas de Struckmeier y Margat (1995), la metodología de Breddin (1963) y metodologías actuales de Heitfeld, Krapp y Stoltidis (1974).

Además de la carta hidrogeológica, cabe destacar los resultados obtenidos en las tablas 1 y 2, las cuales muestran las permeabilidades obtenidas de las formaciones litológicas del área de estudio.

Agradecimientos

El presente trabajo de investigación se realizó con el apoyo de la base de datos de los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, así como el apoyo técnico de la Facultad de Ciencias de la Tierra/ UANL y el Instituto de Ingeniería Geológica e Hidrogeología de la Universidad Técnica de Aachen (RWTH-Aachen)/Alemania.

Referencias

Bäcker, S. (1995): *Tesis*, Univ. Aachen, 1-66. Inédita

Bredin, H. (1963): *Geol. Mitt.*, 2/4: 393-416.

Heitfeld, K.H., Krapp, L., and Stoltidis, I. (1974): *Geol. Mitt.*, 12: 413-430.

Heitfeld, K.H., Krapp, L., and Stoltidis, I. (1980a): *Mitt. Ing.- u. Hydrogeol.*, 4: 45-66.

Hetifeld, K.H., Krapp, L., and Stoltidis, I. (1980b): *Mitt. Ing.- u. Hydrogeol.*, 4: 67-77.

León-Gómez, H. de (1993): *Mitt. Ing.- u. Hydrogeol.*, 53: 1-181.

Planimex (1975): *Reporte*, Monterrey, I: 1-90. Inédito.

Schlimm, W. (1996): *Reporte*, Krefeld, 1-145. Inédito.

Struckmeier, F. and Margat, J. (1995): *Int. Contr. to Hydrogeol.*, Hannover, XVI: 1-177.