Estudios geológicos preliminares para el desarrollo de recursos hídricos con fines de abastecimiento de agua potable de Monterrey en la Sierra de Higueras, Nuevo León, NE-México.

Geological Prestudies for the Development of New Ground Water Resources for the Water Supply of Monterrey in Sierra Higueras, Nuevo León, NE-Mexico

H. de León-Gómez (*), D. Masuch-Oesterreich (*), F. Medina-Barrera (*), V. Köhler (**), J. Liestmann (**), M. Mühlenkamp (**)

(*) 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
(**) Lehrstuhl für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie, RWTH-Aachen, Lochnerstr. 4-20; 52064 Aachen/Alemania

ABSTRACT

Located some 40 km northeast of the city of Monterrey, the Sierra Higueras represents one of the most outstanding morphological features within the foreland of the Sierra Madre Oriental. Due to an increasing demand for water resources for the water supply of the metropolitan area of Monterrey and a growing industry in the state of Nuevo León, the federal water supply agency of Monterrey (Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey) is steadily seeking new groundwater exploitation sites. The first detailed geological mapping of parts of the Sierra Higueras in a scale of 1:10 000 provides a basis for future hydrogeological investigations. Recent information about lithology and the system of joints, faults, and fissures help to locate potential groundwater resources.

Key words: *lithology, faults, joints, groundwater, water supply, Sierra Madre Oriental*

Geogaceta 23 (1998), 83-85
ISSN: 0213683Xe

Geología, estratigrafía, tectónica

El área de estudio se encuentra en el norte de la Sierra de Higueras, ella tiene una dirección NNW-SSE formando una estructura de anticlinal con alturas promedio de 600 m.s.n.m.. Además el área comprende la parte sureste del antepaís de la Sierra de Higueras, la cual forma parte de la Sierra de Picachos (Fig. 1)

La edad de las formaciones geológicas comprenden del Cretácico Inferior temprano (Albiano) hasta el Cretácico Superior (Turoniano superior), (Wall, *et al.*, 1961). Las formaciones mas antiguas son del tipo calcáreo de la Formación Tamaulipas superior. Se compone de calizas micríticas con estratos masivos, formando las cumbres mas elevadas del anticlinal principal de la Sierra de Higueras. Hacia el techo de la formación afloran estratos con contenidos arcillosos predominantes, los cuales pertenecen a la Formación Cuesta del Cura, la que ade-

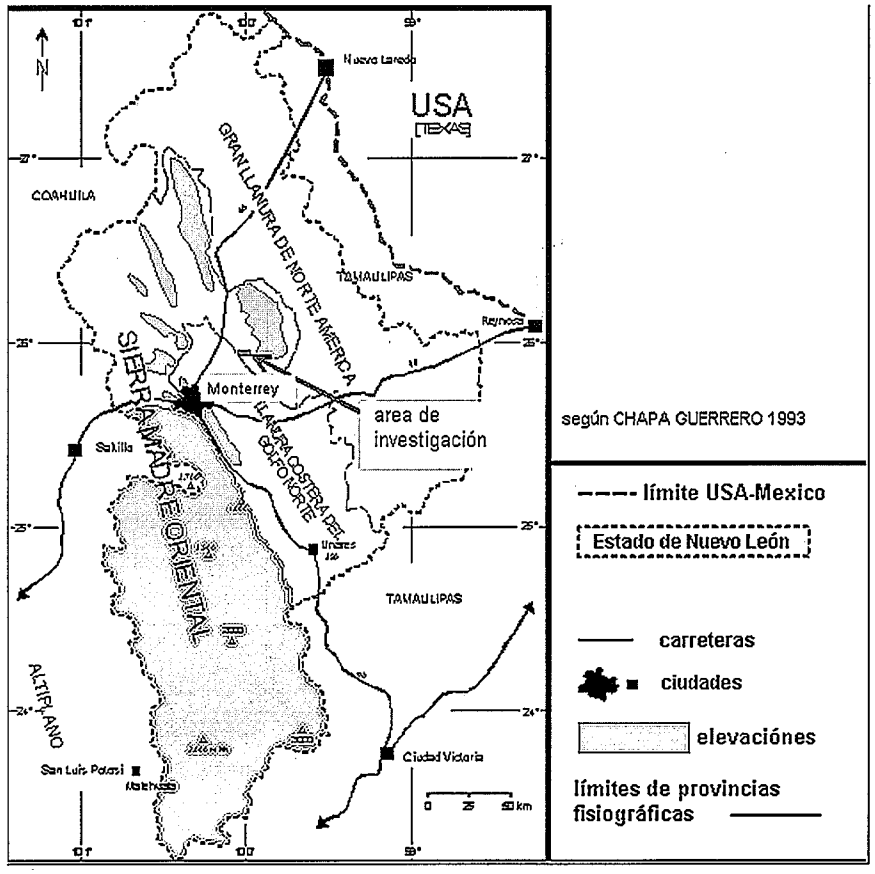

Fig. 1.-Localización de la Sierra Higueras en el antepais de la Sierra Madre Oriental

Fig 1.- Situation of the Sierra Higueras in the Sierra Madre foreland

más contiene calizas micríticas con estructuras sedimentarias del tipo "boudinage", (Köhler, 1996).

La Formación Agua Nueva se compone de una serie monótona de calizas arcillosas y lutitas carbonosas en forma de placas delgadas. En comparación con las series heterogéneas de calizas y margas de la Formación San Felipe, el contenido de arcillas disminuye. Hacia el valle entre la Sierra de Higueras y la Sierra de Picachos se localiza una estructura sinclinal rellenada por material clástico del Terciario y Cuaternario (Liestmann, 1996). Hacia la base de ellos se localizan discordantemente las lutitas y esporádicamente, en el techo calizas arcillosas de la Formación Méndez (Fig. 2).

Como resultado del análisis se tiene que el eje del anticlinal principal de la Sierra de Higueras presenta una dirección NNW-SSE y una vergencia suave hacia el SSE (Fig. 3). En los flancos del anticlinal de la Sierra de Higueras, con buzamientos de casi 30° hacia el Este y Oeste, se cartografiaron una serie de microplegamientos, cuyos ejes son perpendiculares al eje principal del anticlinal de la Sierra de Higueras. Además se observaron sistemas de fracturamiento en los afloramientos, siendo estos los sistemas ortogonales predominantes de fracturamiento. Además se observó un tercer sistema de fracturamiento de segundo orden, (Múhlenkamp, 1996).

Los resultados tectónicos muestran la existencia de dos fases de esfuerzos compresionales. Una de ellas, con dirección de compresión ENE-WSW, plegó las formaciones cretácicas fromando así la Sierra de Higueras así como la influencia en la reactivación de las diaclasas existentes.

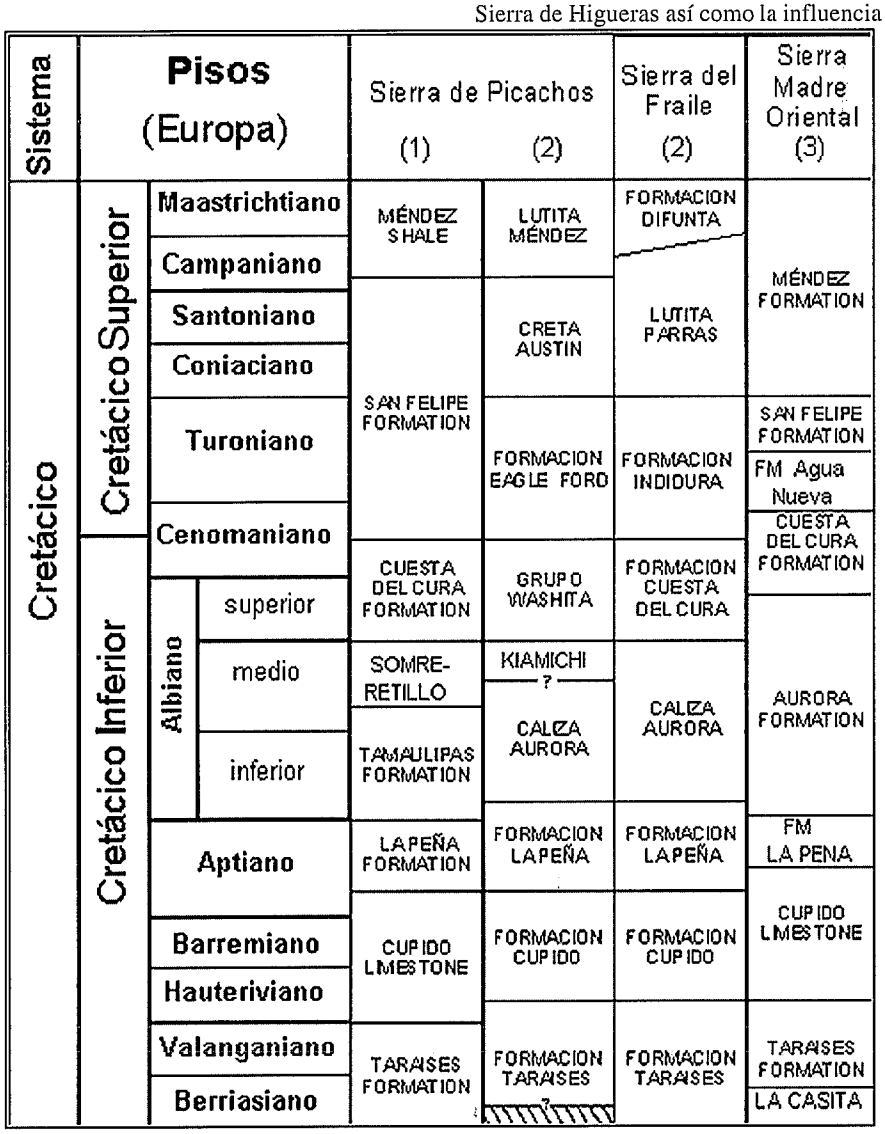

Fig. 2.- Correlación estratigrafica de tres cadenas montañosas en las cercanias de la Sierra Higueras, siguiente a Bishop 1970 (1), Agua y Drenaje de Monterrey 1985 (2), Götte 1990 (3).

Fig. 2.- Stratigraphic correlation of three mountain regions in the vicinity of the Sierra Higueras, after Bishop 1970 (1), Agua y Drenaje de Monterrey 1985 (2), Götte 1990 (3).

Hidrogeología

En base a las relaciones litológicas y tectónicas de las formaciones aflorantes, se pueden diferenciar dos tipos importantes de acuíferos. Uno de ellos lo constituye los depósitos aluviales (acuífero de gravas), los cuales afloran de manera discordante sobre las lutitas homogéneas poco permeables de la Formación Méndez. Ellas son buenas conductoras de agua en cantidades pequeñas. El acuífero principal lo constituyen las calizas masivas de la Formación Tamaulipas Superior, las cuales presentan un grado de fracturamiento alto.

En la Sierra Madre Oriental se diferencian tres pisos hidrogeológicos generales: (piso 1) corresponde a las calizas jurásicas de la Formación Zuloaga y representan el acuífero profundo, (piso2) corresponde a las calizas cretácicas de las Formaciones Cupido, Aurora y Cuesta del Cura del acuífero intermedio y (piso 3) corresponde a los aluviones recientes del acuífero libre. Este modelo hidrogeológico solo puede ser comparado en algunas zonas muy locales de la Sierra de Higueras, ya que no afloran las formaciones basales de la Formación Tamaulipas superior.

Las diaclasas de las calizas masivas de la Formación Tamaulipas Superior tienen aberturas de 6 cm y se encuentran con un grado de relleno muy bajo, razón por la cual se contemplan como acuífero de grietas conductor de agua subterránea.

Las rocas de la Formación Cuesta del Cura que sobreyacen a las calizas de la Formación Tamaulipas Superior, no juegan un papel tan importante como acuíferos. Esto es debido a las cantidades altas de material arcilloso-margoso, a las aberturas tan pequeñas de las diaclasas y al relleno alto de material en las diaclasas.

La tendencia del aumento de las aberturas de las diaclasas se refleja en las Formaciones Agua Nueva y San Felipe, las cuales subyacen concordantemente a la Formación Cuesta del Cura. En la parte sur del área de estudio existe una perforación, cuya agua subterránea se explota de la Formación Agua Nueva. Ella se compone de horizontes de rocas calcáreas fracturadas intercaladas con margas carbonosas, las cuales le dan el carácter bajo de conductor de agua.

En el techo de la Formación San Felipe, aflora una secuencia de rocas lutíticas y calizas arcillosas de la formación Méndez. En una perforación de 70 m. de profundidad, localizada en sedimentos

sueltos cuaternarios (gravas) al NW de la ciudad de Higueras, afloran las lutitas de la Formación Méndez. Esto significa que entre la sierra de Higueras y la sierra de Picachos se localiza una estructura sinclinal rellenada por sedimentos del cuaternario, resultando así que en la parte este de la sierra de Higueras, aflore también la misma Formación Méndez.

Desde el punto de vista hidrogeológico se contemplan dichas lutitas como muy poco permeables, debido al fracturamiento que ellas presentan y forman a la vez el estrato superior de las formaciones acuíferas descritas anteriormente (Tamaulipas superior, Cuesta del Cura, Agua Nueva y San Felipe).

El flujo del agua subterránea en el área de estudio se localiza en las formaciones calcáreas que afloran en forma tectónica discordantes unas sobre otras. Además la gran porosidad que presentan algunas formaciones, combinando con la permeabilidad allí presente, permiten un flujo subterráneo considerable. Los acuíferos de gravas regionalmente, son aprovechados a través de pozos poco profundos por los rancheros de la ciudad de Higueras.

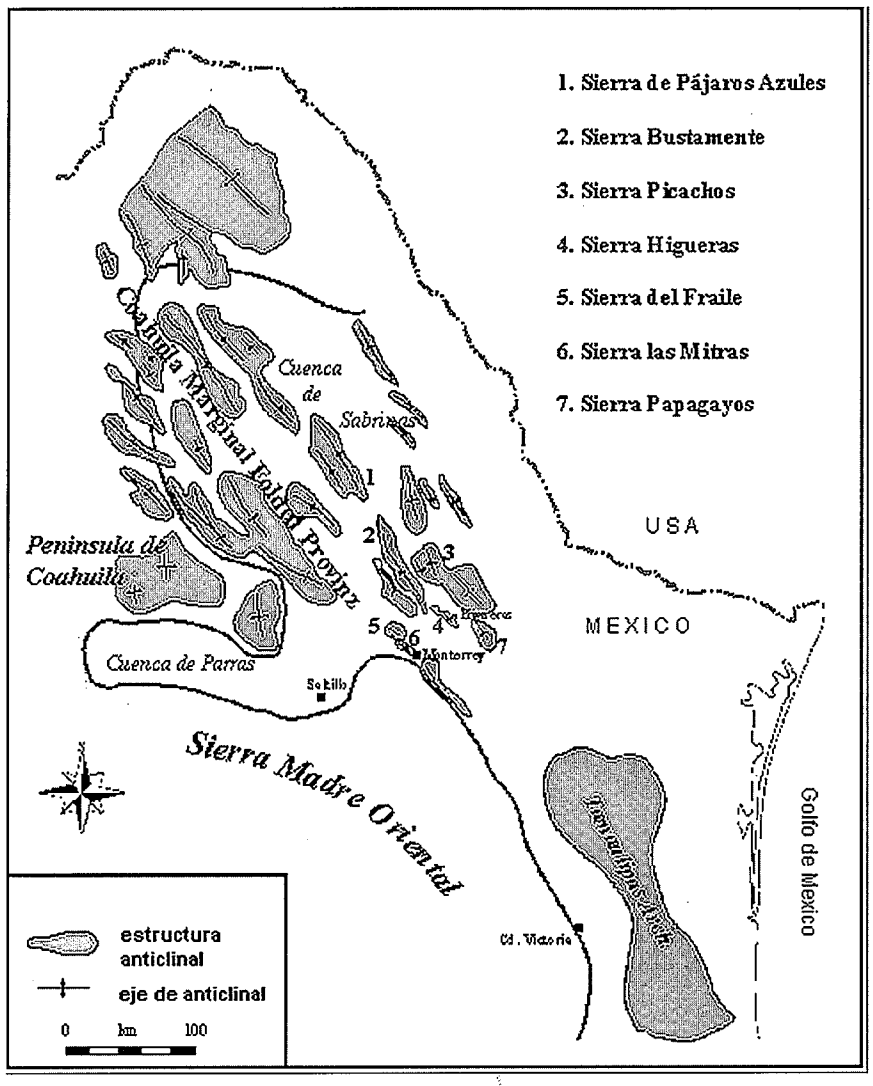

Fig. 3.-Ésquema de las estructuras en el noroeste de Mexico

Fig. 3.- Tectonic structures in northeastern Mexico

Conclusiones

En la Sierra de Higueras se han determinado dos tipos importantes de pisos hidrogeológicos. El más sobresaliente y con características hidrogeológicas relevantes, lo representa las rocas calcáreas masivas de la Formación Tamaulipas Superior, el de segundo orden de importancia hidrogeológica son los aluviones del Cuaternario.

En el marco de la geología a detalle de la Sierra de Higueras se determinaron sistemas de fracturamiento, que representan los caminos del agua subterránea.

Como resultado final se obtuvo la primera carta geológica-tectónica a escala 1:10000 de la sierra de Higueras como base elemental para la exploración y explotación del agua subterránea con fines de abastecimiento de agua potable a la ciudad de Monterrey.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación se realizó con apoyo técnico y logístico de los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, la Facultad de Ciencias de la Tierra/UANL y el Instituto de Ingeniería Geológica e Hidrogeología de la Universidad Técnica de Aachen/Alemania.

Referencias

Agua y Drenaje de Monterrey (1985): *Tabla estratigráfica*, Monterrey. Inédita

Bishop, B.A. (1970): Stratigraphy of sierra de Picachos and Vicinity, Nuevo León, Mexico. *Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 54,7: 1245-1270, 25 pags.

Chapa-Guerrero, J.R. (1993): *Mitt. Ing. Geol. u. Hydrogeol.*, 54:1-164

Götte, M. (1990): *Tesis Doctoral*, Univ. Darmstadt, 1-270. Inédita

Köhler, V. (1996): *Tesis doctoral*, Univ. Aachen, 1-104. Inédita

Liestmann, J. (1996): *Tesis Doctoral*, Univ. Aachen, 1-82. Inédita

Mühlenkamp, M. (1996): *Tesis Doctoral*, Univ. Aachen, 1-87. Inédita

Wall, J.R., Murray, G.E. y Díaz, T. (1961): *Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans.*, 11:57-71