ESTUDIO GRAVIMETRICO EN LA PARTE SUROESTE DE SAN LUIS POTOSI

*Adolfo Vázquez Contreras **

RESUMEN

Con el objetivo de apoyar los estudios geológicos regionales del Departamento de Geohidrología de la Comisión Federal de Electricidad y continuar con el suministro de agua en el área, el Departamento de Geofísica de la misma dependencia llevó a cabo la interpretación de las anomalías gravimétricas del área en base a la información proporcionada por la Coordinación Ejecutiva de Exploración de Petróleos Mexicanos. Se presenta una estimación de la profundidad a la que se encuentran las formaciones del Cretácico Inferior en los valles y zonas cubiertas por derrames volcánicos en base al modelado bidimensional de 9 perfiles, los que se integraron en un plano de profundidades a la cima de dichas formaciones. Se considera que estas últimas pueden constituir un acuífero diferente al que se explota actualmente.

ABSTRACT

In order to give support to the regional geological studies performed by the Geohidrology Department of the Federal Power Bureau and to continue the water supply to the area, the Geophysics Department of this institution carried out an interpretation of the gravimetric anomalies of the area based on information supplied by the Exploration Coordination of PEMEX. Depths to the lower cretacic rocks are estimated for the basins and the zones covered by volcanic flows. Two-dimensional modeling of 9 profiles was integrated in a plant view of the top of such formations. These ones may contitute a single equifer different from the one not which is actually exploited.

** Departamento de Geofísica, C. F. E.*

INTRODUCCION

El suministro de agua en el valle de Villa de Reyes San Luis Potosí es un problema de vital importancia debido a la existencia de centros de población y varias industrias que requieren un mayor suministro de agua. El estudio de las condiciones geológicas estructurales es una parte importante de los estudios encaminados a determinar el potencial geohidrológico del área y a la localización de pozos exploratorios. Para alcanzar estos objetivos, el Departamento de Geohidrología de la CFE programó estudios geológicos y geofísicos en el área de Villa de Reyes, enfocados al aprovechamiento de un sistema acuífero diferente al que se explota actualmente en la Latita Portezuelo y la Ignimbrita Sta. María, ambas del Terciario, las cuales se encuentran intensamente fracturadas y falladas, presentando horizontes productores a diversas profundidades. El espesor de estos derrames ígneos llegar a ser de 600 m.

Se considera que las formaciones Cuesta del Cura y El Abra, en el área de Villa de Reyes del Cretácico Medio, pueden constituir un buen acuífero y por ello los estudios se han dirigido hacia la determinación de la profundidad de estas formaciones. El método gravimétrico es adecuado para el estudio regional de estructuras, como es el caso del presente trabajo.

METODO GRAVIMETRICO

El método gravimétrico consiste en medir variaciones del campo gravitacional terrestre

para interpretar los cambios de la densidad de las rocas en función de estructuras geológicas enterradas, principalmente de magnitudes regionales.

Las lecturas relativas de gravedad se llevan a cabo con instrumentos denominados gravímetros en estaciones que cubren el área de interés. Estas lecturas se corrigen por latitud y topografía con el fin de aislar los efectos debidos exclusivamente a cambios de densidad. La configuración de estos valores da como resultado un plano de anomalía de Bouguer (Fig. 2) el cual puede ser interpretado mediante una serie de estructuras en el subsuelo con distintas características de densidad, forma y profundidad.

En la prospección hidrogeológica se ha empleado este método principalmente para detectar y delinear paleovalles y para evaluar la potencia del relleno de grandes cuencas. Las condiciones indispensables para su utilización son que exista un contraste de densidad suficientemente fuerte entre los materiales rocosos y que las interfases en el subsuelo no tiendan a ser horizontales.

Normalmente se interpretan las secciones gravimétricas ajustando, por prueba y error, un modelo de cuerpos con forma geométrica y densidad conocidas, hasta obtener una curva teórica similar a la anomalía observada.

MARCO GEOLOGICO

El área de estudio pertenece a la Subprovincia de Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato y

LOCALIZACION DE PERFILES GRAVIMETRICOS EN EL AREA DE ESTUDIO

FIGURA 1

MAPA DE ANOMALIA DE BOUGUER DE LA PARTE SW DE SAN LUIS POTOSI

FIGURA 2

a la Provincia Fisiográfica de la Mesa Central (López, 1982). De acuerdo a la división del país en provincias geológicas, el área ocupada por los valles de San Luis Potosí, Villa de Reyes y Melchor se localiza dentro de la Cuenca Mesozoica del Centro de México y es adyacente a la Plataforma Valles - San Luis Potosí situada al oriente de la capital del estado (Carrillo, 1971).

El lugar presenta dos principales sistemas de fracturamiento, el más importante de los cuales tiene una orientación NW-SE y el otro es perpendicular al primero. El flujo superficial y subterráneo está controlado por un basculamiento regional del área hacia el NE (CFE, 1987).

El valle de Villa de Reyes constituye una depresión de 70 km de longitud y 15 km de ancho, en promedio, con una orientación general NE-SW; al W y NW está limitado por la Sierra de San Miguelito, al E y SE por la Sierra de Santa María y al NE por la Sierra de Alvarez (Fig. 1); al N se comunica con el valle de San Luis Potosí, que tiene una orientación general NW-SE. Al poniente de Villa de Reyes, entre la Sierra de San Miguelito y el Cerro El Renuevo, se presenta la depresión de Bledos con orientación NW-SE.

Las Sierras de San Miguelito y Santa María están constituidas por rocas volcánicas ácidas. La Sierra de Santa María presenta una depresión en la zona Ojo Caliente - Sta. María del Río, con orientación NW-SE, intersectando a 90° el valle de Villa de Reyes. La Sierra de Alvarez, al E de los valles de San Luis Potosí y Villa de Reyes,

tiene una orientación NW-SE y está formada por rocas sedimentarias marinas que forman estructuras anticlinales y sinclinales. El pozo Xoconoxtle de PEMEX, situado unos 34 km al oriente de San Luis Potosí en la Sierra de Alvarez, es la perforación profunda más cercana al área de estudio, atravesando 56 m de riolitas y 979 m. de calizas del Cretácico Superior e Inferior hasta llegar a 2998 m. de profundidad, después de cortar a la Formación Las Trancas (?), que pertenece al período Jurásico (Rueda et al, 1977).

Las rocas más antiguas reportadas en el área corresponden a calizas del Cretácico Medio de las formaciones El Abra y Cuesta del Cura, que afloran en la Sierra de Alvarez. Sobreyaciendo a estas rocas se encuentra la Formación Caracol Indidura (arenisca y lutitas) del Cretácico Superior, que se presenta como un pequeño afloramiento alargado y paralelo al valle en la base de la Sierra de San Miguelito. La secuencia continua con la Formación Cenicera del Eoceno-Paleoceno, constituida por un conglomerado basal y termina con rocas volcánicas (traquitas y riolitas) del Terciario y sedimentos cuaternarios. Al Este de la Sierra de Sta. María aflora un batolito granítico.

INTERPRETACION DE PERFILES

La Interpretación gravimétrica se realizó a través de las líneas trazadas sobre el plano de anomalía de Bouguer proporcionado por PEMEX. En total se trazaron 9 líneas para cubrir las estructuras de interés en los valles de San Luis

Potosí y Villa de Reyes (Figs. 1 y 2). Debe señalarse que el plano de anomalía de Bouguer carece de información al oeste del valle de Melchor. Los mínimos gravimétricos forman un tren de grandes anomalías a lo largo de los valles, separándolos de las sierras e indicando estructuras importantes a profundidad.

La Figura 3 es un plano de anomalía residual, obtenida de restar un polinomio de segundo orden (anomalía regional) al plano de anomalía de Bouguer. Puede observarse como el valle de Melchor parece estar separado a profundidad del valle de Villa de Reyes por un alto estructural relativo.

En la interpretación de las curvas se utilizó un programa de Talwani para modelos bidimensionales, es decir considerando cuerpos de longitud infinita y sección transversal uniforme.

Tomando en consideración los espesores de sedimentos cuaternarios cortados por barrenos en el valle de Villa de Reyes, así como los afloramientos de caliza del Cretácico Medio en la Sierra de Alvarez, un modelo bidimensional inicial se fue mejorando por prueba y error a la anomalía de Bouguer para cada sección, hasta obtener un ajuste aceptable y congruente con los cruces de las otras líneas. El modelo así obtenido debe ser calibrado con la información de pozos profundos, los cuales desafortunadamente no existen en el área.

De acuerdo con los objetivos de la interpretación y la columna estratigráfica del área, se consideraron para el modelado tres unidades

geofísicas con los siguientes promedios de densidad:

- 1) Sedimentos cuaternarios, con 2.15 gr/cm³
- 2) Rocas volcánicas del Terciario y rocas sedimentarias del Cretácico Superior con 2.5 gr/cm³.
- 3) Calizas del Cretácico Medio y granito con 2.85 gr/cm³.

El modelo gravimétrico resultante debe considerarse sólo como una aproximación a la estructura geológica regional del área.

La localización de los perfiles gravimétricos interpretados se muestra en la Figura 1.

RESULTADOS

Las figuras 4,5,6 y 7 muestran algunos de los perfiles gravimétricos interpretados, apareciendo la curva teórica ajustada con línea punteada, el perfil topográfico con desniveles máximos de 250 m. entre el valle y la sierra y el modelo de profundidades referido al nivel medio de la superficie, que en el área es de 1850 msnm.

A continuación se comentan algunos de los perfiles interpretados:

- Línea Q-Q' (Fig. 4).- La anomalía gravimétrica correspondiente a esta línea de 40 Km. de longitud, situada en el valle de Melchor parece indicar la existencia de dos subcuencas con profundidades máximas de aproximadamente 4 Km, separadas por un bloque más alto de 2

MAPA DE ANOMALIA GRAVIMETRICA RESIDUAL DEL
SW DE SAN LUIS POTOSI

FIGURA 3

PERFIL GRAVIMETRICO Q - Q'

PERFIL GRAVIMETRICO P-P

FIGURA 5

Km de profundidad. Hacia el NE, las profundidades del sustrato disminuyen gradualmente para alcanzar 1.2 Km bajo los derrames ígneos de la Sierra de Santa María y descender nuevamente a 2 Km.

- **Línea P-P'** (Fig. 5). Este perfil de 52 km de longitud cruza todo el valle de Villa de Reyes longitudinalmente. La profundidad estimada en la zona cercana a Villa de Reyes fue de 2.4 Km para el sustrato, profundizándose hacia el centro del valle hasta llegar a los 3 Km. Esta subcuenca está separada de otra, al NE, por una elevación de 1.8 Km. de profundidad localizada en el área de La Pila, teniendo la segunda subcuenca unos 2.5 Km de rellenos.

- **Línea M-M'** (Fig. 6). En esta línea de 27 Km de longitud, que atraviesa el valle de San Luis Potosí, se estimó para el sustrato una profundidad de 1.6 Km en la parte que limita con la Sierra de San Miguelito; continuando hacia el SE se interpretó una cuenca de 3.2 Km de profundidad hasta su base; finalmente, el relieve del sustrato asciende hasta aflorar en la Sierra de Alvarez.

- **Línea N-N'** (Fig. 7). En este perfil de 40 Km de longitud que cruza el valle y la ciudad de San Luis Potosí de W a E, se interpretaron dos subcuencas de 2.7 km de profundidad separadas por un bloque elevado de 1.7 Km de profundidad localizado aproximadamente bajo la ciudad, ascendiendo el sustrato hacia el E hasta aflorar en la Sierra de Alvarez.

La Figura 8 muestra la configuración de la cima de las calizas del Cretácico Medio en base a la interpretación de los perfiles gravimétricos. Las profundidades vertidas sobre este plano corresponden a modelos bidimensionales, por lo cual la interpolación lleva un error difícil de cuantificar.

CONCLUSIONES

- 1) El modelo gravimétrico del área de Villa de Reyes - San Luis Potosí indica una serie de estructuras, probablemente afalladas, con rumbo NW-SE así como en la dirección conjugada (perpendicular).
- 2) De acuerdo al modelo gravimétrico el sustrato asciende desde el valle hacia la Sierra de Alvarez lugar en donde afloran las calizas del Cretácico Superior, paralelamente a dicha sierra y con una pendiente muy suave que puede asociarse a pliegues recumbentes.
- 3) Las profundidades calculadas para las calizas del Cretácico Medio oscilan entre 1.7 y 3.4 km para el valle de San Luis Potosí, entre 2 y 3 Km para el valle de Villa de Reyes y entre 2.5 y 4 Km para el valle de Melchor.
- 4) Unos 6 Km al SW de Villa de Reyes, en la Sierra de Santa María, se estima que las calizas del sustrato se encuentran a una profundidad relativamente somera de 1.2 Km. razón por la cual esta zona debería ser objeto de más estudios, como los sondeos eléctricos verticales de investigación profunda, que corroboren y complementen la interpretación gravimétrica, a

PERFIL GRAVIMETRICO M-M'

FIGURA 6

PERFIL GRAVIMETRICO N-N'

FIGURA 7

MAPA DE PROFUNDIDADES A LA CIMA DE LAS CALIZAS DEL CRETACICO INFERIOR

FIGURA 8

fin de evaluar las posibilidades acuíferas del subsuelo.

5) El valle de Villa de Reyes y el valle de Melchor se encuentran muy probablemente separados por un alto estructural.

BIBLIOGRAFIA

- Carrillo, B. J., 1971.- La Plataforma Valles - San Luis Potosí,: Boletín de la AMGP, Vol. XXIII, Nos. 1-6.
- C.F.E., 1987.- Estado Actual de la Exploración y Evaluación Geohidrológica en el Area de la C.T. San Luis Potosí, Departamento de Geohidrología, Suptcia. Pacífico Norte.
- I.N.A.H., 1981.- Bosquejo histórico del Valle de Villa de Reyes.
- López R., E., 1982, Geología de México 3 T., Tercera edición, México D.F.
- PEMEX, 1981.- Plano de anomalía de Bouguer, Area Guaxcama, S. L. P.- Gto. - Qro.
- Rueda, J.M., De Castro, T., Hernández, O. y Collado, M., 1977.- Estudio palinológico geoquímico y petrográfico de los núcleos 10 y 11 del pozo Xoconoxtle No. 1 en el Altiplano Mexicano: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, Vol. IX, No. 4.
- U.A.S.L.P., 1982.- Mapa de integración geológica de la parte SW del Estado de San Luis Potosí.
- Vázquez, C. A., 1988.- Interpretación Gravimétrica del Area Villa de Reyes - San Luis Potosí, Depto. de Geofísica, C.F.E., informe interno, inédito.