

Comentarios al Estudio de Fallas y Fracturas Geológicas de la Ciudad de Aguascalientes

Mecanismo de Fracturamiento

*Ing. Humberto Castañeda Molina/Ing. Manuel Andrei Murillo Méndez/Ing. Juan Antonio Fuentes López/
Ing. Jorge Pío Monsiváis Santoyo/Programa de Investigaciones Urbanísticas*

40

RESUMEN

Se presenta la serie de actividades relacionadas con el estudio de fallas y fracturas de la ciudad de Aguascalientes y que comprende el levantamiento cartográfico de las estructuras geológicas presentes en el área urbana, la ejecución de encuestas de daños y la elaboración de datos estadísticos sobre la situación y avance del agrietamiento, así como la clasificación y diferenciación entre el fallamiento antiguo y el agrietamiento reciente (primer artículo).

Se analizan los mecanismos de falla particulares en función de la estratigrafía, de la tectónica y de los abatimientos por superposición de conos.

Se analizan algunas de las propiedades mecánicas de los estratos superficiales sujetos al proceso de agrietamiento.

Se elabora hipótesis propia del mecanismo de fracturamiento con su correlación a los cambios estratigráficos, diferencias en las profundidades basamentales, concentración de pozos de bombeo y abatimientos diferenciales, se construyen monumentos testigo para la cuantificación periódica de los movimientos en las estructuras geológicas estudiadas y se plantean las medidas relativas a la atenuación de los efectos del agrietamiento y al establecimiento de medidas correctivas en casos de afectación.

INTRODUCCION

El Valle de Aguascalientes se manifiesta como una depresión topográfica definida por la cota 2000 m.s.n.m., definido fisiográficamente como un graben de rumbo constante N 10 E,

se considera por su semejanza con otros valles, como el de Villa de Reyes en S.L.P. y Guanajuato, y el de Lagos de Moreno en Jalisco, como perteneciente a un amplio sistema tectónico de estructuras originadas por esfuerzos de tensión, (A partir del mioceno).

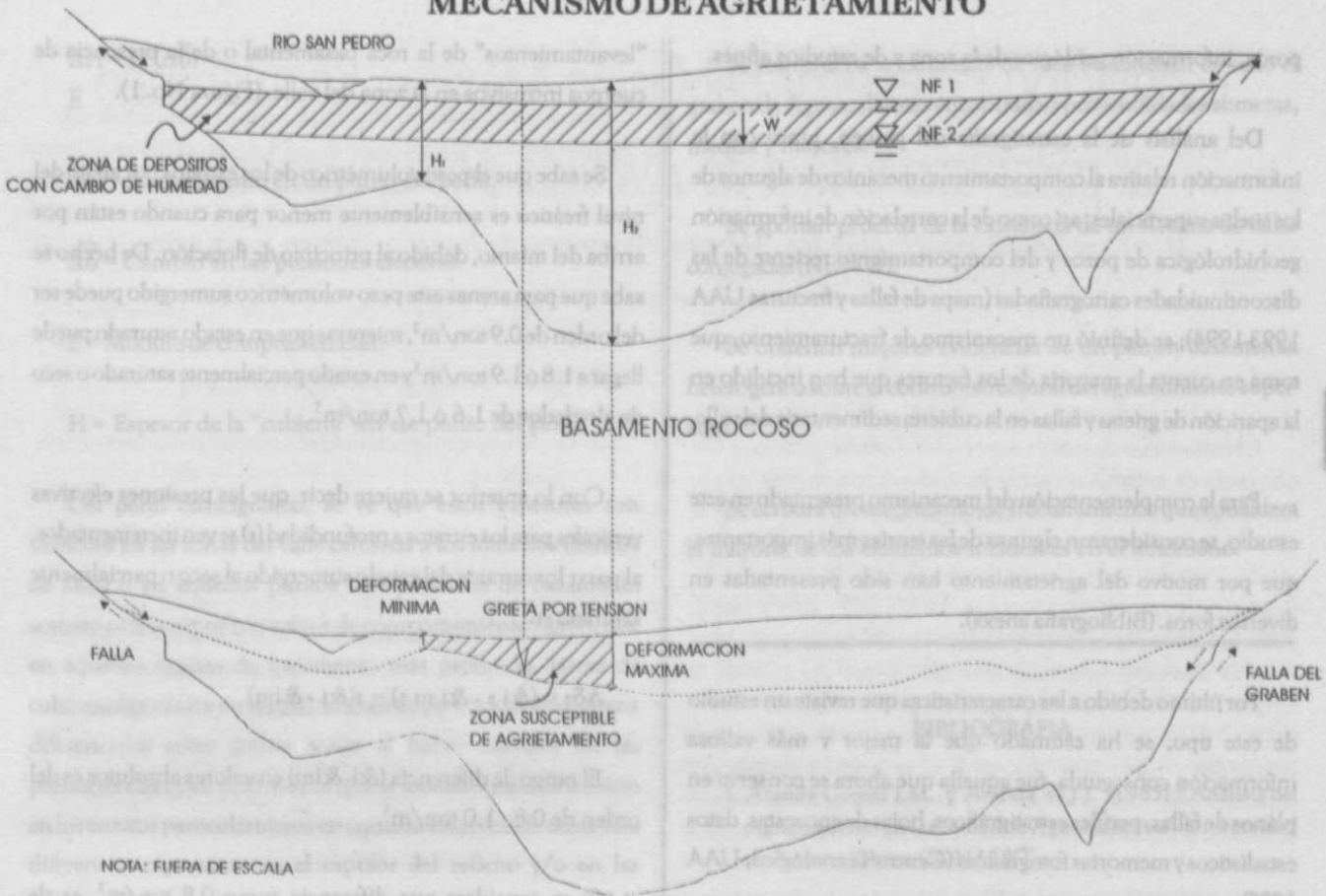
Situado entre tres grandes regiones del centro de México, al poniente la Sierra Madre Occidental, al SW, la altiplanicie neovolcánica y al norte, la mesa central, el Valle de Aguascalientes con una anchura promedio de 15 km al norte y de 10 km en su parte sur, tiene un desarrollo longitudinal de 65 km; área de dimensiones menores pero de complejidad geológica considerable.

Las rocas que afloran en la margen poniente del graben, comprenden dos paquetes básicos, a los que se les da el nombre de complejo basal (preoligocénico) y secuencia volcánica (oligocénica). El primer grupo abarca a la formación Cieneguitas, al tronco San Gregorio y a los diques dioríticos, la cubierta volcánica encierra a las formaciones: "Riolita la Tomatina", "Riolita el Venaderito", "Toba El Picacho", y "Riolita la Peña Blanca".

En el flanco oriental del graben afloran rocas de la secuencia volcánica y sedimentos piroclásticos, acompañados de areniscas tobáceas y tobas retrabajadas, con fauna micénica. Se reporta de perforaciones profundas realizadas en las áreas de Morelos, Ojocaliente y Jesús Terán, la presencia de gravas, conglomerados, secuencias volcánicas y rocas del complejo basal.

La fosa de hundimiento entre los flancos de falla, presenta: gravas, arenas de mioceno, sedimentos aluviales (cuaternario),

MECANISMO DE AGRIETAMIENTO



cortes de pozos profundos, muestran a profundidad variable rocas de la secuencia volcánica (pozo Panorama y pozo Santa Rosa) y rocas del complejo basal, a profundidades también variables (pozo especies menores, pozo San Felipe, pozo Agostaderito, pozo Granja San Carlos, pozo Cd. de los Niños y pozo Aeropuerto a 900 metros).

La idea de un basamento de características anisotrópicas y de disposición irregular en el subsuelo, tanto en los flancos de falla como dentro del bloque hundido, al sur del valle, la posible presencia de estructuras regionales de rumbo NW, reconocidas como probables prolongaciones de la Falla del Bajío (?); permite considerar que el sistema tectónico extensivo continúa activo, lo cual se podría observar en las elevaciones de los gradientes geotérmicos, en los eventos sísmicos de baja intensidad con epicentros cercanos a las franjas de fallas y con los levantamientos locales, del orden de 100 metros de los depósitos de grava y arena al oriente del graben.

Se presenta un mecanismo de fracturamiento que contempla el aspecto de una tectónica activa y la consideración de un

acuífero sobreexplotado. (Primera parte del estudio).

Se infiere un patrón de agrietamiento subparalelo como reflejo de estructuras terciarias sepultadas bajo el relleno aluvial y controladas por estructuras basamentales de disposición irregular.

METODOLOGIA

La continuación del estudio "Fallas y Fracturas Geológicas de la Ciudad de Aguascalientes" se fundamentó en la recopilación y análisis de múltiple información de tipo geológico-geofísica relacionada con el Valle de Aguascalientes. Al par se realizaron algunas pruebas referentes al comportamiento mecánico de los suelos superficiales, principalmente aquellos identificados dentro de las diversas zonas geotécnicas-geohidrológicas planteadas en el estudio. (Mapa de zonificaciones. UAA. Abril 1994).

Posteriormente se lograron elaborar varios perfiles estratigráficos, ubicados de manera estratégica y construidos a partir de información de cortes litológicos, registros geofísicos de

pozos, información geológica de la zona y de estudios afines.

Del análisis de la estratigrafía del graben, junto con la información relativa al comportamiento mecánico de algunos de los suelos superficiales, así como de la correlación de información geohidrológica de pozos y del comportamiento reciente de las discontinuidades cartografiadas (mapa de fallas y fracturas UAA 1993-1994); se definió un mecanismo de fracturamiento, que toma en cuenta la mayoría de los factores que han incidido en la aparición de grietas y fallas en la cubierta sedimentaria del valle.

Para la complementación del mecanismo presentado en este estudio, se consideraron algunas de las teorías más importantes, que por motivo del agrietamiento han sido presentadas en diversos foros. (Bibliografía anexa).

Por último debido a las características que reviste un estudio de este tipo, se ha estimado que la mejor y más valiosa información conseguida, fue aquella que ahora se conserva en planos de fallas, perfiles estratigráficos, hojas de encuestas, datos estadísticos y memorias fotográficas (Centro Tecnológico, UAA 1995).

DESARROLLO

Se plantea a continuación un mecanismo de fracturamiento, que considera a la evolución del fenómeno del agrietamiento en superficie, como una consecuencia de factores conjugados: sobreexplotación y superposición de conos de abatimiento, tectonismo activo y heterogeneidad de la roca basamental.

Considerando un perfil del Valle de Aguascalientes en la dirección Este-Oeste, en donde se muestra la localización de las zonas de contacto entre las rocas de la "cubierta" (oligocénicas) y las rocas del "complejo basal" (preoligocénicas), se muestra también la influencia del descenso en los niveles freáticos del acuífero libre debido al bombeo intenso y a superposición de conos de abatimiento.

Es claro que el espesor de los materiales de la "cubierta", no es constante en todos los puntos del valle, sino que depende de su ubicación con respecto a los flancos de falla y de los

"levantamientos" de la roca basamental o de la presencia de cuerpos intrusivos en la zona del valle. (Figura No. 1).

Se sabe que el peso volumétrico de los estratos por abajo del nivel freático es sensiblemente menor para cuando están por arriba del mismo, debido al principio de flotación. De hecho se sabe que para arenas este peso volumétrico sumergido puede ser del orden de 0.9 ton/m^3 , mientras que en estado saturado puede llegar a 1.8 ó 1.9 ton/m^3 y en estado parcialmente saturado o seco de alrededor de 1.6 ó 1.7 ton/m^3 .

Con lo anterior se quiere decir que las presiones efectivas verticales para los estratos a profundidad (z) se ven incrementados, al pasar los estratos del estado sumergido al seco o parcialmente saturado en:

$$\Delta\delta z = (\delta_i z - \delta_{im} z) = z(\delta_i - \delta_{im})$$

El rango de diferencia ($\delta_i - \delta_{im}$) en valores absolutos es del orden de $0.8 - 1.0 \text{ ton/m}^3$.

Si se considera esta diferencia como 0.8 ton/m^3 , es de esperarse que por cada metro que descienda el nivel freático se tendrá un incremento de 0.8 ton/m^3 en las presiones efectivas verticales, en los estratos por abajo del nivel de agua freática original.

Si el nivel freático ha tenido descensos del orden de los 120 metros, el incremento total en las presiones efectivas es de alrededor de 96 ton/m^3 , esto ocasiona que en los depósitos de la "cubierta" se generen asentamientos verticales (ΔH) cuya magnitud depende del espesor del relleno (H) y de su módulo de compresibilidad (E). Si éste tuviera valores uniformes en toda la "cubierta", se podría calcular con cierta aproximación los asentamientos en cada punto del valle, pero como se vio en los perfiles estratigráficos, hay una gran variedad de depósitos con comportamiento relativamente diferente, con lo cual la anterior acción no sería del todo cierta, sin embargo, se sabe que algunos estratos de la "cubierta" son de comportamiento rígido y frágil, con una tendencia a uniformizar sus características, por lo que considerando lo anterior, el valor que más influye en estos asentamientos es el del espesor del estrato.

$$\Delta H = H (\Delta \bar{\delta})$$

E

ΔH = Asentamiento en un punto del perfil.

$\Delta \bar{\delta}$ = Cambio en las presiones efectivas.

E = Módulo de compresibilidad.

H = Espesor de la "cubierta" en ese punto del perfil.

Del perfil estratigráfico, se ve que estos espesores son menores en las zonas del valle cercanas a los lomeríos (flancos de falla) o en aquellos puntos con presencia de basamento somero o de cuerpos intrusivos de comportamiento rígido, que en aquellos lugares de basamento más profundo, (áreas de cubierta oligocénica profunda), lo anterior provoca asentamientos diferenciales entre ambas zonas al haber cambios en las presiones efectivas. Esto induce que se formen líneas de tensión en los estratos particularmente en aquellas áreas donde existe una diferencia importante en el espesor del relleno y/o en las características mecánicas de los mismos, y aunado a su comportamiento frágil, se provoquen fracturamientos con una gran liberación de energía instantánea (microsisimos).

CONCLUSIONES

El análisis estratigráfico y estructural del valle de Aguascalientes realizado en este estudio, muestra evidencias de que el graben pertenece a una estructura tectónica genéticamente controlada.

El flanco oriental del graben de Aguascalientes, lo constituye el frente de falla denominado "falla Aguascalientes I".

La diferencia relativa entre los paquetes de rocas de la "cubierta" perforados en los lomeríos orientales con respecto a su contraparte encontrada en las perforaciones profundas del valle, presenta desniveles medidos de hasta cientos de metros.

Las rocas del llamado complejo basal afloran en el flanco occidental del graben, rocas pertenecientes al mismo paquete han sido identificadas en varios puntos del valle.

Se comprueba la existencia de roca basamental en todo el graben de Aguascalientes encontrada a profundidades someras, medias y mayores.

Se aportan pruebas de la existencia de un sistema de fallas conjugadas (NE-NW).

Se obtienen mayores evidencias de un patrón basamental heterogéneo sobre el control estructural del agrietamiento superficial.

Se elabora un mecanismo de fracturamiento que considera la mayoría de los elementos incidentes en el fenómeno.

BIBLIOGRAFIA

1. Aranda Gómez J.M. y Aranda G.J.J. (1985) "Análisis del Agrietamiento en la Ciudad de Aguascalientes" Universidad de Aguascalientes, CONACYT.
2. Velasco Hernández M. (1989) "Relaciones Litoestratigráficas del Area de Jesús María, Estado de Aguascalientes". Tesis profesional UNAM.
3. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos (1991). "Memorias del Simposio Agrietamiento de Suelos". México, D.F.
4. SOP-CEAPA-CNA (1993) "Análisis del Compendio de Pozos Profundos en el Estado de Aguascalientes", Ags.
5. Alberro J. y González F. (1992). "Agrietamiento Interno de Presas de Tierra y Enrocamiento" Volumen MARSAL, SMMS.
6. Gobierno del Estado de Aguascalientes (1994) "Atas Estatal de Riegos". Aguascalientes, Ags.
7. Exploraciones Coordinadas, S.A. (1992). "Estudio Geohidrológico de la Zona Sur del Valle de Aguascalientes". SOP-CEAPA.
8. ETEISA (1991) "Estudio Geohidrológico del Valle de Aguascalientes, Localidad de Ojocaliente y Sureste de la Ciudad de Aguascalientes". SOP-CEAPA.