

GEOLOGÍA Y AMBIENTE DE FORMACIÓN DE LOS “CUARZOS DIAMANTE” DE ORIZABA ESTADO DE VERACRUZ

RODOLFO CORONA ESQUIVEL^{1,2}, GILLES LEVRESSE³, RAMÓN SALES⁴, AZUCENA MORALES¹ y JORDI TRITLLA³

¹Instituto de Geología, UNAM, Ciudad Universitaria, ²División de Estudios de Posgrado e Investigación, ESIA-IPN, ³Geofluidos, Centro de Geociencias, Campus UNAM, Juriquilla, ⁴Petróleos Mexicanos, Gerencia de Exploración, Región Norte

RESUMEN

Los “Cuarzos Diamante” o tipo “Herkimer” son marcadores exactos de la historia diagenética de una formación sedimentaria productora de hidrocarburos y de la evolución de temperatura y presión de una orogenia. Por primera vez en México se encontró de forma in-situ dichos cuarzos y se logró describir sus características y condiciones de formación.

ABSTRACT

Herkimer Quartz are fantastic proxy of the extreme conditions occurring during orogenic hydrocarbon maturation. For the very first time in Mexico, we find them in situ position and could precisely determine their forming conditions.

INTRODUCCIÓN

Los “Cuarzos Diamante” también conocidos como “Herkimer” corresponden a una variedad muy especial del cuarzo; son poco abundantes en la naturaleza, se forman en rocas sedimentarias, su tamaño varía de microscópicos hasta más de 15 cm, se caracterizan por su forma no muy larga, su doble terminación, sus 16 caras (6 triangulares en cada extremo, separadas por un grupo de 6 caras cuadradas o rectangulares), dureza 7.5, poco más que los cuarzos comunes, perfectamente translúcidos, las superficies de sus caras extremadamente pulidas y pueden ó no contener inclusiones tanto de vapor de agua como carbonosas, entre otras características.

Este tipo de cuarzos ha sido encontrado en pocas partes del mundo como en Herkimer, NY, USA, Marmarosh, Unión Soviética, Caravia, noroeste de España y en Argentina, y tienen gran valor en el estudio de la geología, pues son indicadores precisos de la historia diagenética de una formación sedimentaria productora de hidrocarburos y de la evolución de la temperatura y presión de un proceso orogénico.

Objetivo

El propósito del presente trabajo es dar a conocer la primera localidad encontrada en México con “Cuarzos Diamante” ó tipo Herkimer en forma “in situ”, así como describir las características de los cristales ahí encontrados.

Localización

El área en donde se encuentran estos *Cuarzos Diamante* se ubica a 2 km en línea recta al oriente de Cuautlapan, Ver., el acceso es por la carretera antigua que comunica a Orizaba con Fortín de Las Flores, siguiendo en esa dirección y aproximadamente 1.5 km después de Cuautlapan se toma una desviación de terracería con dirección al oriente, la que conduce a las antenas instaladas en el Cerro Chicahuaxtla (Figura 1).

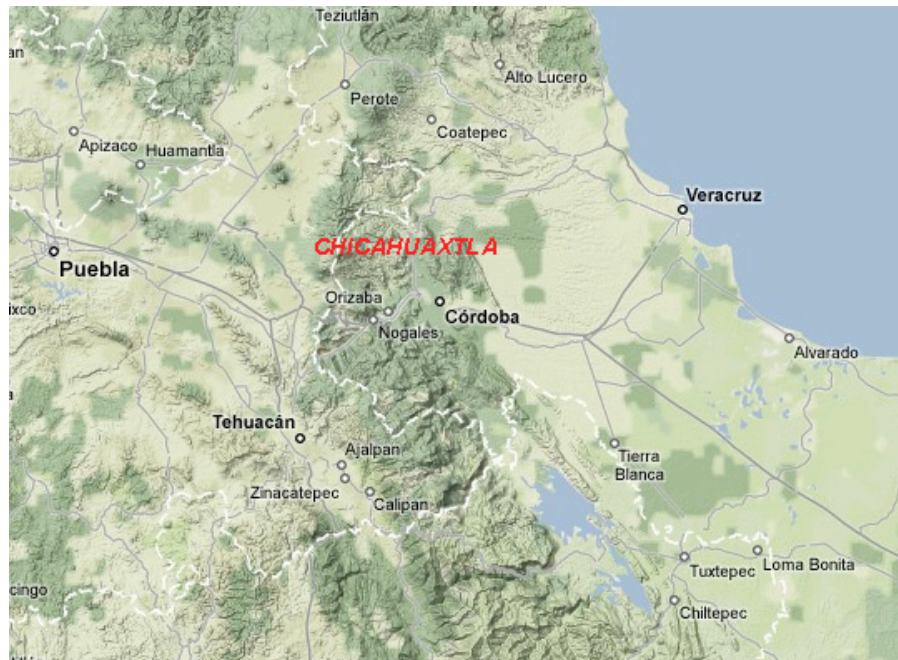


Figura 1. Mapa de localización del área Cerro Chicahuaxtla que es la localidad tipo de los “Cuarzos Diamante” de Orizaba.

ANTECEDENTES

La localidad de los “Cuarzos Diamante” de Orizaba, Ver., era conocida por los lugareños desde tiempo atrás como “El Arroyo de los Cristales”. En el año de 1976, el primer autor de este trabajo, visitó el área y observó que estos cristales, que en aquel entonces clasificó como cuarzos comunes, se encontraban dispersos en un área extensa, incluidos entre los suelos en las faldas del cerro “El Chicahuaxtla”. Lo más espectacular de ese lugar, era una cascada pequeña en cuya base había numerosos ejemplares. Pasaron los años y recientemente, cuando se conoció la importancia que éstos tenían, y recordando las características típicas de aquéllos, en abril de 2007 se llevó a cabo una prospección a la localidad, encontrándose *in situ* a los *Cuarzos Diamante*.

La región oriental del Estado de Veracruz ha sido objeto de diversos estudios principalmente de carácter estratigráficos dirigidos a la localización de hidrocarburos como son los de Benavides-García, 1956; Tarango G., 1971; Carrillo-Bravo, 1980 y Toriz-Gama, 1990; Lopez-Ramos, 1983; García-Domínguez y Toriz-Gama, 1992; Hernández de La Fuente, 1992, entre otros.

MARCO GEOLÓGICO

El área de estudio se ubica entre la Sierra de Zongolica y la Plataforma de Córdoba en donde constituye una depresión denominada Chicahuaxtla (Toriz-Gama, 1992). (Figura 2). La depresión de Chicahuaxtla está constituida por una secuencia de rocas arcillosas depositadas en un medio de aguas profundas que se caracterizan por notables eventos de turbidez y un alto contenido de clastos y bioclastos acarreados de ambientes más someros. La columna incluye a las formaciones Tepexilotla del Jurásico Tardío, Xonamanca y Tamaulipas inferior del Cretácico Temprano, Tamaulipas superior del Cretácico medio, Tecamalucan y Méndez del Cretácico Tardío.

El patrón estructural de la Plataforma de Córdoba es consecuencia de un sistema de deformación de tipo compresivo, que permitió el desarrollo de estructuras anticlinales de amplitud regular con ejes orientados NW-SE (Toriz-Gama, 1992). Las estructuras descritas han sido fuertemente afectadas por fallas inversas que a su vez forman bloques que gradualmente descienden hasta encontrarse sepultados en la Planicie Costera del Golfo, donde constituyen el frente tectónico productor de hidrocarburos (Toriz-Gama, 1992).

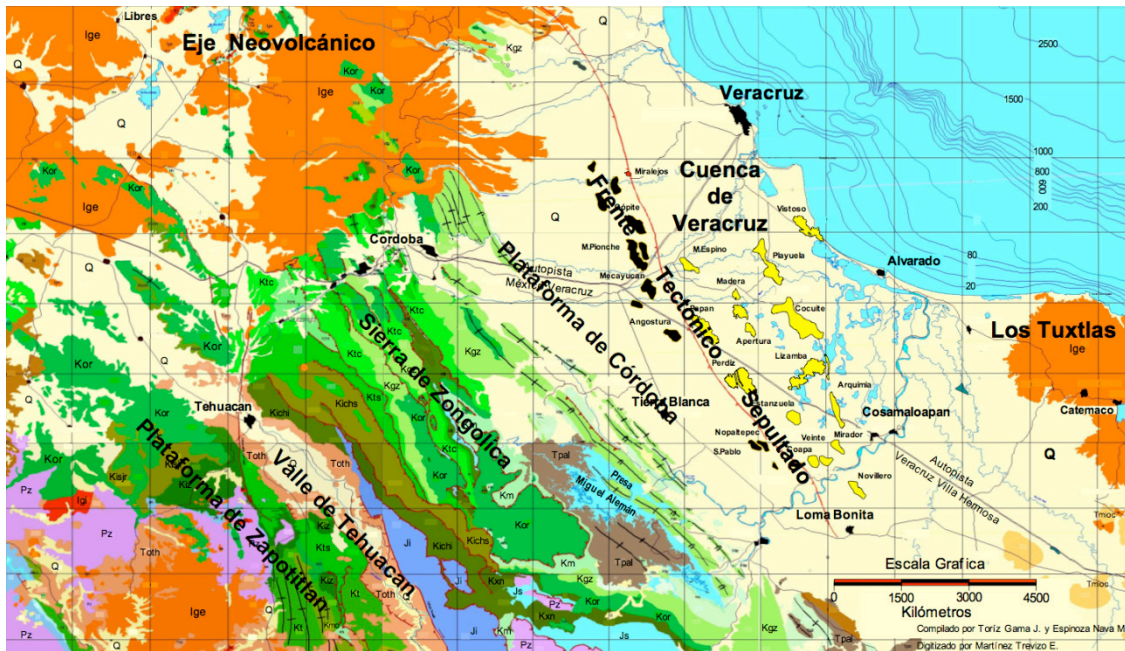


Figura 2. Principales estructuras entre la Cuenca de Veracruz y la Sierra de Zongolica. (Tomado de Toriz y Espinosa, 1992).

Los cuarzos fueron colectados en una estructura anticlinal de orientación NNW-SSE, cabalgante y recostada hacia el NNE, que forma parte del Cerro Chichahuaxtla. Su litología consiste de una secuencia de rocas sedimentarias marinas de edad cretácica inferior, que incluye hacia la base a capas de 20 a 30 cm de espesor de calizas en parte dolomitizadas color crema de textura fina, hacia la parte media, capas de calizas arcillosas de estratificación fina y hacia la cima capas gruesas de calizas de color gris (Figura 3).



Figura 3. Panorámica desde Cuautlapan, viendo al oriente, que muestra la localidad tipo de los “Cuarzos Diamante” de Orizaba

En la localidad de “La Capilla”, (Figura 4), en las coordenadas geográficas N 18° 51' 43.5" y W 97° 00' 26.0" con 1,349 m de altitud, fue donde se encontraron “in situ” los cristales de “Cuarzo Diamante”. Afloran aquí capas delgadas de 1 a 4 cm de espesor de calizas arcillosas, en parte dolomitizadas de color

gris. Entre los planos de estratificación se presentan capas muy delgadas o costras de color negro, bituminosas. Se observa además el desarrollo de un crucero intenso relacionado con la estructura anticlinal.



Figura 4. Localidad tipo de las calizas arcillosas con los "Cuarzos Diamante" de Orizaba. Al fondo en construcción se observa la Capilla.

En forma perpendicular a los planos de estratificación existen fracturas con un arreglo rectangular, sin embargo, éstas no son penetrantes, pues solo afectan a unas cuantas capas. En ellas es en donde se forman principalmente los cristales de cuarzo, aunque también se encuentran en pequeños huecos dentro de las capas calcáreo arcillosas y en fracturas incipientes que se presentan en cualquier dirección (Figuras 5, 6, y 7).



Figura 5. Detalle de la estratificación y crucero en la localidad tipo de los "Cuarzos Diamante" de Orizaba.



Figura 6. Fracturas incipientes desarrolladas en capas calcareo-arcillosas, se observan “Cristales Diamante” en la localidad tipo de Orizaba, Ver.



Figura 7. Druza asociada a una fractura en donde se observan cristales de “Cuarzo Diamante” (color gris oscuro) y cristales de dolomita tipo saddle (color marrón).

ESTUDIO DE LOS CUARZOS

Antes de cortar las secciones delgadas de los cuarzos para su análisis, se observaron los cristales completos en la lupa binocular y con el microscopio de epifluorescencia. Todos los cuarzos son muy transparentes. Los cuarzos colectados contienen inclusiones fluidas, y sólidas. Las inclusiones sólidas son de color negro, constituidas de bitumen y se ubican preferencialmente en el corazón de los cristales. Todas las inclusiones observadas son claramente primarias. Las inclusiones fluidas son de color negro a transparente, de forma de cristal negativo, con la fase gaseosa dominante ($G+L_{HC}$) de gran tamaño ($>100 \mu m$) o monofásicas (G_{HC}). Bajo luz UV las inclusiones bifásicas fluorescen en un color azul brillante, las inclusiones monofásicas fluorescen muy débilmente en un color azul con ligero tono amarillento.

Se presentan los resultados para inclusiones bifásicas de hidrocarburos ($L_{HC}+G$) intracristalinas. Así como los resultados del estudio de las inclusiones monofásicas observadas (G_{HC}). No se observaron inclusiones acuosas. Para ambos tipo de inclusiones se logró determinar su temperatura de homogenización. El rango de variación en temperatura de homogenización de las inclusiones bifásicas

($L_{HC}+G$) es bajo de 25 hasta 47°C. El rango de variación de temperatura de homogenización de las inclusiones monofásicas (G) presenta dos familias en temperaturas negativas de -65° hasta -70° C y alrededor de -80°C. La desaparición de la burbuja de forma súbita (en las inclusiones bifásicas y monofásicas) y sin variación previo de tamaño indica el atrapamiento de fluidos de tipo crítico. La amplia variación de temperatura de homogenización de las inclusiones monofásicas ilustran una composición compleja de CO_2 , CH_4 y HC superligero (Figura 8).

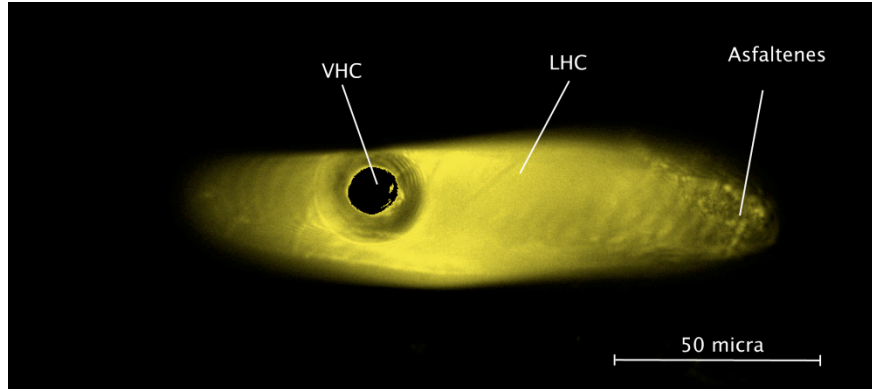


Figura 8. Imagen obtenidas por microscopía confocal laser de las inclusiones bifásicas.

En la Figura 9, se presentan los resultados obtenidos del estudio de inclusiones de hidrocarburos ($L_{HC}+G$). En ella se muestra el grado de relleno (gas vol. %) calculado mediante microscopía confocal láser de barrido versus la temperatura de homogenización de la inclusión. Comparando con los estándares internacionales, las inclusiones de hidrocarburos presentan características principalmente de un aceite volátil a crítico.

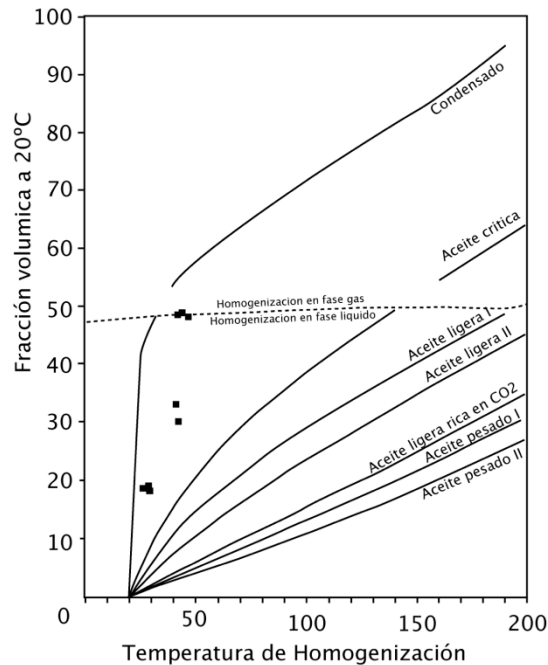


Figura 9. Diagrama (Th vs. gas vol %) para todas las inclusiones de hidrocarburos ($L_{HC}+G$) analizadas con microscopía confocal láser de barrido. Se presenta también con fines de comparación la evolución gas vol % vs. Temperatura de tres estándares internacionales de aceite.

Las inclusiones bifásicas y monofásicas fueron analizadas con la microespectrometría Infra-rojo para afinar sus composiciones previamente estimadas por microtermometría. Los espectros obtenidos son muy parecidos e ilustran la ausencia completa de agua, así como la presencia de CO_2 , CH_4 y alcanos en proporción variable. Lo que comprueba el hecho de que las inclusiones atraparon el mismo fluido, pero el aspecto de las inclusiones es diferente debido a su forma y tamaño.

Con los datos obtenidos se logró realizar una estimación de presión de atrapamiento de las inclusiones monofásicas de gas. La presión máxima obtenida es del orden de 2,700 bares, lo que corresponde a la altura de la columna sedimentaria máxima cabalgada conocida en el área de estudio.

CONCLUSIONES

Los “*Cuarzos Diamante*” son marcadores precisos de la historia diagenética de una formación sedimentaria productora de hidrocarburos. Su cristalización se relaciona con la dolomitización a alta temperatura (dolomita saddle) de la Formación. El tamaño gigantesco de las inclusiones (milimétricas) indica un modo de cristalización casi instantáneo en escala de tiempo geológicos. Los cuarzos recuerdan con precisión la existencia (ó no) de un fenómeno de maduración de la materia orgánica presente y de su potencial de movilización, así también permiten determinar las condiciones PT de estos eventos.

En el caso de los cuarzos encontrados en la Formación Orizaba del Cretácico Temprano, nos indican que la formación logró condiciones de maduración de la materia orgánica en aceite de muy buena calidad (aceite volátil y gases). Dicho evento tomó lugar durante el pico de deformación Laramide (ilustrado por los cabalgamientos de Orizaba, Mendoza, Atzumba y Tecamaluca. Estas estructuras permitieron el bombeo de los fluidos dolomitizantes de alta temperatura así como el incremento de la presión por duplicación de la columna estratigráfica.

La interpretación del estudio de las inclusiones de los “*Cuarzos Diamante*” de Orizaba indica que el área del Cerro Chicahuaxtla presenta alto potencial prospectivo para la localización de hidrocarburos debido a la maduración y la existencia de vectores de migración del aceite.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavides-García Luis, 1956, Geología Petrolera de México. XX Congreso Geológico Internacional, América del Norte, Tomo III.
- Carrillo-Bravo, 1980, Paleocañones Terciarios de la Planicie Costera del Golfo de México. Sociedad Geológica de México, Vol. XLV. p. 27-54.
- García-Domínguez, Gustavo y Toriz-Gama, Juan, 1992; Libreto guía de la excursión No. 1, Ruta: Veracruz-Córdoba-Orizaba-Tehuacán-tepexi de Rodríguez-Puebla y México. Sociedad Geológica Mexicana, A.C., XI Convención Geológica Nacional. Veracruz, Ver. 51 p.
- Hernández de La Fuente, Raúl, 1992, Libreto guía de la excursión No. 2, Ruta: Veracruz-Puente Nacional-Huatusco-Coscomatepec-Orizaba-Puebla-Cd. de México. Sociedad Geológica Mexicana, A.C., XI Convención Geológica Nacional. Veracruz, Ver. 36 p.
- López-Ramos, Ernesto, 1983, Geología de México, Tomo III, Tercera Edición. 453p.
- Tarango Guillermo, 1971, Vecindades de la ciudad de Córdoba. Excursión Geológica núm, 2, Petróleos Mexicanos.
- Toriz-Gama, 1990, Prospecto Orizaba. Compilación Geológica. Petróleos Mexicanos Informe Técnico (inédito).

LOCALIDADES EN EL MUNDO



A NIVEL MUNDIAL SE CONOCEN POCAS LOCALIDADES, LA PRIMERA DESCRITA FUE LA DE HERKIMER EN EL ESTADO DE NY, POR LO QUE ESTOS CUARZOS SE CONOCEN TAMBIÉN COMO TIPO HERKIMER

LOCALIDADES REPORTADAS EN MÉXICO



EN MÉXICO HAN SIDO COLECTADOS CUARZOS DIAMANTE EN VARIAS LOCALIDADES PRINCIPALMENTE EN EL FRENTE DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL, PERO TODOS ELLOS SON ALÓCTONOS



Asociación de Ingenieros de Minas,
Metalurgistas y Geólogos de México, A.C.

ISBN 978-607-95292-0-8

XXVIII CONVENCION INTERNACIONAL DE MINERIA
Asociación de Ingenieros de Minas,
Metalurgistas y Geólogos de México, A.C.

Prohibida la reproducción total o parcial de estas "Memorias"
sin la debida autorización por escrito de la AIMMGM, A.C.

DR © 2009 Asociación de Ingenieros de Minas,
Metalurgistas y Geólogos de México, A.C.
Av. del Parque 54, Col. Nápoles
Del. Benito Juárez
C.P. 03810 México D.F.
www.geomin.com.mx

Coodinador de las Memorias: Dr. Jesús Leobardo Valenzuela García

Octubre 2009
Hecho en México
Printed in Mexico
ISBN 978-607-95292-0-8