

TEXTURAS DE LOS MINERALES DEL GRUPO DE LA SÍLICE DE LA MANIFESTACIÓN EPITERMAL EL RIFLE-HATO VIEJO, REGIÓN DE MOA: CLASIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN E IMPLICACIONES GENÉTICAS

TEXTURES OF THE SILICA GROUP MINERALS OF EPITHERMAL
EL RIFLE-HATO VIEJO PROSPECT, REGION OF MOA: CLASSIFICATION,
DESCRIPTION AND GENETIC IMPLICATIONS

LEDUAR RAMAYO CORTÉS

E-mail: cheleduar@yahoo.com

Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. Antonio Núñez Jiménez

RESUMEN: En el marco de la región de Moa, Cuba oriental, se localizan varias manifestaciones hidrotermales. Se trata de sistemas vetiformes y brechas hidrotermales con contenidos significativos de metales nobles. La manifestación hidrotermal El Rifle-Hato Viejo se destaca por su extensión, y está formada por brechas y vetas de cuarzo mineralizadas, vinculadas preferentemente a fracturas correspondientes al sistema de fallas NW-SE y se hospeda en rocas sedimentarias del Campaniense Tardío-Daniense.

El estudio textural de los minerales del grupo de la sílice permitió el reconocimiento de varias texturas, las cuales fueron clasificadas en tres grupos: 1) texturas de crecimiento primario (calcedonia maciza, costriforme, en peine, cristales zonados, y maciza), 2) texturas de recristalización (mosaico, plumosa y llameante), y 3) texturas de reemplazo (en enrejado, paralelo y radiado).

Sobre la base de este análisis se estableció la secuencia deposicional de los diferentes minerales del grupo de la sílice y se reveló la presencia de la paragénesis de alteración adularia-sericita, lo cual indicaría el desarrollo de un sistema epitermal de baja sulfuración. Estas texturas también se usaron para indicar el nivel de emplazamiento dentro del sistema epitermal; en este caso, el emplazamiento de la manifestación El Rifle-Hato Viejo se corresponde con el nivel intermedio o coloiforme-costriforme, el cual se encuentra por encima de la zona propicia para la deposición del oro, por lo que podría esperarse la presencia de contenidos más elevados en profundidad.

Palabras claves: Texturas, brechas hidrotermales, epitermal, baja sulfuración, adularia-sericita.

ABSTRACT: El Rifle-Hato Viejo is a hydrothermal ore occurrence located between Sagua de Tánamo and Moa cities, province of Holguín, eastern Cuba. Breccias and quartz veins with significant concentrations of precious metals constitute it, and it is hosted in ophiolitic rocks, Cretaceous and Tertiary volcanic rocks and Late Campanian–Danian sedimentary rocks. This work aims at adding new elements to focus geological prospecting, taking as a point of departure the description and interpretation of quartz textures. A textural study allowed to recognize several textures, which were classified in three groups: 1) primary growth textures (crustiform, massive chalcedony, zoned crystals, comb and massive quartz, 2) recrystallization textures (mosaic, feathery, flamboyant and ghost-spheres.), and 3) replacement textures (lattice, parallel and radial bladed). Furthermore, was established the adularia-sericite paragenesis, which is typical of low sulphidation epithermal host-rock alteration. Textures were used to suggest the emplacement level within the epithermal system; in this case, the emplacement at the El Rifle-Hato Viejo is suitable to shallow levels.

Key words: Textures, hydrothermal breccias, epithermal, low sulphidation, adularia-sericite.

INTRODUCCIÓN

Los minerales del grupo de la sílice son los minerales de ganga más abundantes en las vetas hidrotermales y los únicos que se depositan a lo largo de toda la vida de un sistema hidrotermal. Las características del cuarzo —morfología, estructura cristalina, composición química y propiedades fisicoquímicas— reflejan las particularidades de la formación de los sistemas hidrotermales, incluyendo aquellas que favorecen la mineralización aurífera.

Con el objetivo de caracterizar y distinguir el cuarzo mineralizado del estéril se han empleado diversas técnicas, e.g., isótopos de oxígeno e hidrógeno (Faure, 1986), análisis infrarrojo (Wu and Yu, 1987), inclusiones fluidas (Schalamuk *et al.*, 1995), termo y catodoluminiscencia (Nickel, 1978), y análisis de elementos trazas (Schalamuk *et al.*, 1996). El alto costo, así como las limitaciones en el equipamiento experimental de la mayoría de estas técnicas, impiden o limitan su aplicación efectiva y económica como herramientas durante la exploración de depósitos

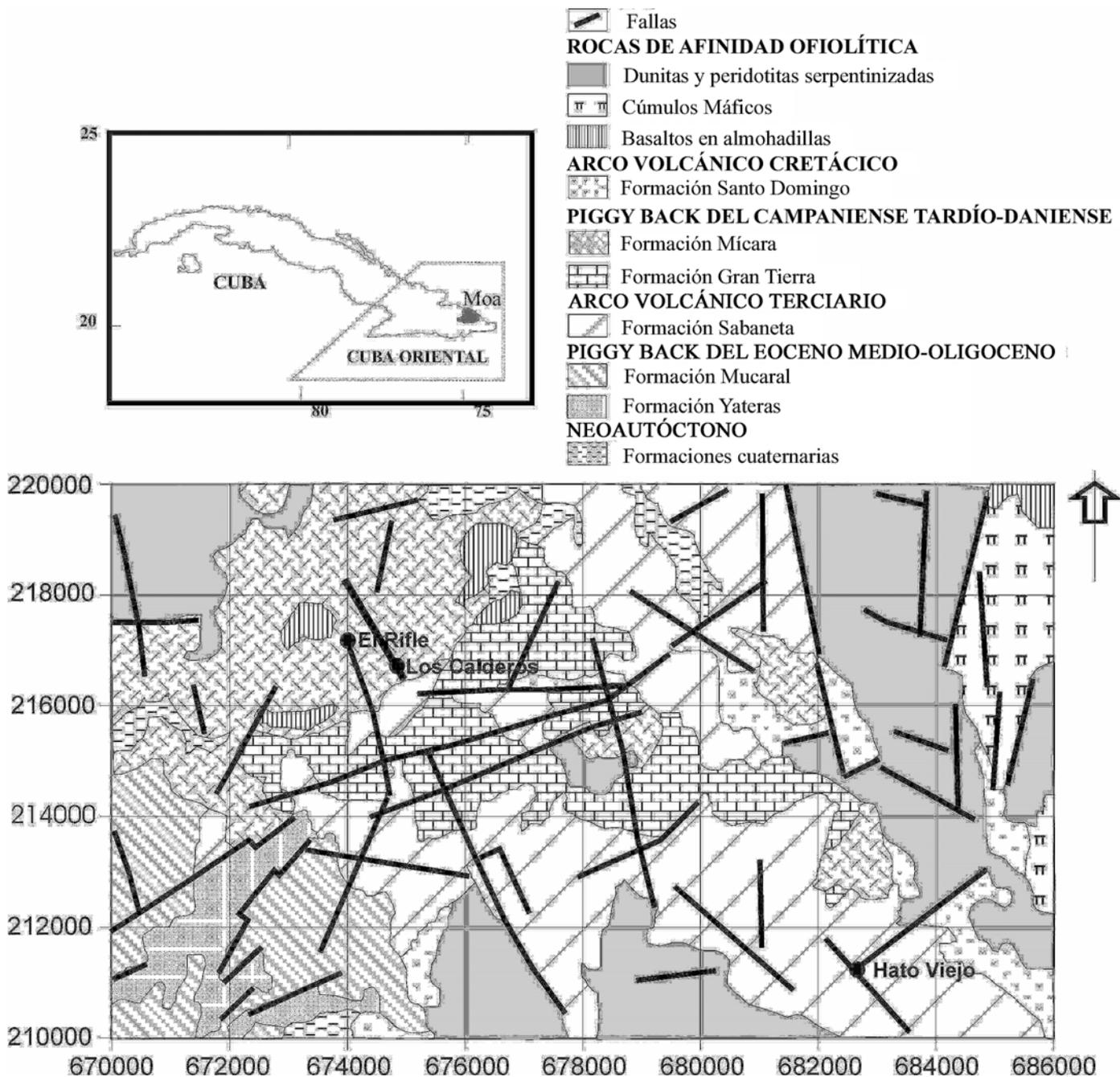


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica y esquema geológico de la región de Moa, donde se muestran las principales unidades tecto-estratigráficas.

minerales. En ese sentido, la forma más económica y representativa de caracterizar el cuarzo y sus agregados es a través de su morfología (Adams, 1920; Lowering, 1972; Dowling and Morrinson, 1990; Dong and Morrinson, 1995; Echavarría, 1997); por ello, la descripción detallada de las características microscópicas de las vetas, arroja datos necesarios e imprescindibles para esclarecer las condiciones fisicoquímicas de formación, estilos y episodios de deposición.

En el marco de la región de Moa, Cuba oriental, se localizan varias manifestaciones hidrotermales, las que se

emplazan en rocas volcánicas cretácicas y terciarias, en rocas de afinidad ofiolítica y en secuencias sedimentarias del Campaniense Tardío al Daniense. Se trata de sistemas vetiformes y brechas hidrotermales constituidos en gran parte por cuarzo y sus agregados, con contenidos significativos de metales nobles (Batista y Ramayo, 2000).

El presente trabajo tiene como finalidad estudiar las texturas de los minerales del grupo de la sílice de la manifestación hidrotermal El Rifle-Hato Viejo, para establecer el posible origen de estos minerales, así como su relación con la mineralización aurífera.

MARCO GEOLÓGICO

La zona de estudio está situada al NE de Cuba oriental, entre las ciudades de Sagua de Tánamo y Moa (Fig. 1). En esta región se pueden reconocer seis unidades tectono-estratigráficas: 1) rocas de afinidad ofiolítica, 2) rocas volcánicas y volcano-sedimentarias pertenecientes al arco de islas cretácico, 3) materiales asociados a cuencas transportadas del Campaniense Tardío al Daniense, 4) rocas volcánicas y volcano-sedimentarias pertenecientes a un arco de islas terciario, 5) materiales asociados a cuencas transportadas del Eoceno Medio al Oligoceno, y 6) materiales asociados a un estadio neoplatafórmico neoautóctono, desde el Oligoceno al Reciente.

Las ofiolitas son las rocas de mayor distribución en el área y se pueden reconocer todos los niveles de un corte ofiolítico ideal, aunque desmembrado tectónicamente: ultrabasitas serpentizadas con texturas de tectonitas (harzburgitas, dunitas, lherzolitas y piroxenitas); rocas de la Zona de Transición de Moho; cúmulos máficos (gabro olivínico, gabronoritas, anortositas y gabros normales); diques de diabasas y niveles efusivos sedimentarios. Las secuencias mantélicas y los cúmulos máficos se han datado como Jurásico-Cretácico Temprano, y los niveles efusivos sedimentarios como Hauteriviense(?)-Campaniense(?) (Iturralde-Vinent, 1996).

Las rocas volcánicas y volcano-sedimentarias de edad cretácica están representadas por la formación Santo Domingo, que se compone de tobas y tufitas con cuerpos de lavas y calizas intercaladas; los materiales de esta formación se encuentran imbricados tectónicamente con las ofiolitas. La actividad volcánica se extendió desde el Aptiense al Campaniense Medio y fue el resultado de una subducción intraoceánica.

Los materiales asociados a las cuencas transportadas del Campaniense Tardío-Daniense están representados por las formaciones Mícara y Gran Tierra, las cuales están compuestas de fragmentos y bloques procedentes de la secuencia ofiolítica y del arco volcánico cretácico. Estas formaciones son típicamente olistostrómicas y con características de melange; en consecuencia, estas unidades litoestratigráficas constituyen un registro temporal del emplazamiento tectónico (obducción) de las ofiolitas, el cual estuvo enmarcado en el tiempo de desarrollo de estas cuencas.

Las rocas volcánicas y volcano-sedimentarias de edad Paleógeno-Eoceno Medio están representadas por la formación Sabaneta, la cual ha sido depositada en una cuenca de *back arc* (Iturralde-Vinent, 1996). La unidad se compone, fundamentalmente, por tobas y tufitas (Quintas, 1989). Estas rocas, pertenecientes al arco de islas terciario, yacen sobre los materiales deformados del arco de islas cretácico, las ofiolitas y las cuencas superpuestas del Campaniense Tardío-Daniense.

Las series asociadas a cuencas transportadas del Eoceno Medio al Oligoceno están constituidas por formaciones terrígeno-carbonatadas (Quintas, 1989). Por

último, las rocas del neoautóctono constituyen una secuencia terrígeno-carbonatada que aflora en las cercanías de la costa, formando una franja que cubre discordantemente los complejos más antiguos y que desde el punto de vista estructural se caracterizan por su yacencia monoclinas suave u horizontal (Quintas, 1989).

La región se destaca por sus depósitos minerales, tanto exógenos como endógenos. Asociados a los cuerpos duníticos se encuentran yacimientos de cromo y, como producto de la meteorización de las rocas ultrabásicas, se han desarrollado importantes depósitos de lateritas ferroniquelíferas, las cuales constituyen la base económica de la región.

MANIFESTACIÓN HIDROTHERMAL EL RIFLE-HATO VIEJO

En la zona comprendida entre El Rifle y Hato Viejo vinculadas al sistema de fallas NW-SE afloran vetas y brechas hidrotermales mineralizadas y oxidadas. La distribución de brechas, arcillas, vetas rellenas por minerales del grupo de la sílice y calcita, óxidos de Fe y Mn, carbonatos de Cu y sulfuros de metales base, son mapeables a lo largo de dicha estructura. Todas las rocas de la región están fuertemente intemperizadas (la gran mayoría de los sulfuros están oxidados), por lo que resulta difícil diferenciar los procesos hipergénicos de los supergénicos.

En el área se han reconocido varias manifestaciones hidrotermales (Rodríguez, 1994; Díaz, 1996; Ramayo, 1996; Batista y Ramayo, 2000). Las más importantes se localizan en El Rifle, Los Calderos, La Yuita y Hato Viejo. Todas ellas guardan cierta similitud en cuanto a la estructura, textura y composición mineralógica. Teniendo en cuenta estas similitudes, al conjunto de estas manifestaciones hidrotermales se le ha denominado Sistema El Rifle-Hato Viejo. El espesor de las vetas es reducido, con valores medios de 0,5 metro, aunque poseen variaciones a lo largo del rumbo, que llegan a superar en ocasiones los 1,50 metro. Las zonas de brechas hidrotermales son más extensas, con espesores de hasta 15 metros. Tanto las vetas como las brechas se emplazan en rocas de afinidad ofiolítica, en rocas volcánicas cretácicas y rocas sedimentarias del Campaniense Tardío-Daniense.

En la zona de Hato Viejo se ha observado en los hastiales una intensa fracturación y venilleo. Las vetillas poseen desde unos pocos milímetros hasta 2 centímetros de espesor y cortan al encajante en varias direcciones, aunque preferentemente están orientadas paralelas a las vetas. Las vetas y brechas están compuestas por cuarzo y sus agregados, y, en menor medida, carbonatos y sulfuros de metales base diseminados. Los minerales de alteración más abundantes son la sericita, caolinita, clorita y adularia (este último mineral sólo fue revelado en Hato Viejo).

CLASIFICACIÓN DE LAS TEXTURAS DE CUARZO Y SUS AGREGADOS

La clasificación realizada de las texturas de los minerales del grupo de la sílice es descriptiva y se tomaron como

base los trabajos de Dowling y Morrinson (1990) y Dong *et al.* (1995), quienes estudian la forma, tamaño y relaciones entre los componentes del agregado cristalino y realizan una clasificación de acuerdo con los modelos genéticos vigentes.

En el área de estudio se han identificado tres grupos principales de texturas: a) de crecimiento primario, b) de recristalización, y c) de reemplazo, resultado del análisis de más de 50 muestras y de 25 cortes petrográficos. Algunas de las texturas son con facilidad reconocibles macroscópicamente, aunque la mayor parte del trabajo recayó en el estudio microscópico.

En este trabajo se estudiaron, tanto las texturas presentes en estructuras vetiformes, como aquellas que se encuentran en brechas, pues éstas son consecuencia de la reactivación hidrotermal de vetas preexistentes.

Texturas de crecimiento primario

Las texturas de crecimiento primario son las de más amplia distribución en las vetas y fragmentos de cuarzo presentes en las brechas hidrotermales de la región, y se vinculan al desarrollo de cristales de cuarzo y a la deposición de sílice amorfa en espacios abiertos (Dong *et al.*, 1995), los cuales son comunes en zonas poco profundas, donde la baja presión existente facilita la libre circulación de los fluidos.

En los filones de El Rifle y Los Calderos se ha reconocido la textura *costriforme*, la que, en ocasiones, está acompañada por texturas de recristalización y de reemplazo. El bandeamiento *costriforme* se caracteriza por la alternancia de calcedonia y cuarzo microcristalino de diferente coloración (Fig. 2 a). En afloramientos se presenta formando "paquetes" compactos, sin dejar espacios abiertos, aunque en determinadas zonas estos paquetes están intensamente brechados y tectonizados. Microscópicamente, se aprecian bandas delgadas de calcedonia con espesores que fluctúan desde unas decenas hasta 200 micrones. En algunas capas se aprecia un cambio significativo de tamaño de los cristales y abundancia relativa de menas metálicas (Fig. 2 b). Es común encontrar texturas de reemplazo dentro de estas bandas.

Tanto en Los Calderos como en Hato Viejo predomina la textura de *calcedonia maciza*. Según Fournier (1985), esta textura se forma en condiciones de supersaturación de sílice. El bajo grado de cristalinidad se debe a las bajas temperaturas imperantes durante y después de la deposición de la sílice. En Los Calderos y El Rifle estas texturas están presentes en las brechas (Fig. 2 c), las que poseen un intenso color rojizo debido a la oxidación de los sulfuros, mientras que en Hato Viejo se encuentran en una especie de cresta silicificada de coloración rojiza. Bajo el microscopio esta textura se distingue por una forma de mosaico cerrado, microcristalino, con abundantes minerales opacos (fundamentalmente pirita).

Otra textura común en la región es la de *cristales zonados*. Microscópicamente es muy fácil de determinar, ya que en un mismo cristal de cuarzo pueden aparecer

zonas transparentes que contrastan con zonas con innumerables inclusiones fluidas y sólidas (Fig. 2 d). Normalmente estas inclusiones primarias se desarrollan paralelas a las caras del cristal.

La textura *en peine* sólo ha sido revelada en las vetillas de cuarzo, que cortan al encajante en la región de Hato Viejo, y formando parte de las texturas de reemplazo de carbonatos. Los cristales de cuarzo son transparentes y se desarrollan con el eje C perpendicular a la superficie a partir de la cual comienzan a desarrollarse; los cristales son prismáticos, paralelos y subparalelos, con terminaciones euhedrales, lo que da una apariencia similar a los dientes de un peine (Fig. 2 e).

La textura *maciza* fue descrita en la mayoría de las vetas de la región, y le confiere un aspecto homogéneo como se observa en la figura 2 f. Los filones con esta textura en la región están compuestos por cuarzo lechoso y se puede apreciar cierta gradación en el tamaño de los cristales: los más pequeños aparecen en las paredes de la veta, mientras que los mayores forman el núcleo.

Texturas de recristalización

Todos los minerales del grupo de la sílice, excepto el cuarzo, son metaestables y tienden a convertirse en cuarzo después de la deposición; es decir, las texturas de recristalización son el producto de la cristalización de la sílice a partir del estado amorfo. Ésta puede afectar al agregado cristalino en su conjunto o restringirse a los bordes de los cristales. En la zona de estudio se determinaron las texturas clásicas de recristalización: mosaico, microplumosa, esfera fantasma y llameante

Textura en mosaico: Se caracteriza por el crecimiento compacto de microcristales de cuarzo de forma anhedral y con tamaños promedios de 20 μ m. Esta textura ha sido reconocida sobre todo en Hato Viejo, donde el encajante fue reemplazado parcialmente por sílice amorfa y en un segundo estadio se produjo la recristalización (Fig. 3 a). En las zonas de El Rifle y Los Calderos, esta textura aparece formando parte de las brechas y se distingue por su forma compacta y color lechoso. Los contactos entre los microcristales son muy irregulares y están interpenetrados entre sí (Fig. 3 b).

Textura llameante: Su característica fundamental es la extinción radiada o llameante del cristal. Esta textura forma agregados individuales euhedrales (Fig. 3 c) o se forma en los bordes de los cristales de cuarzo de núcleo homogéneo (Fig. 3 d). En la región, esta textura siempre se reportó en los espacios abiertos u oquedades existentes entre los fenocristales de cuarzo.

Textura de esfera fantasma: Esta textura sólo fue descrita en Los Calderos, y se caracteriza por la distribución esférica de impurezas dentro de la fase silíceas (Fig. 3 e).

Textura microplumosa: Se observa cuando los cristales están en su máxima extinción (Fig. 3 f). En esta posición, el cristal se extingue en forma astillosa o plumosa. En los filones de la región, ocasionalmente la textura plumosa es acompañada por texturas llameantes y en esferas fantasmas.

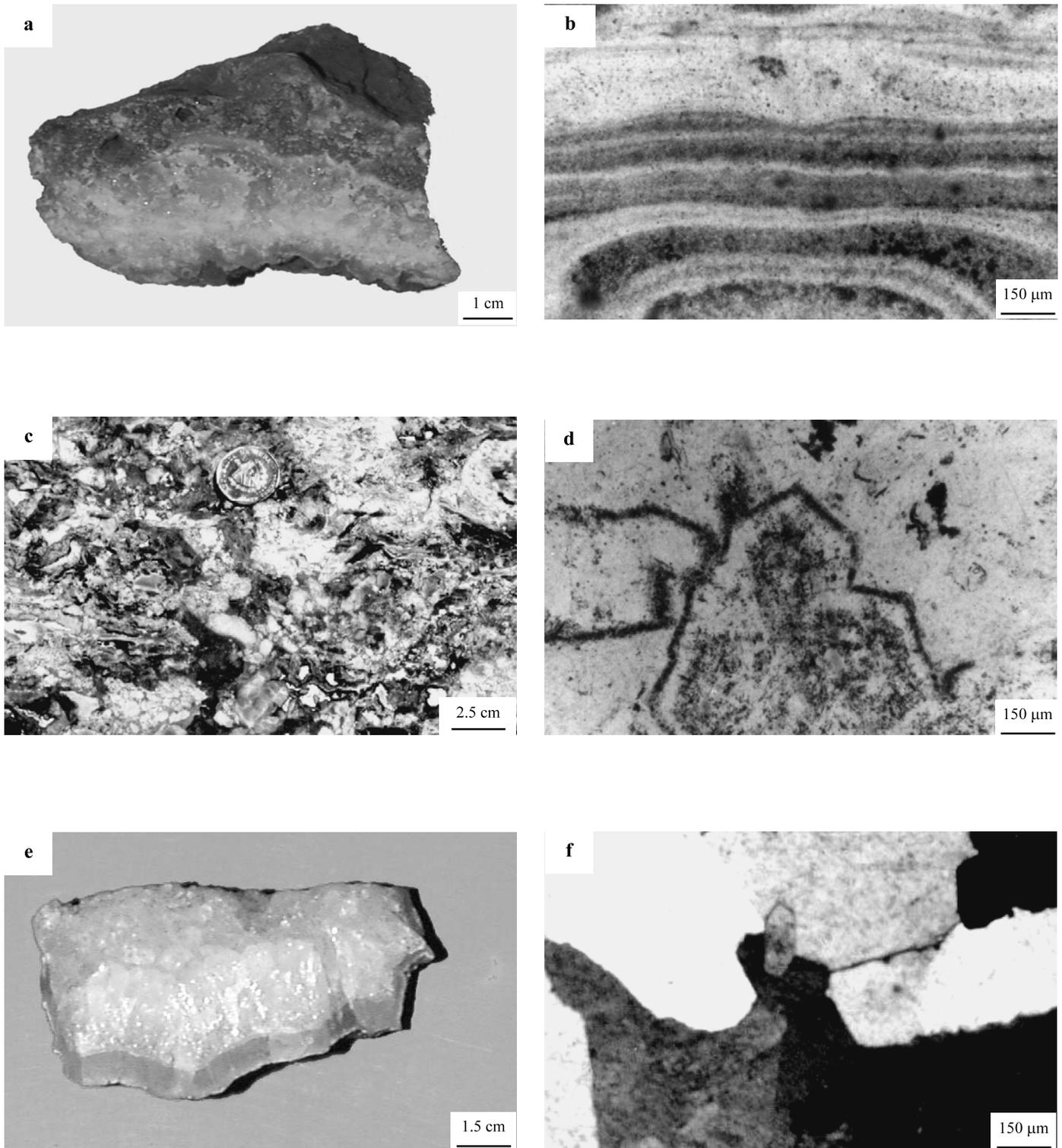


Figura 2. Texturas de crecimiento primario. a, *Textura costriforme*, formada por la alternancia de cuarzo lechoso; b, *Textura costriforme* (vista en sección delgada, nicoles paralelos), bandas de cuarzo de diferente espesor, tamaño de los cristales y de contenido de minerales opacos; c, *Textura de calcedonia maciza*, cerrada y brechada; d, *Textura de cristales zonados* (vista en sección delgada, nicoles paralelos), formada por la presencia de bandas claras y otras con innumerables inclusiones fluidas bifásicas; e, *Textura en peine*, constituida por cuarzo prismático transparente; f, *Textura maciza* (vista en sección delgada, nicoles cruzados), formada por cristales idio e hipidiomórficos de cuarzo de dimensiones similares.

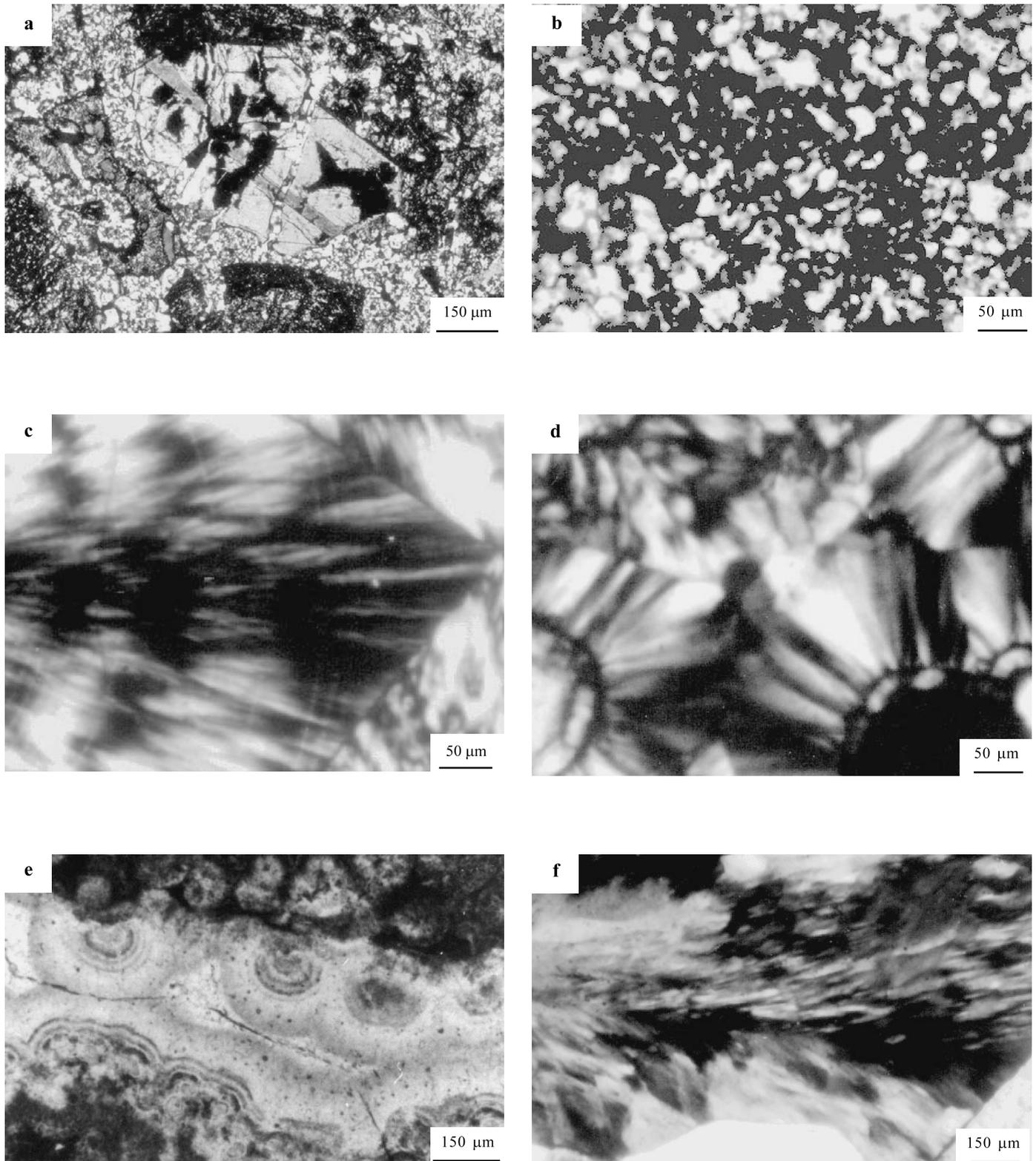


Figura 3. Texturas de recrystalización. a, *Textura en mosaico* (vista en sección delgada, nicols cruzados). Roca volcánica reemplazada por sílice en un primer estadio y recrystalización posterior de cristales anhedral de cuarzo microcristalino (Px- piroxeno. Qz- cuarzo); b, *Textura en mosaico* (vista en sección delgada, nicols cruzados). Microcristales de cuarzo anhedral; c, *Textura llameante* (vista en sección delgada, nicols cruzados). Extinción radiada de calcedonia; d, *Textura llameante* (vista en sección delgada, nicols cruzados); e. *Textura de esferas fantasmas* (vista en sección delgada, nicols paralelos). Recrystalización de calcedonia; f, *Textura plumosa* (vista en sección delgada, nicols cruzados). Cristal de cuarzo en su máxima extinción.

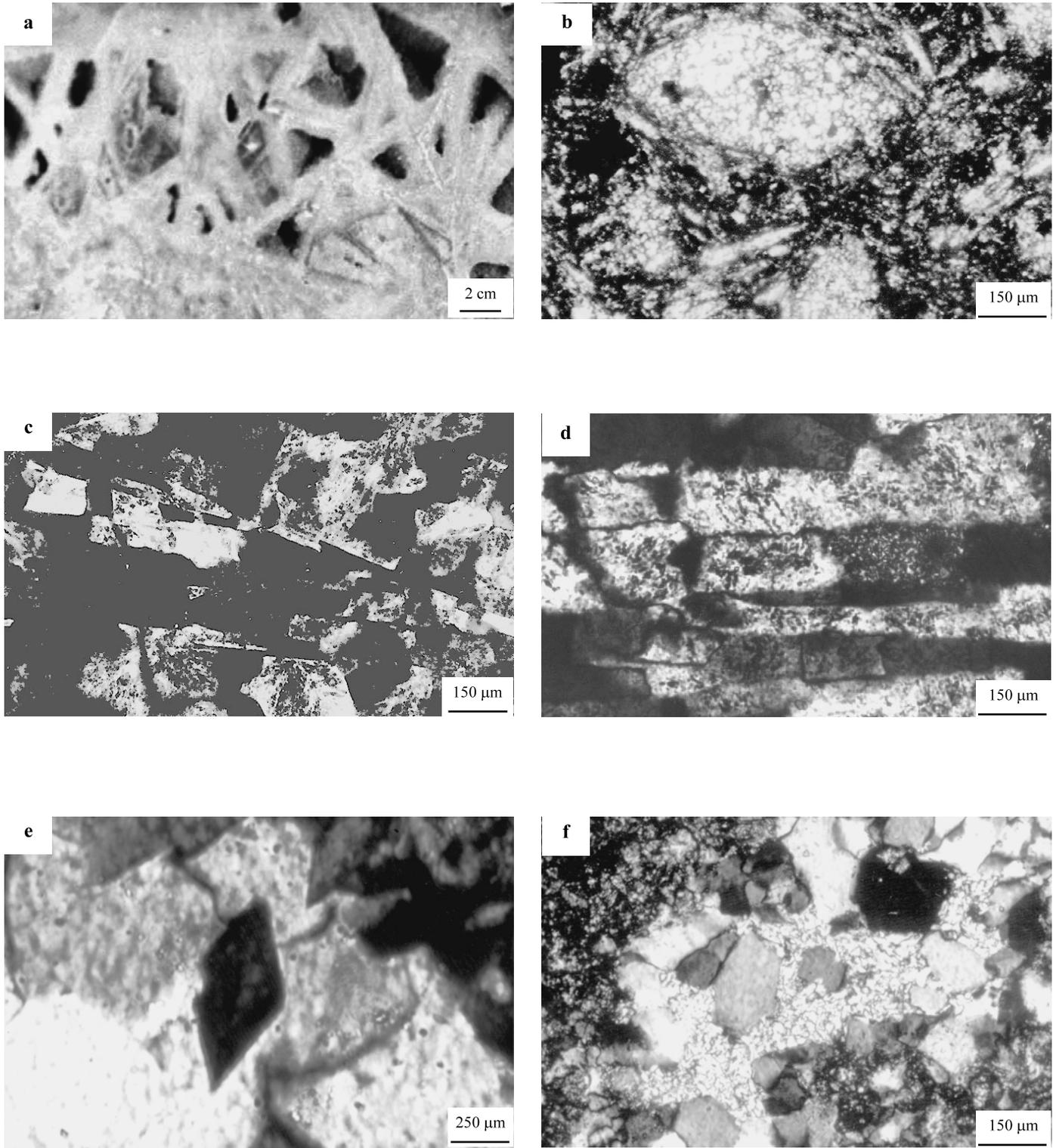


Figura 4: Texturas de reemplazo. a, *Textura reemplazo en enrejado*. El cuarzo reemplaza carbonatos, formando una especie de red con espacios abiertos poliédricos; b, roca volcánica reemplazada totalmente por cuarzo microcristalino, Ol- olivino, Pg- microlitos de plagioclasa (vista en sección delgada, nicoles cruzados); c, *Reemplazo radiado* (vista en sección delgada, nicoles cruzados). Disposición radiada de cristales tabulares de cuarzo, que evidencian el reemplazo de minerales tabulares; d, *Reemplazo paralelo*. (vista en sección delgada, nicoles cruzados). Cuarzo de forma rectangular con bordes paralelos; e, Cristal de adularia dentro de una veta de cuarzo en la zona de Hato Viejo (vista en sección delgada, nicoles cruzados); f, Alteración sericítica y silicificación del encajante en la zona de Hato Viejo (vista en sección delgada, nicoles cruzados).

Texturas de reemplazo

Las texturas de reemplazo se originan por la solución de fases minerales preexistentes y la deposición de una nueva fase mineral. Estas texturas están presentes en Hato Viejo, donde el reemplazo de carbonatos ha sido total y no se aprecia el contacto entre las fases. El clivaje rombohédrico y la terminación en cuña sugieren que la calcita es el mineral primario. Según Adams (1920), la característica morfológica distintiva de la calcita en ambientes epitermales es la partición lamelar, paralela al pinacoide basal de los cristales de carbonato, por lo que el reemplazo se efectuaría con mayor facilidad a través de esa partición. La forma en que se desarrolla este reemplazo origina las texturas siguientes:

Reemplazo en enrejado: Como se observa en la figura 4a esta textura se caracteriza por la presencia de hojas de cuarzo microcristalino, que se interceptan entre sí formando espacios abiertos poliédricos. Generalmente, en estos espacios abiertos se desarrollan cristales de cuarzo con textura en peine.

Reemplazo radiado: Se caracteriza por la presencia de cuarzo con hábitos rectangulares o prismáticos, dispuestos en agregados cristalinos. En Hato Viejo (Fig. 4 b), el reemplazo se realizó por cuarzo lechoso microcristalino

Reemplazo paralelo: Esta textura es similar a la anterior, con la diferencia de que los cristales de cuarzo poseen bordes rectos y paralelos, los cuales representan los contactos entre los cristales del mineral original (Fig. 4 c).

En la región también se manifiestan procesos de reemplazo de minerales de origen no hidrotermal. Los minerales formadores de roca de los encajantes han sido parcial o totalmente reemplazados por minerales del grupo de la sílice (Fig. 4 d), donde el cuarzo microcristalino

sustituye a olivinos y microlitos de plagioclasas pertenecientes a una roca volcánica.

En las zonas de alteración hidrotermal se determinó, además del cuarzo y sus agregados, la presencia de otros minerales muy útiles a la hora de interpretar las texturas de cuarzo, entre ellos se destacan: *caolinita*, *clorita*, *pirita*, *oro* y, sobre todo, *adularia* (Fig. 4 e) y *sericita* (Fig. 4 f). La presencia de esta última paragénesis caracteriza los sistemas epitermales de baja sulfuración.

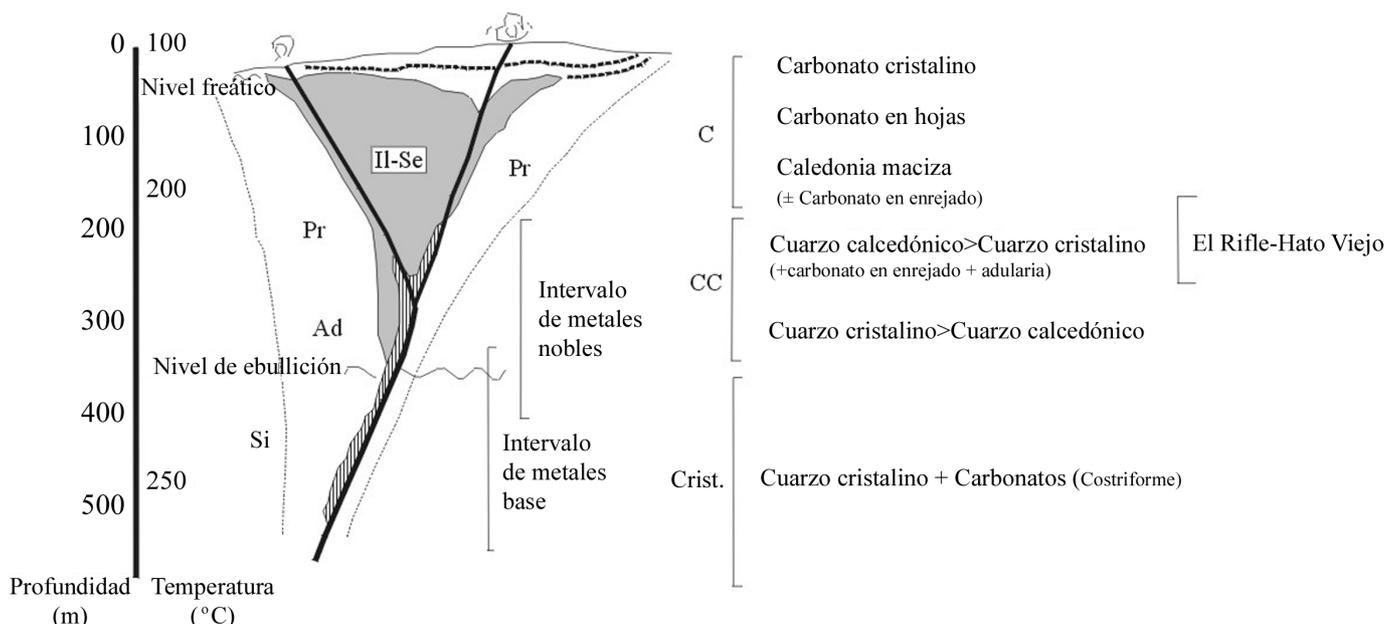
DISCUSIÓN

La presencia de la paragénesis adularia-sericita y los resultados del estudio textural permitieron establecer la secuencia de deposición del cuarzo y sus agregados, y proponer para las manifestaciones hidrotermales presentes en la región de estudio una génesis epitermal de baja sulfuración.

La existencia de texturas de reemplazo de carbonatos evidenció la precipitación temprana de calcita en hojas, a partir de un fluido hidrotermal. Hedenquist (1990) plantea que, normalmente, en ambientes epitermales, los fluidos primarios están subsaturados de calcita, pero al comenzar la ebullición se produce una pérdida de CO₂, lo que disminuye su fugacidad y la solubilidad de los carbonatos, esto trae consigo una supersaturación del fluido y la consiguiente precipitación de calcita. Este mismo proceso de pérdida de CO₂ aumenta el pH y precipita feldespatos potásicos, principalmente la variedad rómbica euhedral de adularia (Fig. 4 e). Dong y Morrinson (1995) vinculan estrechamente la presencia de adularia al proceso de ebullición.

El enfriamiento paulatino del sistema trae como consecuencia la disolución y reemplazo de la calcita por cuar-

Figura 5: Modelo de Buchanan (1981) donde se observa un sistema epitermal clásico y las zonas de alteración hidrotermal: Pr. Propilitica; Ad. Adularia, Si. Silicificación. Sobre este modelo se han volcado las diferentes superzonas propuestas por Morrinson *et al.*(1989) y la ubicación de la manifestación El Rifle-Hato Viejo: C- calcedonia maciza; CC- costriforme-coloiforme; Crist.- Cristalina.



zo. Durante la precipitación del cuarzo y sus agregados se produce el relleno de espacios abiertos, lo que da origen a texturas de crecimiento primario y de reemplazo. Las texturas de recristalización se deben a fluidos tardíos, más fríos y sobresaturados en sílice, que precipitan ópalo y calcedonia en las oquedades y alrededor de cristales de cuarzo. Por último, se produce la recristalización de este material y se originan las texturas llameante y plumosa.

Según los modelos propuestos por Morrinson *et al.* (1989) para los epitermales de Queensland (Australia), a base del modelo de Buchanan (1981), en un sistema epitermal se diferencian tres superzonas: 1) *calcedónica*, la superior, 2) *costriforme-coloiforme*, la intermedia, y 3) *crystalina*, la inferior (Fig. 5).

Teniendo en cuenta las asociaciones texturales descritas anteriormente y la paragénesis mineral, las manifestaciones epitermales presentes en la zona El Rifle-Hato Viejo, podrían ubicarse dentro del modelo propuesto de la superzona *costriforme-coloiforme*, la cual está compuesta por bandas de cuarzo microcristalino, adularia, sulfuros diseminados y carbonatos reemplazados. Según Dong y Morrinson (1995), la presencia de adularia rómbica asociada a cuarzo microcristalino, como la aquí reportada, se corresponde a la zona superior de la superzona mencionada. En la figura 5 se ilustra cómo el nivel de erosión coincide con la zona superior del intervalo propicio para la deposición de metales nobles, por lo que se podrían esperar contenidos aún más elevados en profundidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, S.: "A microscopy study of vein quartz", *Economic Geology*, 15:623-664, 1920
- BATISTA, J. Y L. RAMAYO: "Utilización de datos aerogamma espectrométricos para la localización de zonas de alteración hidrotermal en la región Sagua-Moa, Cuba oriental", *Minería y Geología* 17 (3-4):3-10, 2000.
- BUCHANAN, J. L.: "Precious metal deposits associated with volcanic environments in the southwest", en Dickinson, W. R. and W. D. Pine: "Relations of tectonics to ore deposits in the southern cordillera", *Arizona Geological Society Digest*, 14: 237-262, 1981.
- DÍAZ, R.: "Estudio geoquímico y mineralógico de los placeres laterales del nordeste holguinero", Tesis doctoral, Departamento de Geología, ISMM, Moa, 1996.
- DONG, G. AND G. W. MORRINSON: "Adularia in epithermal veins, Queensland: morphology, structural state and origin", *Mineralium Deposita* 30:11-19, 1995.
- DONG, G., G. W. MORRINSON AND S. JAIRETH: "Quartz textures in epithermal veins in Queensland: Classification, origin and implication", *Economic Geology*, Scientific Communications, 90:1841-1856, 1995.
- DOWLING, K. AND G. W. MORRINSON: "Applications of quartz textures to the classifications of gold deposits using North Queensland examples", *Economic Geology* 6:242-355, 1990.
- ECHAVARRÍA, L. E.: "Texturas de cuarzo del depósito epitermal El Dorado Monserrat, Provincia de Santa Cruz: descripción e implicancias genéticas", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 52 (4):491-503, 1997.
- FAURE, G.: *Principles of isotope geology*, 2 ed., John Wiley and Sons, 1986.
- HEDENQUIST, J. W.: "The thermal and geochemical structure of the Broadlands-Ohaaki geothermal system", *Geothermics*, 19:151-185, 1990.
- ITURRALDE-VINENT, M. A.: *Geología de las ofiolitas de Cuba. Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba*, IGCP project 364, Special contribution n.1, 1996.
- LOWERING, T. G.: "Jasperoid in the United States. Its characteristics, origin and economic significance", *U. S. Geological Survey*, Professional paper, 710:164, 1972.
- MORRINSON, G. W., G. DONG Y JAIRETH S.: *Textural zoning in epithermal quartz veins in Queensland*, James Cook University of North Queensland, AMIRA Project P247, 25, Townsville, 1989.
- NICKEL, E.: "The present status of cathodeluminescence as a tool in sedimentology", *Minerals Science and Engineering*, 10:73-100, 1978.
- QUINTAS, F.: "Análisis estratigráfico y paleogeografía del Cretácico Superior y del Paleógeno de la provincia Guantánamo y áreas cercanas", Tesis doctoral, 145 pp., Departamento de Geología, ISMM-Moa, 1989.
- RAMAYO, L.: "Estudio geoquímico de los flujos mecánicos de dispersión de la faja ofiolítica Moa-Baracoa", Tesis de Maestría, Departamento de Geología, ISMM, Moa, 1996.
- RODRÍGUEZ, A.: "Sobre la existencia de alteraciones epitermales en el complejo ofiolítico Moa-Baracoa", Resúmenes del II Congreso de Geología de Cuba, p. 45, 1994.
- SCHALAMUK, I., F. RÍOS, K. FUSIKAWUA AND M. PIMENTA: "Fluid inclusion studies in epithermal auriferous-quartz veins of Macizo del Deseado, Santa Cruz, Argentina", *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía* 18 (Volumen especial):220-221, 1995.
- SCHALAMUK I., M ZUBIA, A. GENINI, Y R. R. FERNÁNDEZ: "Jurassic epithermal Au-Ag deposits of Patagonia, Argentina", *Ore Geology Review* (12):173-186, 1996.
- WU, S. AND G. YU: "Infrared study of quartz and the evaluation of its gold content", *Minerals and Rocks* (7):66-74, 1987.