

zona norte del Bloque Oriental Cubano (zona de sutura del arco volcánico con la plataforma de Bahamas o falla Sabana según algunos autores) a causa de los empujes de dirección norte predominantes, generados por el movimiento transformante entre las placas Norteamericana y Caribeña. La edad de esta estructura, por las razones antes expuestas, se considera posterior al mioceno medio, momento en que se inician los movimientos interplaca.

### CONCLUSIONES

1. La falla Cananova presenta una dirección N53°W y se extiende desde la bahía de Yaguaneque hasta el poblado de Jucaral, área donde fue cartografiada, es posible su extensión hacia el sudeste. Esta estructura va a presentar un carácter rumbo deslizante, y la magnitud del rechazo vertical entre los bloques de falla es mínima.
2. Existe un alto grado de tectonismo en el área, condicionado por la falla Cananova, las estructuras que la cortan (dentro de éstas últimas la falla Miraflores como la más importante) y los sistemas secundarios en ambos bloques de falla.
3. Según el análisis de las fotografías aéreas, mapas morfométricos y topográficos, se pudo determinar un desplazamiento horizontal máximo de 1 500 m hacia el noroeste del bloque norte respecto al sur, con un carácter rotacional izquierdo (antihorario) corroborado por los datos de microtectónica, calculado entre los 30° y los 45°.

### BIBLIOGRAFÍA

- ATLAS NACIONAL DE CUBA, 1989.
- Brigada Cubano Húngara: Texto explicativo del mapa geológico a escala 1:25 000 de Cuba oriental. 1976.
- CABRERA y F. FORMELL: *Breve esbozo sobre la estructura geológica e historia de su desarrollo*, 1984.
- CAMPOS, M.: «Rasgos principales de la tectónica de la porción oriental de las provincias de Holguín y Guantánamo», *Revista Minería y Geología* (2), 1983.
- : *Tectónica y minerales útiles de la asociación ofiolítica y de los complejos vulcanógenos del Arco Insular Cretácico en Cuba oriental* (Inédito), Departamento de Geología, ISMM.

- CASTILLO, J.L. y M. MUNDI: Estudio geólogo-tectónico de la región de Moa, Trabajo de diploma, Departamento de Geología, ISMM, 1995.
- COBIELLA, J.L.: *Sobre el origen del extremo oriental de la fosa de Bartlett*, Editorial Oriente, 1984.
- FLEISHER, P.J.: *Maps in applied geomorphology, Developments and application of geomorphology*, 1984.
- GYARMATI, P. y otros.: *Informe sobre los trabajos de levantamiento geológico en escala 1:50 000 y búsquedas acompañantes en el polígono V, CAME, Guantánamo* (Inédito), E.G.S., 1990.
- HARDING, T.P.: *Identification of wrench faults using subsurface structural date: Criteria and pitfalls*, AAPG. 74 (10) octubre, 1990.
- ITURRALDE-VINENT, M.: «Nuevo modelo interpretativo de la evolución geológica de Cuba», *Ciencias de la tierra y el espacio*, no. 3, 1981.
- KNIPPER, A. y R. CABRERA: «Tectónica y geología histórica de la zona de articulación entre el mio y eugeosinclinal del cinturón hiperbasáltico de Cuba», *Revista Contribución a la Geología de Cuba*, Publicación especial no. 2, IGP, ACC, 1974.
- LEWIS, J.F. and G. DRAPER: *Geology and tectonic evolution of the norther caribbean margin. The caribbean region. The geology of North America*, vol. H., 1990.
- LILIENBERG, D.; J.R. HERNÁNDEZ; M.E. MÁRQUEZ y J.L. ÁLVAREZ: *Movimientos tectónicos recientes de Cuba*, Editorial Academia, 1993.
- LIUBY, L.R. y otros.: *Informe sobre los resultados del levantamiento aerogeofísico realizado en las provincias de Holguín y Guantánamo*, Fondo Geológico Nacional, 1983.
- LUNDREN, P.R. y R.M. RUSSO: «Finite element modeling of crustal deformation in the North America-Caribbean boundary zone», *Journal of Geophysical*, vol. 101, no. 35, 1996.
- MAKAROV, V.I.: *Application of space techniques for neotectonic studies*, United Nations Training Course, Potsdam, 1989.
- MANN, P.; C. SCHUNERT and K. BURKE: *Review of caribbean neotectonic, The geology of North American*, vol. H, 1990.
- QUINTAS, F.: *Análisis estratigráfico y paleogeográfico del cretácico superior y del paleógeno de la provincia Guantánamo y áreas cercanas*, Tesis doctoral, ISMM, 1990.
- RODRIGUEZ, F.: *Estudio aerofotogeológico de la región de Moa y zonas aledañas*, Trabajo de diploma, Departamento de geología, ISMM, 1987.
- URRUTIA, J.: «Rotación de bloques en sistemas de fallas de desplazamiento lateral en cuencas tensionales», *Revista Geofísica Internacional*, 28, México, 1989.

# Descubrimiento de manifestaciones auríferas hidrotermales en la ladera oriental de la sierra de Mazán, provincia de la Rioja, República Argentina

Rubén Ignacio Fernández\*  
Guillermo Amilcar Vergara\*\*

\*Doctor en Geología. Profesor de Mineralogía. Fac. de Ciencias Naturales de la Univ. de Tucumán. Investigador del CONICET. Programa de Formación Permanente en Geoindustrias. Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino (UNSTA). 9 de Julio 165. Casilla (32). CP-4000. San Miguel de Tucumán. República Argentina.  
\*\*Licenciado en Ciencias Geológicas. Dirección Provincial del Agua. Tucumán. Programa de Formación Permanente en Geoindustrias. Geólogo Consultor. Miguel Lillo 645 CP-4000. San Miguel de Tucumán. República Argentina.

### INTRODUCCIÓN

En el marco de actividades emprendidas por el Proyecto Geoindustrial No. 4, Estudio Geoindustrial de Minerales y Rocas de Aplicación del valle de Mazán y serranías adyacentes, que se desarrolla en el PROGRAMA DE FORMACIÓN PERMANENTE EN GEOINDUSTRIAS de la UNSTA, se presenta el siguiente trabajo, como continuación de las investigaciones iniciadas por Vergara y Fernández (1994-1995) y Camaño (1995).

Como parte del proyecto, en este sector de los Andes de la República Argentina se relevaron una serie de anomalías geotermales y fenómenos de neotectónica. Así se dan a conocer por primera vez la presencia de depósitos hidrotermales auríferos en ganga de cuarzo, con un notable volumen aflorante en el sector centro-oriental de la sierra de Mazán, provincia de La Rioja.

Las manifestaciones se ubican a unos 80 km al norte de la ciudad de La Rioja, a la vera de la Ruta Provincial No. 10 (pavimentada) y a las Vías del Ferrocarril Belgrano; sus coordenadas aproximadas son 66° 32' de longitud oeste y 28° 45' de latitud sur.

La localización privilegiada y las facilidades operativas que otorgan las mineralizaciones para el desarrollo de análisis de prefactibilidad y factibilidad, o ambas, encuadran a estos depósitos como de buena presunción para un futuro usufructo.

#### Reseña histórica

La sierra de Mazán es un elongado cordón montañoso, de rumbo meridional, integrado por un complejo ígneo-metamórfico perteneciente al basamento cristalino de la Provincia Geológica de las Sierras Pampeanas Noroccidentales (Caminos, 1979). Las unidades formacionales que la integran son:

#### Precámbrico-paleozoico inferior

Fm. Antinaco (Turner, 1962):

Son metamorfitas de bajo grado (esquistos cuarzo-micáceos) formando *roof pendants* en el ángulo suroccidental del mapa geológico (Fi-

**RESUMEN:** Las manifestaciones auríferas que se estudian en este trabajo se localizan en el sector central de la sierra de Mazán, aproximadamente a unos 80 km al norte de la ciudad de La Rioja. Se analiza su origen hidrotermal vinculado a fracturas de dirección submeridional «geotermalmente activas» (falla de Santa Teresita) formadas en épocas pos-ándicas (pleistoceno-holoceno). La mineralización estudiada se localiza en la denominada Fm. Santa Teresita (nov. nom.) consistente en una elongada faja submeridional de filones verticales de cuarzo-caolín-oro-pirita-calcopirita, en contacto con rocas graníticas de la Fm. Paimán. La cúspide de los cuerpos mineralizados es un tapón argilítico-silicificado, brechado y cementado por cuarzo. Se estima que con respecto al oro las reservas aflorantes son de 45 x 10<sup>7</sup> toneladas y en profundidad, para una ley de 1 g/t, unas 450 toneladas de oro, que justifican la intensificación de estudios para su futura explotación.

**ABSTRACT:** The auriferous prospect studied in this paper, is located in the central area of hillside Mazán range, approximately 80 km to north La Rioja City in the Argentina Republic.

This discovery permits the metallogenetic analysis over the hydrothermal origin entailed with submeridional direction faults «Active Geothermaly» (Santa Teresita fault) formed in post-andean epoch (pleistocene-holocene). The studied mineralization is localized in Santa Teresita Formation (New Name) forming an elongated submeridional band of verticals lode with Quartz-Kaolin-Gold-Pyrite and Chalcopyrite, in contact with granitic rocks of Paimán Formation. The summmit zone of mineralized ore band is an «Argillitic-Silicified plug», with Quartz breached and cemented. The exposure reserves for gold are 45 x 10<sup>7</sup> t estimated in depth for law of gold 1 g/t justify the intensive for future exploitation.

## VISITE LA CIUDAD DEL NÍQUEL

gura 1). Sus afloramientos se extienden formando elongadas fajas meridionales en ambos lados del valle del río Salado y se puede observar megascópicamente

el clivaje de transposición (S1) que forma ángulos entre 30° y 35°, con SS (esquistosidad original) bien marcada por laminillas milimétricas de biotita.

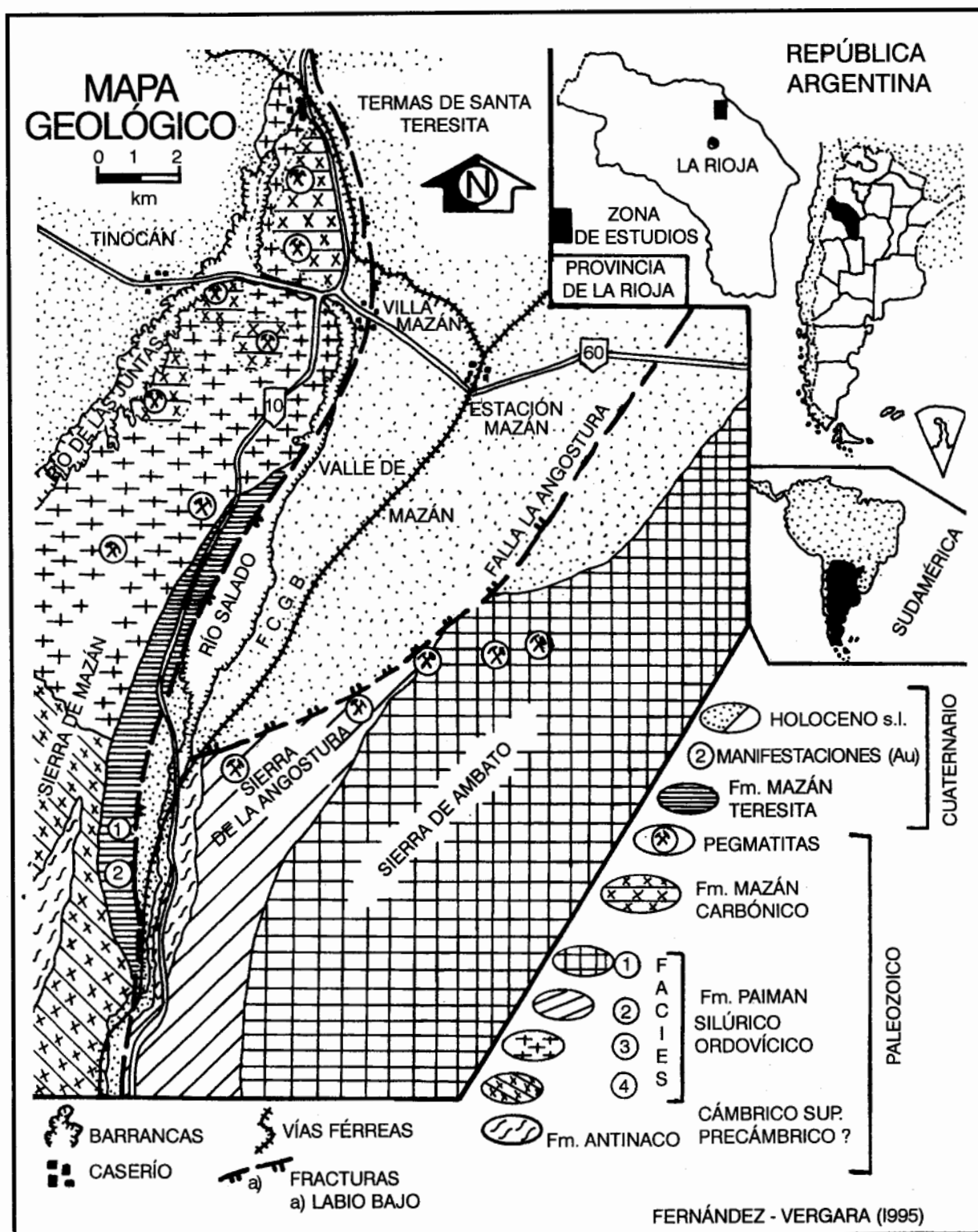


FIGURA 1

Al microscopio, se advierte en estas ectinitas una disposición subparalela de bandas lenticulares, ricas en cuarzo y sericita, dispuestas rítmicamente (Vergara, 1975; Vergara y Fernández, 1994).

Al norte de la sierra de Mazán se pueden observar algunos «colgajos» y xenolitos dentro de una facie granítica de la Fm. Paimán (Vergara y Fernández, 1994). Las metamorfitas relevadas se destacan por tener colores más oscuros, gris-verdoso y hasta negruzcos, que las distinguen al formar xenolitos, como los observados al pie de la sierra de Ambato, donde forman estructuras similares a brechas y conglomerados (Vergara, 1972-1975; Vergara y Fernández, 1994).

La edad de la Fm. Antinaco, obtenida en rocas de metamorfismo más elevado y no precisamente en esta localidad, mediante métodos radiométricos de datación K-Ar, arroja valores de  $379 \pm 11$  m.a. (Stipanovic y Linares, 1975; Linares, 1977), que permiten asignar un lapso de sedimentación extenso precámbrico-cámbrico y eventos tectonometamórficos a partir del paleozoico inferior o ciclo *famatiniano* de Aceñolaza y Toselli (1981) y Vergara y Fernández (1994).

#### Ordovícico-silúrico

Fm. Paimán (Turner, 1962):

Con esta denominación se destacan las rocas más abundantes de la sierra de Mazán, consistentes en facies de granitoides y cuerpos pegmatíticos de gran importancia económica (Vergara 1972-1975; Vergara y Fernández, 1994).

La Figura 1 permite observar las diferentes facies de granitoides reveladas entre sierra de Mazán y flancos de las sierras de la Angostura y Ambato:

Facies 1: Granitos, granodioritas y sienitas anortoclásicas, ubicadas preferencialmente al pie de la sierra de Ambato.

Facies 2: Granitos porfiroides biotíticos-muscovíticos con matriz granítica, ubicados en la sierra de la Angostura y el sur de la sierra de Ambato.

Facies 3: Granitos porfiroides biotíticos con matriz trondhjemítica (sector central y septentrional de la sierra de Mazán).

Facies 4: Granitos porfiroides biotíticos, con matriz granítica; encierran un extenso afloramiento de la Fm. Antinaco en el sector austral de la sierra de Mazán. Las pegmatitas fueron clasificadas por Vergara y Fernández, (1994) como de tipo: 1. Simples, 2. De Transición y 3. Zonales; y se consignó su importancia para el futuro desarrollo geindustrial de la zona. Las evidencias de campo son fehacientes para afirmar un emplazamiento intrusivo de los granitoides en el basamento metamórfico por «Major Stopping» (Vergara y Fernández, 1994). Por consiguiente, y como se apunta en párrafos anteriores, son frecuentes los xenolitos metamórficos y

fenómenos de asimilación y hornfelsización, y se forman verdaderas brechas de xenolitos.

Vergara y Fernández (1994) ensayan una interpretación petrogenética de estos granitoides y los consideran como producto de hibridación entre intrusivos gábricos y la caja esquistosa para formar trondhjemitas, que por inyección tardía-magmática de material feldespático residual originaron granitos porfiroides. La isoorientación observada en los porfirocristales de microperita es interpretada por los autores como producto de la fluidez del removilizado.

Trabajos de Keidel y Schiller (1913) describen para la zona el desarrollo de dos facies de granitos «Viejo» y «Nuevo», diferenciables en campaña por su grado de alteración. Vergara (1975), comunica la datación radiométrica realizada por INGEIS, de dos muestras del área estudiada: (K-Ar)  $470-475 \pm 15$  m.a. las que son corroboradas por Stipanovic y Linares (1975) y por Mc Bride *et al.* (1976), que dan edades entre 420 y 479 m.a. del ordovícico-silúrico para los granitos Viejos, Schalamuck *et al.* (1990); Toselli *et al.* (1991) y Toselli (1992). El denominado «Granito Joven», estudiado por González *et al.* (1985), Schalamuck *et al.* (1990), Toselli (1992) y Rapela *et al.* (1992), corresponde a la formación que se propone (Formación MAZÁN).

#### Carbónico

Fm. Mazán (nov. nom.)

Denominada «Granito Joven» por Keidel y Schiller (1913) y estudiada por Vergara (1975); González *et al.* (1985), Schalamuck *et al.* (1990) y Toselli (1992). Son leucogranitos equigranulares muscovíticos (escasamente biotíticos), que atraviesan con hábito filoniano y conspicuo el control estructural a la Fm. Paimán. La Figura 1 permite observar que los afloramientos de esta unidad coinciden con el emplazamiento de cuerpos pegmatíticos que fueron objeto de explotación minera (Vergara y Fernández, 1994).

Son rocas de grano fino, frecuentemente protoclásticas, que gradan a facies aplíticas y pegmatíticas simples (abundante turmalinización). Sus afloramientos aparecen también como diques de escasa potencia, con textura aplítica dominante encajados en pequeñas fracturas de los granitos porfiroides hospedantes. En el extremo septentrional (Figura 1) se presenta la mayoría de los afloramientos, y los diques leucograníticos muestran potencias de varias decenas de metros y corridas superiores al centenar (Vergara, 1972-1975).

Así, dentro de este contexto, Vergara (1989) determinó la presencia de oro (0,2 g/t) en la «Mina Descubridora» que responde a un modelo de asociación de granitoides con sus respectivas facies hidrotermal-pneumatolítica, representadas por filones hipotermiales de casiterita-wolframita-arsenopirita y pirita en ganga de

cuarzo. Los filones mineralizados ocurren siempre limitados por típicas fajas de greissen sericítico-turmalínico, en tanto la roca encajante se altera masivamente hasta varios metros en los contactos por sericitización y caolinización.

Este fenómeno también es descrito por Schalamuck *et al.* (1990) quienes señalan, además, que la presencia de pegmatitas con núcleos de gran tamaño de andalucita y diques de cuarzo con turmalina, y a veces fluorita, indican condiciones de cristalización en un medio rico en agua (Toselli, 1992).

Las direcciones más frecuentes de los cuerpos mineralizados y leucogranitos asociados están comprendidas en el intervalo N 30°- 65° W, e inclinaciones de 18° a 65° NE. Vergara (1975-1989), siguiendo pautas de Buddington (1959); Quartino y Villar Fabre (1960) y Smirnov (1982), clasifican a estos intrusivos epigenéticos (granitoides con sus asociaciones aplopegmatíticas e hidrotermales pneumatolíticas) como de epizona. Los análisis químicos realizados en rocas graníticas de la sierra de Mazán permiten determinar, de acuerdo con los diagramas AFM, caracteres calco-alcalinos e índices de Shand entre 1,19 y 1,52 que corresponden al campo peraluminoso (Clarke, 1981; Toselli, 1992).

La edad determinada para el «Granito Joven» por el método K-Ar (INGEIS) (Vergara, 1975) es de  $343 \pm 15$  m.a. Estudios posteriores de Linares (1977); Mc Bride *et al.* (1976); González *et al.* (1985); Schalamuck *et al.* (1990) y Toselli (1992), determinan edades entre 330 y 334 m.a. que lo asignan al carbónico.

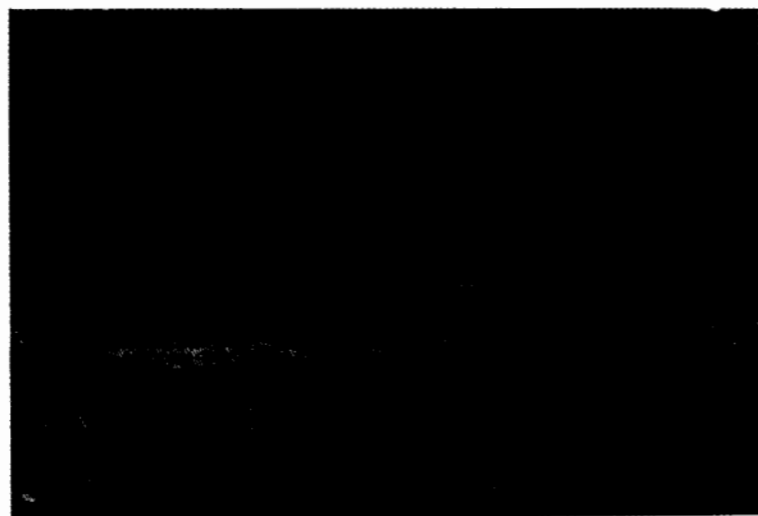


FIGURA 2

El interés económico de esta formación radica en el descubrimiento, mediante estudios calcográficos, de oro diseminado en los filones hidrotermales de cuarzo. Una descripción pormenorizada de la mineralización e interpretación genética se brindará en párrafos siguientes.

*Cuaternario s.l.*

*Pleistoceno?*

Fm. Santa Teresita (nov. nom.)

Antes denominada «Faja de Alteración Hidrotermal» por Vergara y Fernández (1994), se ubica submeridionalmente, acompañando el trazado de la falla de Santa Teresita, con una extensión mayor de 12 km y un ancho promedio de 1 km (Figuras 1 y 2). Incluye un conjunto de filones de cuarzo que intersectan la falla de Santa Teresita en cruceros de direcciones E-O y NO-SE. Se han medido corridas promedio de 400 m y potencias del orden de 200 m.

El área mineralizada fue exhumada por la erosión remontante de la escarpa de la falla de Santa Teresita. Los filones quedaron como testigos del proceso de pedimentación, pues su composición cuarzosa global los tornó resistentes a procesos exógenos en comparación con la roca encajante intensamente alterada por acción hidrotermal. El desnivel aflorante de los cuerpos es, aproximadamente, de 75 a 100 m y presentan en su techo una cubierta de arcillas rojizas (silicificadas), craqueladas y ulteriormente cementadas por cuarzo lechoso (Vergara y Fernández, 1995). Por encima de este típico «tapón argilítico» (Ta) o salbanda de brecha de falla, la fisura se rellena con vetas de cuarzo lechoso inferiores al metro de potencia y con trazado discontinuo sobre la dirección principal. El brechamiento notable de los filones permite ver fisuras rellenas por argilitas rosadas (caolinitas) y en las paredes se destacan limonitas y, ocasionalmente, malaquita.

La edad de la Fm. Santa Teresita se asigna sobre la base de datos de campo y su clara posterioridad de emplazamiento litológico que sigue líneas de fracturación originadas a finales del terciario y comienzo del cuaternario en la Cadena Andina del noroeste argentino.

*Holoceno*

Bajo esta asignación cronológica se agrupa a un conjunto de depósitos sedimentarios modernos, arenas, gravas, que sirven de relleno a las depresiones colindantes con las sierras de Mazán, Angostura y Ambato (valle de Mazán y valle del río Salado). Son depósitos que no alcanzan espesores importantes y se destacan por sus colores pardo rojizos, fundamentalmente en las barrancas de los ríos de Las Juntas y Salado (Figura 1).

*Descripción de las manifestaciones hidrotermales auríferas*

Los filones hidrotermales de cuarzo presentan, de acuerdo con lo observado en campaña, un diseño de veta brechosa discordante biextendida, conforme con la clasificación propuesta por García (1981). La mineralización se originó por relleno de fisuras y se localizaron en probables áreas de cruceros que intersectan la dirección principal de la fractura de Santa Teresita con direcciones E-O y NO-SE (Vergara, 1989; Vergara y Fernández, 1995).

Los filones se hallan rodeados de un conspicuo halo de alteración hidrotermal que transformó las rocas granitoides encajantes (Figura 1, facies 3 y 4 de la Fm. Paimán) en una faja submeridional de colores abigarrados rojizos, parduzcos y grisáceos (Figura 2).

La textura predominante de los filones es bandeada, con crustificaciones de cristales prismáticos y de hábito bipiramidal de cuarzo blanquecino a grisáceo en delgadas capas que oscilan entre pocos milímetros hasta 10 cm. El agrietamiento de los cuerpos es notable y se observa un denso fisuramiento, tapizado por limonita rojiza y amarillenta.

En el prospecto minero San Nicolás (localidades 1 y 2, Figura 1), los afloramientos muestran un notable bandeo transversal a la corrida donde alternan franjas (bandas) de color rosado y rojizas, con potencia cercana a los 30 m.

Este fenómeno se debe probablemente a la coloración selectiva producida por contenidos diferenciales de pirita hipogénica, cuya alteración dio origen a un típico «sombrero de hierro». Microscópicamente se observan diferencias granulométricas y texturales, desde cristales idiomórficos prismáticos bipiramidales bien desarrollados y crecimientos alotriomórficos de grano fino. Se han observado aisladas laminillas de muscovita agrupadas en «nidos» de 0,1 a 0,2 mm, y se han encontrado diminutos agregados de carbonato microgranular.

Los cristales de cuarzo de mayor tamaño presentan con frecuencia líneas de inclusiones de cristales de apatito, micas (muscovita) y feldespatos. La observación con luz reflejada pone de manifiesto la presencia de «chispas de oro» de 15-20 micrones de diámetro, que pueden aparecer aisladas en la masa de cuarzo o formar venillas milimétricas, en este caso con escasa pirita, formando

venas de un milímetro de diámetro como máximo. El oro se dispone asociado a sílice microcristalina formando una curiosa microestructura (Figura 3), donde las chispas se ordenan con distribución helicoidal, tapizando la pared interior de cuarzo del conducto mineralizante. Esta forma de disposición sugiere elevada velocidad de circulación (por inyección forzada bajo altas presiones?) con selección a favor de la fuerza centrífuga para una mayor densidad comparativa de los metales nobles. Así, se observa que, ocupando una posición relativa más externa en las vénulas, ocurre un mineral opaco (marrón oscuro) en el que se pueden diferenciar núcleos densos rodeados de conspicuos halos de desintegración radioactiva.

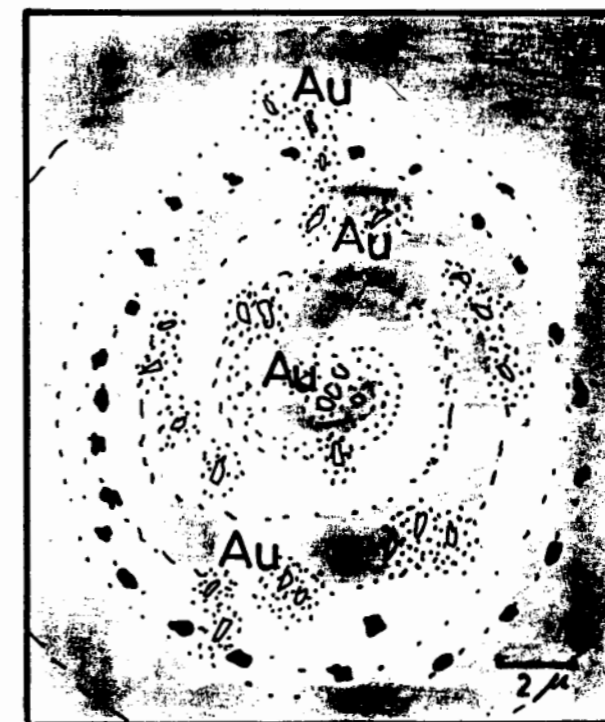


FIGURA 3

Este mineral más denso que el oro (Figura 3) también presenta «colas» de elongación tangencial a la pared de la vena, que las asemejan a «cometas», y sugiere un medio de alta movilidad. También se observó, en secciones transversales a las venas, que el oro se alineaba presentando un diseño sinusoidal.

La venación, en cambio, no adopta una distribución preferencial, por lo que se infiere que algunas laminillas reflectantes encontradas aisladas pudieran ser parte de alguna venilla. De esta manera se puede ver que las estructuras observadas permiten deducir que los fluidos portadores de la mineralización aurífera, son indudablemente posteriores a la primera generación de cuarzo (crustificación holocristalina-idomórfica). Esta textura es similar a la descrita e ilustrada por Malvicini y Saulnier (1979) como bandeamiento por relleno de fracturas o costrificación.

### Paragénesis de la mineralización

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se pueden describir las siguientes fases de mineralización:

1. Ascenso a través de la fractura de Santa Teresita, de fluidos hidrotermales produciendo intensa alteración de los granitoides en una franja de casi 500 m de ancho hacia ambos lados del plano de falla. En sectores donde la estructura principal era atravesada por fracturas transversales (E-W) u oblicuas (NW-SE) se producían dos fenómenos convergentes: a) se generaron amplias cavidades; b) en las cúpulas de estas oquedades se silicificó la salbanda de falla formando un tapón (Ta, Figura 2), dando al sistema el estancamiento necesario para la fenomenología hidrotermal.
2. Relleno de fisuras en pulsos de intensidad variable formando una crustificación cuarzosa con gran variación de espesores de las capas o bandas.
3. Brechamiento intenso.
4. Deposición de los productos portadores de oro de la segunda mineralización, emplazados en una red irregular de canalículos interconectados (helicoidales?).
5. Movilización intensa y craquelamiento de los filones y del tapón argilítico-silicificado (Ta).
6. Última etapa mineralizante que aportó cuarzo masivo lechoso y que luego de trasponer el tapón arcilloso (Ta), persistió rellenando las fisuras existentes en la línea de fracturación de Santa Teresita. Dicho relleno es de tipo vetiforme (cuarzo lechoso que cementa la brecha del tapón argílico), con potencias inferiores al metro y corridas que no se alejan más de medio kilómetro del área mineralizada. Hacia niveles más profundos, la brecha se rellena con material arcilloso.

### Quimismo y mineralogía de la mena

El presente estudio preliminar ha tenido en cuenta una serie de factores para realizar un muestreo eficiente y una correcta interpretación de datos químicos. Así, en virtud de que la acción del intemperismo eolofluvial ha removido casi todo el contenido arcilloso presente en los afloramientos, para inferir un contenido relativo eventualmente presente en los cuerpos filonianos se ha realizado un estudio granulométrico.

El estudio consistió en un muestreo del eluvio localizado al pie oriental del área mineralizada (Prospecto San Nicolás 1-2, Figura 1 y Figura 2). El material obtenido de esa fuente no evidencia transporte y los bordes de los clastos en las granulometrías gruesas son afilados e irregulares. Los contenidos de arcillas así obtenidos oscilan entre 12-13 % en peso de las muestras (Vergara, 1989).

Los análisis químicos realizados en el CIIM de la provincia de San Juan, Argentina, muestran los siguientes valores promedios para 20 muestras de superficie del prospecto:

SiO <sub>2</sub> = 98,13 %	Au = 0,18 p.p.m.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 1,31 %	Cu = 0,055 p.p.m.

Considerando que los contenidos férricos pudieran asignarse a contenidos de pirita original aproximados a 2,5 %, la mena por debajo de la zona de oxidación supergénica tendría la siguiente mineralogía:

Cuarzo = 84 %	Caolín = 12 a 13 %
Pirita = 2,5 %	Calcopirita = (vestigios).

Las muestras que contenían oro se investigaron químicamente por el método de Fusión Total (CIIM), y dieron valores oscilantes entre 0,02 y 1,6 g/t. La dispersión de los valores se atribuye a efectos «pepita-antipepita», por escaso volumen de muestras procesadas y por arrastre + lixiviación superficial, generado en la acción de los iones S<sup>2-</sup> y sulfatos disponibles por acción de oxidación de la pirita hipogénica (Vergara y Fernández, 1995 y Camaño, 1995).

### Metalogenia y futuras perspectivas económicas

De acuerdo con lo expuesto, se puede ensayar una serie de explicaciones sobre el posible origen de las mineralizaciones presentes en la Fm. Santa Teresita. Smirnov (1982), clasifica depósitos similares al descrito como: yacimientos hidrotermales vulcanógenos, con una asociación polimetálica de oro y plata, desarrollada entre rocas vulcanógenas terciarias de la franja del Pacífico. Indica además, que estos yacimientos se han formado en una zona cercana a la superficie (a varias decenas o cientos de metros), llegando incluso al primer kilómetro, sobre la base de la existencia de focos magmáticos situados a escasa profundidad.

En el caso que se analiza aquí no se puede destacar la presencia de vulcanismo ni fuentes magmáticas someras. Los filones mineralizados se emplazan en una gran fractura de dimensiones regionales que canalizó la profusa actividad hidrotermal y que aún hoy sigue siendo canal ascensional permeable de fluidos termales endógenos, como el caso de las Termas de Santa Teresita, al norte de la sierra de Mazán (Vergara y Fernández, 1995), (Figura 3).

Así, la mineralización aurífera se puede asimilar en estos procesos generados por fluidos de filiación tectomagmática, ascendidos por fallamiento profundo, que mineralizan en ambiente epitermal. Los focos emisores de calor, de acuerdo con estudios de Baldis *et al.* (1983), se localizan en una capa conductiva situada a 12 km en Mazán (La Rioja), y que suponen constituida por rocas parcialmente fundidas.

La interesante dispersión de la capa conductiva calórica (situada entre 8 y 10 km en otras provincias del noroeste de Argentina) de localización cortical anómalamente somera, así como la frecuente aparición de fenómenos geotermales en el borde oriental de los Andes del noroeste argentino, permite inferir la existencia de un cuerpo de dimensiones batolíticas que habiendo comenzado a emplazarse a fines del terciario, continúa hasta el presente su proceso de consolidación.

Con anterioridad a estas deducciones, White (1955) en depósitos similares al estudiado expresaba: «Las

intrusiones ígneas en profundidad son, sin embargo, la fuente presumible de los metales preciosos y pueden ser hoy el origen del anormal flujo calórico».

Al sur del área estudiada y sobre la ladera oriental de la sierra de Velasco (continuación de la sierra de Mazán) se produce, a lo largo del trazado de la fractura regional de Santa Teresita-La Rioja (con más de 150 km de longitud), una serie de juegos de fallas transversales y oblicuas similares a los estudiados en Mazán. Precisamente al oeste de la ciudad capital de la provincia La Rioja se destaca la acción hidrotermal cuarzo-caolinítica en la Quebrada de Los Sauces con las minas de arcilla Ochoa Huasi y Victoria, estudiadas por Rossi y González (1970).

La estrecha vinculación observada entre neotectónica e hidrotermalismo en el área estudiada se puede asignar a la Etapa Metalogenética III (eoceno-holoceno), propuesta por Sureda *et al.* (1986), cuya clasificación de Metalotectos para dicho lapso cronológico incluye los depósitos geotermales vinculados a grandes fracturaciones regionales del norte argentino.

Las futuras perspectivas económicas del Prospecto San Nicolás son bastante halagüeñas, si se tienen en cuenta las reservas medidas del orden de 45 x 10<sup>7</sup> toneladas, mientras que si las leyes aumentaran en profundidad hasta 1 g/t, se podría llegar a las 450 toneladas de oro.

La explotación de los cuerpos a cielo abierto será relativamente fácil, por la ausencia de escape estéril. El único problema radica en incrementar la ley crítica del reservorio confirmando, por exploración del subsuelo, las inferencias supuestas. El acceso al área se ve facilitado por la ruta pavimentada y vías férreas que la atraviesan, y dista 70 km de la ciudad capital provincial y 15 km de la Estación Mazán (combustibles, mano de obra, comedores y hospedaje).

### AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su sincero agradecimiento a la Dra. Lidia Malvicini y a la Lic. Mabel Gonzalves de Valoy, ambas del Servicio Minero Nacional, por su inestimable ayuda en los estudios calcográficos de las muestras. Asimismo, a las autoridades del Centro de Investigaciones para Industrias Minerales (CIIM) de la Universidad de San Juan, Argentina. Por último, a los directivos de la Compañía Minera San Nicolás, por haber autorizado la realización y publicación de este trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA

- ACEÑOLAZA, F.G. y A.J. TOSELLI: *Geología del noroeste argentino*, Publ. Spec. No. 1287, p. 212, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán (UNT), 1981.
- BALDIS, B.A. *et al.*: «Magnetotelluric results along 1 200 km long deep profile with an important geothermal area its north west end the provinces of Tucumán and Santiago del Estero in Argentina», *Acta Geodaet. Geophys. et Mountains Hungary*, vol. 18, no. 4, pp. 489-499, 1983.
- BUDDINGTON, A.F.: «Granite emplacement with special reference to north America», *American Journal of Science*, vol. 70, 1959.
- CAMAÑO, L.N.: «Descubrimiento de oro epitermal en Mazán, La Rioja», *Revista Opinión Profesional*, vol. 3, pp. 2-3, 1995.
- CAMINOS, R.: *Sierras pampeanas noroccidentales. Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan*, Segundo Simposio Geol. Regional, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, Argentina (I) pp. 225-291, 1979.
- CLARKE, D.B.: «The mineralogy of peraluminous granites», *A review. Canadian Mineralogist*, vol. 19, pp. 3-17, 1981.
- GARCÍA, H.H.: *Formas de depósitos minerales*, Asoc. Argentina de Mineralogía Petrología y Sedimentología, Serie Didáctica no. 4, pp. 1-54, 1981.
- GONZÁLEZ, R.R. y otros.: «La Actividad Eruptiva en Sierras Pampeanas», *Acta Geológica Lillona*, vol. 16, no. 2, pp. 289-318, 1985.
- KEIDEL, H. y W. SCHILLER: «Los yacimientos de casiterita y wolframita de Mazán, en la provincia de La Rioja», *Revista del Museo de La Plata*, vol. 20, 1913.
- Linares, E.: *Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina*, Publ. Especial no. 4, Serie B, Asociación Geológica Argentina (AGA), pp. 1-16, 1977.
- MALVICINI, L. y M.E. SAULINIER: *Texturas de depósitos minerales*, Asoc. Argentina de Mineralogía Petrología y Sediment, Serie Didáctica No. 3, pp. 1-68, 1979.
- MC BRIDE, S.L.; J. CAELLES; A.H. CLARK and E. FARRAR: «Paleozoic radiometric age provinces in the Andean Basement latitudes 25°-30°S», *Earth Planet. scienc. letters*, vol. 29, pp. 373-383, 1976.
- QUARTINO, B.J. y J. VILLAR FABRE: *Observaciones sobre el Precámbrico de la zona oriental de la sierra de Velasco. Provincia de La Rioja*, Anales I Jornadas Geológicas Argentinas, tomo 2, pp. 279-286, 1960.
- RAPELA, C.W.; B. COIRA; A. TOSELLI y J. SAAVEDRA: «El magmatismo del paleozoico inferior en el sudeste de Gondwana», en: *paleozoico inferior de Iberoamérica*, Universidad de Extremadura, pp. 21-68, España, 1992.
- ROSSI, N. y O.E. GONZÁLEZ: *Informe geológico-económico sobre los depósitos de arcillas de las minas Ochoa Huasi y Victoria, provincia de La Rioja*, Dirección Provincial de Minería (DPM), Serv. Min. Nac. (Inédito), pp. 1-40, La Rioja, Argentina, 1970.
- SCHALAMUCK, I. y otros.: *El plutón mineralizado de Mazán (La Rioja) NW de Argentina y su relación con otros granitos de paragénensis estannífera y afines del basamento*, Simposium Internacional de Geodinámica Andina, pp. 379-382, Grenoble, Francia, 1990.
- SMIRNOV, V.: *Geología de Yacimientos Minerales*, pp. 1-654, MIR, Moscú, 1982.
- STIPANIC, P. y E. LINARES: *Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina*, Publicación Especial Asociación Geológica Argentina, Serie B, no. 3, Buenos Aires, 1975.
- SUREDA, R.; M. GALLISKY; P. ARGANARAZ y J. DAROCCA: «Aspectos metalogenéticos del noroeste argentino (Provincias de Salta y Jujuy)», *Revista Capricornio*, vol. 1, pp. 39-95, Universidad Nacional de Salta (UNSA), 1986.
- TOSELLI, A.J.: *El magmatismo del noroeste argentino. Reseña sistemática e interpretación*, Serie Correlación Geológica, no. 8, Public. no. 1470, pp. 1-243, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán (UNT), 1992.

TOSELLI, G.; J. SAAVEDRA; G. CÓRDOBA y M. MEDINA: «Petrología y Geoquímica de los granitos de la zona Carrizal-Mazán, La Rioja y Catamarca», *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, vol. 46, no. 1-2, pp. 36-50, 1991.

TURNER, J.C.M.: *Estratigrafía del tramo medio de la sierra de Velasco y región oeste (La Rioja)*, Boletín Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, vol. 43, no. 1, pp. 5-54.

VERGARA, G.A.: *Descripción geológica del yacimiento estañífero «Descubridora» sierra de Mazán. Departamento Arauco. Provincia de La Rioja*, Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Buenos Aires (UNBA), pp. 1-45, 1972.

—: *Análisis de factibilidad para la provisión de materias primas minerales para radicación de una fábrica de envases de vidrio, en Estación Mazán. Provincia de La Rioja*, Secretaría de Minería, Provincia de La Rioja (Inédito), 1975.

—: *Descubrimiento de anomalías auríferas en el área de mina «Descubridora», sierra de Mazán. Provincia de La Rioja*. Informe Inédito, compañía minera San Nicolás, 1989.

VERGARA, G.A. y R.I. Fernández: *Evaluación geoindustrial de las pegmatitas cuarzo-feldespáticas del distrito Mazán. Provincia de La Rioja*, Actas I Congreso de Minería de La Rioja, República Argentina, 1994.

—: *Descubrimiento de manifestaciones auroargentíferas en la ladera oriental de la sierra de Mazán. Provincia de La Rioja. República Argentina*, Resúmenes Segundas Jornadas de Comunicaciones Internas de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, p. 36, Universidad Nacional de Tucumán (UNT), 1995.

WHITE, D.E.: «Thermal springs and epithermal ore deposits», *Economic Geology 55th Anniversary*, vol. 55, pp. 99-154, 1955.

## En la Informática las Tecnologías de punta viajan junto a **geoser**®

- ✓ porque son cuantiosos los daños que causan cada día las descargas eléctricas sobre el más moderno parque tecnológico instalado en el país,
- ✓ porque con más de 20 años de experiencia en la actividad y un impresionante historial de trabajo (más de 450 clientes), **geoser**, representa una garantía para su inversión,
- ✓ porque **geoser**, le brinda la mayor protección para su inmueble y equipamiento al más bajo costo,
- ✓ porque **geoser**, con sus especialistas y potencial científico, desarrolla para Usted una solución integral que le confiere la seguridad de una protección con tecnología de punta”,
- ✓ por todo esto y porque **geoser**, ha sido diseñado a su medida, no demore en contactarnos.



**geoser**, Servicios Geocientíficos  
Instituto de Geofísica y Astronomía  
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente  
Calle 212 No. 2906 e/ 29 y 31,  
La Coronela, La Lisa  
Ciudad de La Habana, Cuba  
Teléfonos: 21 4331 / 21 0644  
Telefax: 33 9497

# Acerca de la clasificación y génesis del cuarzo filoniano de la región oriental de Cuba

Carlos A. Leyva Rodríguez\*  
Leonid V. Kulachkov\*\*

\*Doctor en Ciencias Geológicas. Profesor asistente. Departamento de Geología. ISMM. Las Coloradas, Moa, Holguín CP-83329  
\*\*Doctor en Geología. Instituto de Minas de San Petersburgo, Rusia.

**RESUMEN:** Se propone una clasificación de la materia prima cuarzosa filoniana en el ejemplo de la región oriental de Cuba, tomando en cuenta que la empleada actualmente para esta materia prima (blanco lechoso, semitransparente y granular) utiliza indicadores diferentes: color, transparencia y estructura. La clasificación propuesta puede ser aplicada y ajustada convenientemente para otras regiones cuarcíferas de Cuba y el mundo.

La génesis del cuarzo filoniano de la región oriental de Cuba se establece a partir de un proceso metamorfogénico en el cual se diferencian dos variantes: pegmatito-metamórfica para los núcleos de cuarzo en pegmatitas, y metamórfico-hidrotermal para las vetas cuarzosas concordantes; así mismo se exponen las evidencias fundamentales en que se sustenta esta propuesta.

**ABSTRACT:** This paper deals with a new classification for filonian quartz raw material in eastern Cuba, taking into account that the one used until now as milk-white, almost transparent and granular quartz uses different indicators as color, transparency and structure. Also is established the filonian quartz genesis starting from a metamorphic process in which two mechanisms are differentiated: a pegmatitic-metamorphic mechanism for the quartz nucleus in pegmatites and a metamorphic-hydrothermal one for the concordant quartz veins.

## INTRODUCCIÓN

Los principales productos obtenidos de la materia prima cuarzosa filoniana poseen un espectro de utilización muy amplio en la actualidad, fundamentalmente en las industrias radioelectrónica, electrónica, de aviación, óptica y química. Para garantizar la materia prima a estas industrias es imprescindible el desarrollo y perfeccionamiento de los estudios acerca de sus condiciones geológicas de formación y variedades.

En trabajos publicados anteriormente (Kulachkov y Leyva, 1993; Leyva y otros, 1993 y 1996) se ha hecho alusión a la potencialidad de la región oriental de Cuba en relación con la cuantía y calidad de la materia prima cuarzosa filoniana (Figura 1).

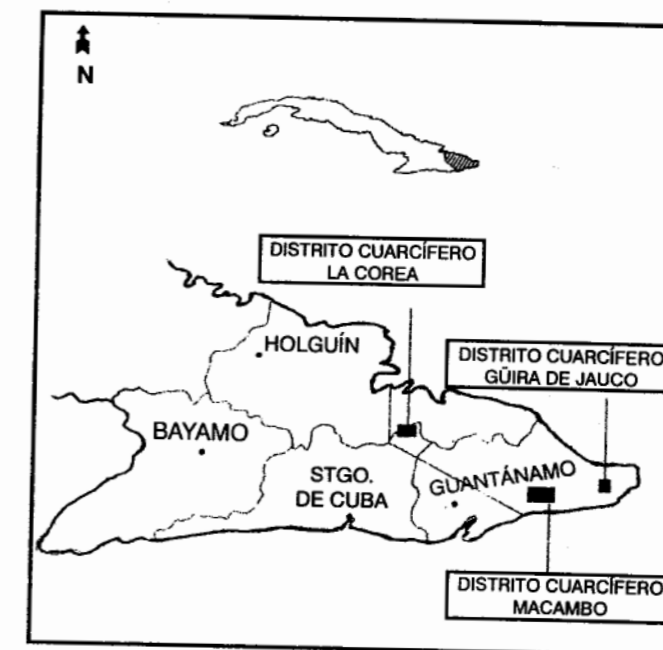


FIGURA 1. Ubicación geográfica de los distintos cuarcíferos de la región de estudio.

Los tres principales tipos geólogo-industriales de cuarzo filoniano reconocidos mundialmente son: cuarzo semitransparente con sectores transparentes, cuarzo blanco lechoso y cuarzo granulado. Estos tipos de cuarzo poseen diferencias en cuanto a sus propiedades; por esta causa su utilización es también diferente.

El cuarzo transparente y el semitransparente se caracterizan por estar representados por agregados prácticamente monominerales, generalmente de grano grueso, que frecuentemente se transforman en cuarzo blanco lechoso en los límites de una misma veta; este cambio se caracteriza a la vez por el desarrollo de una enorme cantidad de inclusiones gaso-líquidas y