

TOSELLI, G.; J. SAAVEDRA; G. CORDOBA 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).

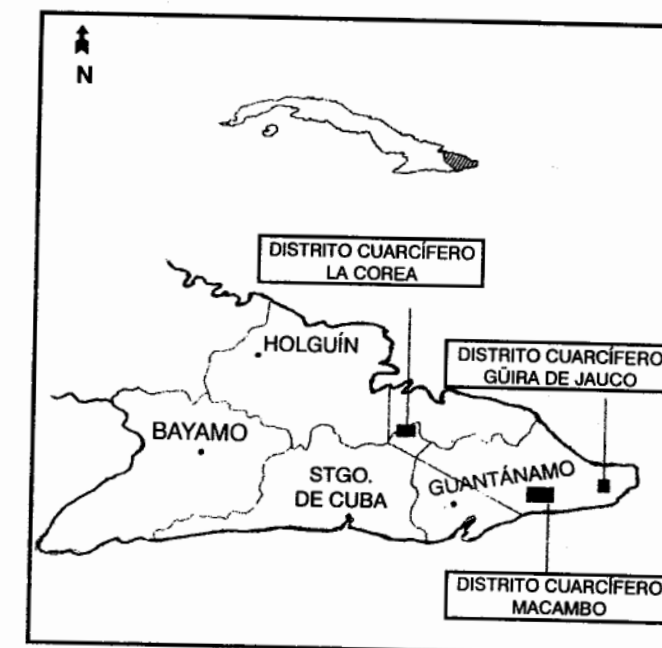


FIGURA 1. Ubicación geográfica de los distintos cuarcíferos de la región de estudio.

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

grietas cicatrizadas (Korago y Kozlov, 1988). Por su composición, el cuarzo semitransparente es una variedad transitoria entre el transparente y el blanco lechoso; pero atendiendo a su utilización esta más cerca del primero. La abundancia de inclusiones gaso-líquidas es la limitante fundamental para el uso del cuarzo blanco lechoso, pues provoca burbujas de gas en el vidrio fabricado y la ruptura de los crisoles de grafito durante el proceso de fundición (Leyva, 1996).

El cuarzo granulado consta de granos transparentes o poco turbios, isométricos o algo alargados; este alargamiento relativo, por ejemplo, en los yacimientos de los Urales tiene una relación de 1,2 a 3,5 y dimensiones de los granos de 1,0 a 10,0 mm (Vertushkov, 1974); además, en estos yacimientos se ha podido comprobar que en los intersticios de los granos es frecuente observar partículas microscópicas de cuarzo y de otros minerales impureza, lo que establece una dependencia entre la composición de las rocas encajantes y el conjunto de estos minerales. La distribución de los minerales impureza en la zona periférica alrededor de los granos de cuarzo, facilita el proceso de limpieza o beneficio en este tipo de cuarzo, lo que, sin lugar a dudas, constituye una importante ventaja.

TABLA 1. Propuesta de clasificación de la mineralización cuarzosa de Cuba oriental

Cuarzo filoniano							
Roca cuarzosa filoniana						Cristales	
Masivo				Granulado		De grietas mineralizadas	De nidos
Incoloro	Blanco lechoso	Gris		Negro	Incoloro	Blanco	Gris
		Transparente	Semitransparente				

Si bien es cierto que la delimitación de algunas de las variedades que se proponen en la clasificación es algo condicional, así como que sólo la puede realizar personal especializado, es muy importante su aplicación, tomando en cuenta que en las etapas iniciales de las investigaciones sobre cuarzo filoniano (en el caso de la región oriental de Cuba), se supone la existencia de particularidades genéticas para diferentes variedades de la mineralización cuarzosa, y resulta de gran ayuda para su caracterización el empleo de la clasificación expuesta en la Tabla 1.

En el caso del campo cuarcífero El Palenque, ubicado en el distrito cuarcífero Macambo, se ha aplicado esta clasificación de forma experimental en la materia prima cuarzosa filoniana (Leyva y otros, 1996; Leyva, 1996) y se han obtenido resultados muy alentadores para la caracterización geológica de estas manifestaciones, así como en las conclusiones sobre la génesis de las diferentes variedades de la mineralización cuarzosa filoniana.

Propuesta de clasificación para las variedades naturales del cuarzo filoniano de la región oriental de Cuba

En las provincias orientales existe una gran diversidad de tipos naturales de cuarzo filoniano; ellos se pueden diferenciar de acuerdo con determinadas propiedades entre las que se destacan: su estructura, color, transparencia, particularidades genéticas, grado de desarrollo de las caras cristalográficas, etcétera.

La clasificación de los agregados cuarzosos filonianos en blanco lechoso, semitransparente y granulado, que es ampliamente empleada, utiliza tres índices diferentes: color, transparencia y estructura, y es por esta razón que no se le considera totalmente correcta, sobre todo cuando se hace necesario profundizar en el estudio geológico de esta materia prima; aunque no se deja de reconocer que responde con bastante exactitud a las exigencias de utilización del cuarzo en la industria.

Para tratar de solucionar la situación antes explicada se propone una clasificación más integral de la materia prima cuarzosa filoniana para la región oriental de Cuba, que toma en cuenta por separado los indicadores referidos (Tabla 1).

Acerca de la génesis del cuarzo filoniano de la región oriental de Cuba

Según Melnikov (1988), existen dos procesos de formación para el cuarzo filoniano de alta pureza: magmatogénico y metamórfico, cada uno de los cuales posee sus propios rasgos y condiciones de formación.

El proceso magmatogénico posee dos mecanismos de formación: uno pegmatítico, vinculado con intrusivos graníticos, y otro neumatolítico-hidrotermal, vinculado con intrusivos de composición ácida a media. Igualmente, el tipo metamórfico posee dos variantes de cristalización de la sustancia mineral, la pegmatítica en zonas de metamorfismo regional de facies no menos que anfibolítica y la hidrotermal en las mismas zonas.

Los cuerpos de cuarzo filoniano de Cuba oriental poseen evidencias bastante significativas de su origen metamorfogénico, tanto pegmatito-metamórfico para los núcleos de cuarzo en pegmatitas, como metamórfico-hidrotermal para las vetas cuarzosas concordantes, por

lo que se puede establecer que la formación de las vetas de cuarzo filoniano tuvo lugar durante el metamorfismo regional, por la acción de soluciones hidrotermales. Las evidencias fundamentales en que se sustenta esta propuesta aparecen detalladamente argumentadas en un artículo publicado anteriormente (Leyva y otros, 1996), por lo que aquí se exponen de forma resumida:

- Los cuerpos de cuarzo se localizan en rocas de facies determinadas de metamorfismo; en este caso, las fa-

cies epidoto-anfibolítica, anfibolítica y en algunos casos de esquistos glaucofánicos.

- Las vetas de cuarzo filoniano son concordantes con la esquistosidad de las rocas encajantes.
- Ausencia de alteraciones en las rocas encajantes alrededor de los cuerpos de cuarzo.
- Las rocas pegmatíticas asociadas a la mineralización cuarzosa filoniana no son contenedoras significativas de metales raros, dispersos y tierras raras (Tabla 2).

TABLA 2. Composición química de esquistos cuarzo-feldespáticos, aplitas y pegmatitas. Análisis espectral de fluorescencia de rayos-x (%)

No. de muestras	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	P.P.I.	Suma
P-35	69,05	0,30	16,60	0,43	0,43	0,05	1,45	4,13	6,37	0,12	0,22	0,93	100,02
P-36	77,24	0,09	11,55	0,31	0,31	0,05	0,41	1,47	3,53	3,35	0,20	1,53	99,96
3-10-1	72,90	<0,05	16,59	0,38	<0,3	<0,05	0,32	1,90	6,03	0,89	0,12	0,86	100,0
3-10-2	68,52	<0,05	19,20	0,57	<0,3	<0,05	0,49	2,03	6,48	1,57	0,15	1,01	100,02

No. de muestras	Análisis cuantitativo (ppm)						Análisis semicuantitativo (ppm)								
	Be	Zr	Nb	Ta	Th	U	Cr	Ni	Sc	Cu	Pb	Zn	Ga	La	Mo
P-35	-	160	5	-	100	-	30	30	10	7	-	-	10	-	-
P-36	2	100	5	-	-	-	-	3	-	3	70	30	30	-	-
3-10-1	15	<30	<5	-	-	-	30	20	-	15	70	-	30	200	5
3-10-2	25	74	<5	-	30	-	-	30	5	15	70	-	30	200	-
Umbral mínimo	1	30	5	50	30	300									

Fueron analizados, pero no detectados los elementos siguientes: V, Co, Hf, Ce, Y, Yb, Li, W, Sn, Cd, Bi, Ag, In, Ge, Ti, As, Sb, Te.

P-35 Esquistos cristalinos cuarzo-feldespáticos, Distrito cuarcífero Macambo. P-36 Rocas cuarzo-feldespáticas aplíticas, Distrito cuarcífero Macambo. 3-10-1 Rocas cuarzo-feldespáticas pegmatíticas, Distrito cuarcífero Güira de Jauco. 3-10-2 Rocas cuarzo-feldespáticas pegmatíticas, Distrito cuarcífero Güira de Jauco.

Por otra parte, en trabajos efectuados en la Academia de Minas de Freiberg, Alemania, por iniciativa del Dr. H. Blackenburg (Heiko, 1990), se realizaron investigaciones de inclusiones fluidas en muestras de los distritos cuarcíferos de La Corea y Macambo, y se llegó a la conclusión de que el mecanismo de formación del cuarzo filoniano fue metamórfico, con la participación de hidrotermas.

Realizando una aproximación al mecanismo de formación de los cuerpos de cuarzo filoniano de la región oriental, se puede establecer que durante el metamorfismo regional perteneciente a la facies anfibolítica ya existían condiciones de presión y temperatura suficientes como para lograr la fundición selectiva parcial de las rocas sometidas al metamorfismo (640 °C y 4,0 kb según Smirnov, 1982), sobre todo en aquellas zonas de mayor penetrabilidad para los fluidos y la energía térmica. Luego, al existir condiciones apropiadas, pudo ocurrir la cristalización y formarse pegmatitas metamórficas, como se supone que ocurre en el caso de las pegmatitas de La Corea y de Güira de Jauco.

Se sabe que durante la cristalización de cualquier fundido se generan cantidades apreciables de agua caliente; por otro lado, los fluidos del manto constan mayormente de soluciones acuosas con presiones y temperaturas significativas. Estas soluciones acuosas pueden llegar a extraer los elementos más móviles, como son: Na, K y Si de las rocas encajantes existentes en las zonas más débiles y pueden llegar a formar, en primer término, las vetas cuarzo-feldespáticas (reportadas en la sierra del Convento) y en una segunda etapa, cuando las soluciones son menos alcalinas, se formarían las vetas de cuarzo monomineral, fundamentalmente del tipo blanco lechoso.

El cuarzo granulado se forma en zonas activas dinámicas, a partir del cuarzo blanco lechoso referido con anterioridad (sierra del Convento) o tomando como fuente los núcleos de cuarzo en pegmatitas (La Corea). En este caso es conveniente exponer las consideraciones sobre este particular de B. Agueev (1993), quien considera que el cuarzo granulado se formó en zonas activas, donde los cuerpos se asocian con milonitas, hiperbasitas y ro-

cas metamórficas de altas temperatura y presión (esquistos glaucofánicos y eclogitas), donde es característica la ubicación de los cuerpos en bloques aislados de rocas metamórficas dentro de complejos ofiolíticos. Sin dudas, estas consideraciones pueden ser aplicadas a los distritos cuarcíferos de La Corea y Macambo.

Con respecto al cuarzo semitransparente, se puede decir que, al parecer, este ha sido sometido a un proceso de recrystalización posterior, al menos parcialmente y con diferentes grados de intensidad. Igualmente, las manifestaciones de cristal de roca parecen estar vinculadas con un proceso más tardío, pues están relacionadas

con un evento hidrotermal posterior (probablemente eocénico). En este caso es necesario diferenciar los nidos de cristal de roca en vetas cuarzosas, los cuales poseen mayores perspectivas, y las grietas mineralizadas con cristal de roca que cortan tanto a las anfibolitas, rocas aplíticas y esquistos glaucofánicos en el distrito sierra del Convento (Leyva y Kulachkov, 1994).

Se han establecido las características de los cuerpos con mineralización cuarzo filoniana, especialmente en los distritos Macambo y Güira de Jauco, así como de otros tipos de mineralización silícea. En la Tabla 3 aparecen las conclusiones sobre la génesis específica sujeta para cada tipo de mineralización.

TABLA 3. Características generales y génesis supuesta de los cuerpos con mineralización cuarzo de la provincia Guantánamo

Rocas encajantes	Posición dentro de las rocas encajantes	Forma de los cuerpos	Tipo de mineralización cuarzosa	Tipo de cuerpo cuarzoso		Génesis supuesta
				Güira de Jauco	Macambo	
CUERPOS DE CUARZO FILONIANO						
Anfibolitas, esquistos glaucofánicos y cuarzo-feldespáticos	Concordante	Lentes y vetas	Masivo. Blanco lechoso y semitransparente	Vetas cuarzosas concordantes en metamorfitas		Metamórfica de soluciones hidrotermales
Esquistos glaucofánicos, vetas cuarzosas concordantes	Concordante	Lentes y nidos	Granulado, incoloro, blanco y semitransparente	Vetas cuarzosas concordantes en metamorfitas y acumulaciones en vetas cuarzosas primarias		Metamorfizadas, vetas cuarzosas primarias con predominio de un dinámometamorfismo local
Vetas cuarzosas con cuarzo blanco lechoso	No definida	Nidos	Cristales de roca de nidos	No se encontraron	Nidos de cristal de roca	Posmagmática de soluciones hidrotermales
OTROS TIPOS DE MINERALIZACIÓN CUARZOSA						
Anfibolita	Concordante	Lentes, vetas lentiformes	Diseminada en pegmatitas	Cuerpos concordantes de pegmatitas cuarzo feldespáticas en metamorfitas		Metamórfica por medio de fundición anatóxica
Pegmatitas, aplitas y anfibolitas	Cortante	Vetas	Masiva, semitransparente	Vetas cortantes de cuarzo calcedoniforme		Posmagmática de soluciones hidrotermales
Anfibolitas, esquistos glaucofánicos y aplitas	Cortante	Vetillas	Cristales de roca, incoloros y masivos	No se encontraron	Grietas mineralizadas	Posmagmática de soluciones hidrotermales
Esquistos verdes	No definida	Vetas (¿)	Diseminada en las vetas calcito-cuarzosas	No se encontraron	Vetas calcito-cuarzosas	Metamórfica de soluciones hidrotermales

Por último, hay que señalar que en la clasificación genética del Mapa de Yacimientos y Manifestaciones Minerales no Metálicas y Combustibles de la República de Cuba (1988), se debe incluir al cuarzo filoniano dentro del tipo genético metamorfogénico, ya que este aparece ubicado solamente en el tipo hidrotermal, junto a la amatista y el ágata. Se considera necesario corregir, además, lo relacionado con el grupo industrial para los usos en las industrias del vidrio, óptica y electrónica, pues a este grupo sólo pertenece el cuarzo filoniano metamorfogénico. Estas regularidades expuestas son válidas para toda Cuba.

CONCLUSIONES

- Si bien es cierto que la clasificación geólogo-industrial del cuarzo filoniano en tres variedades: blanco lechoso, semitransparente y granular, resuelve mayormente los problemas de la industria, no es menos cierto que distorsiona muchos de sus aspectos geológicos, razón por la cual se hace énfasis en el empleo de esta propuesta de clasificación que tiene un carácter más integrador al tomar en cuenta las características estructurales, morfológicas, de color y transparencia, con

vistas a diferenciar también sus particularidades genéticas.

- Los cuerpos de cuarzo filoniano de Cuba oriental poseen evidencias bastante significativas de su origen metamorfogénico, tanto pegmatito-metamórfico para los núcleos de cuarzo en pegmatitas, como metamórfico-hidrotermal para las vetas cuarzosas concordantes. En el caso del cuarzo granular, su formación está vinculada a las zonas activas dinámicas. El cuarzo semitransparente evidencia haber estado sometido a un proceso de recrystalización posterior. Las manifestaciones de cristal de roca están relacionadas con un proceso hidrotermal mucho más tardío.

REFERENCIAS

- AGUEEV, B.I.: *Mineragenia del cuarzo de fajas metamórficas de alta presión (en los ejemplos de los Urales y de Cuba)*, Resumen de tesis de doctorado, Rusia, 1993.
- AGUEEV, B.I. y otros: *Informe sobre los trabajos de reconocimiento geológico para cuarzo en el área La Corea*, provincia Santiago de Cuba, Fondo Geológico, 1987.
- ALMAGUER, T.R.: *Presente y futuro de las rocas y minerales industriales*, Memorias del Encuentro Hispano Mexicano sobre Geología y Minería, pp. 57-70, 1992.
- BANDERA, G.D. y otros: *Generalización de materias primas no metálicas de la región oriental*, T.T.P., E.G.M.O., 1995.
- BUSTILLO, M.A.: *Rocas y minerales silíceos de uso industrial en España*, pp. 1153-1167, Recursos Minerales de España, CSIC, Madrid, 1993.
- ESTÉVEZ, J.: *Utilización del cuarzo cubano en la producción de fibras ópticas*, *Ingeniería Eléctrica Automática y Comunicaciones*, vol. 10, no. 1, 1989.

- HEIKO, I.: *Investigación de materiales silíceos de la República de Cuba*, Academia de Minería de Freiberg (en alemán), p. 42, 1990.
- HERNÁNDEZ, M. y Z. CANEDO: «Geoquímica de las ofiolitas meridionales de Cuba oriental», en: *Revista Minería y Geología*, vol. 12, no. 3, 1995.
- KORAGO, A.A. y A.B. KOZLOV: *Texturas y estructuras del cuarzo filoniano*, San Petersburgo, Editorial Niedra, 1988.
- KULACHKOV, L.V. y C. LEYVA-RODRÍGUEZ: «Materia prima cuarzo: Terminología, clasificación e importancia económica», en: *Revista Minería y Geología*, vol. 10, no. 2, 1993.
- LEYVA-RODRÍGUEZ, C.: *Características geológicas, regularidades de distribución y perspectivas de utilización del cuarzo filoniano de la región oriental de Cuba*, Tesis de doctorado, Dpto. de Geología, ISMM, Moa, 1996.
- LEYVA-RODRÍGUEZ, C. y otros: «Características y perspectivas del cuarzo filoniano en la región oriental de Cuba», en: *Revista Minería y Geología*, vol. 10, no. 2, 1993.
- : «Geología del cuarzo filoniano de la región oriental de Cuba», en: *Revista Minería y Geología*, vol. 13, no. 2, 1996.
- LEYVA-RODRÍGUEZ, C. y V. KULACHKOV: «Hallazgos de cristal de roca en la parte oriental de Cuba», en: *Revista Minería y Geología*, vol. 12, no. 2, 1995.
- MELNIKOV, E.P.: *Geología, génesis y tipos industriales de yacimientos de cuarzo*, 216 pp. (en ruso), Moscú, 1988.
- MILLÁN, G.: «Metamorfitas de la Asociación Ofiolítica de Cuba», en: *Ofiolitas y Arcos Volcánicos de Cuba*, p. 131, IUGS/UNESCO, 1996.
- SMIRNOV, I.: *Geología de los yacimientos minerales*, Editorial Mir, Moscú, 1982.
- SMITH, M.: *Quartz Crystal-Currently sparkling*, *Industrial Minerals*, agos/1984.
- VERTUSHKOV, N. y otros: *El cuarzo filoniano de los Urales orientales*, Obras del Instituto de Minas de Sverdlosk, Rusia, 1974.

Instituto de Geología y Paleontología

Calle Vía Blanca s/n y Línea del Ferrocarril
San Miguel del Padrón
C.P. 11000

Tel.: 99-5790, 98-6111, 99-5993
Fax: (537) 33 5345 (537) 33 3833

MUSEO
MUSEO
MUSEO

MARIO
SÁNCHEZ
ROIG