



CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

Premio Anual de la Academia de Ciencias de Cuba, 2020

Mapas mineragénicos 1:250000 de Cuba

Waldo Damián Lavaut Copa ¹ <https://orcid.org/0000-0002-8985-0321>
Carbeny Ramiro Capote Marrero ¹ <https://orcid.org/0000-0002-6093-0416>
Jorge Luís Cobiella Reguera ² <https://orcid.org/0000-0002-3832-0275>
José Antonio Alonso Pérez ¹ <https://orcid.org/0000-0001-9677-5369>
Daniel Torres Rodríguez ¹ <https://orcid.org/0000-0002-5849-3405>
Inés Milia González ¹ <https://orcid.org/0000-0002-9365-4315>
Mercedes Torres La Rosa ¹ <https://orcid.org/0000-0001-5299-6098>
Dayana de la Paz Marrero ¹ <https://orcid.org/0000-0002-1923-7716>
Ludibet Barrio Revé ¹ <https://orcid.org/0000-0003-4731-0914>
Domingo González Castellanos ¹ <https://orcid.org/0000-0001-5564-6448>
Walfrido Alfonso San Jorge ¹ <https://orcid.org/0000-0002-8151-6345>

¹ Instituto de Geología y Paleontología, Servicio Geológico de Cuba. La Habana, Cuba

² Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Pinar del Río, Cuba

*Autor para la correspondencia : waldo@igp.minem.cu; waldo23@nauta.cu

RESUMEN

Palabras clave

Mineragenia; RMI; escenarios geotectónicos; regolitas

Introducción. El objetivo de la investigación fue resolver para Cuba los mapas mineragénicos a escala 1:250000 de las regolitas de meteorización y de las estructuras geotectónicas, así como un nomenclador universal de las rocas de la meteorización, investigándose todo el país en 2015-2019 según proyecto I+D "Mapa Mineragénico de Cuba". Fase I (Código 613490) y Fase II (Código 613740) del Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación de Interés Nacional: Caracterización Integral de la Geología de Cuba, cuyos resultados componen esta propuesta. **Métodos.** Se comenzó por la búsqueda bibliográfica con retrospectiva hasta 1807, seguida por trabajos geológicos, geofísicos, litológicos, petrográficos, mineralógicos y químico-analíticos para Fe, Ni, Co, Si, Al, Mg, Cr, Mn, Ti, Ba, Cu, Pb, Zn, Sr, Li, Sn, V, Ca, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu; 130 DRX mineralógicas; 3768 km de itinerarios, toma y documentación de 744 muestras y 523 mediciones espectrométricas de U, Th, K con el espectrómetro RS-230 BGO Super-Spec. **Resultados.** Dos mapas mineragénicos: de la meteorización y general de RMI a escala 1:250000 de Cuba, y un nomenclador universal para clasificación y sistemática de rocas de la meteorización. Se tipificaron y categorizaron los escenarios geotectónicos y tipos de regolitas de meteorización por su productividad y potencialidad en recursos minerales (RMI y metalíferos), aportando cartografías tectónico-litológicas y mineragénicas a escala 1:250000 de Cuba basado en tectónica global, resultados demandados por el Servicio Geológico de Cuba y útiles para diversos objetivos y ramas de la Economía, la Docencia y la Investigación Científica del país.



Mineragenic 1:250000 maps of Cuba

ABSTRACT

Keywords

Minerageny; IRM; geotectonic

Introduction. The objective on this investigation was to create for Cuba the mineragenic maps on 1:250000 scale for weathering regolites and the geotectonic structures; also an universal nomenclature for the weathering rocks, the whole country being investigated in 2015-2019 according to project I+D "Mapa Mineragénico de Cuba" Phase I (Code 613490) and Phase II (Code 613740) of the Program of Science, Technology and Innovation of National Interest: Integral characterization of the Geology of Cuba, whose results compose this proposal. **Methods.** Beginning with the bibliographical search in retrospect up to 1807, continued by geologic, geophysical works, lithologic, petrographic, mineralogical and chemical-analytic for Fe, Ni, Co, Si, Al, Mg, Cr, Mn, Ti, Ba, Cu, Pb, Zn, Sr, Li, Sn, V, Ca, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu; 130 mineralogical DRX; 3768 km of itineraries, the taking and documentation of 744 samples and 523 spectrometric measurements of U, Th, K with the spectrometer RS-230 BGO Super-Spec. **Results.** Two mineragenic maps: that of the weathering and the general one of IRM on scale 1:250000 of Cuba, and universal nomenclature for classification and systematic of the weathering rocks. The geotectonic scenarios and types of weathering regolites were typified and categorized according to their productivity and potentiality in mineral resources (IRM and metal-bearing), as well as litho-tectonic and mineragenic cartographies on scale 1:250000 of Cuba based on the Global Tectonic, results demanded for the Geologic Service of Cuba and useful for diverse objectives and branches of the Economy, Teaching and the Scientific Investigation in the country.

INTRODUCCIÓN

La República de Cuba no contaba con mapas mineragénicos a escala 1:250000 de las regolitas de la meteorización ni de las estructuras profundas del país, ni tampoco con un nomenclador universal para rocas de meteorización (novedades científicas que se aportan en esta propuesta), informaciones indispensables para las labores de la actividad geólogo-minera y de otras ramas. Como antecedentes de los mapas mineragénicos a escala 1:250000 presentados en la propuesta, se consideran algunos mapas de yacimientos no-metálicos y para pronósticos nacionales y territoriales de materias primas no-metálicas, confeccionados en décadas pasadas, siendo los más antiguos e importantes: *Mapa de Mineragenia y Pronóstico para las materias primas No-Metálicas* (IGP, 1985-1990) y el *Mapa de Yacimientos y Manifestaciones de minerales No-Metálicos y Combustibles de la República de Cuba* (IGP, 1988) de los especialistas D.P. Coutín, J. Martínez y otros, ^(1,2) construido sobre una base geológica a escala 1:500000 que hoy tiene ya 35 años de antigüedad. Posteriormente en el presente siglo (2009-2011), contando con la actualización de la base geotectónica por placas de Cuba del especialista Dr. Manuel Iturralde-Vinent (1988), ⁽³⁾ fue creado otro mapa de yacimientos no-metálicos: *Mapa de Rocas y Minerales Industriales de Cuba, escala 1:100000*, CD-ROM (Batista González, R. y otros, IGP, 2002). ⁽⁴⁾ Estos mapas no constituyeron mapas

especiales mineragénicos, pero incluyeron informaciones sistematizadas valiosas sobre la génesis y distribución de las rocas y minerales industriales (RMI) de Cuba.

A pesar de la antigüedad del tratamiento geológico del proceso de la meteorización de las rocas del planeta Tierra, así como a la existencia de diferentes escuelas geológicas laborando en distintas zonas geográficas separadamente, aún no se ha acordado mundialmente una clasificación para la sistemática de las rocas de la meteorización, lo que constituye un gran problema lexicográfico para las aplicaciones científicas y prácticas, así como para el uso de las diferentes fuentes bibliográficas, debido a la proliferación terminológica, regionalismos y distorsión del significado original de muchos términos fundamentales, como por ejemplo "laterita" de F. Buchanan (1807) ⁽⁵⁾ que se ha aplicado inapropiada e indistintamente a diferentes tipos de rocas de meteorización, e incluso, sorprendentemente, a depósitos denudativos y hasta los puramente sedimentarios; otro caso es el término "regolita" de G. Merrill (1897) ⁽⁶⁾ para la meteorización que hoy día está tan distorsionado que han incluido hasta la hidrósfera y atmósfera terrestre, además de múltiples depósitos, inclusive también volcánicos, convirtiéndolo en un verdadero caos terminológico, para solucionarlo en esta propuesta se acotó a "regolita *in situ* o sedentaria", ⁽⁶⁾ en concordancia también con el diccionario geológico INGEMMET (2011). Estos proble-

mas terminológicos ya han sido resueltos para otras diversas familias de rocas, donde el consenso ha jugado un papel importante, existiendo por ejemplo los sistemas jerárquicos de clasificación adoptados por la IUGS (Le Maître *et al.*, 1989; ⁽⁷⁾ Le Bas & Streckeisen, 1991; ⁽⁸⁾ Schmidt, R., 1981. ⁽⁹⁾)

En Cuba la necesidad de mapas mineragénicos más precisos y actualizados, desarrollados sobre las nociones de la tectónica de placas; así como la solución de los problemas terminológicos de la clasificación de las rocas de la meteorización, constantemente investigados y trabajados por Lavaut Copa W.D. por más de 40 años hasta lograr la nomenclatura de la presente propuesta. ⁽¹⁰⁻¹⁴⁾ Esto compulsó a la realización durante 2015-2019, en la isla de Cuba e Isla de la Juventud, del proyecto I+D "Mapa Mineragénico de Cuba". fase I (código 613490) y fase II (código 613740) del Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación de interés nacional: Caracterización Integral de la Geología de Cuba; cuyos resultados, objeto de esta propuesta, están aprobados por el órgano científico y la administración del Instituto de Geología y Paleontología (IGP)-Servicio Geológico de Cuba, figurando en los documentos oficiales emitidos por esta institución siguientes con el título: "Informe Preliminar del Proyecto de I+D Mapa Mineragénico de Cuba a Escala 1:250000" (Estado al 25.12.2017), aprobado en la sesión del CCT del 25 de diciembre de 2017; y el Informe Final de la Fase II del Proyecto de I+D: Mapa "Mineragénico de Cuba a Escala 1:250000", aprobados en la sesión correspondiente del CCT del mes de enero de 2019.

De esta forma, el objetivo de la investigación fue resolver para Cuba los mapas mineragénicos a escala 1:250000 de las regolitas de meteorización y de las estructuras geotectónicas, así como un nomenclador universal de las rocas de la meteorización, investigándose todo el país en 2015-2019.

MÉTODOS

La metodología utilizada fue la aprobada en el proyecto I+D mencionado, consistente lo siguiente: Búsqueda bibliográfica; Levantamiento de datos (Geología, Edafología, Imágenes Satelitales Landsat y Aster, Modelo de Elevación Digital, Geofísica y Otros), conducentes a base de datos y pre-procesamientos; Procesamiento/interpretación (Teledetección, Elevación Digital, Geofísica y otros); Análisis integrado y confección de pre-mapas. Trabajos de campo: Documentación y muestreo de perfiles patrones de meteorización de los principales substratos con geofísica espectrométrica de U, Th, K por litologías (*lit par lit*); Investigaciones químico-analíticas y mineralógicas.

Se realizaron trabajos técnico-investigativos geológicos, geofísicos, litológicos, petrográficos, mineralógicos y químico-analíticos con 556 muestras en el laboratorio Elio Trincado

F. (EGMO) para Fe, Ni, Co, Si, Al, Mg, Cr, Mn, Ti, Ba, Cu, Pb, Zn, Sr, Li, Sn, V y Ca por ICP-OES; Na y K por fotometría de llama; Fe²⁺ vía volumétrica; Sy PPI vía gravimétrica y P colorimétricamente. El límite de detección en las trazas fue mayor que 0,04 ppm y en mayoritarios 0,005-1 % y 0,1 % con incertidumbre expandida de alta precisión y veracidad analíticas. En el laboratorio químico de CEDINIQ (Moa) en 149 muestras se determinaron SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, CaO, MgO, Fe₂O₃, FeO, NiO, CoO, Cr₂O₃, MnO, Na₂O, K₂O, V, Zn, Pb, Cu, PPI, con acreditación en fusión para Ni, Co, Fe, Mn, Al, Cr, Si, Mg y por vía ácida para Ni, Co, Fe y Mn, Fe por volumetría, y 130 DRX mineralógicos. CEADEN garantizó 1386 determinaciones de Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu con error analítico relativo promedio de 2,33 % a 5,40 %. Se realizaron 523 mediciones espectrométricas de U, Th, K en afloramientos con RS-230 BGO *super-spec* y se cubrieron 3768 km con itinerarios geológicos documentando los 146 perfiles *lit par lit* y tomando 744 muestra de 3 kg de peso para trabajos analíticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio permitió caracterizar y tipificar las regolitas del país utilizando la nueva nomenclatura universal creada ⁽¹⁴⁾ y con un control de 146 perfiles patrones de meteorización uniformemente sobre las rocas ígneas, metamórficas, volcano-sedimentarias y sedimentarias, pertenecientes a la asociación ofiolítica, a complejos y asociaciones de rocas ígneas y a sedimentos de 60 unidades estratigráficas. La nomenclatura para la clasificación y sistematización de las rocas de la meteorización incluyó dichas investigaciones en Cuba, las realizadas anteriormente, así como términos extranjeros de mundial aceptación, según se expone resumidamente en el diagrama de la figura 1.

La investigación de los perfiles mostró la existencia de 2 tipos principales de regolitas: las arcillosas y las calcáreas, así como que sobre las rocas ígneas y metamórficas los procesos de meteorización ocurren con mayor intensidad, generando regolitas que se caracterizan por perfiles con mayores espesores (7 m promedio, 10 m en ultramafitas) con una zona oxidada importante, mientras que sobre las rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias dicho proceso crea regolitas menos potentes (espesor promedio de 5,2 m), lo cual se explica principalmente por la retención en estas últimas de una mayor cantidad de arcillas y menor grado de oxidación de su material, ya que se ubican en situaciones geomorfológicas con relieves generalmente de llanuras, caracterizadas por mayor humedad y más pobre intercambio de aguas, lo que contrarresta la evacuación de la sílice constitucional en el proceso de meteorización y en sus estadios finales la formación de lateritas y bauxitas, generándose rocas sialititas.

NOMENCLATURA LITOLÓGICA APLICADA

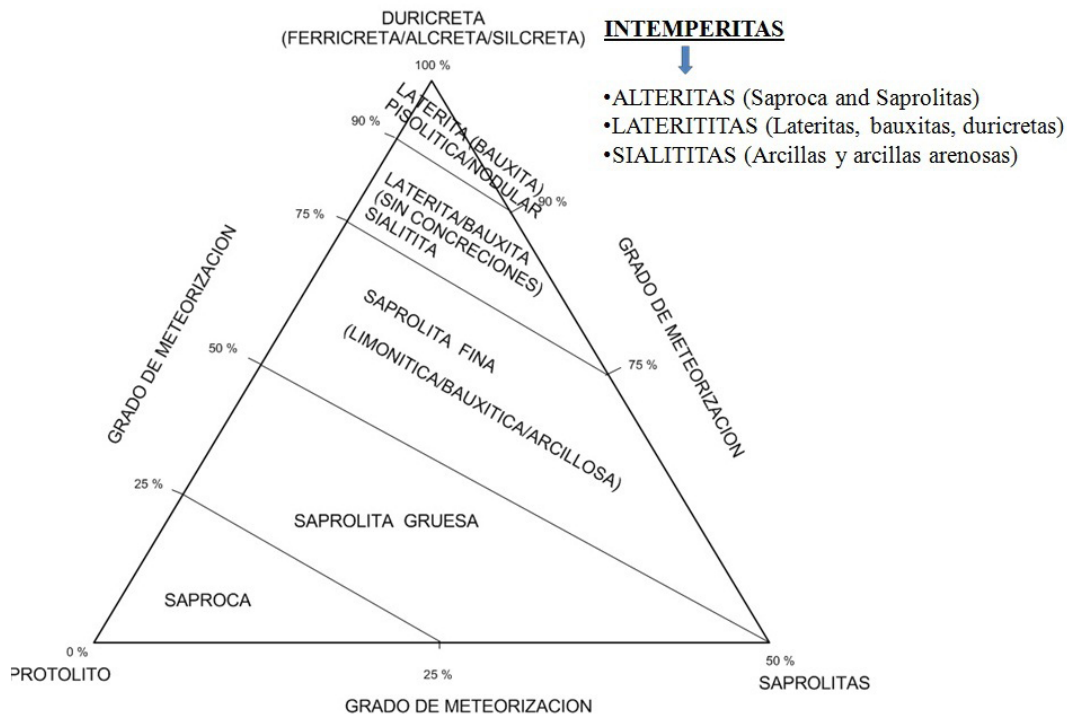


Fig. 1. Clasificación de las rocas de la meteorización (W. Lavaut, 2017)

Se establecieron en estas rocas texturas nodulares o no nodulares, y se pudieron subdividir en subtipos por su composición química en subtipos: lateritas típicas o arcillosas, bauxitas típicas o arcillosas, sialititas típicas o atípicas, aluminicas, cálcicas, ferruginosas, ferroaluminicas, calciferrosas, etc. De igual forma, se estableció para las saprolitas finas y gruesas diferentes variedades, según su composición química, pudiendo ser aluminicas, cálcicas, ferruginosas, ferroaluminicas, calciferrosas y otras.

Los perfiles de meteorización estudiados (patrones) denotan una génesis eluvial con zonalidad litológica transicional nítidamente observable, según la secuencia siguiente (piso a techo): saproca-saprolita gruesa-saprolita fina, cuyos litotipos componen la sección basal del perfil y conservan la fábrica de la roca madre o protolito, continuándose hacia arriba hasta la superficie con una sección litológica muy degradada por la meteorización que ha causado la pérdida de dicha fábrica, frecuentemente compuesta por la secuencia: sialitita no nodular-sialitita nodular. En algunos casos como en arenisca, calcarenita, tobas, y a veces caliza margosa, esta sección más externa no desarrolla sialititas nodulares, pero sí se observan con una meteorización más intensa en calizas y hasta en margas arcillosas. En estos casos, ambos tipos de sialititas (nodulares y no-nodulares) se caracterizan por una composición arcillosa ferruginosa o ferroaluminica, muy

poco cálcica, conteniendo las sialititas nodulares gran cantidad de duricretas: pisolitos y nódulos en su masa, a veces cementados formando hasta bloques de gran tamaño (1,5 m de diámetro), con una ubicación en el perfil típica de génesis eluvial, verbigracia las ferricretas o ferricretas silíceas (ferrisilcretas) en nódulos y bloques se ubican en la capa más superficial, creciendo su cantidad hacia arriba y formando parte de la composición de la sialitita nodular; las silcretas también forman diseminaciones cuarzosas muy finas (marshalita) en la saprolita fina, así como vetas y bloques cavernosos y hasta masivos. Estas segregaciones silicréticas constituyen relictos silíceos, provenientes de la silicificación pervasiva que normalmente ocurre en los primeros estadios de la meteorización de las rocas calcáreas. ⁽¹⁵⁾

Las mediciones radiométricas de los canales K, U, Th realizadas *lit par lit*, muestran contrastes apreciables entre las regolitas desarrolladas sobre diferentes protolitos, destacándose los contenidos de Th en las sialititas de regolitas arcillosas con protolitos calcáreos y protolitos arcillosos, mientras que en las regolitas calcáreas con protolitos de calizas organogénicas los contenidos de uranio predominan. ⁽¹⁶⁾

Caracterización mineragénica a escala 1:250000 de Cuba

Este aspecto se materializó con la confección en escala 1:250000 del mapa mineragénico de las regolitas de me-

teorización y del mapa mineragénico de RMI de la estructura tectono-geológica del país, así como de las bases de datos con la carga mineral correspondiente. Estas informaciones actualizadas y completadas a la luz de la tectónica global y del conocimiento especializado de las regolitas cubanas, incluyendo la aplicación de clasificaciones nuevas, es un aporte significativo del proyecto a la geología del país.

Las características mineragénicas generales de Cuba^(17,18) están en correspondencia con los terrenos geotectónicos antiguos acrecionados, caribeños y cubierta sedimentaria cenozoica que componen megaestructuras y abarcan significativos territorios en el país⁽¹⁹⁻²²⁾. Así, se pudo establecer la relación genética de las mineralizaciones no-metálicas (RMI) de Cuba con 50 diferentes ambientes geodinámicos. Estas relaciones permiten establecer con facilidad tanto las probabilidades de uso, ampliación y hallazgo de nuevos yacimientos de RMI en Cuba, aspecto de extraordinaria importancia, ya que es conocida la demanda de materias primas no-metálicas para distintas ramas de la economía del país y producciones industriales, entre ellas varias de primer orden como las arcillas.

El mapa de meteorización con las regolitas de Cuba, en su basamento geológico y contexto de ambientes geotectónicos donde se desarrollaron,⁽²³⁾ permitió realizar el análisis mineragénico de las mismas estableciendo 63 tipos diferentes de regolitas mineralizadas en 22 ambientes geotectónicos del país con diferentes niveles de productividad en recursos de RMI y mineralizaciones metálicas, destacándose, por la diversidad de tipos de regolitas generadoras de RMI las arcillas, contenidas en 15 tipos diferentes de regolitas (aunque las arcillas ferruginosas sólo en 4 regolitas), las arenas en 11 tipos de regolitas (aunque la arena con grava sólo en 3) y el caolín en 9 tipos de regolitas; el resto de las RMI se ubican en un número muy limitado de regolitas (1 o 2). Las mineralizaciones metálicas generalmente se encuentran en un solo tipo de regolita, con excepción de la mineralización policomponente de Fe-Ni-Co laterítica⁽²⁴⁾ en 13 tipos de regolitas, las bauxitas en 7 tipos de regolitas, el hierro y el oro en 3 y oro con plata en 5.

Estas regularidades permiten orientar la búsqueda y realizar hallazgos de nuevos yacimientos aún desconocidos, por lo que representan un alto valor científico y práctico agregado a escala 1:250000 de la mineragenia de Cuba que puede ser utilizado por múltiples entidades ministeriales, productivas, docentes y para investigaciones científico-técnicas.

Conclusiones

Los aportes principales alcanzados en la investigación son los siguientes:

- Nueva tipificación geológica, litológica, mineralógica, geoquímica y geofísica-radiométrica de las regolitas

desarrolladas sobre las rocas ígneas, metamórficas, volcansedimentarias y sedimentarias de Cuba, según un nomenclador universal;

- confección por primera vez de un esquema tectónico moderno a escala 1:250000 de las estructuras profundas del país en tierra y con salida a los mares adyacentes, demarcando corteza oceánica, arcos de islas cretácicas (con rocas metamorfizadas y no metamorfizadas), arco de isla paleogénico, margen continental, continente (con rocas metamorfizadas y no metamorfizadas) y tipos de cuencas marinas y lacustres.
- confección por primera vez de un mapa de meteorización a escala 1:250000 de las regolitas de las rocas ígneas, metamórficas, volcansedimentarias y sedimentarias de Cuba, con expresión cartográfica digital estructural-litológica, acorde a un nuevo nomenclador universal;
- confección por primera vez de un mapa mineragénico general de Cuba en escala 1:250000 en soporte magnético y montado en sistema SIG por capas con su carga de mineralizaciones de rocas y minerales industriales (RMI);
- confección por primera vez de un mapa mineragénico de la meteorización de Cuba en escala 1:250000 en soporte magnético y montado en sistema SIG con su carga de mineralizaciones metálicas y no-metálicas de rocas y minerales industriales (RMI);
- creación por primera vez de un nomenclador universal para la clasificación de las rocas de la meteorización;
- creación por primera vez del modelo geológico descriptivo para depósitos de arena de meteorización de granitoides (granodiorita), que caracteriza dichos depósitos en Cuba y es aplicable a otros países tropicales y subtropicales;
- generación de bases de datos actualizadas en soporte magnético de recursos minerales metálicos de meteorización y no-metálicos de todas las génesis para el territorio nacional.

Se concluye que el trabajo permitió la creación de nuevas informaciones científico-técnicas fundamentales para el análisis de la potencialidad mineral nacional, aspecto demandado por el servicio geológico de Cuba y diversas ramas frente al desarrollo económico sustentable del país, saldando una sensible laguna que persistía sin solucionar durante muchos años. Estos resultados sirven de basamento para diversos objetivos estratégicos a corto, mediano y largos plazos, incluyendo la derivación de otros proyectos como son la evaluación de minerales radiactivos, potencialidades ETR y metales estratégicos, la evaluación de las arcillas y sus tipos para encadenamiento con otras industrias en producción de ele-

mentos refractarios, cemento de bajo carbono, en la industria del níquel, principal rubro minero-metalúrgico de exportación e ingreso de divisas y otros, algunos de los cuales ya se han ejecutado y aprobado por los organismos rectores.

Agradecimientos

Los autores están profundamente agradecidos por su incondicional apoyo moral y ayuda material en la realización del trabajo a los siguientes colaboradores: Dra. C. Xiomara Cazañas Díaz (IGP), Dr. C. Carlos Leyva Rodríguez (Universidad de Moa), Dr. C. Dalmacio Bosch Infante (ISuelos-MINAGR), Dra. C. Angélica Isabel Llanes Castro (IGP), Dr. C. Manuel Pardo Echarte (CEINPET), MSc. Susana Chales (GEICON), MSc. Roldando Batista González (IGP), Ing. Luís R. Bernal Rodríguez (IGP), Ing. Walquiria Suárez Bárcenas (IGP), Ing. Enrique Justo Alvarez (IGP), Ing. Dayron Thornley Fernández (IGP), Ing. José T. Córdova Gómez (ONRM), Tec. Celestino Hernández (IGP) y Tec. Yadira Durán (IGP), así como al personal administrativo y de logística involucrado en la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Coutín DP, Martínez J y otros. Mapa de Mineragenia y Pronóstico para las materias primas no-metálicas, Escala 1:500000, IGP, Período 1985-1990.
2. Coutín DP, Martínez J y otros. Mapa de Yacimientos y Manifestaciones de minerales No-Metálicas y Combustibles de la República de Cuba, escala 1:500000, Instituto de Geología y Paleontología, 1988.
3. Iturralde-Vinent M. Naturaleza Geológica de Cuba. La Habana: Editorial Científico-Técnica; 1988:146 p.
4. Batista González R y otros: Mapa de Rocas y Minerales Industriales de Cuba, escala 1:100000 [CD-ROM], IGP, La Habana; 2002.
5. Buchanan F. A journey from Madras through the countries of Mysore, Canada and Malabar. London: East India Co. 1807; 2:60-436.
6. Merrill GP. A treatise on rocks, rock-weathering and soils. New York: Macmillan & Company. 1897:411 p.
7. Le Maître RW *et al.* A classification of igneous rocks and glossary of terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks, Oxford (U.K.): Blackwell Scientific Publications; 1989.
8. Le Bas MJ, Streckeisen AL. The IUGS systematics of igneous rocks. J. Geol. Soc. London (U.K.). 1991;148:825-33.
9. Schmidt R. Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Geology. The Geological Society of America. Boulder (USA). 1981;9:41-3.
10. Lavaut Copa W. Tendencias geológicas del intemperismo de las rocas ultramáficas en Cuba oriental. Minería y Geología. 1998;15(1):9-16. ISSN: 0258-5979.
11. Lavaut Copa W. La meteorización de la ofiolita de Cuba oriental. Modelos geológicos y terminología cubana. [CD ROM], Geociencias' 2003, ISSN: 2307-499X.

12. Lavaut Copa W. Patrones de meteorización de rocas ofiolíticas de Cuba oriental: su importancia para la minería. Minería y Geología; 2004;3-4:3-14, ISSN: 199-380-12, RNPS: 2095.
13. Lavaut Copa W. Una aproximación a la lexicografía de la meteorización. [CD ROM], CTYDS; 2017, ISSN: 2307-499X.
14. Lavaut Copa W. A Geological Classification for the Rocks of Weathering. Petroleum Science and Engineering, New York (USA). 2018;2(1):1-6. ISSN:2640-4516. Disponible en: <https://orcid.org/10.11648/j.pse.20180201.11>
15. Lavaut Copa W. Torres Rodríguez D. Alfonso Pérez JA. De la Paz Marrero D. Alfonso San Jorge W. Evidencias de meteorización en la Fm. Villarroja cerca de Burford (Camagüey, Cuba). [CD ROM] Geociencias' 2019. ISSN: 2307-499X.
16. De la Paz Marrero D, Lavaut Copa W, Torres Rodríguez D, Alfonso San Jorge W. Análisis espectrométrico-litológico de regolitas arcillosas y calcáreas. Geoinformativa, 2019;12(1):5-14, ISSN: 2222-6621, RNPS: 2277.
17. Lavaut Copa W, Batista González R. The Minerageny of Cuba. In: Geology of Cuba, (monografía en prensa). Edit. Springer, Suiza, ISSN: en trámite.
18. Lavaut Copa W. Las Bajas Concentraciones Metalíferas: Reto de la actividad Minero-Metalúrgica Cubana. Rev. Geoinformativa. 2015;9-1:12-21, ISSN: 2222-6621, RNPS: 2277.
19. Cobiella-Reguera JL. Jurassic and Cretaceous Geological History of Cuba. International Geology Review. 2000;42(7): 594-616.
20. Cobiella-Reguera JL. Reconstrucción palinspástica del paleomargen mesozoico de Cuba occidental y el sudeste del Golfo de Mexico. Implicaciones para la evolución del SE del Golfo de Mexico. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. 2008;25(3).
21. Cobiella-Reguera JL. Relict oceanic lithosphere in Cuba: types, origins and emplacement. Memorias de la 15va Conferencia Geológica del Caribe, Editorial West Indies University, Kingston, Jamaica, 2002.
22. Cobiella-Reguera JL. Emplacement of Cuban Ophiolites. Geologica Acta. 2005;3(3):273-294. Disponible en www.geologica-acta.com
23. Capote Marrero CR, Lavaut Copa W. Mapa de los tipos y subtipos de regolitas sobre las rocas pre-orogénicas de Cuba, a escala 1:250 000. [CD ROM]. Geociencias 2019. ISSN: 2307-499X.
24. Torres Zafra JL, Lavaut Copa W, Cazañas Díaz X. Modelos descriptivos-genéticos de depósitos minerales metálicos para el Mapa Metalogénico 1:250 000 de la República de Cuba. Editorial: Centro Nacional de Información Geológica, La Habana (Cuba), 2017, Monografía, 267pag. ISBN: 978-959-7117-74-2.

Recibido: 29/05/2021

Aprobado: 22/08/2021

Conflicto de intereses

No existen conflictos de interés con la investigación presentada.

Contribución de los autores

Conceptualización: Waldo Damián Lavaut Copa, Carbeny Ramiro Capote Marrero

Curación de datos: Waldo Damián Lavaut Copa, Carbeny Ramiro Capote Marrero, Jorge Luís Cobiella Reguera, José Antonio Alonso Pérez, Mercedes Torres La Rosa, Dayana de la Paz Marrero, Daniel Torres Rodríguez, Walfrido Alfonso San Jorge

Análisis formal de datos: Waldo Damián Lavaut Copa, Carbeny Ramiro Capote Marrero, Jorge Luís Cobiella Reguera, José Antonio Alonso Pérez, Inés Milia González, Mercedes Torres La Rosa, Daniel Torres Rodríguez, Dayana de la Paz Marrero, Ludibet Barrios Revé, Domingo González Castellanos, Walfrido Alfonso San Jorge

Investigación: Waldo Damián Lavaut Copa, Carbeny Ramiro Capote Marrero, Jorge Luís Cobiella Reguera, José Antonio Alonso Pérez, Inés Milia González, Mercedes Torres La Rosa, Daniel Torres Rodríguez, Dayana de la Paz Marrero

Metodología: Waldo Damián Lavaut Copa, Carbeny Ramiro Capote Marrero, Jorge Luís Cobiella Reguera, José Antonio Alonso Pérez, Mercedes Torres La Rosa, Dayana de la Paz Marrero, Walfrido Alfonso San Jorge

Administración del proyecto: Waldo Damián Lavaut Copa

Recursos: Xiomara Cazañas Díaz, Carlos Pérez Pérez

Software: Waldo Damián Lavaut Copa, Dayana de la Paz Marrero, Ludibet Barrios Revé, Domingo González Castellanos, Walfrido Alfonso San Jorge

Supervisión: Xiomara Cazañas Díaz, Carlos Pérez Pérez, Waldo Damián Lavaut Copa, José Antonio Alonso Pérez, Inés Milia González, Dayana de la Paz Marrero, Daniel Torres Rodríguez

Validación: Waldo Damián Lavaut Copa, Carbeny Ramiro Capote Marrero, Jorge Luís Cobiella Reguera, José Antonio Alonso Pérez, Inés Milia González, Dayana de la Paz Marrero, Daniel Torres Rodríguez

Visualización: Waldo Damián Lavaut Copa, Dayana de la Paz Marrero, Ludibet Barrios Revé, Domingo González Castellanos

Redacción-borrador original: Waldo Damián Lavaut Copa

Redacción-revisión y edición: Angélica Isabel Llanez Castro, Xiomara Cazañas Díaz

Financiación

La investigación fue financiada por el presupuesto del estado, aprobado para los proyectos I+D realizados por el IGP-Servicio Geológico de Cuba.

Cómo citar este artículo

Lavaut Copa WD, Capote Marrero CR, Cobiella Reguera JL, Alonso Pérez JÁ, et al. Mapas mineragénicos 1:250000 de Cuba. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba [internet] 2022[citado en día, mes y año];12(2): e1053. Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/1053>

