

# Composición mineral de regolitas de los sectores “Las Nuevas”, “Paquito”, “Santa Elena” Y “Mckinley” pertenecientes al Terreno Pinos Isla de la Juventud



CU-ID: 2144/v13e17

## Mineral composition of regoliths from the “Las Nuevas”, “Paquito”, “Santa Elena” and “Mckinley” sectors belonging to the Pinos Terrain of the Isla de la Juventud

✉Xiomara Casañas Díaz\*, ✉Jorge Luis Torres Zafra, ✉José Antonio Alonso Pérez,  
✉Waldo Lavaut Copa, ✉Raynel Alberto Herrera Molina, ✉Ludibet Barrio Revé

**RESUMEN:** Las rocas del Terreno Pinos (Isla de la Juventud), presentan un magmatismo y metalogenia característico, no apreciado en sus equivalentes afines correspondientes a las secuencias sedimentarias jurásicas de margen continental de Pinar del Río y Guamuha. En la Isla de la Juventud, ellas hospedan al principal depósito de Au de Cuba; “Delita”, único en su tipo en el país; a “Lela”, depósito zonado complejo de W-Mo-Cu conocido en el país, así como también los únicos granitos greisenizados que afloran en las localidades de “Las Nuevas”, “Paquito”, “Santa Elena” y “Mc Kinley”, entre otras. Semejante combinación en la asociación de elementos presentes en los depósitos minerales del territorio, ha dado lugar a que algunos investigadores al referirse a ella la cataloguen como “exótica”, sin embargo, se puede interpretar como resultado de la evolución geodinámica y metalogénica normal del mismo desde el Jurásico hasta épocas recientes (Casañas-Díaz *et al.*, 2017). La caracterización petrológica y mineralógica del magmatismo presente en rocas el territorio del terreno Pinos, permitirá su filiación petroquímica y geodinámica, asunto de gran importancia para reconocer acertadamente los vínculos genéticos existentes entre dicho proceso y la mineralización metálica presente en el territorio objeto de estudio, de la misma forma explicar los vínculos metalogénicos y regularidades que le dieron origen y controlan su distribución espacial. Con dicho objetivo se evaluaron 17 muestras para análisis petroquímico y mineralógico, estas últimas mediante el empleo de la difracción de polvos de rayos-X, lo cual permitió esclarecer las asociaciones mineralógicas de interés a partir del protolito que les dio origen.

**Palabras claves:** Rocas, meteorización, regolita, metamorfismo, “Terreno Pinos”, mineralogía.

**ABSTRACT:** The rocks of the Pinos Terrain (Isla de la Juventud), present a characteristic magmatism and metallogeny, not appreciated in their related equivalents corresponding to the Jurassic sedimentary sequences of the continental margin of Pinar del Río and Guamuha. On the Isle of Youth, they host the main deposit of Au de Cuba; “Delita”, the only one of its kind in the country; to “Lela”, complex zoned deposit of W-Mo-Cu known in the country, as well as the only Greisenized granites that outcrop in the localities of “Las Nuevas”, “Paquito”, “Santa Elena” and “Mc Kinley”, among other. Such a combination in the association of elements present in the mineral deposits of the territory, has led some researchers to refer to it as “exotic”, however, it can be interpreted as a result of the normal geodynamic and metallogenic evolution of the same from the Jurassic to recent times (Casañas-Díaz *et al.*, 2017). The petrochemical and mineralogical characterization of the magmatism present in rocks in the territory of the Pinos land, will allow its petrochemical and geodynamic affiliation, a matter of great importance to correctly recognize the genetic links between said process and the metallic mineralization present in the territory under study. The same way to explain the metallogenic links and regularities that gave rise to it and control its spatial distribution. With this objective, 17 samples were evaluated for petrochemical and mineralogical analysis, the latter using X-ray powder diffractometry, which allowed clarifying the mineralogical associations of interest from the protolith that gave rise to them.

**Keywords:** Rocks, weathering, regolith, “Pinos Terrain”, magmatism, mineralogy.

Recibido: 08/05/2021

Aprobado en su forma original: 31/08/2021

Instituto de Geología y Paleontología, Servicio Geológico de Cuba (IGP-SGC), Ministerio de Energía y Minas (MINEM), Ave. Vía Blanca No. 1002 e/ Río Luyanó y Prolongación de Calzada de Güines, Rpto. Los Ángeles, Municipio San Miguel del Padrón CP 11 000, La Habana, Cuba

\*Correo electrónico: [dprospeccion@igp.minem.cu](mailto:dprospeccion@igp.minem.cu)

## INTRODUCCIÓN

La constitución geológica del territorio de la Isla de la Juventud resulta en extremo compleja. El mismo está ocupado en más del 70% por rocas de Edad Jurásica, silicoclásticas en la base y carbonatas en la parte superior, correspondientes a los depósitos de la cuenca distensiva desarrollada en la porción sur del paleo-margen de América del Norte, en la parte occidental del *rift* que separó los continentes de América del Norte y América del Sur y en menor proporción por depósitos volcánicos y volcano-sedimentarios con magmatismo asociado originados en el arco de islas del Cretácico. Además incluye los depósitos sedimentarios, generalmente muy meteorizados, relacionados con la cubierta Neógeno-Cuaternaria ([Casañas - Díaz et al., 2017](#)).

El objetivo general de la presente investigación consiste en obtener una caracterización mineraloquímica de tres perfiles de meteorización en rocas procedentes de diferentes protolitos y su relación con el magmatismo presente en el territorio de la Isla de la Juventud, particularmente en el Terreno Pinos, que a la vez permita establecer la intensidad de los procesos que en ellos transcurren, asunto de gran importancia para reconocer acertadamente los vínculos genéticos existentes entre la mineralización metálica presente en el territorio objeto de estudio y poder explicar los procesos metalogénicos que le dieron origen así como las regularidades que controlan su distribución espacial.

Por último y como aspecto de interés se plantea que el objetivo general del trabajo se inserta dentro de los objetivos específicos de los proyectos (I + D) del IGP: “Mapa Mineragénico de Cuba” y “Estudio del magmatismo del Terreno Pinos: Implicaciones metalogénicas” que culminó a finales del año 2017.

## MATERIALES Y MÉTODOS

A todas las muestras se les determinaron sus respectivas coordenadas geográficas con un equipo portátil GPS. Para el análisis químico las mismas se prepararon en el área de muestrería de la Empresa Central de Laboratorios “José Isaac del Corral” (LACEMI). Los análisis químicos

(ICP-OES) para 24 elementos, se realizaron en el Laboratorio “Elio Trincado” de Geominera Oriente, así como 12 muestras analizadas por FRX para elementos trazas en la Universidad de Nuevo León, México, mediante una acción de colaboración del IGP con dicha Universidad en la que participaron los profesores Francisco Velasco por la parte de México y Esther M. Cruz Gámez por Cuba.

Los difractogramas de polvos se registraron en el Centro de Investigaciones del Níquel (CEDINIQ) en un equipo modelo X'PERT3 de la firma PANalytical con las siguientes condiciones experimentales: *registro angular desde 4.00 hasta 80.00 [°2θ] con distancia de paso de 0.0080 (°2θ) y empleo de radiación de Cu filtrada con níquel. La diferencia de potencial resultó de 45 kV y corriente anódica de 40 mA. La calibración del equipo se chequeó con patrón externo de silicio (pastilla). El análisis cualitativo de fases se realiza con la utilización del programa “High Score” de la propia firma Panalytical utilizando para ello una aplicación informática para dichos propósitos.*

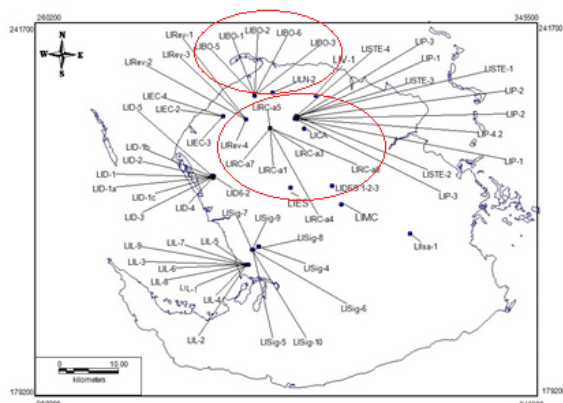
Para los análisis químicos de elementos mayores y menores, se empleó la técnica instrumental de Espectrometría de Emisión Atómica con Plasma Inductivamente Acoplado (ICP - OES), utilizando el método de digestión ácida y fusión con metaborato de litio para la descomposición de muestras en un equipo modelo *Spectro* en el Laboratorio “Elio Trincado” de la Empresa Geominera Oriente, cuyos parámetros de operación se señalan a continuación:

**Ópticas:** 128 canales analíticos; 5 sistemas ópticos; montaje Paschen- Runge; diámetro del círculo de Rowland de 750 mm; red holográfica de Zerodur.

**Monocromador:** Acceso directo a longitudes de onda; 4 ranuras de entrada con obturadores conectados mediante fibra óptica a la fuente de luz; Segmento móvil con 6 ranuras de salida y fotomultiplicadores.

**Generador:** Potencia máxima de 2,5 kW; rutina automática de encendido del plasma estabilizado en potencia frecuencia 27,12 MHz.

A continuación en la [figura 1](#) se presenta el mapa del territorio donde se ubican los diferentes puntos de muestreo.



Nota: En color rojo se señalan las muestras evaluadas en la presente investigación.

**Figura 1.** Esquema de ubicación de las muestras tomadas en las dos campañas de campo del proyecto liderado por la Dra. [Casañas - Díaz \(2017\)](#)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Mineralización asociada al granito greisenizado de “Santa Elena”

El protolito tipo granito greisenizado de Santa Elena aflora en la localidad del mismo nombre ([figura 2](#)) y en parte de la superficie que ocupa la intensa meteorización de este permitió la formación de caolín blanco, en explotación en la actualidad. Debido a las labores relacionadas con la extracción del caolín se pudo lograr una caracterización del perfil de meteorización allí desarrollado ([Lavaut, 2017](#)) y acceder a dos muestras objeto de investigación (LISTE-1, LISTE-3).

A las muestras del perfil de meteorización de Santa Elena se les realizó el análisis de fases correspondiente. La muestra LISTE-1 ([figura 3](#)) corresponde a una ferricreta que se desarrolló como producto final de la meteorización del protolito (granito greisenizado). De forma paralela, la descripción de la sección pulida de la muestra, dio como resultado presencia abundante de óxidos y oxihidróxidos de hierro (III) de estructura radial diseminada. En su composición abunda perdigones de (hematites + goethita) raros granos y tres granos de pirita. Las hematites-goethita forman agregados anhedrales que bordean a los minerales de ganga, semejante



**Figura 2.** Cantera Santa Elena. Vista de la zona caolinítica limonitizada y hermatitizada por partes, de coloración abigarrada del perfil de meteorización del granito greisenizado de “Santa Elena”. Fuente: [Casañas-Díaz et al. \(2017\)](#)

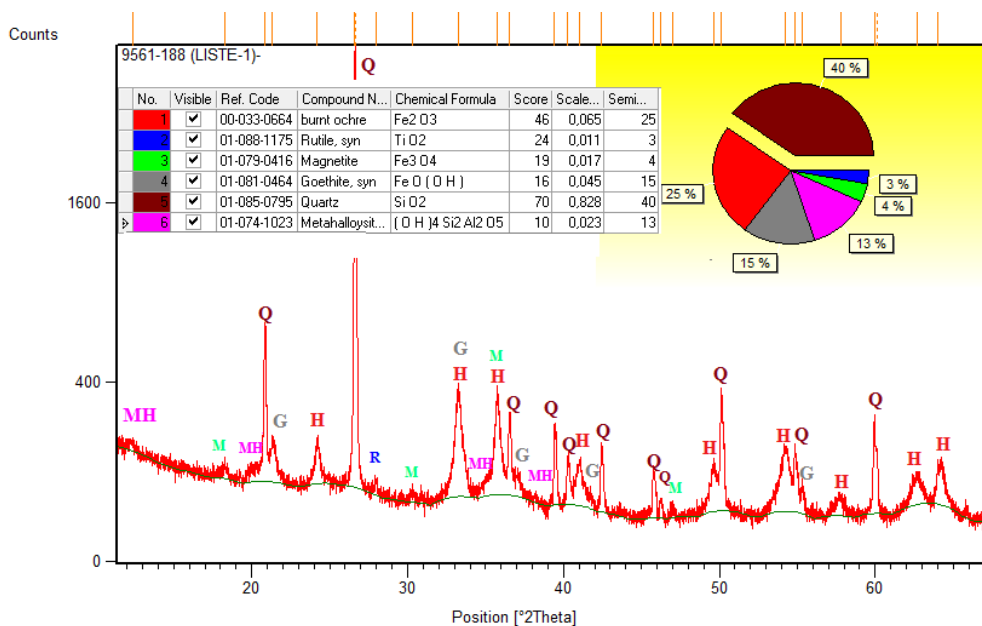
a los descritos en otras áreas investigadas por este proyecto, en las que ellos están presentes. La pirita presenta forma euhedral y aparece dispersa en el no metálico, sus dimensiones no sobrepasan los 0.005mm.

En el difractograma que se muestra se identifica abundante cuarzo (40%), hematita (burnt ochre; 25%), goethita (15%), magnetita (4%) como fases portadoras de hierro III y se distingue además la metahalloysita (13%) y el rutilo como fase minoritaria (3%).

La muestra LISTE-3 y que se encuentra más cercana al protolito constituye a su vez una saprolita caolinítica que se desarrolló a partir del propio protolito de Santa Elena ([figura 4](#)).

En dicha muestra abunda el cuarzo pero destaca en ella mayor predominio de la arcilla caolinítica, la goethita por su parte aparece en poca cantidad. Como aspecto de interés se señala la identificación de una fase de relativa abundancia del grupo de la turmalina, la cual corresponde a una disolución sólida de la serie de las turmalinas, en este caso dravita - foitita, señalándose como rasgo distintivo que la misma se relaciona con magmas más evolucionados ricos en especies volátiles y otros elementos metálicos.

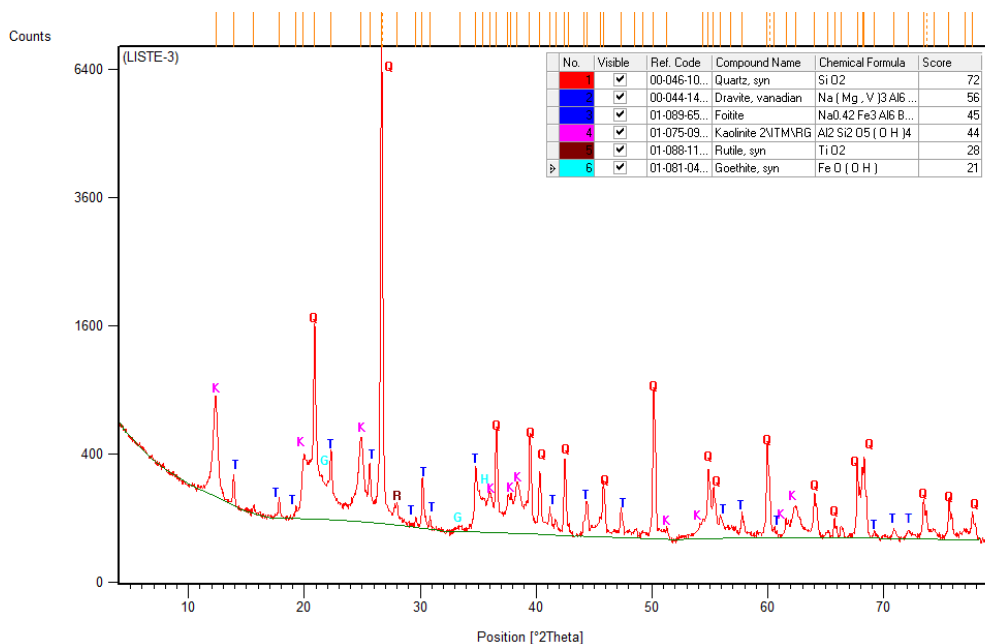
El análisis químico de mayores de este granito muestra que el Si, Al y en menor proporción el Fe son los óxidos mayoritarios, el resto de los óxidos y otros minoritarios aparecen todos en muy bajas concentraciones.



**Figura 3.** Perfil de meteorización Santa Elena (muestra LISTE-1; ferricreta). Simbología utilizada: 1- Q- cuarzo, 2- K- caolinita, 3- G- goethita, 4- R- rutilo, 5- M- metahalloysita, 6-H-hematita.

**Tabla 1.** Resultados del análisis químico de la muestra LISTE-1

% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% FeO	% TiO <sub>2</sub>	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% CaO	% MgO	% PPI
46,98	11,63	0,57	0,57	0,17	0,12	33,17	0,14	0,07	99,43



**Figura 4.** Perfil de meteorización Santa Elena (muestra LISTE-3; saprolita fina). Simbología utilizada: T- turmalina de la serie dravita-foitita, K- caolinita, G- goethita, Q- cuarzo

**Tabla 2.** Resultados del análisis químico de la muestra LISTE-3 (Santa Elena)

% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% FeO	% TiO <sub>2</sub>	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% CaO	% MgO	% PPI
64.97	21.64	0.57	0.19	0.120	0.150	2.93	0.200	0.10	5.77

En estudios pretéritos de la geología del territorio se menciona a la anatexia y la fusión de los materiales corticales como una de las posibles fuentes de estos granitos, siendo evidente que están afectados por eventos de metamorfismo y tectonismo regional. Teniendo en cuenta que la uvita, mineral del grupo de la turmalina identificado en la muestra LISTE-3 contiene boro y constituye además una de las fuentes de aporte de este metal en el mundo, cabría preguntarse si las condiciones de anatexis pudieron dar lugar a que se formaran fluidos portadores de B, F y otros metales raros. Como ejemplo de lo expuesto, en la muestra LIES-1 se aisló e identificó por DRX primera vez en rocas magmáticas del territorio de la Isla de la Juventud presencia del mineral de manganeso litioforita:  $(Al, Li) Mn^{+4} O_2(OH)_2$  (figura 5).

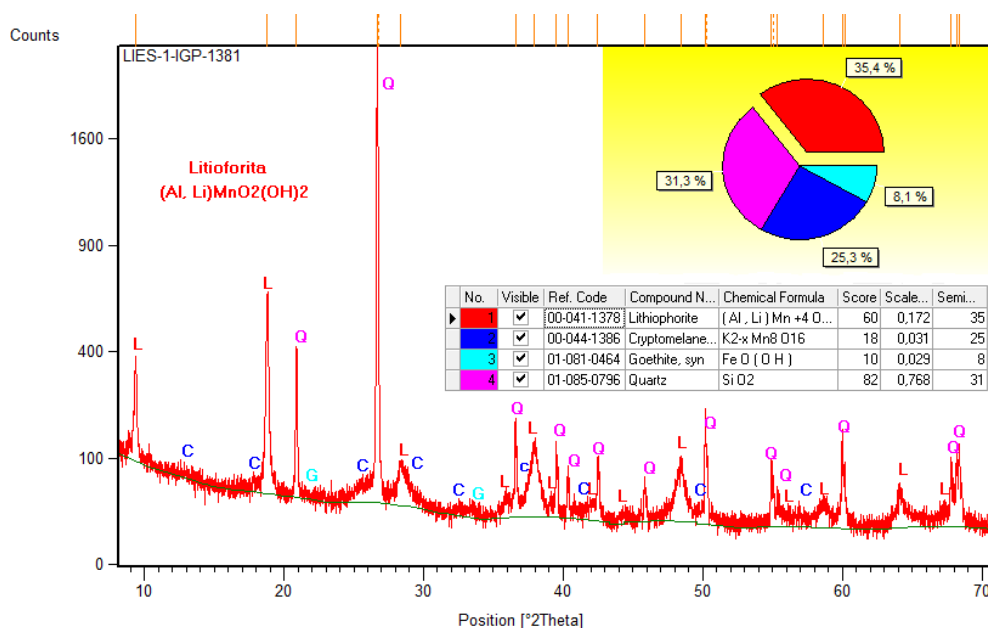
### Mineralización del área aledaña al depósito de caolín “Río del Callejón”.

El depósito de caolín Río del Callejón se localiza en la Fm. Cañada. Aquí al igual que en la mayor parte del territorio, la superficie aparece cubierta por los perdigones de hierro. Se tomaron dos muestras, la LIRC2-1 que corresponde a un esquisto muy ferruginoso y la LIRC2-2), que es un fragmento de cuarzo en vetas con óxidos y oxihidróxidos de Fe en planos de fractura y masa, evidenciando su posible formación a partir de la oxidación de sulfuros.

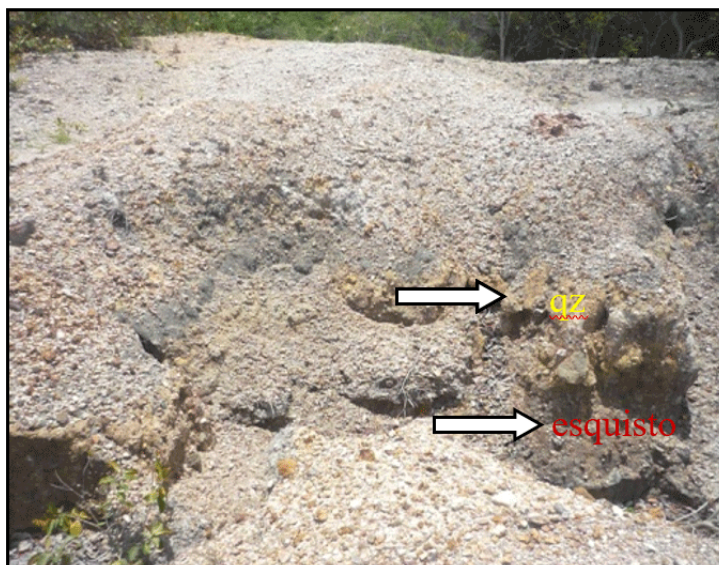
El análisis químico de mayores de la muestra LIRC2-1 indica contenidos de 41,61 % de  $Fe_2O_3$  para un 29 % de Fe metálico, en tanto que la LIRC2-2 está constituida por cuarzo lo que se corroboró en la correspondiente sección pulida en la que no se observó ningún metálico.

La descripción de la sección pulida de la muestra LIRC2-1 indica que la misma está constituida por óxidos y oxihidróxidos de Fe (hematites y goethita) en un 65 -70 %, en tanto que la sección delgada de dicha muestra la describe como un esquisto ferruginoso con bandas de agregados de cuarzo en un (10-15%), el cuarzo es inequigranular y está entre los minerales ferruginosos, los cuales constituyen el 80-90 % de la roca en esta foto C. El cuarzo también se observa distribuido por toda la roca en forma de granos aislados, y también hay finas escamas muy pequeñas de mica moscovita, aisladas entre el material ferruginoso.

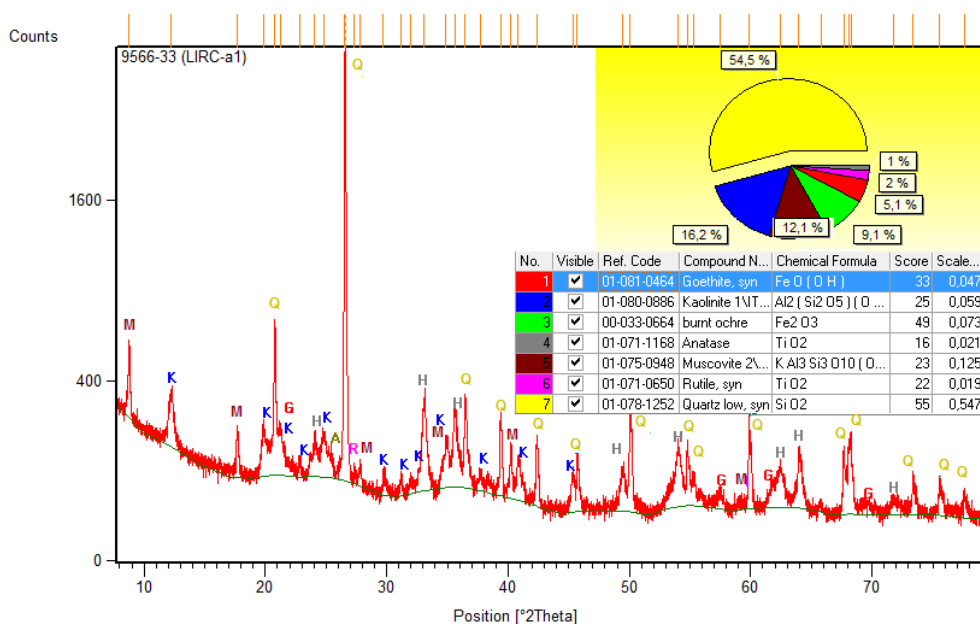
A continuación se presenta el difractograma de la muestra LIRC-a1 clasifica con el de una ferricreta donde se aprecian los principales máximos de difracción de la hematita  $d= 2,70, 2,53$  y  $3,68^{\text{a}}$ , así como el de la goethita  $d = 4,18$  A que caracteriza dicha fase. De la misma forma se distinguen los máximos  $d= 10,00$  y  $4,99$  A de la moscovita así como el de la caolinita  $d = 7,15, 3,58$  y  $2,56$  A respectivamente. Dichos resultados se confirman mediante el análisis químico de la muestra según se observa en la [tabla 3](#).



**Figura 5.** Perfil de meteorización Santa Elena (muestra LIES-1; mineral de manganeso). Simbología utilizada: 1- L- lioforita, 2- C- criptomelano, 3- G- goethita, 4- Q- cuarzo.



**Figura 6.** Vista del área de muestreo, la que está cubierta de perdigones y entre estos, en una trinchera aparecen fragmentos de cuarzo, al parecer de una veta y otros que corresponden a esquistos ferruginosos (muestras LIRC2-2 y LIRC2-1). Fuente: [Casañas- Díaz et al. \(2017\)](#)



Simbología: 1- G-goethita 2- K- caolinita, 3- R- rutilo, 4- H- hematites, 5- Q- cuarzo y 6- M- moscovita.

**Figura 7.** Perfil de meteorización en Río del Callejón (muestra LIRC-a1; ferricreta)

**Tabla 3.** Resultados del análisis químico de la muestra LIRC-a1 (Río del Callejón)

% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% FeO	% MnO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% CaO	% MgO	% PPI
51.73	15.66	0.26	0.01	1.2	0.06	21.24	0.08	0.18	7.12



**Figura 8.** Afloramiento de vulcanitas en el canal del aliviadero de la presa Río Las Nuevas- Revolución. Tomado de: [Casañas-Díaz et al. \(2017\)](#)

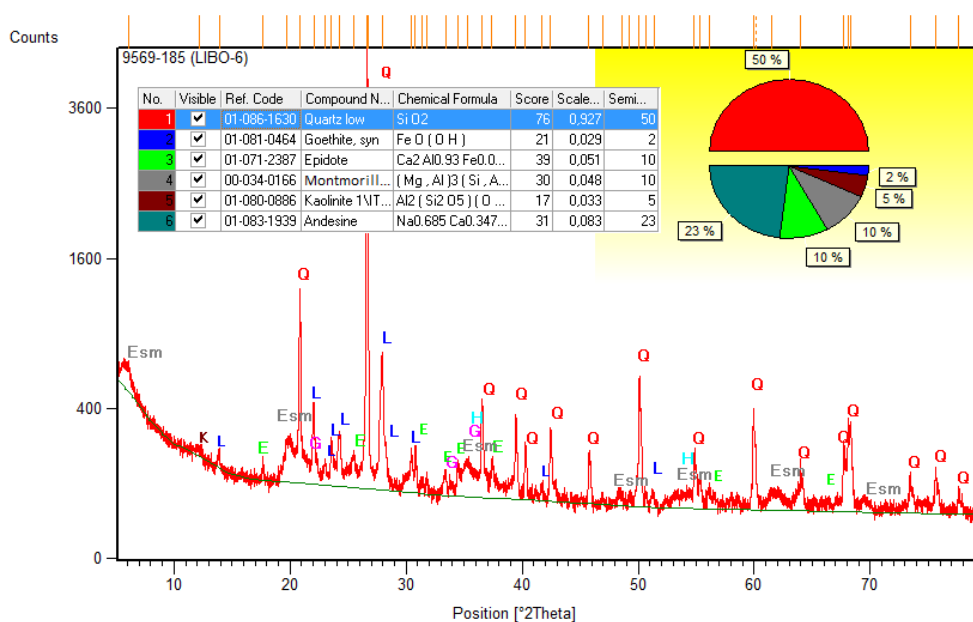
### Vulcanitas del Arco Cretácico de Sabana Grande

En la porción NO del territorio de la Isla de Juventud, en un área conocida como Sabana Grande que no ocupa ni el 10 % del área emergida, se localizan rocas volcánicas correspondientes al arco de islas del Cretácico Superior.

Las vulcanitas fueron muestreadas en el canal del aliviadero de la presa Río Las Nuevas- Revolución, muestras LIBO.

Los resultados de DRX de las muestras en el perfil de meteorización de las vulcanitas (LIBO) indican que en este predominan las mismas fases en las distintas zonas muestreadas. La presencia de plagioclasa (relicto del protolito), pudiera sugerir una meteorización poco avanzada. La muestra LIBO-1 presenta un mayor grado de alteración que la LIBO-6 y esto se corrobora también con el análisis químico de mayores realizado ([figura 9](#)).

Por su parte, en los registros de polvos de las restantes muestras del perfil se aprecia la transformación de las arcillas moscovita en caolinita y la disminución paulatina de los contenidos de hierro (III) respectivamente.

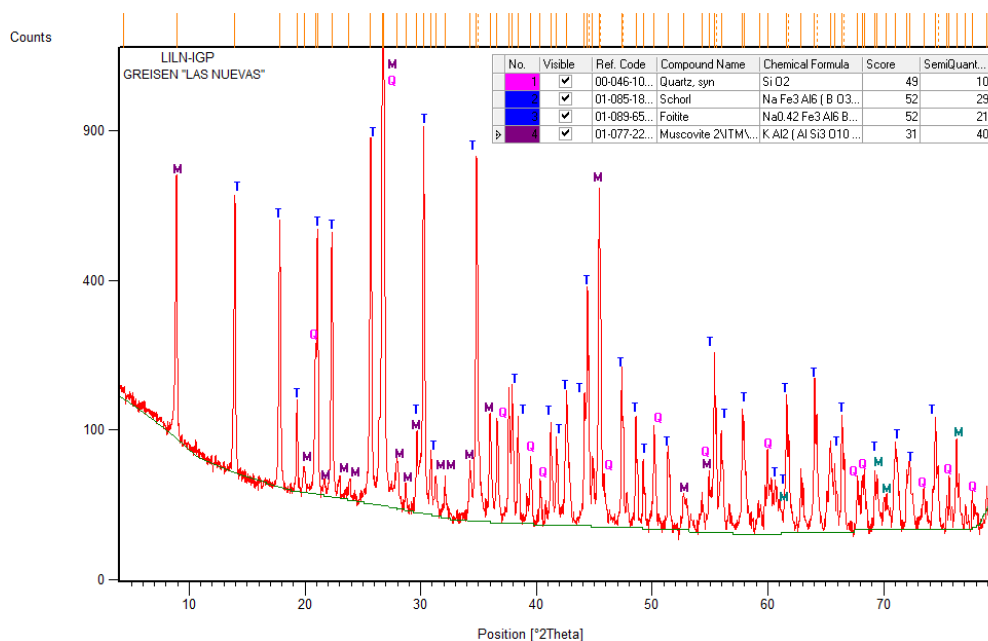


(muestra LIBO-a6; saproca)

**Figura 9.** Perfil de meteorización Las Nuevas- Revolución

**Tabla 4.** Resultados del análisis químico de la muestra LIBO-a6

% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% FeO	% MnO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% CaO	% MgO	% PPI
65,87	14,35	0,46	0,10	0,08	1,08	6,62	2,24	1,15	98,70



**Figura 10.** Fracción enriquecida de minerales del grupo de la turmalina separada en el greisen de “Las Nuevas”, en ella se identificó por DRX la disolución sólida del subgrupo del chorlo-foitita

En el greisen de Las Nuevas también se identificó por DRX otro miembro de la disolución sólida del grupo de la turmalina pero diferente al de Santa Elena de la serie: elbaíta Na (Li, Al)<sub>3</sub>Al<sub>6</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>(OH)<sub>4</sub> - olenita (Na<sub>0.886</sub>Al<sub>3</sub>Al<sub>6</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>O<sub>4</sub>).

### Determinación del índice de alteración química (CIA) de [Nesbitt - Young \(1984, 1989\)](#)

En la [tabla 5](#) se presentan los cálculos de los índices de alteración química en los tres protolitos que se evaluaron. Por orden de intensidad de meteorización del esquistos cuarzo-feldespático de Río del Callejón, presenta los valores mayores del CIA (81- 96), hecho que los clasifican de extremo grado de alteración química, por su parte las muestras del perfil de granito greisenizado de “Santa Elena” también clasifican con grado extremo de alteración química hasta el final del perfil (96,0), no obstante destaca el hecho de que en dicho protolito el proceso de meteorización transiciona de forma gradual. Por último, las muestras del perfil de “Las Nuevas-Revolución” cuyo protolito es una roca andesito-basalto, los procesos de meteorización transcurren con intensidad moderada según la clasificación de Nesbitt y Young (41- 77). Tal comportamiento en

relación con los índices CIA de las muestras que se evalúan, se justifican mediante el empleo de la DRX que permitieron establecer las diferentes neoformaciones mineralógicas que de modo específico transcurrieron en las citadas rocas magmáticas.

Expresión de cálculo [Nesbitt y Young \(1984, 1989\)](#)

$$\text{CIA: (moles Al2O3) .100 / moles(CaO+K2O + Na2O) (1)}$$

## CONCLUSIONES

1. En el esquistos cuarzo-feldespático de “Río del Callejón” la intensidad de los procesos de meteorización alcanzan un grado extremo de alteración química (CIA: 81,00-96,00).
2. Las muestras del granito greisenizado de “Santa Elena” también presentan grado extremo de alteración química que se acentúa al final del perfil (CIA: 96,00) sin embargo dicho proceso de meteorización transcurre de forma gradual.
3. En muestras del perfil de “Las Nuevas-Revolución” cuyo protolito corresponde a una roca tipo andesito-basalto, los procesos de meteorización transcurren con intensidad moderada según la clasificación de Nesbitt y Young (CIA: 41,00 - 77,00).

**Tabla 5.** Resultados de DRX e índices CIA en las muestras de los perfiles evaluados.

Muestra	Intervalo (metros)	Zona del perfil	Composición mineralógica (DRX)	CIA
LISTE-1	0,00 - 0,25	ferricreta	Cuarzo (40%); hematita (25%), goethita (15%), metahalloysita (13%), rutilo (3%), magnetita (4%)	80
LISTE- 2	0,25 - 2,75	silcreta	Cuarzo (81%), caolinita (9%), metahalloysita (5%), goethita (2%), rutilo (1%), anatasa (1%), hematita (1%)	85
LISTE- 3	2,75 - 12,75	saprolita fina	Cuarzo (59%); caolinita (16%), moscovita (12%), uvita (18%), goethita (2%)	96
LISTE- 4	0,00 - 0,00	Cuarzo (fragmentos)	-----	6
LIRC-1	0,00 - 0,25	ferricreta	Cuarzo (54,5%); caolinita (16%), moscovita (12%), hematita (9%), goethita (5%), rutilo (2%), anatasa (1%)	91
LIRC-2	0,25 - 1,25	capa vegetal	Cuarzo (77%); caolinita (15%), moscovita (6%), goethita (1%), rutilo (1%)	93
LIRC-3	1,25 - 2,05	arcilla	-----	96
LIRC-4	2,05 - 3,35	saprolita fina	-----	81
LIRC-5	3,35 - 5,35	saprolita fina	-----	92
LIRC-6	5,35 - 13,35	saprolita fina	Cuarzo (46,5%), caolinita (37,6%), moscovita (11%), hematita (1%), goethita (2%), rutilo (2%)	96
LIRC-7	13,35 - 23,35	saprolita fina	-----	95
LIBO-1	0,00 - 0,00	protolito	-----	41
LIBO-2	0,00 - 1,30	suelo vegetal	-----	53
LIBO-3	1,30 - 2,40	suelo orgánico	Andesina (41%), cuarzo (23%), vermiculita (12%), epidota (12%), hornblenda (7%), caolinita (3%)	60
LIBO-4	2,40 - 3,70	saprolita fina	Cuarzo (81%), andesina (9%), epidota (4%), caolinita (4%), goethita (1%)	86
LIBO-5	3,70 - 5,20	saprolita gruesa	Cuarzo (71%), andesina (15%), epidota (5%), caolinita (3%), esmectita (5%), goethita (1%)	77
LIBO-6	5,20 - 6,40	saproca	Cuarzo (50%), andesina (23%), epidota (10%), caolinita (5%), esmectita (10%), goethita (2%)	71

4. Las diferencias que se observan por difracción de polvos en la composición mineralógica de las muestras evaluadas para cada tipo de protolito justifican los valores que se obtienen de los índices CIA.
5. Se identificó por primera vez en rocas magmáticas del territorio de la Isla de la Juventud mediante el empleo de la difracción de polvos dos especies minerales de la serie de las turmalinas: chorlofoitita y dravita-foitita en los granitos greisenizados de Las Nuevas y Santa Elena respectivamente y pudieran relacionarse desde el punto de vista geológico con magmas más evolucionados ricos en especies volátiles y otros elementos metálicos.
6. De igual forma en una muestra del granito greisenizado de Santa Elena se identificó además un mineral de manganeso de la serie asbolana-litioforita, el cual constituye el primer reporte mineralógico del mismo en el territorio de Isla de la Juventud.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adeev, S., Ferreiro M., Manchado A., Fernández M. A., Horta J. & Bosch M. 1986. Informe de búsqueda evaluativa para Au y W en el yacimiento Lela y sus flancos (1978 - 1985).
- Babushkin, V., E. Tseimakh, S. Akilvekov, V. Sverov, V. Kurtigueshev & N. Orlov. 1990. Informe de los trabajos de levantamiento geológico - geofísico a escala 1:50 000 y

- búsquedas acompañantes en el municipio especial Isla de la Juventud en colaboración con la URSS (CAME III).
- Casañas Díaz X., Torres Zafra J.L., Gonzáles D., Torres M., Llanes I., Santa Cruz Pacheco M., López Kramer J.M., González V., Alfonso W., Matos I., López O., de La Paz D. & Pérez M. 2017. Estudio del magmatismo del Terreno Pinos (Isla de la Juventud): Implicaciones metalogenéticas. Informe final proyecto I+D, Instituto de Geología y Paleontología, MINEM., La Habana, Cuba.
- Garapko, I., L. Yurov, A. Chulgá, B. Sorokin & O. Eguipko. 1974. Constitución geológica y minerales útiles de la Isla de Pinos. Informe sobre el levantamiento geológico y las búsquedas a escala 1:100 000 realizados en los años 1971 - 1974.
- Figuerola Masó Y., J. Herrera & D. Castellano. 2015. Actualización y rescate de la información de ocurrencias minerales de la Isla de la Juventud.
- Fernández, M. A., M. Díaz & M. Pardo. 2000. Informe Búsqueda Orientativa de W, Au y otros en Siguanea, Isla de la Juventud.
- Ferreiro, M., M. A. Fernández, M. Díaz, N. Rodríguez & A. Vázquez. 1992. TTP reprocesamiento de la información geológica de las áreas revertidas por la AEI Matlock Delita SA. Prospección Preliminar Metales Raros Colony.
- Lavaut Copa W & otros. 2017. Mapa Mineragénico de Cuba. Informe parcial proyecto I+D. Instituto de Geología y Paleontología, La Habana Cuba.
- Mederos, J., G. Rodríguez, F. Quiñones, M. Bosch, N. Pérez & N. Rodríguez .1991. Informe final de la prospección preliminar para oro en el noroeste de la Isla de la Juventud.
- Nesbitt, H.W. & Young, G.M. 1984. "Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations". *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol.48 (n.7):1523 - 1534, [http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90408-3](http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037(84)90408-3).
- Nesbitt, H.W. & Young, G.M. 1989. "Formation and diagenesis of weathering profiles". *The Journal of Geology*, v.97 (n.2):129-147, <http://dx.doi.org/10.1086/629290>.

**Conflicto de Intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de interés

**CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES:** **Dra. Xiomara Casañas Díaz (IGP-SGC).** Elaboró, dirigió y desarrolló la investigación. Participó en la metodología de diseño de la investigación, así como la propuesta de todos los ensayos mineralógicos a fin de llevar a cabo la caracterización de las regolitas en los sectores investigados, pertenecientes al Terreno Pinos, Isla de la Juventud. Realizó la escritura del artículo. **MSc. Jorge Luis Torres-Zafra (IGP-SGC).** Participó en la interpretación de los resultados obtenidos por las diferentes técnicas y en la escritura del artículo. **MSc. Jose Antonio Alonso Pérez (IGP-SGC).** Participó en la interpretación de los resultados obtenidos por DRX. Revisó el artículo. **Dr. Waldo Lavaut Copa (IGP-SGC).** Participó en la realización de los trabajos de campo y toma de las muestras investigadas, así como también colaboró en la preparación del artículo. **Ing. Raynel Alberto Herrera Molina (IGP-SGC).** Participó en la interpretación de los resultados obtenidos y en la preparación de la base de datos generada. **Ing. Ludibet Barrios Revé (IGP-SGC).** Participó en la interpretación de los resultados obtenidos y revisó el artículo.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)