

ESTADÍSTICA APLICADA A LA INTERPRETACIÓN DE DATOS AEROGEOFÍSICOS EN EL EJEMPLO DE CUBA NORORIENTAL

*Applied statistic to the interpretation of airborne data
in the example of northeastern Cuba*

**José Alberto Batista Rodríguez
Marco Medina Arce**

**E-mail: jabatista@ismm.edu.cu
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa**

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de métodos estadísticos descriptivos y multivariados a la interpretación de datos aerogamma espectrométricos (eU, eTh y K) y aeromagnéticos (ΔT), pertenecientes al levantamiento aerogeofísico complejo de la región nororiental de Cuba. Con ayuda del tratamiento estadístico se confeccionaron tablas de variaciones de los contenidos de eU, eTh y K, así como de sus relaciones y ΔT , en cada una de las formaciones y niveles de la asociación ofiolítica en los sectores Mayarí y Sagua-Moa. Se pudo así conocer que las rocas más radiactivas se localizan en el sector Sagua-Moa, lo cual evidencia mayor grado de alteración, arcillosidad y contenido de materia orgánica en los suelos y rocas con respecto a los de Mayarí. El Análisis de Factores permitió obtener las variaciones laterales de las características antes mencionadas y de los espesores de las cortezas lateríticas; también se delimitaron zonas de cortezas lateríticas redepositadas, y aquellas donde las rocas volcánicas y serpentínicas predominan en la superficie y la profundidad.

PALABRAS CLAVE: Datos aerogeofísicos, estadística multivariada, arcillosidad, espesores, materia orgánica, meteorización.

ABSTRACT

In this article the obtained results of the application of descriptive and multivariate statistical methods are presented during the interpretation of airborne spectrometric (eU, eTh y K) and aeromagnetic (ΔT), belonging to the complex airborne geophysical survey of the northeastern region of Cuba. With the help of the statistical treatment of the airborne geophysical data, charts of variations of the eU, eTh and K contents were made, as well as of their relationships and ΔT , in each one of the formations and levels of the ophiolitic association in the Mayarí and Sagua-Moa sectors. Starting from the interpretation of the results it is known that the most radioactive rocks are located in the Sagua-Moa sectors, evidencing bigger alteration grade, clay content and content of organic matter of the floors and rocks developed in this sector with regard to those of Mayarí. With the Analysis of Factors the lateral variations of the mentioned characteristics are shown and of the thickness of the lateritic crusts. Areas of redeposited lateritic crusts and of prevalences in surface and depth of volcanic and serpentinized material are also defined.

KEY WORDS: airborne geophysical data, multivariate statistical, thickness, organic matter, weathering.

INTRODUCCIÓN

Por las ventajas que ofrecen en regiones extensas, de difícil acceso, y en aquellas con insuficiente mapeo geológico, los levantamientos aerogeofísicos se convierten en una herramienta muy importante durante la cartografía geológica y la prospección de yacimientos minerales. El comportamiento de los datos aerogeofísicos permite descifrar características geológicas de las rocas; por ejemplo, el contenido de uranio revela variaciones en el grado de enriquecimiento en materia orgánica en rocas y suelos (Dickson *et al.*, 1987; Saunders *et al.*, 1987; Watanabe, 1987; Chang y otros, 1990; Requejo *et al.*, 1994; Jubeli *et al.*, 1998); así como en el grado de meteorización (Galbraith y Saunders, 1983; Portnov, 1987; Saager *et al.*, 1987; Braun *et al.*, 1993) y de acidez de las rocas (Davis y Guilbert, 1973; Galbraith y Saunders, 1983; Wellman, 1998b). El contenido de torio indica variaciones en el grado de meteorización de las rocas (Buguel'skiy y Formell, 1974; Galbraith y Saunders, 1983; Portnov, 1987; Braun *et al.*, 1993) y de su arcillosidad (Portnov, 1987; McLennan, 1989; Ayres y Theilen, 2001), mientras que el potasio delata la presencia de alteraciones hidrotermales (Davis y Guilbert, 1973; Collins, 1978; Grojek y Prichystal, 1985; Portnov, 1987; Chang y otros, 1990; Jenner, 1996; Rickard *et al.*, 1998; Batista y Ramayo, 2000; Eliopoulos y Economou-Eliopoulos, 2000; Batista, 2002).

Por otra parte, el campo magnético (DT) refleja variaciones en los espesores de las rocas magnéticas así como la presencia de éstas en aquellos lugares donde no afloran (Chang y otros, 1990, 1991; Batista, 1998; Batista y Rodríguez, 2000; Gunn *et al.*, 1998; Batista, 2002).

El objetivo de esta investigación es caracterizar las litologías presentes en la región nororiental de Cuba a partir del procesamiento estadístico e interpretación de datos aerogeofísicos.

Para la interpretación de los resultados obtenidos del tratamiento estadístico se consideraron índices complejos, utilizando diferentes investigadores para resaltar diversas características geológicas. Por ejemplo, Heier y Rogers (1963) emplearon como índices complejos las relaciones eU/eTh y eTh/K para delimitar áreas intemperizadas; Heier y Rogers (1963), Moxham *et al.* (1965), Collins (1978), Galbraith y Saunders (1983), Shives *et al.* (1997), Jenner (1996), Batista y Ramayo (2000), Batista (2002), emplearon las relaciones eTh/K y eU/K, así como el parámetro $F(K.eU/eTh)$ para delimitar áreas afectadas por procesos hidrotermales. El índice complejo de eU y eTh

muestra variaciones en el grado de arcillosidad de las rocas, considerando que ambos elementos son típicos de fases arcillosas (Galbraith y Saunders, 1983; Ayres y Theilen, 2001), también delimitan cortezas lateríticas y revelan variaciones laterales de sus espesores (Chang y otros, 1990; Batista, 2002). Además, el índice complejo de eU y K en las formaciones sedimentarias destaca variaciones en el contenido de material volcánico y fosilífero de las rocas, así como en el grado de meteorización (Saager *et al.*, 1987) y en el enriquecimiento de materia orgánica de los suelos desarrollados sobre ellas (Watanabe, 1987; Requejo *et al.*, 1994). En rocas volcano-sedimentarias e ígneas, este índice complejo muestra variaciones en las posiciones de las rocas en los niveles del corte de las formaciones a las cuales pertenecen, así como en su grado de acidez (Davis y Guilbert, 1973; Galbraith y Saunders, 1983) y meteorización (Saager *et al.*, 1987). También, altos valores de este índice vinculados con zonas de fallas dentro de estas formaciones, ponen de manifiesto la existencia de alteraciones hidrotermales (Davis y Guilbert, 1973; Collins, 1978; Portnov, 1987; Ford *et al.*, 1998; Gunn *et al.*, 1998; Batista y Ramayo, 2000; Batista, 2002). Batista y Ramayo (2000a, 2000b) utilizaron el factor F ($K.eU/eTh$) para revelar zonas con desarrollo de procesos hidrotermales.

Características geológicas de la región

La región de estudio se ubica en el extremo nororiental de Cuba (Fig. 1), donde afloran fundamentalmente unidades oceánicas correspondientes a las ofiolitas septentrionales y a los arcos de islas volcánicas del Cretácico y del Paleógeno y, en menor grado, rocas del neoaútóctono (Cobiella, 1997, 2000; Quintas, 1989; Iturralde-Vinent, 1995, 1996a, 1998; Proenza, 1997; Proenza y otros, 1999b) (Figs. 2 y 3).

Las ofiolitas se enmarcan dentro de la llamada Faja Ofiolítica Mayarí-Baracoa (Iturralde-Vinent, 1994, 1996a, 1998) y están constituidas por rocas ultrabásicas serpentinizadas, predominantemente harzburgitas y, en menor medida dunitas, lherzolitas y piroxenitas. Las rocas básicas están representadas por gabro olivínico, gabro-noritas, anortositas y gabros normales (Quintas, 1989) (Figs. 2 y 3). Los macizos Mayarí-Cristal y Moa-Baracoa constituyen los principales afloramientos de estas rocas ofiolíticas (Proenza, 1997; Proenza *et al.*, 1999a).

Las secuencias del arco de islas volcánico del Cretácico están representadas por las rocas de las formaciones Santo Domingo y Sierra del Purial, así como del Complejo Cerrajón (Figs. 2 y 3). La Fm.

Santo Domingo (Albiano-Turoniano) se compone de tobos y lavobrechas andesíticas, dacitas, tufitas, argilitas, lutitas volcanomícticas, lavas basálticas, liparitodacíticas, conglomerados y calizas; también aparecen pequeños cuerpos de pórfidos dioríticos, andesitas y diabasas (Iturralde-Vinent, 1976, 1996b, 1998; Proenza y Carralero, 1994; Gyarmati y otros, 1997). El Complejo Cerrajón (Aptiano-Turoniano) está formado por diques subparalelos de diabasas y gabrodiabasas (Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990; Gyarmati y otros, 1997).

La Fm. Sierra del Purial (Aptiano-Turoniano) se compone de andesitas basálticas y basaltos, principalmente tobos y lavobrechas, areniscas polimícticas e intercalaciones y lentes de calizas metamorizados en condiciones de muy bajo grado y alta presión (Hernández, 1987; Cobiella, 2000; Millán y otros, 1985; Campos y Hernández, 1987; Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990; Millán, 1996). Estas rocas se encuentran imbricadas tectónicamente con las ofiolitas de la faja Mayarí-Baracoa; en ocasiones, los contactos coinciden con zonas de mezcla de volcanitas del arco Cretácico y ofiolitas (Iturralde-Vinent, 1996a, 1996b).

Las unidades estratigráficas representativas del Campaniano Tardío-Daniano son las formaciones Mícara, La Picota y Gran Tierra (Figs. 2 y 3). Dentro de las mismas se encuentran secuencias típicamente olistostrómicas, como es el caso de la Fm. La Picota (Maestrichtiano) y parte de la Fm. Mícara (Maestrichtiano-Paleoceno), las cuales están compuestas por fragmentos y bloques procedentes de la secuencia ofiolítica y de las rocas volcánicas cretácicas (Cobiella, 1978, 2000; Quintas, 1989, 1996; Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990). Por otro lado, la Fm. Gran Tierra (Paleoceno) se compone de calizas brechosas, conglomerados volcanomícticos, brechas, margas, tobos, calizas órgano-detríticas, areniscas volcanomícticas de cemento calcáreo, lutitas y tufitas (Iturralde-Vinent, 1976; Cobiella, 1978; Quintas, 1989).

Las secuencias del arco de islas volcánico del Paleógeno están representadas por la Formación Sabaneta (Daniano-Eoceno Medio) (Iturralde-Vinent, 1976, 1995, 1996b, 1998; Cobiella, 1997; Proenza y Carralero, 1994; Quintas y otros, 1995). La misma está compuesta por tobos vitroclásticas, litovitroclásticas, cristalovitroclásticas con intercalaciones de tufitas calcáreas, areniscas tobáceas, calizas, conglomerados tobáceos, lutitas, margas, gravelitas, conglomerados volcanomícticos y algunos cuerpos de basaltos, andesitas, y andesitas-basálticas, los cuales

alcanzan hasta 6 000 m de espesor. Otros autores, como es el caso de Gyarmati y Leyé O'Conor (1990), la dividen en Sabaneta y Castillo de los Indios, ambas con características similares.

Las secuencias estratigráficas del Eoceno Medio-Oligoceno están representadas por las formaciones Puerto Boniato, Sagua, Charco Redondo, Sierra de Capiro, Cilindro y Mucaral (Figs. 2 y 3).

La Fm. Puerto Boniato (Eoceno Medio) se compone principalmente de calizas organo-detríticas, aporcelanadas, algáceas y margas (Nagy y otros, 1976), mientras que la Fm. Sagua contiene margas y calizas (Quintas, 1989, 1996).

La Fm. Charco Redondo (Eoceno Medio) está compuesta por calizas compactas organo-detríticas, fosilíferas, de color variable. En la parte inferior del corte son frecuentes las brechas y predomina la estratificación gruesa, mientras que en la superior el predominio es de la fina (Cobiella, 1978; Quintas, 1989, 1996; Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990).

La Fm. Sierra de Capiro (Eoceno Superior) se compone de lutitas y margas con intercalaciones de lutitas y conglomerados con fragmentos de calizas arrecifales, serpentinitas y rocas volcánicas (Cobiella, 1978; Quintas, 1989; Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990).

La Fm. Cilindro (Eoceno Medio-Superior) se conforma de conglomerados polimícticos con estratificación lenticular y a veces cruzada, débilmente cementada con lentes de areniscas que contienen lignito. La matriz es arenítica polimíctica, y contiene carbonato (Quintas, 1989; Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990).

La Fm. Mucaral (Eoceno Medio-Oligoceno Inferior) está compuesta por margas con intercalaciones de calizas arcillosas, areniscas polimícticas, conglomerados polimícticos, lutitas y tobos (Quintas, 1989; Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990).

Las rocas del "neoaútóctono" constituyen una secuencia terrígeno-carbonatada poco deformada, que aflora en las cercanías de las costas formando una franja que cubre discordantemente los complejos más antiguos y que desde el punto de vista estructural se caracterizan por su yacencia monoclinas suave u horizontal (Quintas, 1989; Iturralde-Vinent, 1996b). Son representativas de esta secuencia las formaciones Bitirí, Camazán, Cabacú, Yateras, Júcaro, Río Maya, Jaimanitas, Cauto y Río Macío.

La Fm. Bitirí (Oligoceno) está representada por calizas algáceas de matriz fina, duras, compactas, calcificadas, que a veces contienen fragmentos de

corales y grandes *Lepidocyclina* (Adamovich y Chejovich, 1963).

La Fm. Camazán (Oligoceno-Mioceno Inferior) está compuesta por calizas coralino-algáceas (biolíticas), calizas biodetríticas a veces arcillosas, calcarenitas, calciruditas calcáreas con intercalaciones de margas y arcillas, ocasionalmente yesíferas (Nagy y otros, 1976).

La Fm. Cabacú (Oligoceno Medio-Mioceno Inferior) está formada por gravelitas, areniscas y lutitas polimícticas (provenientes sobre todo de ultramafitas y vulcanitas), de cemento débilmente arcilloso-calcáreo y a veces algunos lentes de margas arcillosas en la parte inferior (Nagy y otros, 1976; Quintas, 1989; Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990).

La Fm. Yateras (Mioceno Inferior) se compone de alternancia de calizas biodetríticas y detríticas, y calizas biógenas de granos finos a gruesos, duras, de porosidad variable y a veces aporcelanadas (Iturralde-Vinent, 1976; Nagy y otros, 1976; Cobiella, 1978; Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990).

La Fm. Júcaro (Mioceno Superior-Plioceno) está integrada por calizas generalmente arcillosas, calcarenitas, margas, lutitas, a veces con gravas polimícticas y arcillas yesíferas (Nagy y otros, 1976; Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990).

La Fm. Río Maya (Plioceno Superior-Pleistoceno Inferior) se conforma de calizas biohémicas algáceas y coralinas muy duras, de matriz micrítica, con frecuencia aporcelanadas, que contienen corales en posición de crecimiento, así como subordinadamente moldes y valvas de moluscos, todas muy recristalizadas. Las calizas frecuentemente están dolomitizadas. El contenido de arcillas es muy variable (Nagy y otros, 1976; Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990).

La Fm. Jaimanitas (Pleistoceno Medio-Superior) se compone de calizas biodetríticas masivas, en general carsificadas, muy fosilíferas. Contiene conchas bien preservadas y corales de especies actuales y, ocasionalmente, biohermas (Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990).

La Fm. Cauto (Pleistoceno Medio-Superior) se conforma de arcillas, limos, arenas, gravas y conglomerados polimícticos, con estratificación horizontal y cruzada (Nagy y otros, 1976), mientras que la Fm. Río Macío (Holoceno) está compuesta por cantos rodados, gravas, arenas, lutitas y arcillas (Adamovich y Chejovich, 1963).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos aerogeofísicos utilizados en esta investigación se midieron en líneas de vuelo de dirección

norte-sur, separadas 500 m y a una altura media de vuelo de 70 m; los mismos contienen información proveniente de los canales de K (%), eU (ppm), eTh (ppm) y la intensidad radiométrica total (mR/h), así como campo magnético total DT (nT) (Chang y otros, 1990, 1991). La información geológica incluyó:

- Mapa geológico de Mayarí, 1:50 000 (Adamovich y Chejovich, 1963).
- Mapa geológico de Sagua-Moa, 1:100 000 (Gyarmati y Leyé O'Conor, 1990).
- Mapas topográficos, 1:50 000 y 1:100 000.
- Bases de datos geoquímicos y petrológicos.

La investigación se desarrolló en tres etapas, y se definió en la primera el área de trabajo. Teniendo en cuenta la ubicación de los yacimientos ferroniquelíferos y las diferencias geológicas existentes, se delimitaron dos sectores de estudio: Mayarí y Sagua-Moa (Fig. 1). El sector Mayarí está comprendido entre Pinares de Mayarí al oeste y Sierra de Cristal al este, y de norte a sur se extiende desde la ciudad de Mayarí hasta la coordenada 200 000, abarcando un área aproximada de 787 km², mientras que el sector Sagua-Moa está comprendido entre el río Sagua al oeste y el poblado de Cayo Güin al este, y se extiende de norte a sur desde la costa hasta la coordenada 199 500. Tiene un área aproximada de 1 482 km².

En la segunda etapa se realizó la preparación y procesamiento de la información, que incluyó inicialmente la conversión a formato digital de la información (Rodríguez-Miranda, 1998; Batista, 1998, 2000, 2002). Con posterioridad, se realizó la secuencia siguiente:

- Cálculo de índices complejos (eU/eTh, eU/K y eTh/K) y la reducción al polo del campo magnético total (ΔT).
- Delimitación del comportamiento de los canales del levantamiento aerogeofísico y los índices complejos, en cada una de las formaciones y rocas ofiolíticas, tanto de forma general como en áreas particulares de los sectores Mayarí y Sagua-Moa. En el caso del campo magnético se utilizan los datos reducidos al polo.
- Tratamiento estadístico descriptivo y multivariado para cada formación y tipo de roca, de forma general y en áreas particulares de ambos sectores.
- Comprobaciones de campo.

El análisis estadístico constó de dos partes y se realizó con ayuda del software Statistica 5.0 (StatSoft, Inc., 1984-1995). Primeramente, se realizó el tratamiento estadístico descriptivo general por formaciones y rocas ofiolíticas existentes, según los mapas

geológicos tomados como base (Figs. 2 y 3), y se determinó la media y rango de variación de los parámetros medidos, así como las relaciones calculadas entre ellos. También se calculó la matriz de correlación con el objetivo de conocer la relación de las variables incluidas en este análisis (Hamed, 1995; Jubeli *et al.*, 1998; Batista, 2002). La prueba del coeficiente de correlación se utilizó para verificar la correlación entre las variables, y se consideró que las mismas están altamente correlacionadas cuando dicho coeficiente cae en la región crítica, para un nivel de significación $\alpha < 0,05$ (Alfonso-Roche, 1989; Bluman, 1992; Freund y Simón, 1992; Mason *et al.*, 1994). La primera parte incluyó la verificación del tipo de distribución de los parámetros medidos y las relaciones calculadas entre ellos, para lo que se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con un $\alpha < 0,01$. Para comparar las formaciones, tipos de rocas y yacimientos lateríticos en cuanto a sus contenidos de eU, eTh, K y la intensidad gamma total, se utilizaron las pruebas de hipótesis: F de Fisher y t de Student, a fin de verificar la homogeneidad de varianza y la igualdad de medias, respectivamente, de dos muestras distribuidas normalmente, con un $\alpha < 0,05$ (Alfonso-Roche, 1989; Bluman, 1992; Freund y Simón, 1992; Mason *et al.*, 1994).

En el tratamiento estadístico también se aplicó el método de análisis de factores basado en las componentes principales, con el objetivo de disminuir el número de variables y agrupar datos con características similares (Duval, 1976, 1977; Alfonso-Roche, 1989; Requejo *et al.*, 1994; Wellman, 1998a; Ranjbar *et al.*, 2001; Reimann *et al.*, 2002). En la última parte del análisis estadístico se siguió el mismo procedimiento anterior para las áreas de afloramiento de las diferentes formaciones y rocas ofiolíticas.

En la tercera y última etapa se representaron e interpretaron los resultados del análisis estadístico en los sectores Mayarí y Sagua-Moa, donde a cada una de las formaciones y niveles de la asociación ofiolítica presentes en ellos, se le analizó el comportamiento de los parámetros aerogeofísicos.

RESULTADOS

El procesamiento estadístico inicial de los datos aerogeofísicos para el sector Mayarí arrojó que los valores más altos de radiación total y de eTh corresponden a las áreas de desarrollo de lateritas ferroniquelíferas, mientras que los más bajos se asocian a los gabros (Tablas 1 y 2).

Los mayores contenidos de K (%) se observaron en la Fm. Mícará, en tanto que en las lateritas y rocas

ultrabásicas serpentinizadas, así como en las formaciones Mucaral y Yateras, se registraron los mínimos contenidos de este elemento.

Las mayores concentraciones de eU correspondieron a las lateritas desarrolladas sobre rocas ultrabásicas serpentinizadas y las mínimas se registraron en los gabros no meteorizados. Esto último resulta contradictorio teniendo en cuenta que los gabros, por su composición y lugar en el corte ofiolítico, deben tener mayor contenido de eU que aquellas rocas ubicadas por debajo de ellas, en el nivel de tectonitas. Por lo tanto, estos contenidos de eU sugieren que los gabros poseen un mayor grado de alteración en superficie, con respecto al resto de las rocas que conforman los niveles inferiores del corte ofiolítico. Cabe señalar que aunque otros autores (Kravchenko y Vázquez, 1985; Nekrasov *et al.*, 1989) plantean que en la zona de los gabros afloran también abundantes diques de diabasas, esto no afecta la explicación dada a las diferencias encontradas en las concentraciones de eU.

En la Fm. Santo Domingo los valores del parámetro F y las relaciones eTh/K y eU/K evidencian que es posible que en ellas se manifiesten alteraciones de carácter hidrotermal enriquecidas en K, según trabajos realizados en rocas similares en otras regiones del mundo (Davis y Guilbert, 1973; Collins, 1978; Grojek y Prichystal, 1985; Portnov, 1987; Shives *et al.*, 1997; Jenner, 1996; Ford *et al.*, 1998; Gunn *et al.*, 1998; Rickard *et al.*, 1998). De esta misma manera, las relaciones eTh/K y eU/eTh en las áreas de lateritas presentan valores acordes con los procesos que han tenido lugar en las mismas (Lavaut, 1998), es decir, procesos de intemperismo que provocan la movilización y redistribución de los elementos (Braun *et al.*, 1993).

El procesamiento preliminar de los datos del sector Sagua-Moa reveló que las formaciones Jaimanitas, Sabaneta y Castillo de los Indios son las más radiactivas (Tablas 3 y 4), mientras que la Fm. Sierra del Purial y los gabros son los menos radiactivos. Las mayores concentraciones medias de eU se encontraron en las formaciones Sierra de Capiro, Jaimanitas y Júcaro. Las mayores concentraciones medias de eTh se registraron en las áreas de desarrollo de lateritas sobre rocas ultrabásicas serpentinizadas, y en las formaciones Castillo de los Indios, Jaimanitas, Gran Tierra y Júcaro, mientras que las formaciones La Picota y Mícará, y las áreas de basaltos poseen las menores concentraciones de este elemento. En las formaciones Sabaneta, La Picota, Jaimanitas, Castillo de los Indios y Santo Domingo, se registraron los mayores contenidos de K.

Los valores calculados de la relación eTh/K evidencian el desarrollo de corteza de meteorización en las rocas ofiolíticas; de esta misma manera dichos valores, combinados con los de la relación eU/K, destacan la presencia de procesos hidrotermales con los cuales se vincula un enriquecimiento de K, en las formaciones La Picota, Castillo de los Indios, Sabaneta y Santo Domingo; es decir, en rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias (Batista y Ramayo, 2000; Batista, 2002).

Los mínimos valores de eU/eTh se observan en las áreas de desarrollo de rocas ultrabásicas serpentizadas y gabros, que reafirman la presencia de corteza de meteorización en las mismas.

La alta radiactividad total y, de hecho, los altos contenidos de eU y eTh en las rocas ultrabásicas serpentizadas se deben al desarrollo sobre ellas de potentes cortezas de meteorización, según resultados de investigaciones anteriores (Chang y otros, 1990, 1991; Batista y Ramayo, 2000; Batista, 2002).

La comparación de los resultados obtenidos en ambos sectores permitió conocer que las rocas más radiactivas se localizan en el sector Sagua-Moa, siendo Jaimanitas la formación sedimentaria de mayor radiactividad, lo cual se explica por ser la de mayor contenido fosilífero y de componentes organógenos (Chang y otros, 1990), y por el desarrollo sobre ella de suelos enriquecidos en materia orgánica, aspecto descrito en rocas similares de otras regiones del mundo (Watanabe, 1987; Requejo *et al.*, 1994). Dentro de las formaciones volcano-sedimentarias es Sabaneta la de mayor radiactividad, por su mayor grado de alteración superficial, mientras que de las rocas ígneas las más radiactivas resultaron las ultrabásicas serpentizadas, sobre todo en aquellas zonas con desarrollo apreciable de corteza de meteorización laterítica, que es donde se registran los mayores contenidos de eU y eTh (Batista y Ramayo, 2000; Batista, 2002).

En las formaciones volcano-sedimentarias, los mayores contenidos de K se presentan en la Fm. Santo Domingo (Mayarí) y en la Fm. Sabaneta (Sagua-Moa). Esta última presenta los mayores contenidos, lo cual puede encontrar explicación en la ocurrencia de procesos tardíos (zeolitización, montmorillonitización), típicos de cuencas traseras de arco, o de alteraciones hidrotermales.

En ambos sectores los bajos contenidos de K reflejan la distribución de la Asociación Ofiolítica, lo cual coincide con resultados obtenidos en investigaciones realizadas en nuestro país (Chang y otros, 1990, 1991; Batista y Ramayo, 2000; Batista, 2002) y en otras partes del mundo (Ford *et al.*, 1998).

En algunas áreas de afloramiento de estos dos sectores, la relación eTh/K es menor de $2,5 \times 10^{-4}$, lo que evidencia alto grado de alteración de las rocas presentes en ellas, según Galbraith y Saunders (1983).

Análisis de las matrices de correlación

El análisis de las matrices de correlación calculadas para las formaciones y niveles de la Asociación Ofiolítica, de modo general y particular para cada área de afloramiento, reveló diversas relaciones entre las variables, que ponen de manifiesto las características químico-mineralógicas de estas rocas y su comportamiento una vez afectadas por procesos de alteración. La Tabla 5 expone algunas matrices de correlación.

Correlación eU, eTh y K

La correlación directa entre estos elementos constituye un indicador de la presencia de fases arcillosas en las rocas (Davis y Guilbert, 1973; Galbraith y Saunders, 1983). Este tipo de correlación se encontró en las formaciones Cauto y La Picota, del sector Mayarí, así como en áreas de sedimentos cuaternarios, de la Fm. Río Maya y en las rocas ultrabásicas serpentizadas del sector Sagua-Moa.

La correlación directa de estos elementos con ΔT en la Fm. Sabaneta en el sector Mayarí y en el Complejo Cerrajón en el sector Sagua-Moa, indica que existe relación directa entre la posición de estas rocas en los diferentes niveles del corte en la formación y el complejo mencionados, su grado de arcillosidad, espesor y tipo de basamento. En este caso, estas rocas deben estar infrayacidas por ofiolitas según Iturralde-Vinent (1998), caracterizadas por alta magnetización (Chang y otros, 1990; Batista, 1998; Batista y Rodríguez, 2002; Batista, 2002). En la Fm. Santo Domingo (Mayarí) y en áreas ocupadas por basaltos, así como en la Fm. Gran Tierra en Sagua-Moa, también se observa esta relación pero de forma negativa, esto denota una relación inversa entre los parámetros mencionados. En la Fm. Mícará, ubicada en el sector Sagua-Moa, se observa esta correlación, mas en este caso con el K en sentido negativo, que presupone relación inversa entre el predominio de material volcánico y el desarrollo de cortezas de meteorización en la misma.

Correlación directa entre eU y eTh

En áreas de desarrollo de cortezas lateríticas esta relación se pone de manifiesto, fundamentalmente, en aquellos lugares donde están presentes lateritas de grandes potencias, redepositadas, o con ambas características (Batista, 2002), lo que denota también

un mayor tiempo de formación y desarrollo, y, de hecho, mayores espesores en las lateritas, debido a que el proceso que da lugar a la incorporación de ambos elementos a una misma fase mineral requiere de un tiempo prolongado y trae consigo un acentuado desarrollo del perfil laterítico (Galbraith y Saunders, 1983; Dickson, 1985; Kögler *et al.*, 1987; Watanabe, 1987; Casas *et al.*, 1998; Jubeli *et al.*, 1998; Vogel *et al.*, 1999). Estas causas antes mencionadas evidencian que sobre las rocas serpentinizadas esta correlación señala la existencia de tales cortezas; de igual manera ocurre en los gabros, aunque en estas rocas pudiera estar vinculada fundamentalmente con alta arcillosidad de la corteza de meteorización desarrollada sobre ellas. Por otro lado, en formaciones sedimentarias (Fm. Cauto, Yateras y Mucaral, en Mayarí; Fm. Jaimanitas, Río Maya, Júcaro, Yateras, Mucaral y Gran Tierra, en Sagua-Moa) indican la presencia de lateritas redepositadas, teniendo en cuenta que en la región se han reportados tales procesos (Chang y otros, 1990) y que en otras partes del mundo donde han sido descritas lateritas redepositadas sobre calizas se observa esta relación (Eliopoulos y Economou-Eliopoulos, 2000), además de las verificaciones de campo realizadas. Esta correlación también es indicadora de fases arcillosas en las rocas. De igual forma ocurre con las formaciones sedimentarias, con la particularidad que en éstas puede existir un predominio de minerales félsicos (Chiozzi y otros, 1998), con los cuales se vinculen ambos elementos en estas áreas (López, 1998).

En áreas de afloramiento de algunas formaciones del sector Sagua-Moa estos elementos se relacionan con ΔT . De ellas las más importantes pertenecen a las lateritas, lo que indica relación entre el espesor de las cortezas de meteorización, y la magnetización de las mismas y las rocas subyacentes.

Correlación entre eTh y K

En las formaciones sedimentarias, la correlación directa entre ambos elementos muestra relación entre el grado de meteorización y las zonas más enriquecidas en K (Portnov, 1987; McLennan, 1989; Braun *et al.*, 1993), y la existencia de arcillas con altos contenidos de K , o sea, arcillas micáceas (Galbraith y Saunders, 1983). En el caso de la Fm. Mícaro, señala que existe relación directa entre el predominio de material volcánico en superficie, y el grado de meteorización de las rocas que conforman esta formación, mientras que en la Fm. La Picota, indica que hay una fase mineral con la cual se vinculan ambos elementos.

La relación inversa de los dos elementos con ΔT en algunas áreas de afloramientos de la Fm. La Picota y en los gabros en Sagua-Moa, sugiere en el primer caso, que existe en superficie una mezcla de rocas volcánicas y serpentiniticas, con gran espesor, o un basamento de las primeras rocas mencionadas (Cobiella, 1978; Quintas, 1989), o ambos elementos a la vez. En los gabros muestra bajo grado de alteración, teniendo en cuenta que en las rocas magmáticas los contenidos de Th y K varían en conjunto cuando dichas rocas no están alteradas ni mineralizadas (Portnov, 1987).

En las rocas serpentinizadas del sector Sagua-Moa, ambos elementos se correlacionan con ΔT en algunas áreas de afloramiento de forma positiva y en otras negativa, esto señala relación entre el grado de alteración de las rocas (Portnov, 1987) y sus espesores. En el primer caso indica que existen zonas con bajo grado de alteración y grandes espesores. En el segundo caso denota que hay zonas de lateritas ferroniquelíferas desarrolladas sobre rocas ultrabásicas serpentinizadas de gran espesor, considerando que durante el intemperismo ocurre una pérdida de K en las rocas ígneas y la acumulación de Th en arcillas ferruginosas, producto de dicho proceso (Portnov, 1987).

Análisis de factores

A partir del análisis de los resultados de la aplicación del método de Análisis de Factores en las diferentes formaciones y niveles de la Asociación Ofiolítica, de modo general y en particular para cada área de afloramiento, se establecen las variaciones laterales de los fenómenos citados durante el análisis de las matrices de correlación. A continuación se exponen los factores más importantes para los sectores Mayarí y Sagua-Moa, teniendo en cuenta las principales variables que intervienen en su comportamiento. Por un problema de espacio no se muestran todos los factores analizados, sólo algunos ejemplos (Tabla 6).

Factor de eU

En las formaciones sedimentarias este factor describe el grado de meteorización de las rocas que conforman las mismas (Saager *et al.*, 1987; Dickson, 1985), así como el enriquecimiento en materia orgánica de los suelos desarrollados sobre ellas (Watanabe, 1987; Requejo *et al.*, 1994), el cual ocurre por la existencia de condiciones apropiadas para la acumulación de U , es decir, cuencas relativamente cerradas, con condiciones reductoras, y por la existencia de zonas

pantanosas, sobre todo en la costa (Saunders y otros, 1987). En ocasiones, también refleja el contenido organodetrítico de estas rocas (Chang *et al.*, 1990). Por tanto, altos valores de este factor en la región de estudio se vinculan con rocas de bajo grado de meteorización y altas concentraciones de materia orgánica en ellas o en los suelos desarrollados sobre ellas. Ejemplos: Fm. Jaimanitas, Yateras y Puerto Boniato.

En el sector Mayarí (Fig. 4), este factor muestra varias zonas de máximos valores en la Fm. Yateras, en las cuales las calizas deben estar menos conservadas, poseer mayores contenidos biodetrítico y biogénico, y materia orgánica en los suelos allí presentes, de igual manera sucede con las formaciones Puerto Boniato y Camazán en varias localidades. En la formación La Picota las zonas que deben estar menos meteorizadas se localizan en el extremo sudeste del sector.

En las formaciones volcano-sedimentarias, el Factor de eU muestra las variaciones en el grado de acidez de las rocas que conforman las mismas (Davis y Guilbert, 1973; Galbraith y Saunders, 1983), en su meteorización (Saager *et al.*, 1987) y en el enriquecimiento en materia orgánica de los suelos desarrollados sobre ellas, tal y como ha sido reportado en otras regiones del mundo donde afloran rocas volcánicas (Dickson *et al.*, 1987; Jubeli *et al.*, 1998), o sea, altos valores de este factor delimitan las rocas más ácidas, menos meteorizadas y con suelos más enriquecidos en materia orgánica.

En la Fm. Sabaneta del sector Mayarí, este factor sugiere que al sur de La Caridad y al norte de Las Guásimas, estas rocas deben ser más ácidas y poseer menor grado de alteración. También en esta zona puede existir un suelo muy enriquecido en materia orgánica, lo cual se ha reportado en regiones con características similares (Dickson *et al.*, 1987).

En el sector Sagua-Moa (Fig. 5), las áreas con altos valores de este factor se ubican en los alrededores de Sagua de Tánamo y Moa, en sedimentos cuaternarios, la Fm. Júcaro, Jaimanitas, Mícará, Yateras, Mucaral, Río Maya, Gran Tierra, Castillo de los Indios y Sabaneta. Durante los trabajos de comprobación de campo se verificó la existencia en estas zonas de suelos enriquecidos en materia orgánica.

En las rocas ofiolíticas este factor destaca el grado de meteorización y la presencia de representantes de diferentes niveles del corte (Saager *et al.*, 1987; Wellman, 1998b). Los altos contenidos de eU delimitan las rocas menos meteorizadas y de los niveles más altos del corte ofiolítico.

En el sector Mayarí, las zonas con menor grado de meteorización en las rocas ultrabásicas serpentinizadas se localizan al SE de Guamuta, al norte de La Caridad, en Guantanamito, Lajas, Arroyito y Cortadera, mientras que en el sector Sagua-Moa, las zonas más significativas se observan al oeste y este de Moa en los gabros y al norte de Sagua de Tánamo en las rocas serpentinizadas, según los valores de este factor y las comprobaciones posteriores de campo.

Factor de eTh

En las formaciones sedimentarias este factor caracteriza el grado de meteorización y arcillosidad de las rocas (Portnov, 1987; McLennan, 1989; Braun *et al.*, 1993; Ayres y Theilen, 2001).

Las zonas con mayores valores del factor de eTh presentan el mayor grado de meteorización y arcillosidad, así como el desarrollo de corteza de meteorización (Galbraith y Saunders, 1983; Portnov, 1987; Braun *et al.*, 1993).

En la región de estudio, en algunas formaciones sedimentarias (Mícará y La Picota), volcano-sedimentarias y en rocas ofiolíticas, el factor de eTh caracteriza el grado de desarrollo de cortezas de meteorización, según trabajos realizados por Portnov (1987) en otras regiones del mundo en rocas similares.

En el sector Mayarí (Fig. 6), este factor destaca que en la Fm. Camazán las calizas más meteorizadas y arcillosas se localizan en el extremo oeste del sector, específicamente en Birán Tres, y las menos arcillosas en Colorado. De igual manera se destacan zonas importantes en las Fm. Yateras, Bitirí, Puerto Boniato, Sabaneta y Mícará. Estas características fueron verificadas en el campo.

Inicialmente, las áreas de desarrollo de lateritas en las rocas ultrabásicas serpentinizadas, señaladas en el mapa geológico (Adamovich y Chejovich, 1963), fueron separadas para sus análisis independientes. Los bajos contenidos de eTh en las rocas ultrabásicas serpentinizadas evidencian poco desarrollo de cortezas de meteorización, exceptuando la zona ubicada al norte del arroyo Alcahuete, la cual debe poseer un desarrollo apreciable de cortezas de meteorización; sin embargo, no aparece señalada en el mapa geológico.

En los sedimentos cuaternarios del sector Sagua-Moa (Fig. 7), las zonas con mayores valores de este factor se localizan en los alrededores de Cananova y Moa, en cuyas proximidades según los trabajos de campo, afloran rocas volcano-sedimentarias y ofiolitas sobre las cuales se desarrollan cortezas de meteorización; por lo tanto, estos sedimentos se

componen de materiales provenientes de la erosión de estas cortezas. De la misma manera ocurre al norte y NW de Cananova en la Fm. Jaimanitas, Júcaro, Mucaral; al sur de Sagua de Tánamo en la Fm. Yateras; en los alrededores de Cananova y Los Calderos en la Fm. Castillo de los Indios, Sabaneta, Gran Tierra, Mícara; al sur de Sagua de Tánamo en la Fm. La Picota; al sur de esta localidad y Punta de Jaraguá en la Fm. Santo Domingo. Otras áreas de interés se observan en la Fm. Sierra del Purial, el Complejo Cerrajón, en basaltos y en los gabros. En las rocas serpentinizadas, las zonas con mayores valores de este factor se ubican al norte y NW de Sagua de Tánamo. En trabajos de campo se verificó que en las áreas de las rocas volcano-sedimentarias e ígneas mencionadas existen cortezas de meteorización con desarrollo apreciable sobre gabros y, en ocasiones, sobre rocas ultrabásicas serpentinizadas, lo cual coincide con resultados de otras investigaciones en nuestro país (Buguelskiy y Formell, 1974) y, el mundo en general (Portnov, 1987; Braun *et al.*, 1993).

Factor de K

En las formaciones sedimentarias, el factor de K muestra variaciones en el contenido de material volcánico dentro de ellas, teniendo en cuenta las descripciones de las mismas en la región investigada (Gyarmati y Leyé O'Connor, 1990). A medida que aumenta el mismo, estos materiales deben ser más abundantes dentro de las rocas pertenecientes a dichas formaciones.

En el sector Mayarí, dentro de la Fm. Bitirí, los mayores valores de este factor se registran en Seboruco, mientras que en la Fm. Charco Redondo los menores valores se ubican alrededor de la represa de Guaro (Fig. 8).

En los sedimentos cuaternarios del sector Sagua-Moa, las zonas con mayores valores del factor de K se registran en los alrededores de Sagua de Tánamo y Cananova, vinculadas con la existencia de formaciones volcano-sedimentarias y sedimentarias enriquecidas en K, en los alrededores de los sedimentos cuaternarios (Fig. 9).

En la Fm. Mícara, este factor delimita zonas con predominio en superficie de material volcánico o serpentinitico y de alteraciones hidrotermales (Chang y otros, 1990; Batista y Ramayo, 2000; Batista, 2000, 2002). Las zonas con mayores contenidos de K dentro de esta formación en el sector Mayarí, se ubican al sur de Sao Naranjo, en la cual debe existir el mayor contenido de material volcánico o estar presentes alteraciones hidrotermales. En la Fm. La Picota,

en el extremo SE, altos valores de este factor destacan la posible existencia de alteraciones hidrotermales.

En los afloramientos de la Fm. Mícara, ubicados al este de Sagua de Tánamo en el sector Sagua-Moa, los contenidos de K están relacionados con el predominio de material volcánico en superficie, según observaciones de campo.

En las formaciones volcano-sedimentarias el Factor de K es probable que muestre variaciones de los afloramientos de diferentes niveles del corte de las mismas (Wellman, 1998b). También sugiere la presencia de alteraciones hidrotermales (Davis y Guilbert, 1973; Collins, 1978; Grojek y Prichystal, 1985; Portnov, 1987; Jenner, 1996; Rickard *et al.*, 1998; Batista y Ramayo, 2000; Batista, 2002). Los mayores valores de este factor destacan las zonas donde probablemente afloren las rocas de las partes altas del corte de estas formaciones que, en ocasiones, se encuentran alteradas hidrotermalmente.

En el sector Sagua-Moa, las principales áreas con altos valores de este factor se localizan en las Formaciones Castillo de los Indios, Sabaneta y el Complejo Cerrajón. También en la Fm. Santo Domingo, al sur de Moa y Nibujón, en las cuales, mediante trabajos de comprobaciones de campo e investigaciones anteriores (Ramayo, 2001), se comprobó que existen alteraciones hidrotermales.

En las rocas serpentinizadas, las variaciones en los contenidos de K reflejan variaciones de los niveles del corte ofiolítico y la posible existencia de alteraciones hidrotermales (Eliopoulos y Economou-Eliopoulos, 2000), con las cuales generalmente se asocian importantes concentraciones de Au (Buisson y Leblanc, 1986). En estas rocas los valores más altos del factor de K se vinculan con las rocas de las partes más altas del corte y, en ocasiones, con alteraciones hidrotermales.

En las rocas serpentinizadas del sector Mayarí, los mayores contenidos de este factor se manifiestan en formas de anomalías alargadas en Río Arriba y alrededor de tres kilómetros al sur de esta localidad, con dirección NW y NE, relacionadas con sistemas de fallas. Estas anomalías alargadas, vinculadas con sistemas de fallas, indican la posible presencia de alteraciones hidrotermales. Estas mismas características se observan en otras áreas de las lateritas, en las cuales es probable que estén presentes alteraciones hidrotermales que han sido reportadas anteriormente por Navarrete y Rodríguez (1991), lo que adquiere gran importancia pues su delimitación permite orientar los trabajos de explotación minera, teniendo

do en cuenta el daño que causa al proceso metalúrgico la presencia de material silíceo en las lateritas (Rojas y Beyris, 1994); además, se ubican las zonas perspectivas para localizar metales preciosos asociados a estas alteraciones.

En el sector Sagua-Moa, las zonas con estas características se localizan en los alrededores y al sur de Moa, y al norte de Sagua de Tánamo, en las cuales afloran rocas pertenecientes a las partes superiores del complejo de tectonitas con alteraciones hidrotermales, fundamentalmente en la cuenca del río Cabaña (Vila, 1999), donde se ha reportado la presencia de Au en cuerpos de jaspes, encajados en peridotitas serpentinizadas (Proenza y Melgarejo, 1998). Las investigaciones de campo señalan que en otras zonas las altas concentraciones de K se asocian con depresiones del relieve, en las cuales se acumulan productos de la erosión de zonas afectadas por alteraciones hidrotermales que rodean a las mismas.

Generalmente, los afloramientos de la Fm. Sierra del Purial, en el sector Sagua-Moa, se caracterizan por bajos contenidos de K, exceptuando la zona ubicada al sur de Yamanigüey, donde es probable que estén presentes rocas volcánicas no metamorfizadas, afectadas por procesos de alteración hidrotermal—carbonatización y cuarcificación—, tal y como han sido reportadas por diversos autores (Hernández, 1987; Campos y Hernández, 1987; Millán, 1996).

Factor de eU y eTh

Este factor en las formaciones sedimentarias indica variaciones en su grado de arcillosidad (Galbraith y Saunders, 1983; Ayres y Theilen, 2001), mientras que en el caso de las cortezas lateríticas indica variaciones en sus espesores (Chang y otros, 1990; Batista, 2002).

En el sector Mayarí, al oeste y NE de Vivero Dos, norte de Casimba, SW y en Las Cuevas, se registran los mayores valores de este factor, lo que indica mayor potencia en las cortezas lateríticas (Fig. 10).

La vinculación de estos elementos con las áreas de desarrollo de cortezas lateríticas (Batista, 2002) y el reporte de lateritas redepositadas sobre formaciones sedimentarias y volcano-sedimentarias en esta región (Chang y otros, 1990), permite suponer la posible presencia de estas cortezas redepositadas en algunas de sus áreas. En el sector Sagua-Moa, las áreas más importantes con estas características se localizan alrededor de Moa y al sur de Yamanigüey, en sedimentos cuaternarios; en Nibujón, donde aflora la Fm. Río Maya; al sur de Sagua de Tánamo en la Fm. Yateras; al NE y sur de Cananova en las Fm. Mucará y Casti-

llo de los Indios, respectivamente. En Nibujón se verificó la presencia de estas cortezas lateríticas sobre calizas (Fig. 11).

En las rocas serpentinizadas el factor de eU y eTh delimita las áreas de desarrollo de lateritas ferroniquelíferas, las cuales, en el sector Sagua-Moa, se distribuyen fundamentalmente en los alrededores de Moa y hacia el sur, donde se ubican los principales yacimientos de lateritas ferroniquelíferas. De hecho, este factor delimita los yacimientos de lateritas ferroniquelíferas de ambos sectores y permite proponer nuevas áreas que no han sido señaladas en trabajos anteriores.

Factor de eU y K

En el sector Sagua-Moa, las zonas más importantes con variaciones de este factor se observan en sedimentos cuaternarios ubicados en Sagua de Tánamo (Fig. 12). Mediante los trabajos de campo se comprobó que estas zonas están deprimidas respecto al relieve circundante y presentan un suelo oscuro enriquecido en materia orgánica, en el cual se concentra el U proveniente del intemperismo de las rocas de la Fm. Mícará que las rodean. Otras zonas con estas características se observan en las formaciones Jaimanitas y Júcaro, al norte de Sagua de Tánamo, cuyas rocas deben poseer mayor contenido fosilífero y poca meteorización., así como un alto enriquecimiento en materia orgánica de los suelos desarrollados sobre ellas, según los trabajos realizados en otras regiones del mundo por Saager *et al.* (1987), Watanabe (1987), y Requejo *et al.* (1994).

En las rocas volcano-sedimentarias e ígneas de ambos sectores, los mayores valores del factor destacan las zonas donde afloran las rocas con mayor grado de acidez y menor meteorización, las cuales deben pertenecer a las partes más altas del corte dentro de las formaciones que las contienen y en ellas es posible que aparezcan alteraciones de carácter hidrotermal, teniendo en cuenta los resultados de investigaciones realizadas en éstas y otras regiones del mundo (Davis y Guilbert, 1973; Galbraith y Saunders, 1983; Saager *et al.*, 1987; Batista y Ramayo, 2000; Batista, 2002).

Según Chang y otros (1990), en el sector Mayarí los altos contenidos de K dentro de las formaciones volcano-sedimentarias están relacionados con afloramientos de las rocas más ácidas dentro de la misma y, en ocasiones, alteradas hidrotermalmente. Áreas con similares características se observan en el sector Sagua-Moa, ubicadas al sur de Sagua de Tánamo, en la Fm. Santo Domingo; al sur de

Nibujón, en las rocas serpentinizadas. En el sector Mayarí, en algunos afloramientos de la Fm. Sabaneta, relacionados con sistemas de fallas, este factor se destaca por altos valores, lo que evidencia la existencia de alteraciones hidrotermales.

CONCLUSIONES

A partir del análisis de los resultados del tratamiento estadístico descriptivo de las formaciones y rocas de los sectores Mayarí y Sagua-Moa, se concluye que las rocas más radiactivas se localizan en el sector Sagua-Moa, esto evidencia mayor grado de alteración, arcillosidad, y contenido organógeno de los suelos y rocas desarrollados en este sector. Las formaciones más radiactivas son Jaimanitas y Sabaneta dentro de las formaciones sedimentarias y volcansedimentarias, respectivamente, así como las áreas de desarrollo de cortezas lateríticas. En ambos sectores los bajos contenidos de K reflejan la distribución de la Asociación Ofiolítica.

El análisis de las matrices de correlación evidencia que en las rocas sedimentarias que se desarrollan en ambos sectores existe relación entre la meteorización, la arcillosidad y el contenido de materia orgánica de los suelos desarrollados sobre estas rocas. En algunas formaciones sedimentarias (Mícara y La Picota), así como en las volcansedimentarias e ígneas, además de estos parámetros se relaciona el predominio en superficie y profundidad de material volcánico y serpentinitico, espesor, acidez, ubicación en el corte, basamento y la presencia de alteraciones hidrotermales.

A partir del análisis de los factores calculados para las distintas formaciones y rocas ofiolíticas en los sectores Mayarí y Sagua-Moa, se concluye que con la utilización de los mismos se establecen las variaciones laterales del grado de meteorización, arcillosidad, contenidos organógenos de las rocas y de los suelos desarrollados sobre ellas. En algunos casos se manifiesta la existencia de cortezas lateríticas redepositadas sobre formaciones sedimentarias. De la misma manera, se evidencia el predominio en superficie y profundidad de material volcánico o serpentinitico para las formaciones Mícara y La Picota, así como su difusión en profundidad. En las formaciones volcansedimentarias, además, se establecen variaciones en el grado de acidez, ubicación en el corte y espesor. En las rocas ultrabásicas serpentinizadas se delimitan nuevas zonas con características radiométricas similares a las áreas de desarrollo de lateritas, las cuales no aparecen recogidas en los mapas geológicos tomados como referencia.

En las lateritas se establecen las variaciones laterales de sus espesores a partir de los contenidos de eU y eTh, así como de las rocas subyacentes, una vez combinados estos elementos con el campo magnético. Los factores analizados también ponen de manifiesto la presencia de alteraciones hidrotermales, fundamentalmente en las formaciones volcansedimentarias y en las ofiolitas.

AGRADECIMIENTO

A la dirección del Instituto de Geología y Paleontología, particularmente al Departamento de Geofísica, por facilitar los datos aerogeofísicos utilizados en este trabajo. A los doctores José Rodríguez, Ariel de Quesada, Emilio Escartín, Alina Rodríguez, Jesús Blanco y Antonio Rodríguez, por las sugerencias que permitieron enriquecer el trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMOVICH, A. Y V.D. CHEJOVICH (1963): Estructuras geológicas y minerales útiles de la región Nipe-Cristal, provincia de Oriente, ONRM.
- ALFONSO-ROCHE, J. R. (1989): *Estadística en las ciencias geológicas*, 2 ed., Editorial ENPES, Ciudad de la Habana, 2 t.
- AYRES, A. Y F. THEILEN (2001): "Natural gamma-ray activity compared to geotechnical and environmental characteristics of near surface marine sediments", *Journal of Applied Geophysics*, 48 (1):1-10.
- BATISTA, J. (1998): "Características geológicas y estructurales de la región de Moa a partir de la interpretación del levantamiento aeromagnético 1:50 000", Tesis de Maestría, CICT, ISMMM, Cuba, 79 pp.
- (2000): "Metodología para la recuperación de la matriz digital de las observaciones de un levantamiento geofísico", *Minería y Geología*, 17 (2):23-26.
- (2002): "Nuevas regularidades geológicas de la región Mayarí-Sagua-Moa a partir de la reinterpretación del levantamiento aerogeofísico 1:50 000", Tesis doctoral, CICT, ISMMM, Cuba, 115 pp.
- BATISTA, J. Y A. RODRÍGUEZ (2002): "Particularidades geológicas del complejo ofiolítico de Moa a partir de los datos aeromagnéticos 1:50 000", *Minería y Geología*, 17 (1): 17-25.
- BATISTA, J. Y L. RAMAYO (2002): "Utilización de datos aerogamma espectrométricos para la localización de zonas de alteración hidrotermal en la región Sagua-Moa, Cuba oriental", *Minería y Geología*, 17 (3-4) :3-10.
- BLUMAN, A.G. (1992): *Elementary statistic*, 2 ed., EUA: Wm. C. Brown Communications, 713 pp.
- BRAUN, J.J., M. PAGEL, A. HERBILLON, C. ROCIN (1993): "Mobilization and redistribution of REEs and thorium in a syenitic lateritic profile: A mass balance study", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 57: 4419-4434.
- BUGUELSKIY, Y.Y. Y F. FORMELL (1974): "Sobre la existencia de cortezas de intemperismo bauxítica en Cuba", en *Geología de los yacimientos minerales útiles de Cuba*, ACC: 81-91.

- BUISSON, G. y M. LEBLANC (1986): "Gold-bearing listwaenites (carbonatized ultramafic rocks) from ophiolite complexes", In: M. J. Gallagher, R.A. Ixer, C. R. Neary, H. M. Prichard, eds.: *Metallogeny of basic and ultrabasic rocks, The Institution of Mining and Metallurgy Publ.*, London, pp. 121-132.
- CAMPOS, M. y M. HERNÁNDEZ (1987): "Acerca de la posible correlación de las metavulcanitas de la Sierra del Purial con las rocas de la asociación ofiolítica", *Minería y Geología*, 5(2):23-30.
- CASAS, I., J. PABLO, J. JIMÉNEZ, M.E. TORRERO, J. BRUNO, E. CERA, R.J. FINCH, R.C. EDWING (1998): "The role of pe, pH, and carbonate on the solubility of UO_2 and uraninite under nominally reducing conditions", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 62 (13):2223-2231.
- CHANG, J.L., L. CORBEA, F. PRIETO, J. HERNÁNDEZ, G. BRITO (1991): Informe sobre los resultados del levantamiento aerogeofísico complejo en el territorio de las provincias Guantánamo y Holguín (Sector Guantánamo sur). ONRM. Cuba, 260 pp.
- CHANG, J.L., G. GRIBNIOV, A. BRODOBOI (1990): Informe sobre resultados del levantamiento aerogeofísico complejo en el territorio de las provincias de Santiago de Cuba, Holguín, Granma y Guantánamo (Sector Pinares de Mayarí). ONRM, Cuba, 314 pp.
- CHIOZZI, P., V. PASQUALE, M. VERDOYA (1998): "Ground radiometric survey of U, Th and K on the Lipari island, Italy", *Journal of Applied Geophysics*, 38(3):209-217.
- COBIELLA, J.L. (1978): "Un melange en Cuba oriental", *La Minería en Cuba*, 4(4):4-51.
- (1997): "Zonación estructuro-facial del corte Paleoceno Eoceno Medio de Cuba", *Minería y Geología*, 14(1):3-12.
- (2000): "Jurassic and Cretaceous geological history of Cuba", *International Geology Review*, 42:594-616.
- COLLINS, W. (1978): "Analysis of airborne spectroradiometric data and the use of Lansat data for mapping hydrothermal alteration", *Geophysics*, 43(5):967-987.
- DAVIS, J.D. y J.M. GUILBERT (1973): "Distribution of the radioelements potassium, uranium and thorium in selected porphyry copper deposits", *Economic Geologic* (68)2:145-160.
- DICKSON, B.L. (1985): "Radium isotopes in saline seepages, southwestern Yilgarn, Western Australia", *Geochem. Cosmochim. Acta*, 49:361-368.
- DICKSON, B.L., A.M. GIBLIN, A.A. SNELLING (1987): "The source of radium in anomalous accumulations near sandstone escarpments, Australia", *Appl. Geochem*, 2:385-398.
- DUVAL, J.S.: "Statistical interpretation of airborne gamma-ray spectrometric data using factor analysis", In: *Exploration for Uranium Deposits*, pp. 71-80, Proc. Series, IAEA, Vienna, 1976.
- (1977): "High sensitivity gamma-ray spectrometric-state of the art and trial application of factor analysis", *Geophysics*, 42(3):549-559.
- ELIOPOULOS, D.G. y M. ECONOMOU-ELIOPOULOS (2000): "Geochemical and mineralogical characteristics of Fe-Ni-and bauxitic-laterite deposits of Greece", *Ore Geology Review*, 16:41-58.
- FORD, K.L., R.B.K SHIVES, B.W. CHARBONNEAU (1998): "Application of airborne gamma-ray spectrometry to geological mapping, mineral exploration and land-use planning", In: X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica. Simposio: Geofísica Aérea y Geoquímica en la Prospección Geológico-Minera. 131-150.
- FREUND, J.E. y G.A. SIMÓN (1992): *Modern elementary statistics*, 8 ed., New Jersey, Prentice-Hall, 578 pp.
- GALBRAITH, J.H. y D.F. SAUNDERS (1983): "Rock classification by characteristics of aerial gamma-ray measurements", *Journal of Geochemical Exploration*, 18:9-73.
- GROJEK, I. y A. PRICHYSTAL (1985): "A new Zinc mineralization detected by airborne Gamma-ray spectrometry in northern Moravia (Czechoslovaquia)", *Geoexploration*, 23:491-502.
- GUNN, P.J., T. MACKAY, T.J. MEIXNER (1998): "Magnetic, radiometric and gravity signatures of localities of epithermal gold deposits in Fiji", en X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica. Simposio: Geofísica Aérea y Geoquímica en la Prospección Geológico-Minera, 43-51.
- GYARMATI, P. y J. LEYÉ O'CONOR (1990): Informe final sobre los trabajos de levantamiento geológico en escala 1:50 000 y búsqueda acompañante en el polígono CAME V, Guantánamo, ONRM, Cuba.
- GYARMATI, P., I. MÉNDEZ, M. LAY (1997): "Caracterización de las rocas del arco de islas Cretácico en la Zona Estructuro-Facial Nipe-Cristal-Baracoa", en G. F. Furrázola, K. E. Núñez-Cambra, eds.: *Estudios sobre Geología de Cuba*, pp. 357-364, Ciudad de La Habana, Instituto de Geología y Paleontología,
- HAMED, S. (1995): "Statistical evaluation of airborne gamma ray spectrometric data from the Magal Gabriel area, south eastern desert, Egypt", *Journal of Applied Geophysics*, 34(1):47-54.
- HEIER, K.S. y J.J.W. ROGERS (1963): "Radiometric determination of thorium, uranium and potassium in basalts and in two magmatic differentiation series", *Geochim. Cosmochim. Acta*, 27:137-154.
- HERNÁNDEZ, M. (1987): "Algunas particularidades petroquímicas de las metavulcanitas del complejo metamórfico de la Sierra del Purial", *Minería y Geología*, 5(2):31-47.
- ITURRALDE-VINENT, M.A. (1976): "Estratigrafía de la zona Calabazas-Achotal, Mayarí Arriba. Oriente", *La Minería en Cuba*, 5:9-23.
- (1995): "El segmento cubano del arco volcánico paleoceno-eoceno medio del Caribe", en A. Ali y P.V. Young, eds.: *Transaction of the 3rd Geological Conference of the Geological Society of T&T*, 1: 343-362.
- (1994): "Cuba Geology: a new plate-tectonic synthesis", *Journal of Petroleum Geology*, 17:39-70.
- (1996a): "Geología de las ofiolitas de Cuba", en M. Iturralde-Vinent, ed.: *Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba*, IGCP project 364. Special Contribution n.1, 83-120.
- (1996b): "Cuba: el arco de islas volcánicas del Cretácico", en M. Iturralde-Vinent, ed.: *Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba*, IGCP project 364, 179-189.
- (1998): "Sinopsis de la constitución geológica de Cuba", *Acta Geológica Hispana*, 33(1-4):9-56.
- JENNER, G.A. (1996): "Trace elements geochemistry of igneous rocks: Geochemical nomenclature and analytical geochemistry", In: D.A. Wyman, ed.: *Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive*

- Sulphide Exploration*, Geological Association of Canada, Short Course Notes, 12, 359-402.
- JUBELI, Y., M. AL-HILLAL, G. RAJJA, A. AL-ALI (1998): "Radiometric profiles of uranium dispersal pattern adjacent to cretaceous phosphatic sediments in Wadi Qasser Al-Hallabat basin, Central Syria", *Explor. Mining Geol.*, 7(4):313-319.
- KÖGLER, K., G. FRIEDRICH, R. GATZWEILER, F. BIANCONI, S. THEIS (1987): Alpha-Spectrometric disequilibrium determinations on sandstone-type uranium mineralization in the lateritic environment of Tanzania. Monograph Series on Mineral Deposits 27, Gebrüder Borntraeger, Berlín-Stuttgart, 161-174.
- KRAVCHENKO, G.G. Y S.O. VÁZQUEZ (1985): "Estructuras y perspectivas cromíferas de algunas regiones de los macizos ultrabásicos de Cuba", *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, 10:37-55.
- LAVAUT, W. (1998): "Tendencias geológicas del intemperismo de las rocas ultramáficas en Cuba oriental", *Minería y Geología*, 15:9-16.
- LÓPEZ, L.E. (1998): "Interpretación geoquímica de las imágenes de espectrometría aérea de rayos gamma del granito de Achala (Córdoba, Argentina)", en X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica. Simposio: Geofísica Aérea y Geoquímica en la Prospección Geológica-Minera, 163-168.
- MASON, R.D., D.A. LIND, W.G. MARCHAL (1994): *Statistics. An introduction*, 4 ed, Harcourt Brace, 660 pp.
- MCLENNAN, S.M. (1989): "Rare earth elements sedimentary rocks: influence of provenance and sedimentary processes", In: B.R. Lipin and G.A. McKay, eds.: "Geochemistry and Mineralogy of Rare Earth Elements", *Rev. Mineral*, 21:169-196.
- MILLÁN, G. (1996): "Metamorfitas de la Asociación Ofiolítica de Cuba", en M.A. Iturralde-Vinent, ed.: *Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba*, IGCP Project 364. Special Contribution n.1, 131-153.
- MILLÁN, G., M.L. SOMIN, C. DÍAZ (1985): Nuevos datos sobre la geología del macizo Sierra del Purial, de Cuba Oriental. *Memorias Acad. Cienc. URSS.*, t.283(6):1442-1446.
- MOXHAM, R.M., R.S. FOOTE, C.M. BUNKER (1965): "Gamma-ray spectrometer studies of hydrothermally altered rocks", *Economic Geology*, 60 (4) :653-671.
- NAGY, E., K. BREZSNYANSZKY, A. BRITO, D.P. COUTIN, F. FORMELL, G.L. FRANCO, P. GYARMATI, P. JAKUS, G.Y. RADOZ (1976): Texto explicativo del mapa geológico de la provincia de Oriente a escala 1:250 000, Academia de Ciencias de Cuba.
- NEKRASOV, G.YE., J. ORO, S.D. SOKOLOV, R. FLORES, M.V. SHAVYRINA (1989): "Ophiolites of Eastern Cuba", *Geotectonic*, 23:60-71.
- NAVARRETE, M. Y R. RODRÍGUEZ (1991): "Generalización petrológica del corte ofiolítico de los yacimientos de Pinares de Mayarí, Canadá y Luz Norte, Macizo Mayarí-Nícaro", *Minería y Geología*, 8:3-10.
- PORTNOV, A.M. (1987): "Specialization of rocks toward potassium and thorium in relation to mineralization", *International Geology Review*, 29:326-344.
- PROENZA, F.J. (1997): "Mineralización de cromita en la faja ofiolítica Mayarí-Baracoa (Cuba). Ejemplo del yacimiento Mercedita", Tesis Doctoral, CICT, ISMMM, Cuba. 227 pp.
- PROENZA, J., F. GERVILLA, J.C. MELGAREJO, J.L. BODINIER (1999a): "Al- and Cr-rich chromitites from the Mayarí-Baracoa ophiolitic belt (Eastern Cuba): Consequence of interaction between volatile-rich melts and peridotites in suprasubduction mantle", *Economic Geology*, 94:547-566.
- PROENZA, J. Y J.C. MELGAREJO (1998): "Una introducción a la metalogenia de Cuba bajo la perspectiva de la tectónica de placas", *Acta Geológica Hispánica*, 33(1-4):89-131.
- PROENZA, J., J.C. MELGAREJO, F. GERVILLA, J. SOLÉ (1999b): "Los niveles de gabros bandeados en el macizo ofiolítico Moa-Baracoa (Cuba). Gabros característicos de cumulos de ofiolitas de zonas de suprasubducción", *Minería y Geología*, 16(2):5-12.
- PROENZA, J. Y N.M. CARRALERO (1994): "Un nuevo enfoque sobre la geología de la parte sur de la cuenca de Sagua de Tánamo", *Minería y Geología*, 11:3-10.
- QUINTAS, F. (1989): "Análisis estratigráfico y paleogeografía del Cretácico Superior y del Paleógeno de la provincia Guantánamo y áreas cercanas", Tesis doctoral, CICT, ISMMM, Cuba. 145 pp.
- (1996): "Bioestratigrafía del corte Mesozoico del extremo oriental de Cuba", *Minería y Geología*, 13(1):3-8.
- QUINTAS, F., J. PROENZA, J.L. CASTILLO (1995): "Análisis tectono-sedimentario de la paleocuenca Sabaneta", *Minería y Geología*, 12:3-8.
- RAMAYO, L., (2001): "Texturas de cuarzo y sus agregados del sistema epitermal El Rifle-Hato Viejo. Descripción e implicancias genéticas", *Minería y Geología*, 18(3-4):3-12.
- RANJBAR, H., H. HASSANZADEH, M. TORABI, O. ILAGHI (2001): "Integration and analysis of airborne geophysical data of the Darrehzar area, Kerman Province, Iran, using principal component analysis", *Journal of Applied Geophysics*, 48(1):33-41.
- REIMANN, C., P. FILZMOSE, R.G. GARRETT (2002): "Factor analysis applied to regional geochemical data: problems and possibilities", *Applied Geochemistry*, 17(3):185-206.
- REQUEJO, A.G., C.C. WIELCHOWSKY, M.J. KLOSTERMAN, R. SASSEN (1994): "Geochemical characterization of lithofacies and organic facies in Cretaceous organic-rich rocks from Trinidad, East Venezuela Basin", *Organic Geochemistry*, 22(3-5):441-459.
- RICKARD, J.H., D.R. LENTZ, K.L. FORD, R.P. TAYLOR (1998): "Gamma-ray spectrometric applications to volcanogenic massive sulfide exploration in the Heath Steele Mines Area, Bathurst camp, New Brunswick", *Explor. Mining Geol.*, 7(4):287-297.
- RODRÍGUEZ-MIRANDA, W.R. (1998): "Nueva metodología para la interpretación de campos potenciales y aerospectrométricos durante la cartografía geológica", Tesis Doctoral, CICT, ISPJAE, Cuba, 110 pp.
- ROJAS, A. Y P. BEYRIS (1994): "Influencia de la composición mineralógica del material limonítico de frentes de explotación de la industria Pedro Soto Alba, Moa", *Minería y Geología*, 11(1):13-17.
- SAAGER, R., H.D. STUPP, R. VORWERK, K. THIEL, G.J. HENNIG (1987): Interpretation of Alpha and Gamma-Spectrometric conglomerates: A case study from the Denny Dalton uranium prospect, northern Zululand, South Africa. Monograph Series on Mineral Deposits 27, Berlín-Stuttgart, Gebrüder Borntraeger, 175-188.
- SAUNDERS, D.F., S.A. TERRY, C.K. THOMPSON (1987): "Test of national uranium resource evaluation gamma-ray spectral data in petroleum reconnaissance", *Geophysics*, 52:547-1556.

- SHIVES, R.B.K., B.W. CHARBONNEAU, K.L. FORD (1997): "The detection of potassic alteration by gamma-ray spectrometry - recognition of alteration related to mineralization", In A.G. Gubins, ed.: *Geophysics and Geochemistry at the Millenium, Proceedings of Exploration '97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration* :741-752.
- VILA, A. (1999): "Principales rasgos de la distribución del oro en los depósitos exógenos de la región Sagua-Moa", Trabajo de Maestría. CICT. ISMMM. 76pp.
- VOGEL, J.C., A.S. TALMA, T.H.E. HEATON, J. KRONFELD (1999): "Evaluation the rate of migration of an uranium deposition front within the Uitenhage Aquifer", *Journal of Geochemical Exploration*, 66(1-2):269-276.
- WATANABE, K. (1987): "Geochemical behaviour of iron and manganese ions in the Ningyo-Toge uranium deposits district, southwest Japan", *Chemical Geology*, 60:229-307.
- WELLMAN, P. (1998a): "Gamma-ray spectrometric data: modelling to map primary lithology and later chemical mobilization", *AGSO Research Newsletter*, 28:2-4.
- (1998b): "Mapping of a granite batholith using geological and remotely sensed data: the Mount Edgar Batholith, Pilbara Craton", *Exploration Geophysics*, 29:643-648.

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS RADIO MÉTRICAS Y MAGNÉTICAS DE LAS FORMACIONES Y ROCAS OFIOLÍTICAS DEL SECTOR MAYARÍ

Formaciones y rocas	γ (1) $\mu R/h$	γ (2) $\mu R/h$	K (1) %	K (2) %	eU (1) ppm	eU (2) ppm	eTh (1) ppm	eTh (2) ppm	ΔT (1) nT	ΔT (2) nT	F (1) 10^{-3}	eTh/K (1) 10^{-3}	eU/K (1) 10^{-3}	eU/eTh (1)
Rómacó	2,33	1,48-3,73	0,4	0,34-1,13	1,76	1,07-3,12	1,81	0,55-3,25	-	-	5,6	0,43	0,42	1,26
Cauto	2,42	2,04-3,06	0,36	0,34-0,48	1,54	1,23-2,1	3,05	2,34-4	-	-	1,8	0,85	0,43	0,5
Canaizán	2,68	1,85-4,07	0,41	0,33-1,17	1,97	1,34-3,25	2,6	1,33-4,78	-	-	3,3	0,69	0,5	0,79
Bihí	2,08	1,48-3,14	0,38	0,34-0,96	1,57	1,14-2,49	1,67	0,66-3,72	-	-	4	0,45	0,43	1,08
Yateras	3,05	2,57-3,93	0,35	0,34-0,45	2,33	1,89-3,00	3,45	2,23-5,24	-	-	2,4	0,98	0,66	0,70
Mucanal	2,58	1,38-4,05	0,35	0,32-0,72	1,97	1,00-3,20	2,58	0,5-5,3	-	-	3,05	0,73	0,56	0,85
Cerro Redondo	1,78	1,37-2,38	0,41	0,34-0,81	1,21	1,02-1,55	1,26	0,5-2,36	-	-	5,65	0,33	0,31	1,23
Puerto Boniato	2,43	1,81-3,55	0,36	0,31-0,90	1,70	0,95-2,75	2,67	0,73-5,19	-	-	2,54	0,75	0,48	0,69
Sabaneta	2,67	1,50-4,90	0,52	0,31-1,60	1,85	0,95-3,05	2,29	0,73-4,01	-179	-391-207	4,65	0,51	0,41	0,87
Míata	2,47	1,66-4,41	0,54	0,34-1,72	1,83	1,30-2,55	1,58	0,80-2,60	240	20-416	6,76	0,33	0,38	1,20
La Ptoia	1,83	1,36-3,59	0,37	0,31-0,89	1,44	0,93-2,45	1,18	0,50-2,46	52	-272-588	5	0,30	0,36	1,26
Santo Domingo	2,62	2,36-2,82	0,53	0,44-0,63	2,11	1,96-2,21	1,52	1,33-1,64	152	141-169	7,69	0,30	0,41	1,42
Gabros	1,52	1,29-2,49	0,36	0,33-2,85	1,14	0,93-1,55	0,79	0,46-2,84	137	-33-319	5,92	0,22	0,32	1,61
Serpentinitas	1,80	1,29-4,91	0,35	0,31-1,22	1,32	0,91-3,05	1,40	0,44-9,32	37,1	-556-721	4,19	0,40	0,38	1,17
Lateritas	3,48	1,40-6,18	0,35	0,32-0,59	2,18	0,95-4,20	5,33	0,67-12,3	-7,3	-565-526	1,78	1,52	0,62	0,50

(1) Media

(2) Rango

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS RADIMÉTRICAS Y MAGNÉTICAS DE LAS ÁREAS DE AFLORAMIENTO DE LAS FORMACIONES Y ROCAS OFIOLÍTICAS DEL SECTOR MAYARÍ

Formaciones y rocas	Áreas	I _y (1) μR/h	I _y (2) μR/h	K (1) %	K (2) %	eU (1) ppm	eU (2) ppm	eTh (1) ppm	eTh (2) ppm	ΔT (1) nT	ΔT (2) nT	F (1) 10 ⁻³	eTh/K (1) 10 ⁻⁴	eU/K (1) 10 ⁻⁴	eU/eTh (1)
Camuzán	1	2,33	1,85-2,96	0,35	0,34-0,38	1,70	1,35-2,33	2,43	1,33-3,54	-	-	2,6	7	5	0,75
	2	2,77	2,17-3,31	0,35	0,34-0,44	1,91	1,50-2,15	3,45	1,89-4,78	-	-	2,1	10	5	0,58
	3	2,14	1,96-2,42	0,35	0,34-0,36	1,48	1,36-1,59	2,24	1,70-3,09	-	-	2,4	6	4	0,68
	4	3,08	2,40-4,07	0,53	0,34-1,17	2,38	1,60-3,25	2,52	1,75-3,17	-	-	5	5	5	0,96
Bitirí	1	1,91	1,48-2,54	0,35	0,34-0,42	1,44	1,15-2,05	1,54	0,56-3,72	-	-	3,9	4	4	1,11
	2	2,48	1,98-2,82	0,37	0,35-0,42	2,05	1,45-2,45	2,03	1,76-2,20	-	-	3,7	6	6	0,98
	3	2,46	1,97-3,14	0,35	0,34-0,44	2,02	1,45-2,50	2,10	1,58-2,93	-	-	3,5	6	6	0,98
	5	2,78	2,40-3,09	0,84	0,35-0,96	1,89	1,45-2,25	1,97	1,75-2,33	-	-	6,3	4	4	0,97
	1	2,83	2,62-3,14	0,39	0,35-0,45	2,04	1,89-2,30	3,14	2,74-3,62	-	-	2,6	8	5	0,65
Yateras	3	3,19	2,69-3,74	0,35	0,34-0,37	2,50	2,11-3,00	3,58	2,50-4,43	-	-	2,5	10	7	0,72
	9	2,86	2,56-3,41	0,34	0,34-0,35	2,43	2,10-2,90	2,60	2,23-3,46	-	-	3,3	7	7	0,94
	10	3,08	2,70-3,92	0,35	0,34-0,35	2,27	1,98-2,90	3,75	2,80-5,25	-	-	2,2	11	6	0,61
	1	1,77	1,65-1,86	0,35	0,34-0,36	1,39	1,31-1,55	1,14	0,59-1,46	-	-	5	3	4	1,40
Muracal	2	1,66	1,38-2,10	0,35	0,34-0,39	1,28	1,00-1,63	1,05	0,58-1,84	-	-	4,7	3	4	1,32
	3	1,75	1,85-1,99	0,35	0,34-0,35	1,48	1,34-1,72	0,89	0,58-1,20	-	-	6,2	3	4	1,76
	4	2,05	1,61-3,06	0,35	0,34-0,52	1,58	1,13-2,50	1,68	0,87-2,25	-	-	3,5	5	4	0,97
	6	2,80	2,24-3,55	0,37	0,32-0,48	2,02	1,24-2,75	3,19	2,28-4,29	-	-	2,4	9	6	0,63
	7	2,32	2,02-2,73	0,35	0,34-0,35	1,67	1,30-1,92	2,46	1,36-3,62	-	-	2,7	7	5	0,76
	8	2,75	2,23-4,05	0,35	0,34-0,41	2,12	1,65-3,20	2,92	1,99-5,37	-	-	2,6	8	6	0,74
	9	2,70	2,08-3,82	0,35	0,34-0,45	2,07	1,47-2,80	2,83	1,32-5,25	-	-	2,7	8	6	0,77
	10	2,39	1,51-2,81	0,37	0,32-0,72	2,02	1,30-2,50	1,75	0,50-2,52	-	-	5	5	6	1,35
Charco Redondo	10	1,97	1,81-2,12	0,38	0,35-0,40	1,28	1,14-1,35	1,97	1,58-2,36	-	-	2,5	5	3	0,65
	13	1,75	1,62-1,84	0,36	0,34-0,39	1,19	1,09-1,28	1,49	1,22-1,82	-	-	3,3	4	3	0,90
	1	1,83	1,50-1,79	0,35	0,35-0,35	1,10	0,85-1,32	1,33	1,12-1,47	-16,4	-21 -7,9	3	4	3	0,84
Sababeta	3	2,43	2,23-2,72	0,76	0,68-0,89	1,19	1,15-1,25	1,74	1,81-1,95	-34,6	-55 -13	5,2	2	2	0,69
	4	2,14	1,96-2,51	0,35	0,34-0,37	1,73	1,55-2,10	1,69	0,80-2,38	-156	-185 -129	4,2	5	5	1,18
	5	2,15	1,94-2,37	0,35	0,34-0,35	1,68	1,45-1,95	1,83	1,19-2,35	-183	-211 -142	3,7	5	5	1,06
	6	2,96	1,89-4,90	0,65	0,31-1,60	1,08	1,28-3,05	2,36	1,07-3,49	-141	-391-207	5,8	4	4	0,87
	9	1,97	1,85-2,07	0,35	0,35-0,35	1,52	1,50-1,57	1,57	1,12-1,98	-262	-300 -222	3,6	4	4	1,03
Micara	10	2,31	1,87-2,96	0,35	0,34-0,50	1,71	1,20-2,20	2,32	0,73-4,01	-247	-360-66	2,9	7	5	0,82
	1	2,60	1,97-4,41	0,59	0,35-1,72	1,80	1,55-2,31	1,81	0,81-2,60	172	20-291	6,6	4	4	1,13

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS RADIOMÉTRICAS Y MAGNÉTICAS DE LAS FORMACIONES Y ROCAS OFIOLÍTICAS DEL SECTOR SAGUA-MOA

Formaciones y rocas	I _γ (1) μr/h	I _γ (2) μr/h	K (1) %	K (2) %	eU (1) ppm	eU (2) ppm	eTh (1) ppm	eTh (2) ppm	ΔT (1) nT	ΔT (2) nT	F (1) 10 ⁻³	eTh/K (1) 10 ⁻⁴	eU/K (1) 10 ⁻⁴	eU/eTh (1)
Sedimentos cuaternarios	2,44	1,47-6,17	0,45	0,29-1,67	1,84	0,87-5,1	1,93	0,95-8,89	-	-	5	5	4	1,02
Jaimanita	3,39	1,62-5,52	0,84	0,3-1,26	2,66	1,1-5,09	2,4	1,11-5,15	-	-	8	5	5	1,16
Río Maya	2,77	1,89-4,4	0,35	0,31-0,52	2,35	1,3-4,35	2,45	1,56-5,24	-	-	4	7	7	1,06
Júcaro	3,13	1,88-5,25	0,66	0,33-1,74	2,28	1,4-4,75	2,22	1,26-3,94	-	-	7	4	4	1,10
Yáteras	2,67	1,69-4,83	0,41	0,32-1,01	2,38	1,08-5,2	1,78	1,25-2,61	-	-	5	5	6	1,34
Cabacú	2,12	1,79-2,43	0,35	0,34-0,35	1,67	1,34-2,1	1,74	1,34-2,53	-	-	3	5	5	0,98
Mucarál	2,66	1,51-5,04	0,54	0,31-1,99	2,01	1,03-5,2	1,85	1,12-4,56	-	-	6	4	4	1,14
Cilindro	2,58	1,86-3,49	0,67	0,32-1,13	1,68	1,39-2,44	1,64	1,3-2,25	-	-	7	3	3	1,05
Sierra de Capiro	2,85	1,84-4,07	0,35	-	2,72	1,40-4,50	1,92	1,40-2,17	-	-	5	6	8	1,37
Charco Redondo	2,18	1,71-2,82	0,34	0,33-0,36	1,77	1,25-2,63	1,73	1,07-2,49	-	-	4	5	5	1,05
C. de los Indios	3,27	1,56-5,33	0,82	0,31-2,19	2,01	1,09-3,25	2,52	0,97-5,65	-44,21	-232-295	8	3	3	0,91
Sabaneta	3,36	1,69-6,28	0,99	0,3-2,24	1,87	1,18-3,5	2,24	1,09-4,86	-108	-270-142	9	3	3	0,93
Gran Tierra	3,01	1,78-4,94	0,70	0,31-2,01	1,96	1,23-3,3	2,33	1,13-5,93	-118,7	-237-41	7	4	3	0,94
Mícará	2,61	1,66-5,23	0,66	0,32-2,44	1,76	0,95-3,25	1,6	0,97-4,18	-37,15	-193-147	8	3	3	1,13
La Picota	3,01	1,80-6,41	0,9	0,32-2,46	1,86	1,16-3,85	1,53	1,07-2,89	10,41	-207-278	12	2	3	1,23
Santo Domingo	2,74	1,59-6,99	0,76	0,32-2,75	1,70	0,89-4,02	1,63	1,05-3,97	27,75	-272-339	10	3	3	1,08
Sierra del Purial	2,07	1,60-2,58	0,37	0,32-0,62	1,59	0,95-2,3	1,64	1,26-2,08	-	-	4	4	4	0,97
Complejo Cerrajón	2,19	1,56-5,20	0,50	0,29-2,01	1,47	1,03-3,15	1,61	1,01-3,43	-84,26	-304-141	5	4	3	0,93
Basaltos	2,27	1,67-5,82	0,47	0,32-1,79	1,69	1,05-3,5	1,57	1,11-2,94	-40,63	-359-172	5	4	4	1,09
Dunitas	2,2	1,55-5,08	0,35	0,34-0,35	1,70	0,98-4,7	1,94	0,95-5,17	12,93	-345-345	3	6	5	0,92
Gabros	1,92	1,55-3,84	0,35	0,32-0,52	1,40	0,90-2,33	1,66	0,88-5,35	51,2	-268-415	3	4,7	4	0,86
Melange	2,23	1,73-5,83	0,43	0,31-1,93	1,68	1,19-3,75	1,68	1,18-3,87	-72,12	-281-141	4	4	4	1,02
Serpentinitas	2,4	1,34-8,84	0,38	0,09-1,74	1,72	0,80-7,1	2,52	0,74-15,4	-6,418	-539-617	3	7	5	0,77
Lateritas	2,64	1,59-8,84	0,35	0,33-0,55	1,87	0,89-7,1	3,10	0,89-15,4	-4,54	-532-555	2,3	8,8	5,3	0,68

(1) Media
(2) Rango

TABLA 4. CARACTERÍSTICAS RADIONÚCLÉICAS Y MAGNÉTICAS DE LAS ÁREAS DE AFLORAMIENTO DE LAS FORMACIONES Y ROCAS OFIOLÍTICAS DEL SECTOR SAGUA-MOA

Formaciones y rocas	Áreas	Ir (1) µR/h	Iy (2) µR/h	K (1) %	K (2) %	eU (1) ppm	eU (2) ppm	eTh (1) ppm	eTh (2) ppm	ΔT (1) nT	ΔT (2) nT	F (1) 10 ⁻³	eTh/K (1) 10 ⁻⁴	eU/K (1) 10 ⁻⁴	eU/eTh (1)
Sedimentos cuaternarios	1	2,61	1,75-5,56	0,49	0,29-1,18	2,1	1,13-5,1	1,73	1,28-3,29	-	-	6	4	5	1,21
	2	3,3	2,73-4,12	0,71	0,35-1,17	2,47	1,7-3,55	2,14	1,47-2,91	-	-	8	3	4	1,28
	8	2,96	1,56-4,06	0,53	0,32-0,98	1,86	1,09-2,45	3,27	1,08-6,21	-	-	4	6	4	0,7
	10	2,01	1,63-2,51	0,37	0,34-0,45	1,41	1,14-1,73	1,81	1,32-2,44	-	-	3	5	4	0,79
	13	2,54	1,99-3,14	0,42	0,32-0,6	1,82	1,28-2,33	2,45	1,79-3,62	-	-	3	6	4	0,75
	14	2,54	1,47-5,28	0,52	0,33-1,67	1,78	0,98-3,3	2,06	0,95-4,76	-	-	5	4	4	0,95
	15	3,79	3,51-4	0,88	0,73-1,06	1,97	1,6-2,4	4,1	3,21-4,61	-	-	4	5	2	0,49
	16	2,9	2,19-3,4	0,85	0,55-1,23	1,79	1,47-2,3	1,54	1,38-1,94	-	-	10	2	2	1,16
	17	2,64	2,19-3,48	0,66	0,43-0,93	1,86	1,6-2,05	1,49	0,89-2,89	-	-	9	2	4	1,42
	19	1,77	1,7-1,91	0,34	0,32-0,4	1,37	1,31-1,43	1,21	1,17-1,28	-	-	4	3	4	1,12
	23	2,58	1,8-4,25	0,61	0,33-1,25	1,84	1,19-3,25	1,58	1,16-2,36	-	-	8	3	3	1,19
	24	2,77	2,23-3,35	0,61	0,35-0,93	2,17	2-2,35	1,48	1,36-1,64	-	-	9	3	4	1,47
	32	2,26	1,65-4,58	0,35	0,32-0,67	1,76	0,95-3,8	2,03	1,19-6,6	-	-	3	6	5	0,91
	33	2,13	1,81-2,73	0,35	0,34-0,35	1,74	1,45-2,33	1,62	1,14-2,38	-	-	4	5	5	1,13
	34	5,05	3,58-6,17	0,35	-	4,02	3,2-4,96	6,61	3,38-8,89	-	-	2	20	10	0,67
	38	1,98	1,52-2,98	0,35	-	1,51	0,87-2,55	1,64	1,18-3,7	-	-	3	5	4	0,95
	39	3,42	2,42-4,08	0,35	0,34-0,35	2,5	1,75-2,93	4,41	2,64-5,9	-	-	2	10	7	0,6
	40	2,16	1,96-2,28	0,35	-	1,81	1,7-1,92	1,56	1,13-1,92	-	-	4	4	5	1,19
41	2	1,59-2,22	0,35	0,34-0,44	1,55	0,95-1,86	1,61	1,53-1,76	-	-	3	5	4	0,95	
44	1,7	1,62-1,77	0,35	-	1,1	0,97-1,2	1,6	1,59-1,62	-	-	2	5	3	0,68	
46	1,82	1,54-2,38	0,35	-	1,23	0,87-1,8	1,73	1,53-2,46	-	-	2	5	4	0,71	
47	1,97	1,66-2,3	0,35	0,34-0,35	1,51	1-1,9	1,59	1,43-1,99	-	-	3	5	4	0,95	
49	2,58	1,62-3,93	0,35	0,34-0,37	2,38	1-4,3	1,74	1,54-2,1	-	-	5	5	7	1,94	
50	2,32	1,77-3,62	0,35	-	1,94	1,19-3,8	1,82	1,46-2,45	-	-	4	5	6	1,03	
55	2,01	1,68-2,7	0,35	0,34-0,39	1,55	0,95-2,59	1,62	1,51-1,85	-	-	3	5	4	0,97	
56	2	1,67-2,5	0,35	0,34-0,35	1,53	1,07-2,19	1,87	1,54-1,99	-	-	3	5	4	0,9	
57	1,87	1,83-1,94	0,35	-	1,42	1,4-1,45	1,44	1,35-1,65	-	-	3	4	4	0,98	
1	4,27	1,92-5,52	0,9	0,34-1,26	3,33	1,37-5,09	2,52	1,53-3,67	-	-	12	3	4	1,35	
4	2,21	1,67-2,51	0,47	0,34-0,76	1,6	1,1-2,1	1,57	1,4-1,76	-	-	5	4	4	1	
7	2,81	1,72-3,7	0,52	0,34-0,78	1,83	1,1-2,6	2,89	1,66-5,15	-	-	4	8	4	0,7	
13	2,37	1,83-3,39	0,34	0,3-0,35	2,04	1,31-3,54	1,82	1,62-2,54	-	-	4	5	8	1,12	
15	4,04	3,13-4,41	0,36	0,34-0,37	3,8	3,23-4,1	3,53	1,68-4,57	-	-	5	10	10	1,36	
18	2,67	2,39-2,8	0,35	-	2,39	2,02-2,64	2,04	1,84-3,05	-	-	4	66	7	1,21	

(1) Media
(2) Rango

R.6 M aya	2	3 22	2 21-3 94	0 35	-	3 27	1 75-4 35	1 92	1 68-2 21	-	-	6	6	9	1 69
	4	2 99	2 12-4 4	0 35	0 34-0 38	2 49	1 61-3 9	2 92	1 63-5 04	-	-	3	8	7	0 91
	5	2 43	2 17-3 07	0 39	0 35-0 46	2 07	1 5-3 15	1 67	1 56-1 73	-	-	5	4	5	1 24
	6	2 63	1 89-3 95	0 35	0 31-0 52	2 12	1 3-3 7	2 47	1 61-5 24	-	-	3	7	6	0 98
	1	3 34	2 00-5 25	0 73	0 33-1 74	2 57	1 5-4 75	1 98	1 26-3 83	-	-	10	3	4	1 33
	2	3 35	2 73-4 69	0 79	0 39-1 35	2 04	1 5-2 5	2 88	2 04-3 85	-	-	6	4	3	0 72
Uttacac	3	2 88	2 23-3 83	0 61	0 35-1 06	1 88	1 5-2 42	2 56	1 67-3 94	-	-	5	4	3	0 8
	4	2 63	2 05-3 31	0 42	0 33-0 89	1 99	1 55-2 45	2 41	1 31-3 8	-	-	4	6	5	0 92
	5	2 65	1 88-3 35	0 56	0 35-0 76	1 84	1 4-2 3	2 11	1 53-2 59	-	-	5	4	4	0 9
	6	2 35	2 22-2 40	0 52	0 44-0 58	1 68	1 62-1 75	1 59	1 58-1 61	-	-	6	3	3	1 05
	1	3 08	2 64-3 61	0 46	0 34-0 67	2 78	2 25-3 25	1 95	1 50-2 26	-	-	7	4		1 45
	5	2 45	2 09-2 75	0 36	0 33-0 52	2 20	1 80-2 71	1 61	1 36-1 92	-	-	5	4	6	1 41
Yatecas	8	2 13	2 02-2 25	0 35	-	1 73	1 56-1 90	1 64	1 60-1 69	-	-	4	5	5	1 04
	12	2	1 79-2 42	0 46	0 32-0 74	1 30	1 22-1 40	1 56	1 53-1 60	-	-	4	4	3	0 83
	14	3 03	1 91-4 83	0 38	0 32-0 63	2 96	1 50-5 20	1 82	1 25-2 61	-	-	6	5	8	1 61
	1	2 04	1 79-2 28	0 35	0 34-0 35	1 53	1 34-2 00	1 78	1 34-2 53	-	-	3	5	4	0 90
	2	2 17	1 98-2 43	0 35	-	1 76	1 45-2 10	1 71	1 55-1 89	-	-	4	5	5	1 02
	1	3 08	1 51-5 04	0 66	0 33-1 23	2 08	1 03-3 30	2 52	1 12-4 56	-	-	6	4	4	0 89
M ucañal	2	2 31	1 81-3 34	0 60	0 33-0 90	1 43	1 30-2 20	1 61	1 26-3 21	-	-	6	3	3	0 92
	4	2 71	1 89-3 98	0 55	0 31-1 18	2 18	1 35-3 40	1 59	1 23-2 60	-	-	8	3	4	1 39
	5	2 06	1 89-2 56	0 39	0 34-0 69	1 56	1 48-1 70	1 56	1 40-1 70	-	-	4	4	4	1 00
	6	2 71	1 73-5 03	0 51	0 32-1 99	2 13	1 10-5 20	1 93	1 25-4 01	-	-	6	4	5	1 16
	7	2 49	1 79-3 53	0 50	0 32-1 10	1 90	1 35-2 85	1 70	1 31-2 49	-	-	6	4	4	1 16
	1	2 62	1 92-3 49	0 70	0 36-1 13	1 87	1 39-2 44	1 65	1 30-2 25	-	-	7	3	3	1 05
C liricho	2	2 22	1 86-2 90	0 46	0 32-0 75	1 63	1 43-2 20	1 58	1 43-1 82	-	-	5	4	4	1 04
	3	2 93	2 72-3 10	0 85	0 72-1 02	1 77	1 67-2 02	1 69	1 55-1 73	-	-	9	2	2	1 05
	2	2 24	1 90-2 67	0 34	0 33-0 36	1 80	1 37-2 40	1 86	1 33-2 49	-	-	3	5	5	0 99
	1	3 18	1 83-5 33	0 77	0 32-1 73	2 02	1 40-3 20	2 41	0 97-5 25	-130	-232-155	8	3	3	0 99
	2	3 18	2 39-3 88	0 78	0 48-0 96	2 01	1 52-2 80	2 39	2 13-3 01	-168	-197-121	7	3	3	0 90
	3	2 93	2 00-3 65	0 58	0 35-1 11	2 30	1 21-3 20	1 93	1 37-3 36	-127	-161-95	7	4	4	1 29
Castillo de los Irribes	4	3 71	2 56-4 34	0 97	0 64-1 42	2 04	1 50-2 79	3 15	1 65-4 37	-95	-167-7	7	4	2	0 68
	6	3 16	1 56-5 14	0 83	0 31-1 74	1 93	1 09-3 25	2 24	1 06-5 05	-33	-122-43	8	3	3	0 97
	7	3 57	2 35-5 20	0 94	0 35-2 19	1 92	1 36-3 25	3 11	1 16-5 65	-44	-106-11	7	4	2	0 72
	8	3 59	2 04-5 33	0 85	0 36-2 17	2 29	1 44-3 20	2 80	1 61-4 40	19	-153-144	8	4	3	0 86
	11	1 93	1 78-2 38	0 35	0 35-0 37	1 33	1 16-1 72	1 82	1 42-2 52	245	127-295	3	5	4	0 75
	12	2 18	2 06-2 35	0 38	0 34-0 50	1 71	1 60-1 75	1 68	1 63-1 73	209	1991-223	4	4	5	1 02
13	1 97	1 83-2 28	0 35	0 34-0 35	1 45	1 30-1 90	1 73	1 60-1 84	137	93-193	3	5	4	0 83	

(1) Media
(2) Rango

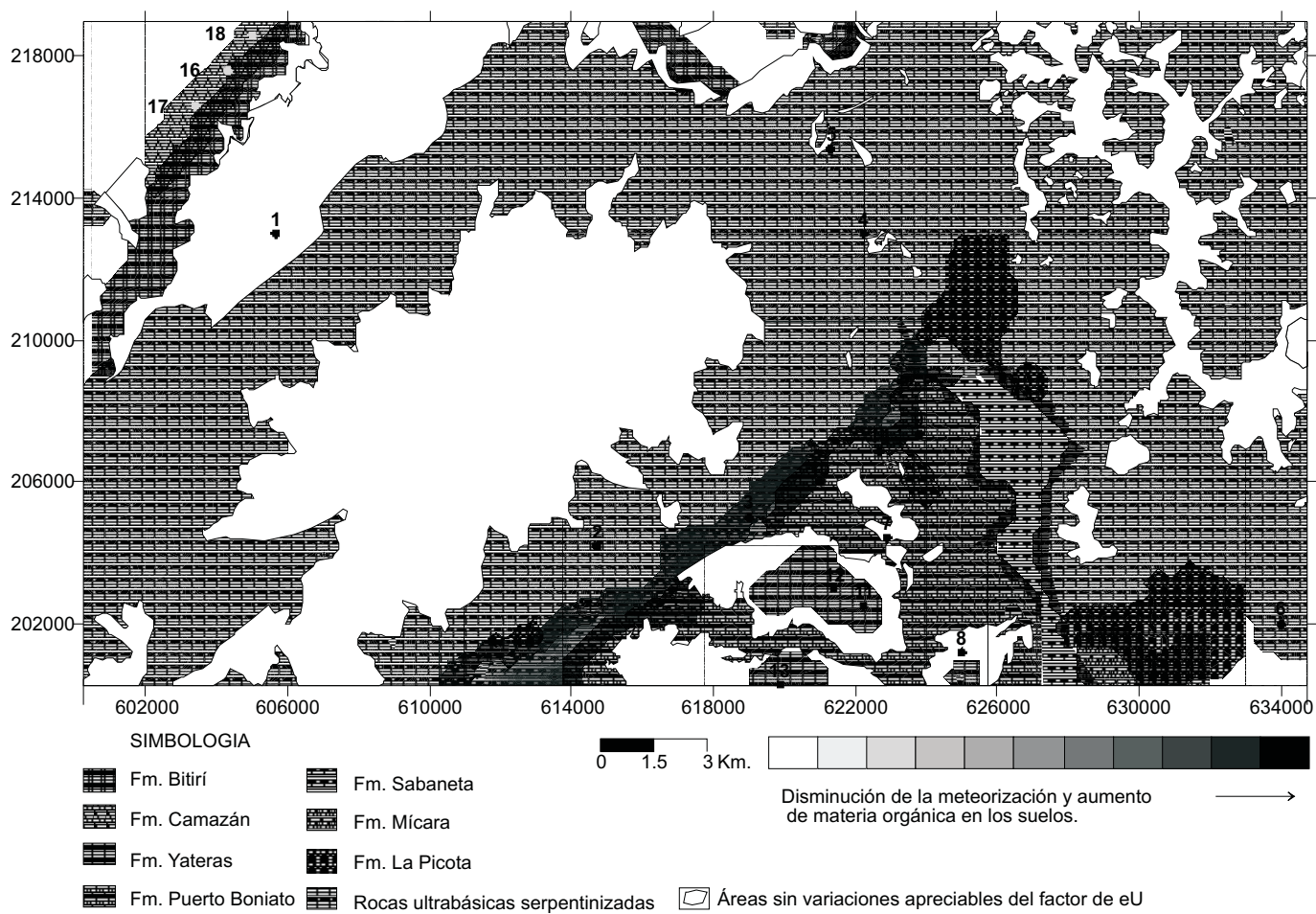


Figura 4. Variaciones en el grado de meteorización y enriquecimiento de los suelos en materia orgánica en el sector Mayarí, según el factor de eU.
 Localidades: 1, Guamuta; 2, La Caridad; 3, Guantanamito; 4, Lajas; 5, Arroyito; 6, Cortadera; 7, Arroyo Seco; 8, Los Laneros; 9, Paso Don Gregorio; 10, Lagunita; 11, Tres Chorreras; 12, Arroyo Blanco; 13, La Juba; 14, Las Guásimas; 15, Yaguasí; 16, La Lechuza; 17, Buena Ventura; 18, Mula Monte.

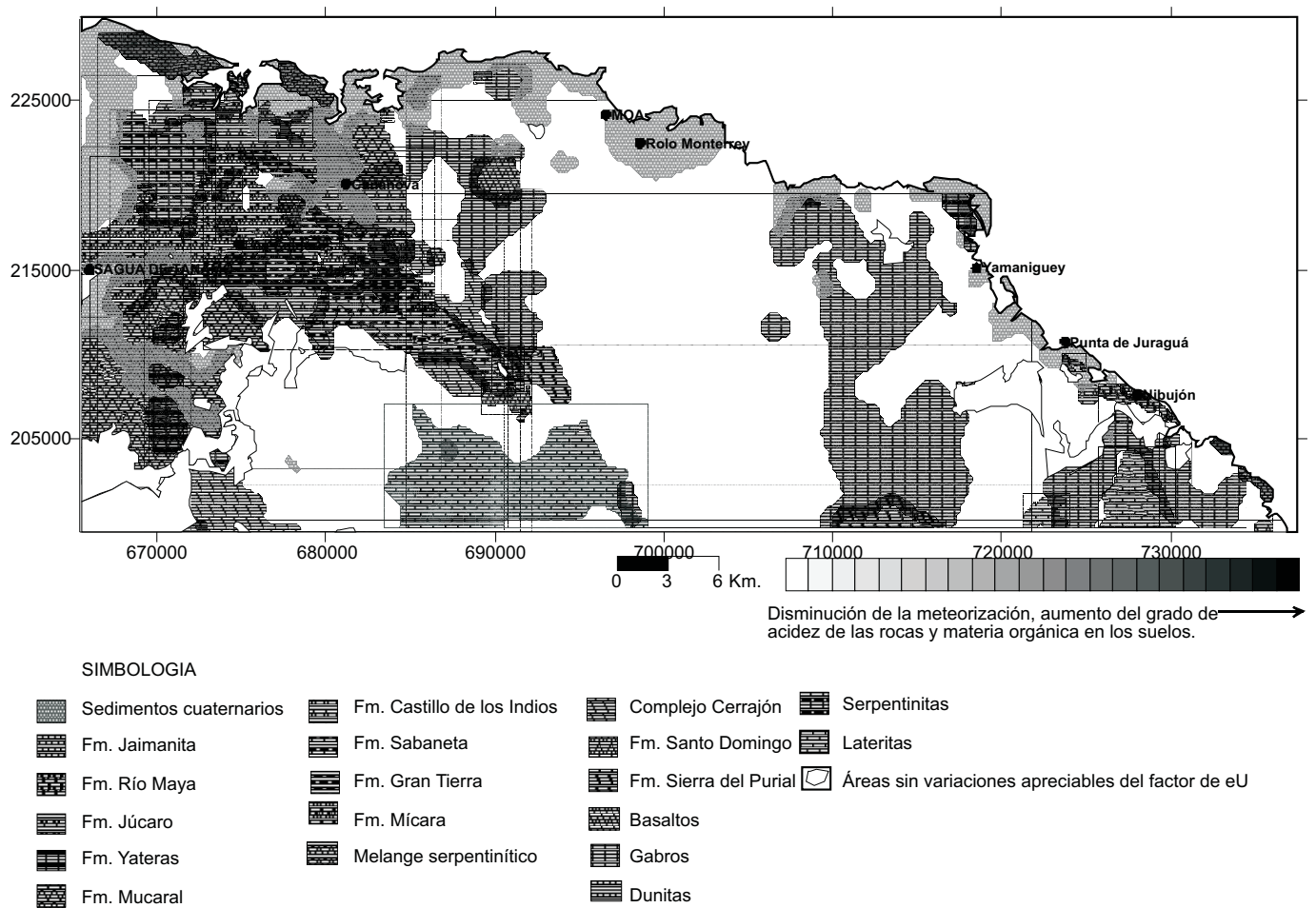


Figura 5. Variaciones en el grado de meteorización, acidez y enriquecimiento de los suelos en materia orgánica en las rocas del sector Sagua-Moa, según el factor de eU.

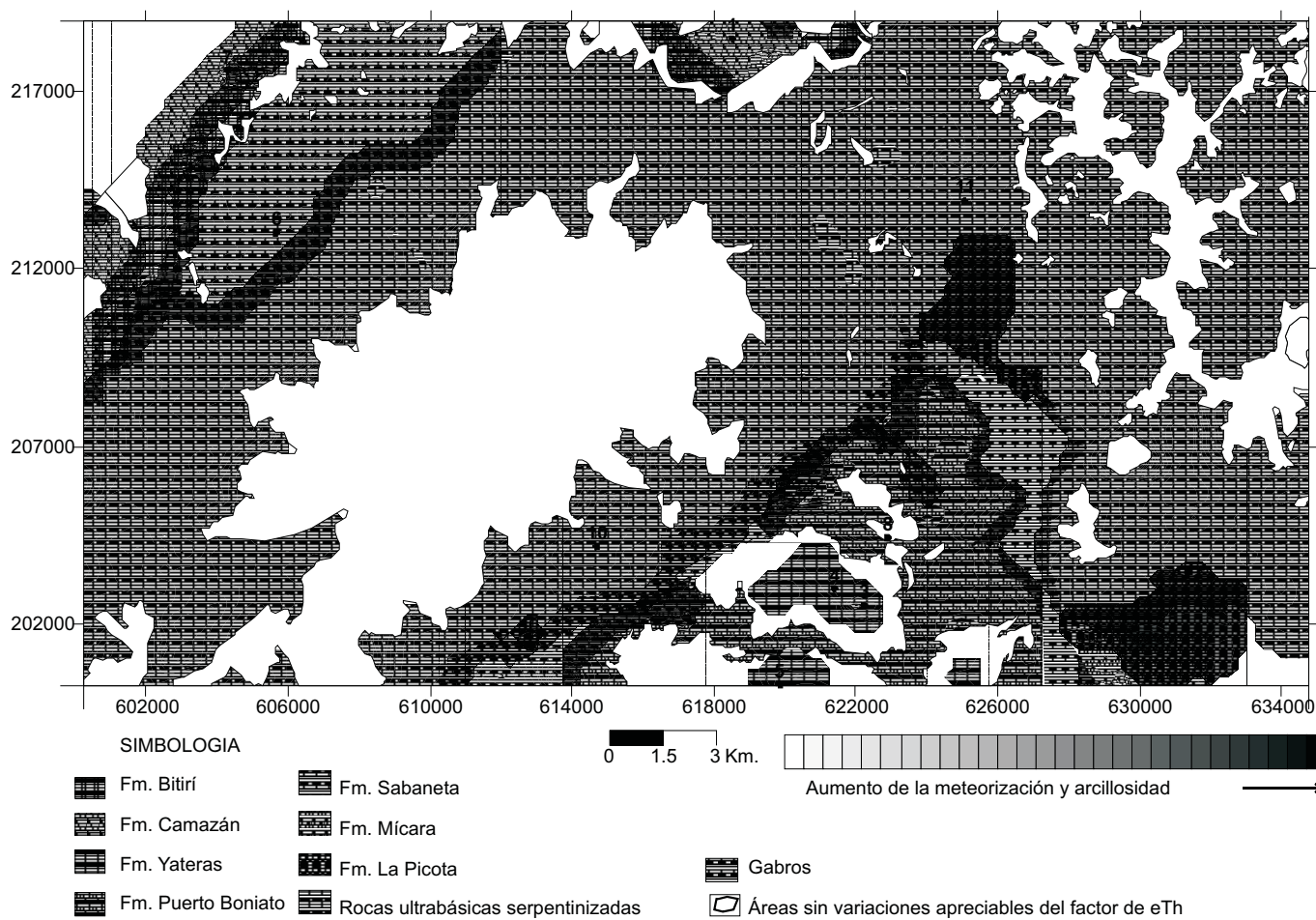


Figura 6. Variaciones de la meteorización y arcillosidad de las rocas en el sector Mayarí, según el factor de eTh. Localidad: 1, Colorado; 2, Birán Tres; 3, Tres Chorreras; 4, Arroyo Blanco; 5, La Juba; 6, Guamuta; 7, La Lechuza; 8, Arroyo Seco; 9, Las Guásimas; 10, La Caridad; 11, Arroyo Alcahuete.

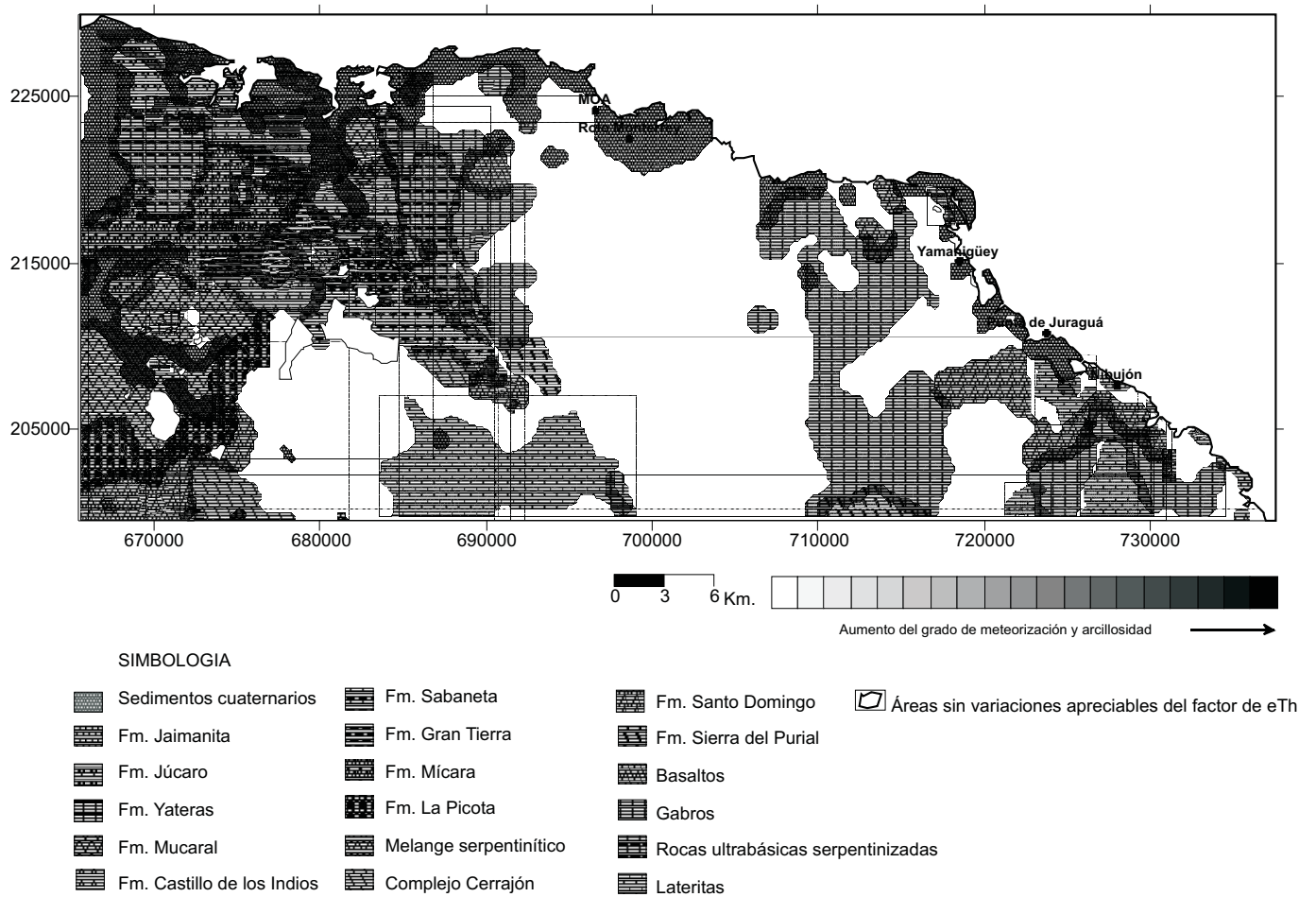


Figura 7. Variaciones en el grado de meteorización y arcillosidad de las rocas del sector Sagua-Moa, según el factor de eTh.

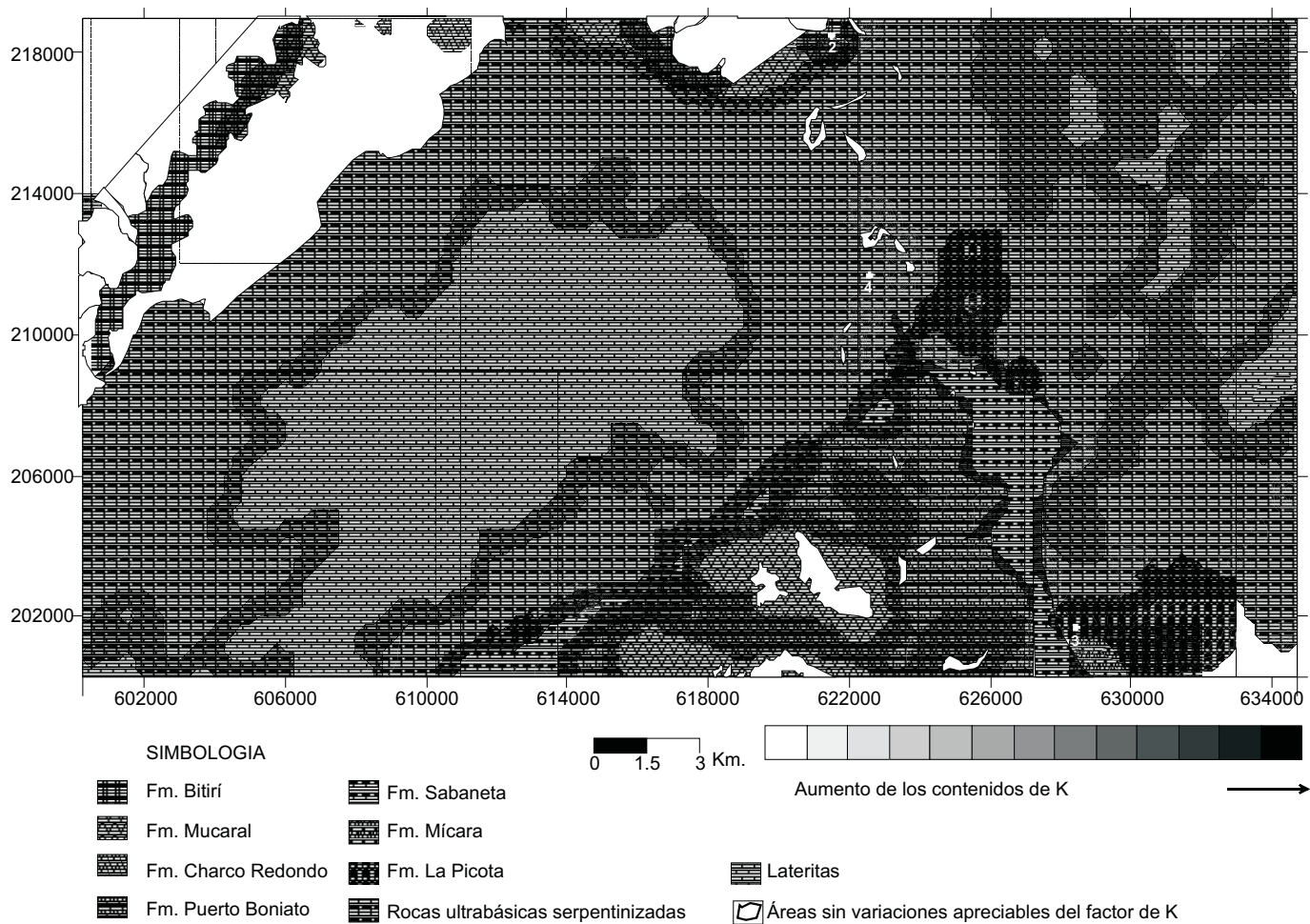


Figura 8. Variaciones en los contenidos de K de las rocas en el sector Mayarí, según el factor de K. Localidad: 1, Represa de Guaro; 2, Seboruco; 3, Sao Naranjo; 4, Río Arriba..

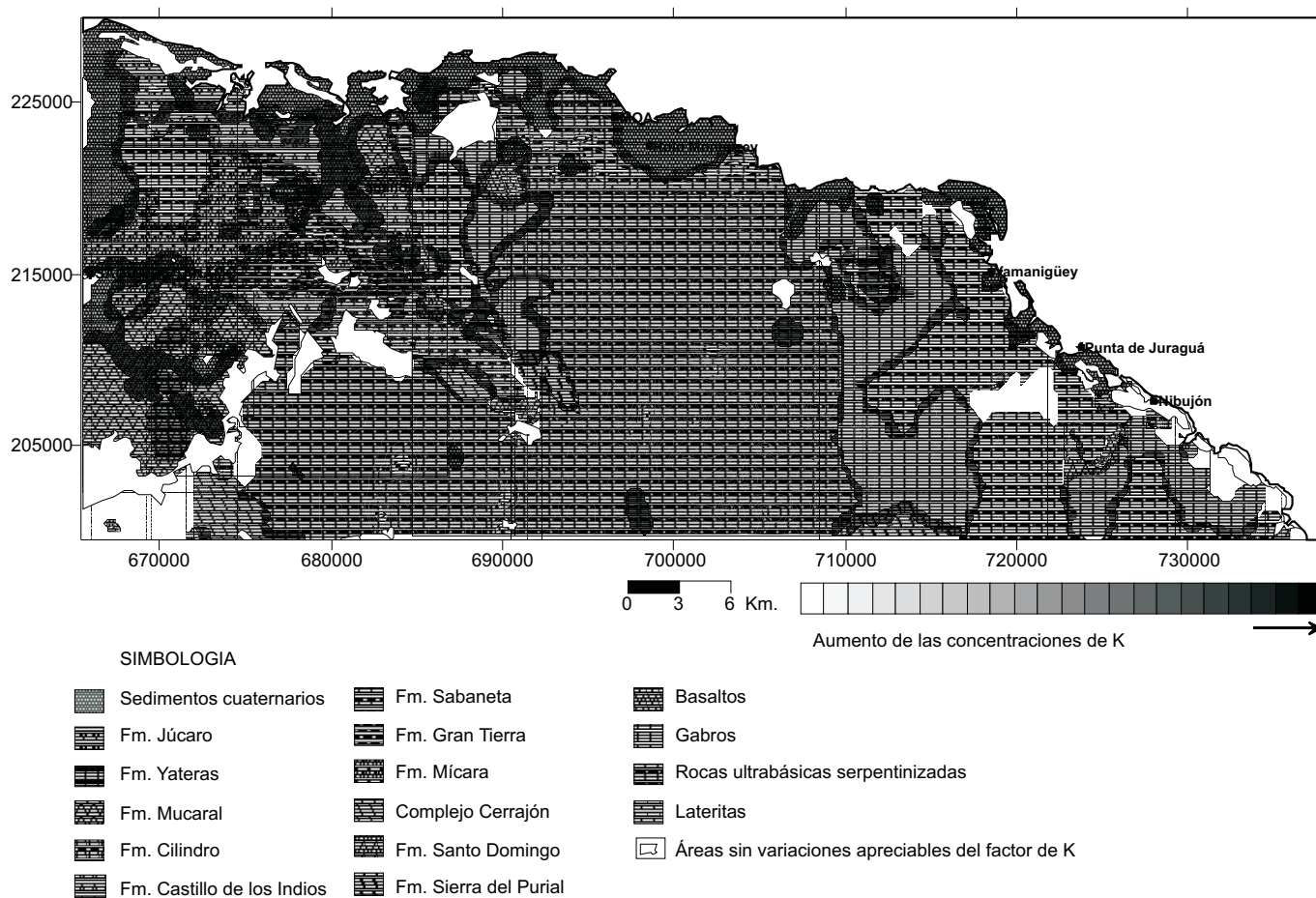


Figura 9. Variaciones en las concentraciones de K de las rocas del sector Sagua-Moa, según el factor de K.

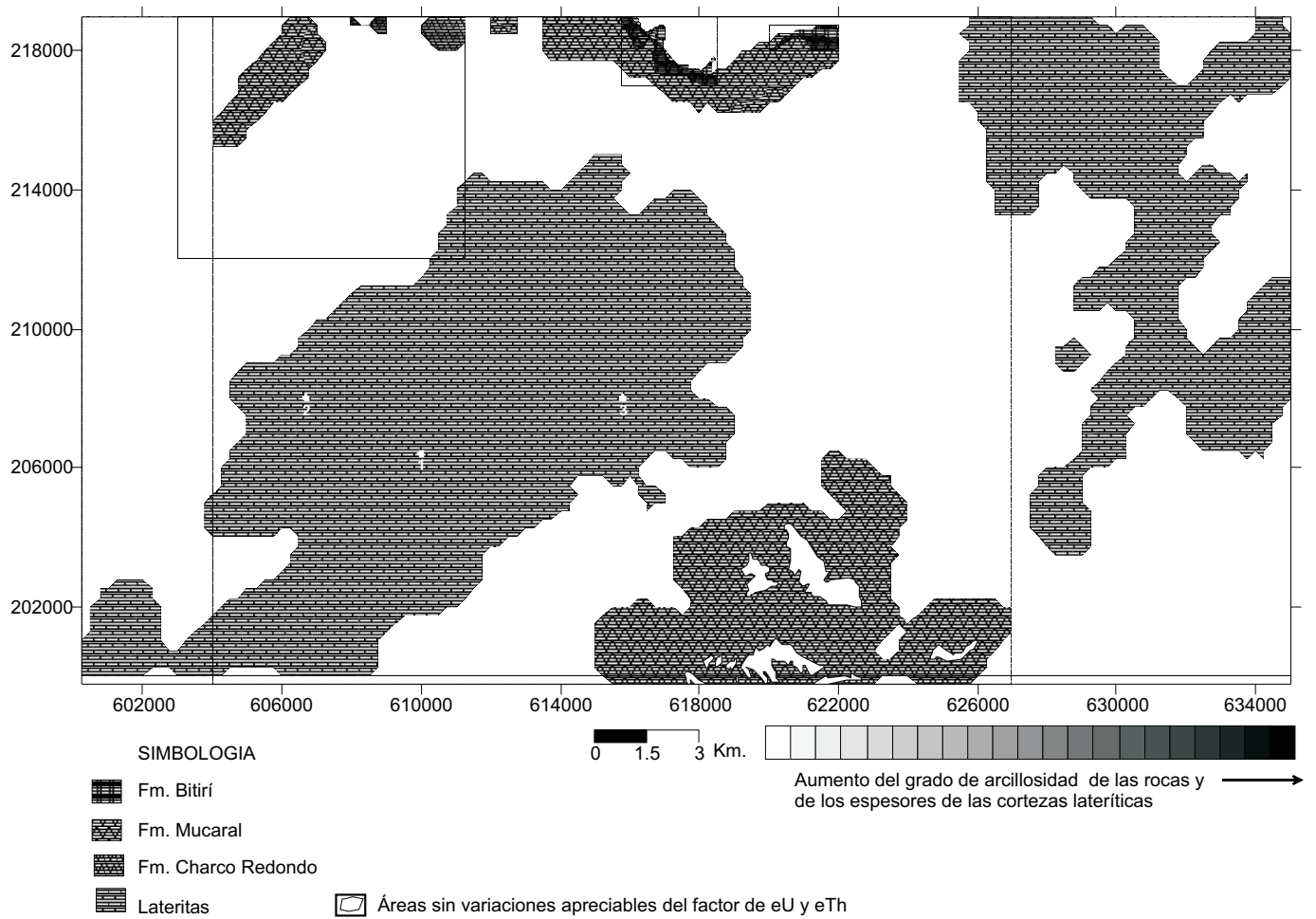


Figura 10. Variaciones en el grado de arcillosidad de las rocas y en los espesores de las cortezas lateríticas en el sector Mayarí, según el factor de eU y eTh. Ubicación de las zonas más probables de desarrollo de cortezas lateríticas. Localidad: 1, Vivero Dos; 2, Casimba; 3, Las Cuevas.

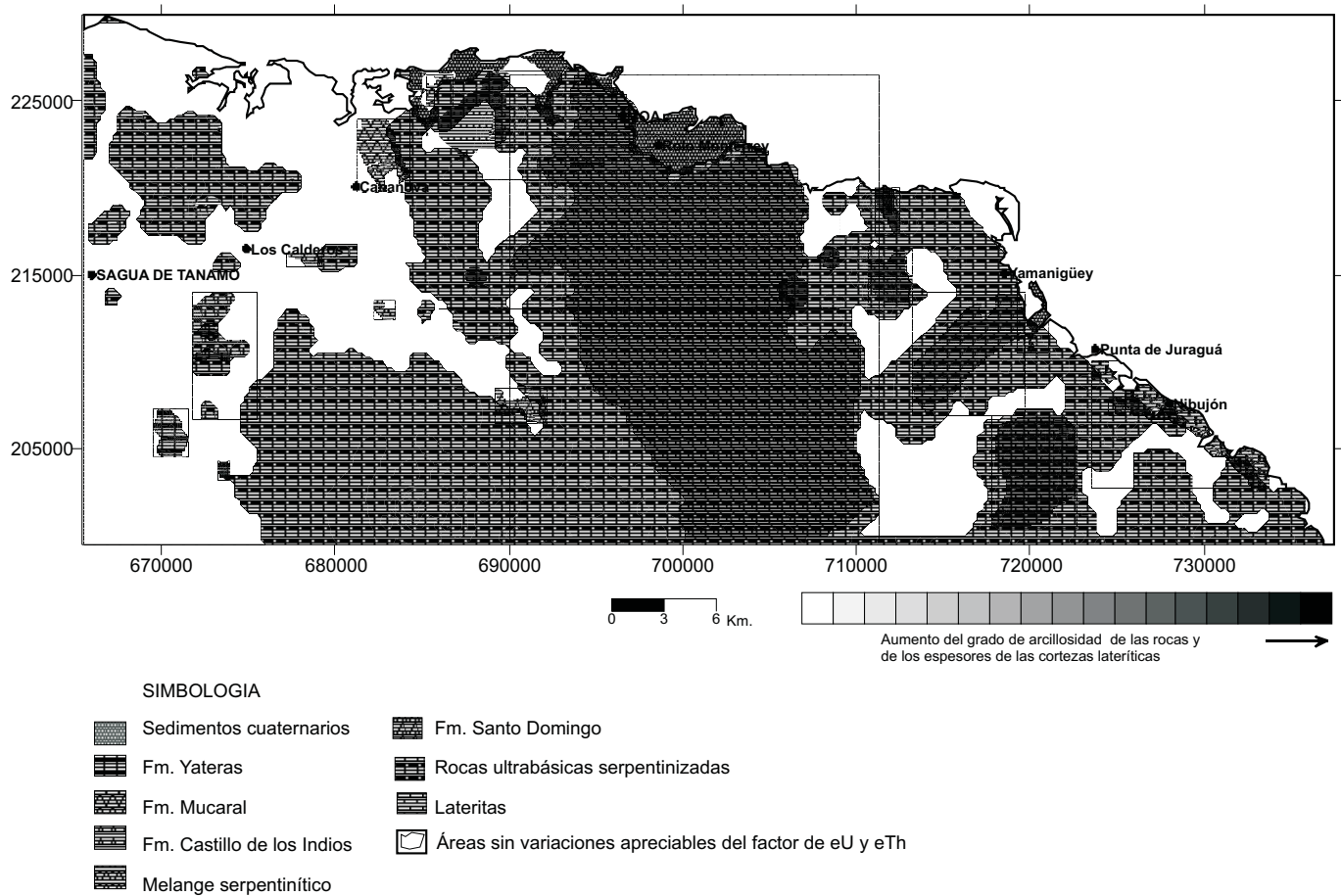


Figura 11. Variaciones en el grado de arcillosidad de las rocas y en los espesores de las cortezas lateríticas en el sector Sagua-Moa, según el factor de eU y eTh. Ubicación de las zonas más probables de desarrollo de cortezas lateríticas.

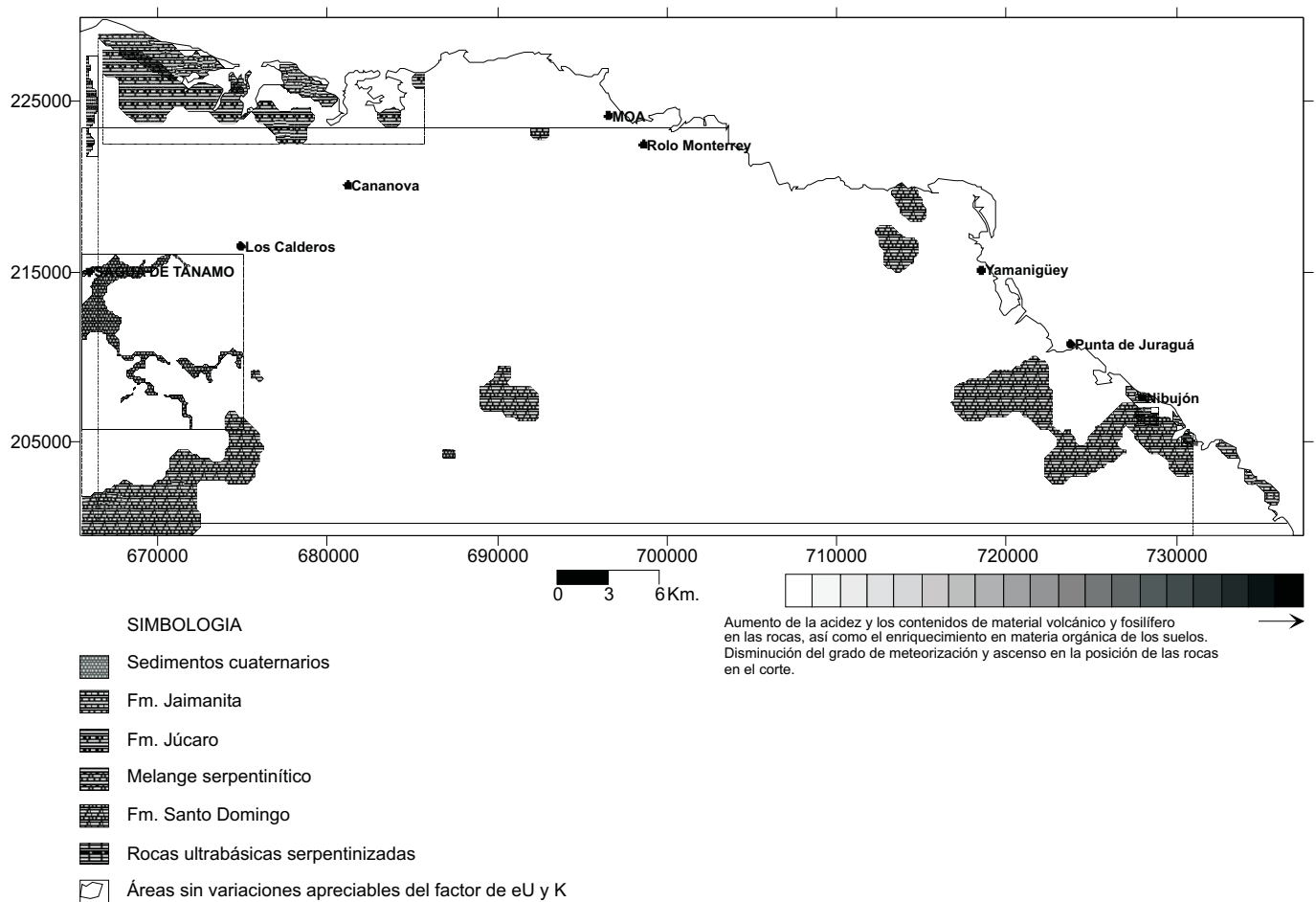


Figura 12. Variaciones en el grado de meteorización, acidez, contenidos de material volcánico y fosilífero de las rocas, su ubicación en el corte y el enriquecimiento en materia orgánica de los suelos desarrollados sobre ellas en el sector Sagua-Moa, según el factor de eU y K.