

ACTUALIDADES DE LAS  
GEOCIENCIAS  
NEW EVENTS IN GEOSCIENCES

RESÚMENES DE PROYECTOS DE  
EMPRESAS APROBADOS EN EL  
CCT IGP/SGC

SUMMARIES OF APPROVED COMPANY  
PROJECTS IN THE CST/IGP

## EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS MINERALES DE Ni Y Co DEL ORIENTE CUBANO PARA SU EMPLEO EN LA INDUSTRIA DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS

### EVALUATION OF THE PROPERTIES OF Ni AND Co MINERALS FROM EASTERN CUBA FOR THEIR USE IN THE ELECTRONIC COMPONENTS INDUSTRY

ENTIDAD EJECUTORA: CIPIMM

El aprovechamiento racional de los recursos en la minería cubana, así como la búsqueda de nuevas formas de empleo a los materiales residuales en cualquiera de las empresas mineras del país, es tarea de la ciencia cubana.

En las concesiones mineras de la industria del níquel, los materiales que hoy se consideran ameníferos se acumulan en depósitos artificiales denominados escombreras y no forman parte de un programa de desarrollo para esta industria. Encontrar un modo de aprovecharlos resulta de interés económico y social de la nación. A partir de estudios precedentes se ha determinado que es posible encontrar en ellos elementos de las tierras raras y del grupo del platino, que se encuentran dopando los óxidos de Fe, Mn y Cr. Estos materiales son fuentes potenciales de materia prima para el desarrollo de materiales especiales, en específico los que se destinan a la industria electrónica y tal vez otros que emanen de la presente investigación.

Se propuso iniciar una investigación para precisar los tipos de materiales del perfil de los yacimientos lateríticos y las fracciones de tamaño, que puedan ser empleados en la obtención de materiales especiales para electrodos, supercondensadores u otras aplicaciones.

### CONCLUSIONES

El análisis del estado del arte, de acuerdo con las disciplinas involucradas, permitió precisar cinco tipos de óxidos de Fe y uno de manganeso que se emplean en la industria electrónica y están presentes en los yacimientos lateríticos, cinco en la zona de Lateritas y uno en la zona de transición a la Saprolita.

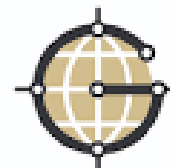
Se realizó la selección y preparación de las muestras, los análisis físicos, químicos y mineralógicos; además, se conformó la tabla con 44 registros de datos cuantitativos y cualitativos.

Se definió que el Sc y el Yb, y es posible que otros ETR, dopan a los óxidos de Fe; el Yb en menor proporción que el Sc. El Yb estará presente solo en seis tipos del comportamiento geoquímico, el escandio está presente en todos los TCG analizados. Las correlaciones muestran que los óxidos de Mn contendrán Y, Dy, Nd y Ce; que los óxidos de Fe y Mn aparecen en tres de los tipos del comportamiento geoquímico, 1\_1, 5\_5 y 6\_6, se asocian a los tamaños más pequeños de las partículas, obtenidas por separación denso granulométrica como método perspectivo para beneficiarlos

Se preparó un artículo con los resultados del análisis del estado del arte sobre la producción de materiales para la industria electrónica. Se gestionó la presentación de los resultados del proyecto en GEOCIENCIAS' 2023.

## RECOMENDACIONES

- Profundizar en el beneficio de los óxidos de Fe y Mn con contenidos de ETR y EGP en las menas lateríticas.
- Demostrar la viabilidad del empleo de estos materiales con pruebas técnicas en laboratorios de electrónica.
- Evaluar la viabilidad para establecer un circuito de beneficio con el objetivo de obtener materiales especiales a partir de las lateritas, como proceso independiente de la industria del níquel.



**GEODESA**

## COMPLETAMIENTO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL ENLACE DE LA RED GEODÉSICA CON LA RED MAREOGRÁFICA NACIONAL

### COMPLETION OF THE UPDATE OF THE LINK OF THE GEODETIC NETWORK WITH THE NATIONAL TIDE NETWORK

#### ENTIDAD EJECUTORA: GEOCUBA/GEODESA

El presente trabajo constituye el completamiento de la actualización del enlace de la Red Mareográfica Nacional (RMN) con la Red Geodésica Nacional (RGN). El mismo se ejecutó en el período 2021-2022, dividiéndose en dos etapas correspondientes a cada año. La primera concluyó con un informe parcial y la segunda con uno final. La Tarea Técnica comprendía los trabajos en seis estaciones mareográficas, dos ya existentes (Siboney y bahía de La Habana) y cuatro propuestas a instalar a partir de inversiones proyectadas por el Minem. La ubicación definitiva de estas últimas se definiría en el IV trimestre del 2020 con una visita de reconocimiento que efectuarían especialistas de la RMN. Debido a la situación económica del país, el financiamiento para la adquisición del equipamiento no se aprobó y se redujo el presupuesto asignado para ejecutar los trabajos. No obstante, en el período 2020-2021 se materializaron proyectos de colaboración que facilitaron la adquisición de cuatro estaciones digitales destinadas a otras localidades.

En consulta con el Instituto de Geología y Paleontología se decidió ejecutar los trabajos en estos nuevos sitios, sustituyendo así las inicialmente planificadas en la Tarea Técnica. A pesar de las dificultades presentadas, se les dio cumplimiento a los objetivos trazados. Fue posible acometer la digitalización de cuatro estaciones: Bahía de La Habana, Daiquirí, Manzanillo y Baracoa, quedando pendiente Maisí para el III trimestre del 2022. Estas labores, aunque aparecen recogidas en la Tarea Técnica, han sido ejecutadas con los presupuestos de GEOCUBA, la Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia (ONHG) y el apoyo de los proyectos de colaboración.

Se realizó el reconocimiento de las zonas de trabajo, ello permitió seleccionar los sitios de ubicación de los pilares, así como la recopilación de información de interés desde el punto de vista geodésico y geológico. Se establecieron cuatro monumentos de centración forzada en las estaciones mareográficas Daiquirí, Baracoa, Maisí y Manzanillo, y se restableció el de la estación Siboney. Estos pilares responden a la Norma Cubana "Monumentos Geodésicos. Diseño y dimensiones", NC 13-15: 1987. El enlace altimétrico se realizó siguiendo las recomendaciones del Servicio Permanente del Nivel del Mar (PSMSL por sus siglas en inglés), que se basan en efectuar nivelaciones geométricas de alta precisión entre las chapas principales de los circuitos mareográficos

y puntos de la red altimétrica que se ubiquen a no menos de 10 km del área. En este caso se efectuó el enlace mediante nivelación geométrica de I y II Orden de precisión, cumpliendo con lo establecido en la Instrucción Técnica de Nivelación de I, II, III, y IV órdenes, ICGC, 1984. Se nivelaron 42.82 km de I Orden de precisión y 25.86 km de II Orden, para un total de 68.68 km en las localidades de Daiquirí, Manzanillo, Maisí, Baracoa y Siboney. Estas mediciones constituyen los ciclos iniciales para efectuar comparaciones con observaciones que se desarrollen en el futuro. Por último, se efectuó un análisis de las características geológicas de tres zonas: Manzanillo, Maisí y Daiquirí, orientado a seleccionar los sitios con mejores condiciones geodésicas y geológicas para la ubicación de los pilares de centración forzada. Esto fue fruto de las observaciones in situ en cada localidad, la revisión bibliográfica y los resultados de trabajos ejecutados con anterioridad. Es importante aclarar que la Tarea Técnica incluyó desarrollar este análisis en cuatro ubicaciones, pero solo se realizó en tres, en correspondencia con las reducciones efectuadas al presupuesto aprobado.

Por último, el informe expone brevemente el proceso de digitalización de las estaciones mareográficas, incluyendo una descripción de las características de la nueva tecnología adquirida, pues, aunque no está incluido en los trabajos contratados al cliente, sí aparece recogida en la Tarea Técnica y constituye un logro de los diferentes proyectos ejecutados. Los resultados alcanzados cumplen con las exigencias técnicas establecidas y aportan elementos de utilidad para otros proyectos e investigaciones que se desarrollan en la actualidad en Cuba, como es el caso de la Modernización de la Red Geodésica Nacional, el macroproyecto "Escenarios de peligro y vulnerabilidad de la zona costera cubana asociados al ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100", y la Tarea Vida. Se puede concluir que la investigación satisface las exigencias del proyecto, valorando como positivas su ejecución y proponiendo se realicen las mediciones futuras (Ciclos de medición altimétricas), que permitan monitorear en el tiempo el comportamiento de las zonas donde se ubican los circuitos mareográficos.



## RESUMEN DEL INFORME 2037 PROSPECCIÓN - EXPLORACIÓN ARCILLA NEPTUNO

### ESUMMARY OF REPORT 2037 PROSPECTING - NEPTUNE CLAY EXPLORATION

ENTIDAD EJECUTORA: GEOMINERA PINAR DEL RÍO

El yacimiento se localiza a 6,4 km al suroeste del pueblo Las Cañas y a 7,5 km de la fábrica de cemento "Mártires de Artemisa", en el municipio y provincia de Artemisa. El depósito se enmarca dentro de la Hoja Cartográfica 1 :50 000, 3684-II, "Güira de Melena", ocupando un área de 42,40 ha.

El objetivo fundamental de los trabajos fue la identificación, exploración geológica, caracterización químico-mineralógica y evaluación tecnológica de un depósito mineral de arcilla caolinítica, para su uso como material cementicio suplementario (MCS) para la producción del aditivo mineral LC2, en el área denominada "Neptuno", localizada al sur del pueblo de las Cañas, en la provincia de Artemisa. Neptuno constituye el primer yacimiento del occidente del país donde se ha realizado un estudio completo que permitirá la asimilación industrial en el corto plazo.

La ejecución del proyecto fue prevista en 2 etapas; en la primera, se realizaron trabajos de prospección superficiales, con una duración de 3 meses, lográndose un conocimiento general del área, con la identificación de un sector para los trabajos más detallados. Durante la exploración, se ejecutaron 46 calicatas mecanizadas,

de 3,50 m de profundidad, ubicadas en una malla regular de 100mx100m, y un sector con densidad de 50mx50m, para la estimación de recursos en bloques de más alta categoría.

Las calicatas fueron muestreadas por el método de surco continuo y a todas las muestras se les realizó el complejo de ensayos básicos y específicos previstos en la tarea técnica. Los trabajos de laboratorio básico fueron realizados en el laboratorio central LACEMI y en el CIPIMM, pertenecientes al Grupo GeoMinSaL, y la prueba de planta piloto se realizó mediante un contrato con la Sociedad de Interfaz de Ciencia y Tecnología de la Universidad Central "Marta Abreu", de Las Villas.

Geológicamente, el yacimiento se asocia directamente con las Formaciones del pleistoceno, Villarroja, que yace discordantemente sobre la Formación Guevara, compuestas por arcillas plásticas de composición caolinita-esméctica y montmorillonito caoliniticas, respectivamente.

Desde el punto de vista químico y mineralógico, existe un predominio de minerales arcillosos del grupo de la caolinita. La composición química de las muestras en estado natural se caracteriza por altos contenidos de  $Al_2O_3$ , como promedio 26.06 %, indicativo de la presencia de fases ricas en alúmina, lo cual es crucial en términos de reactividad; y la relación aluminio/sílice, es de 0.61, el doble del límite de los criterios de evaluación. Las pérdidas de masa totales por deshidroxilación es de 13,99 %, valor muy por encima del límite del parámetro. Además, el principal parámetro de evaluación, el contenido de caolinita, está en el orden del 60 %, valor que asegura que las arcillas de Neptuno son puzolanas muy reactivas y adecuadas para su uso como Material Cementicio Suplementario (MCS).

En la prueba de planta piloto se confirma que las arcillas de ambas formaciones geológicas son equivalentes y cumplen con los requisitos necesarios para poder ser empleadas conjuntamente o de manera individual para la obtención de arcillas caoliniticas calcinadas a ser empleadas como material cementicio suplementario. Además, se puede concluir que, aunque los valores de resistencia a compresión en morteros LC3-50 preparados con LC2 obtenidos a partir de las arcillas compósitas calcinadas son inferiores a los de un cemento Portland de referencia y menores que 35 MPa, las arcillas compósitas estudiadas pueden ser empleadas en la fabricación de LC2 después de ser adecuadamente calcinadas, toda vez que las afectaciones en la resistencia a compresión parece ser que estuvieron asociadas a las características de cemento Portland empleado, el cual, a los 28 d de curado, alcanzó un resistencia a compresión (35.3 MPa) en el límite inferior a lo normado (35 MPa). Los resultados alcanzados indican la idoneidad de las arcillas caoliniticas de Neptuno.

Los recursos totales del yacimiento se estiman en 2,3 Mt de arcillas caoliniticas en estado natural, con contenidos promedios de 26,06 % de  $Al_2O_3$ ; 42.99 % de  $SiO_2$  y 12.58 % de  $Fe_2O_3$ , de los cuales el 72 % del total de recursos se han clasificado en categoría de medidos + indicados, es decir 1,65 Mt (0.28 Mt en Medidos y 1.37 en Indicados) y 0.65 Mt en Inferidos. Morfológicamente, el yacimiento no ha sido limitado en ninguna dirección.

El tiempo total de ejecución de los trabajos de campo fue de 9 meses, desde agosto de 2020 hasta abril de 2021 con la entrega de los resultados de los análisis básicos.

El presupuesto se ejecutó al 100 % de lo planificado, es decir, se ejecutaron 953466,21 CUP, presupuesto ajustado después de la tarea Ordenamiento, con lo cual se logra una eficiencia de 0,41 CUP por tonelada de recurso total de arcilla investigada.



## RESUMEN DEL INFORME 2102 DIAGNÓSTICO DE LAS ARCILLAS DE LA PARTE CENTRAL DE PINAR DEL RÍO PARA LA PRODUCCIÓN DE CEMENTO DE BAJO CARBONO

### SUMMARY OF REPORT 2102 DIAGNOSIS OF CLAYS FROM THE CENTRAL PART OF PINAR DEL RÍO FOR THE PRODUCTION OF LOW CARBON CEMENT

#### ENTIDAD EJECUTORA: GEOMINERA PINAR

La parte central de la provincia de Pinar del Río, en la cual está enmarcada esta investigación, ocupa los municipios de Consolación del Sur, Pinar del Río, La Palma y Viñales, es decir, en este caso los límites del área de los trabajos son municipales y se enmarcan dentro de las hojas cartográficas 1:50 000, 3482-I, La Coloma; 3582-IV, Alonso de Rojas; 3483-II, Pinar del Río; 3583-III, Cubanacán; 3483-I, Consolación del Sur; 3583-IV, Herradura; 3484-II, La Palma; 3584-III, Pan de Guajaibón y 3483-III, Sumidero. Ocupa un área de 528 220 ha.

El objetivo de la investigación fue determinar, en la región central de la provincia de Pinar del Río, la existencia o no de arcillas que pudieran ser utilizadas para la obtención de materiales cementicios suplementarios.

Los trabajos realizados consistieron en la búsqueda de toda la información pretérita respecto a los sectores seleccionados y la toma de muestras de arcilla, para realizárseles análisis químico de los óxidos principales y mineralógicos.

Posteriormente, se determinó cuáles sectores cumplían con los requerimientos según la metodología creada por Almenares Reyes en el 2017, y actualizada por Adrián Alujas Díaz, en el 2020, por acuerdo de la reunión conjunta del 22 de mayo de 2020 (VC). También fue necesario tener en cuenta otros aspectos como: la ubicación geográfica de cada sector y si está disponible o concesionado. Desde el punto de vista químico y mineralógico, 5 de los 18 sectores estudiados cumplen con los requerimientos, pero 2 de ellos fueron finalmente desestimados, por estar muy cercanos a un núcleo poblacional o estar actualmente concesionados.

Es posible entonces concluir que: se cumplió la tarea técnica, pues se logró definir que 3 de los sectores estudiados son perspectivas para realizar en ellos trabajos de prospección y exploración, con vistas a obtener materia prima, que puede ser utilizada como material cementicio suplementario.





## RESUMEN DEL INFORME 1820 CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA HOJA 4383-III BUENA VISTA A ESCALA 1:50 000

### SUMMARY OF THE REPORT 1820 GEOLOGICAL CARTOGRAPHY SHEET 4383-III BUENA VISTA AT A SCALE OF 1:50,000

#### ENTIDAD EJECUTORA: GEOMINERA CENTRO

La Hoja cubre un área de 475,08 km<sup>2</sup> de Cuba central, ocupando parcialmente los municipios Remedios, Caibarién (provincia Villa Clara) y Yaguajay (provincia Sancti Spíritus). Limita con las hojas cartográficas 1: 50 000 Camajuani al oeste, Meneses al sur, Obdulio Morales al este y Caibarién al norte.

Con este trabajo se realizó la actualización del mapa geológico de la hoja cartográfica 4383 III Buena Vista a escala 1:50 000 (en lo adelante la Hoja), con un área de 475.72 km<sup>2</sup>, considerando los conocimientos más recientes sobre la geología de Cuba y, en general, de las Antillas, incluyendo la versión vigente del Léxico Estratigráfico de la República de Cuba (en lo adelante LEC).

La Hoja abarca parcialmente los municipios Remedios y Caibarién, de la provincia de Villa Clara, y el municipio Yaguajay, en la provincia de Sancti Spíritus. El área presenta un relieve llano ligeramente ondulado con cotas que oscilan entre 4 m (sección NE a lo largo del borde costero) hasta los 100 m) donde resaltan algunas cadenas de colinas con una altura máxima de 347 m (extremo sur-occidental) que presentan sus principales ejes orográficos dirigidos con rumbo NW-SE y se encuentran separadas por depresiones, planicies y mesetas.

Es frecuente la presencia de fenómenos cárscicos (lapiés, cavernas), alcanzando este fenómeno su mayor desarrollo en las alturas surorientales (sierra de Bamburanao).

En el área afloran rocas del paleo margen continental norteamericano, representado por secuencias carbonatadas de las UTE Camajuaní y Remedios muy plegadas y verticalizadas, englobadas en depósitos brechosos paleogénicos de la cuenca ante país. Sobre estos paquetes yacen discordantemente depósitos calcáreo-arcillosos del Oligoceno, y del Cuaternario, correspondientes a la cobertura postorogénica.

En la plataforma marina se presentan depósitos miocénicos calcáreos y sedimentos cuaternarios limo-arenosos y areno-arcillosos.

Este trabajo temático forma parte del Subprograma de la Cartografía Geológica de la República de Cuba a escala 1: 50 000 CARTAGEOL – 50K, que dirige el Instituto de Geología y Paleontología/Servicio Geológico de Cuba. Para cumplir los objetivos propuestos fueron proyectados y ejecutados 9 itinerarios de comprobación y se tomaron 56 puntos de observación, comprobándose la veracidad del mapa geológico 1: 50 000 existente para la Hoja. No obstante, se reajustaron algunos contactos de la Fm. Palenque con los depósitos de la cobertura post-orogénica, y se interpretó la cartografía de los depósitos de la cobertura, los cuales no fueron estudiados durante el Levantamiento Geológico condicional a escala 1: 50 000.

Como culminación, se confeccionó un mapa geológico digital en ambiente SIG, una memoria explicativa en forma de libro y un CD contentivo de toda la información obtenida, incluyendo los informes complementarios. Toda la información colectada se preparó conforme al sistema Geo Dato.

El área de estudio muestra un importante potencial en materiales para la construcción y rocas ornamentales, en tanto que también ha sido estudiada como zona perspectiva para recursos energéticos (asfaltita, petróleo), incluyendo la plataforma marina.



## RESUMEN DEL INFORME 2023 IDENTIFICACIÓN DE TIERRAS RARAS EN LATERITAS DE MOA

### SUMMARY OF THE 2023 REPORT IDENTIFICATION OF RARE EARTHS IN MOA LATERITE

#### ENTIDAD EJECUTORA: CENTRO DE INVESTIGACIONES DEL NÍQUEL (CEDINIQ)

El área de estudio se encuentra ubicada en el macizo ultramáfico Moa – Baracoa. Limitado al Norte por la ciudad de Moa, al Este por el poblado de Punta Gorda, al Oeste por el río Yagrumaje y al Sur por el parque nacional Alejandro Humboldt. El área de estudio está limitada por: 1.2 Plancheta cartográfica 5277-IV. Escala 1:50 000.

El yacimiento Yagrumaje Sur, unido a los yacimientos Yagrumaje Norte, y Camarioca Este, constituyen la materia prima fundamental de la Empresa de Níquel Comandante Ernesto Che Guevara, en los que se encuentra una amplia variedad de comportamientos sustanciales producto de su génesis, que se han descrito en diversas investigaciones e informes geológicos de cada yacimiento (Agurenko et al., 1973; Aleojin et al. 1977; Vera, 2001; Lavaut et al., 2007). Estos yacimientos garantizarán la materia prima de los próximos 20 años de esa empresa y se cuenta con una infraestructura empresarial que garantiza esa producción, la que representa más del 60 % del empleo en el municipio de Moa.

Para incrementar el conocimiento geológico de la corteza de meteorización del yacimiento laterítico, se realizó la caracterización mineralógica y geoquímica en tres zonas de interés: Yagrumaje Sur, las colas negras y una escombrera, con el propósito de determinar la presencia de elementos de tierras raras y otros metales de interés, no contemplados en los estudios preliminares.

Se tomaron muestras compósitas en siete pozos mineralógicos perforados en el área de investigación. Las muestras se analizaron utilizando difracción de rayos X, mineralogía óptica, petrografía y análisis químicos por ICP-OES, para 19 elementos químicos. Se revelaron concentraciones anómalas de cerio (145,73), lantano (226,52), neodimio (178,89) e itrio (673,76) en la corteza por mafitas que superan 4 veces el valor del Clarke. El escandio en el horizonte de limonita es de 110,52 ppm. La existencia de contenidos anómalos de las ETR en las zonas estudiadas incrementa el valor potencial de los recursos lateríticos.

#### CONCLUSIONES

1. Se confirma la existencia de las ETR en las rocas básicas y ultrabásicas de la corteza meteorización en el distrito mineral de Moa.
2. Se corrobora que el escandio (Sc), a pesar de tener un comportamiento geoquímico similar al itrio (Y) y a los Lantánidos, difiere de ellos en su forma de presentación en los medios básicos.



3. En el depósito de las Colas Negras la concentración de Sc por fracciones en las muestras M1 y M2 evidenció que la fracción -0,045mm, lo cual tiene gran importancia para el beneficio de estos materiales, tienen un máximo de 86,46ppm de Sc en la M2 y en la M1 de 79,66 ppm.
4. Los valores de Sc, V, MnO y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en la escombrera del área estudiada, confirman la relación que guarda el escandio con la corteza ferruginosa en las lateritas.
5. Con el estudio de difracción de rayos X en muestras de minerales lateríticos se ha podido establecer que las principales fases mineralógicas identificadas corresponden a los óxidos e hidróxidos de hierro, hidróxido de aluminio, silicatos de magnesio, cuarzo y diferentes tipos de arcillas.
6. Se identifican y se caracterizan petrológicamente rocas metamórficas de protolito ultra básico, representada por serpentinitas harzburgíticas y lherzolíticas y rocas metamórficas, anfibolita por rocas básicas y roca básica anortosita pertenecientes al grupo de los gabroides.
7. Se identifican las paragénesis minerales siguientes:
  - En las rocas metamorizadas por peridotitas: olivino – minerales serpentiniticos-mineralización metálica.
  - En las rocas leucocráticas: plagioclasas–anfibolitización-Minerales arcillosos por alteración de las plagioclasas.
  - En las anfibolitas: hornblenda –tremolita -minerales arcillosos..

#### SE RECOMIENDA

1. Realizar análisis de micro sonda electrónica en algunos minerales de alteración y presencia de tierras raras con las muestras testigos.
2. Potenciar la capacidad de los laboratorios para responder a las necesidades de la geología en nuestro país.
3. Conservar las muestras patrones para análisis de control externo en laboratorios acreditados en el exterior, con el objetivo de confirmar los resultados hasta ahora obtenidos.
4. Continuar realizando análisis estadístico de correlaciones del Sc con otros elementos mayoritarios y minoritarios con el fin de establecer tendencia en la población geoquímica en las áreas estudiadas.



## RESUMEN DEL INFORME 1921 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LAS MENAS DEL YACIMIENTO SAN FELIPE

### SUMMARY OF THE 1921 REPORT EVALUATION OF TECHNOLOGICAL ALTERNATIVES FOR THE PROCESSING OF ORES FROM THE SAN FELIPE DEPOSIT

ENTIDAD EJECUTORA: COMERCIAL CARIBBEAN NICKEL S.A. (CCN)

El yacimiento de menas níquelíferas de San Felipe, ubicado en las cercanías de la Sierra Cubita en la provincia de Camagüey, constituyen parte de las mayores reservas de menas níquelíferas en Cuba (alrededor de 300 millones de t de mineral con ley comercial), y han sido evaluadas con los procesos actuales para el procesamiento de menas níquelíferas oxidadas (muy costosos para su implementación industrial y gastos operacionales). La demanda de un proceso eficiente capaz de recuperar Ni y Co lo más selectivamente posible con menores costos, conduce a evaluar como alternativa la lixiviación ácida a presión atmosférica por percolación cuya implementación industrial es más económica.

El objetivo de este trabajo es evaluar si las menas del yacimiento San Felipe responden al proceso de lixiviación por percolación en serie desarrollado y registrado por el CIPIMM en el 2008 con menas oxidadas de lateritas. Se realizaron pruebas a escala de banco de la lixiviación ácida por percolación con las respectivas muestras representativas de las menas de bajo y medio magnesio; un diseño experimental empleando la combinación de las mismas y simulando el esquema de procesamiento propuesto con el uso de ácido sulfúrico diluido como agente lixivante; pruebas preliminares para la extracción de Ni y Co del licor producto por RIC (Resina en Columna) y la evaluación económica con alcance de oportunidad del proceso desarrollado. En las soluciones se alcanzaron recuperaciones de Ni y Co de hasta 90 % y 70 %, respectivamente. Los resultados obtenidos son promisorios y permitieron valorar el proceso desarrollado como alternativa para la extracción de los valores metálicos, y separación de los mismos con alta eficiencia y relativa selectividad.

## CONCLUSIONES

- 1) En las condiciones estudiadas las menas del yacimiento San Felipe responden a la alternativa de procesamiento estudiada de lixiviación en lote en serie, con la que se obtienen índices de recuperación de Ni y Co de hasta 90 % y 70 %, respectivamente, y el consumo de ácido es de aproximadamente 300 kg/t mineral.
- 2) En esas condiciones se establece la posibilidad de procesar las menas de bajo y medio magnesio combinadas, sin necesidad de ser mezcladas, en las proporciones que se encuentran en el yacimiento, 80 % y 20 %, respectivamente.
- 3) De acuerdo con los resultados preliminares es posible la recuperación de Ni y Co de las soluciones procedentes de la percolación mediante un proceso sencillo de adsorción – desorción en columnas con una eficiencia superior a 95 %, para obtener sales comerciales de alta pureza de Ni y óxidos o sales de Co.
- 4) Se detectó, mediante procedimiento semicuantitativo, la presencia de elementos de TR (tierras raras) en dos corrientes líquidas del proceso con contenido atractivo para futuras investigaciones de ytrio y escandio, lo que indicó su existencia en el mineral de alimentación, procedente de la muestra BM en la solución 1 y de la muestra MM en la solución 2, lo que constituye una potencialidad para agregar valor a las menas de este yacimiento.
- 5) A partir de los resultados obtenidos se puede constatar que para la producción de 20000,0 t/a de Ni y con ello 770,0 t/a de Co se requiere:

Palabras clave: Lixiviación ácida, lixiviación a presión atmosférica, lixiviación por percolación, lixiviación por percolación en serie, extracción por resina en columna, proceso RIC.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar los estudios en columnas de 2-3 m de altura y en operación continua según el esquema general propuesto de procesamiento, dar seguimiento al comportamiento de los elementos de TR escandio e ytrio y realizar el ETE Conceptual. Se debe revisar si son suficientes y se pueden emplear aún las muestras debidamente almacenadas en el CIPIMM.



## RESUMEN DEL INFORME 2226 MIGRACIÓN AL BANCO DE DATOS GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA DE CUBA DE LAS BASES DE DATOS DE LOS YACIMIENTOS DE NÍQUEL PINARES DE MAYARÍ OESTE Y PINARES DE MAYARÍ ESTE, MUNICIPIO MAYARÍ, PROVINCIA DE HOLGUÍN

SUMMARY OF REPORT 2226 MIGRATION TO THE GEOLOGICAL DATA BANK OF THE REPUBLIC OF CUBA OF THE DATABASES OF THE NICKEL DEPOSITS IN PINARES DE MAYARÍ OESTE AND PINARES DE MAYARÍ ESTE, MAYARÍ MUNICIPALITY, HOLGUÍN PROVINCE

### ENTIDAD EJECUTORA: CEPRONIQUEL

El yacimiento Pinares de Mayarí se enmarca en la hoja cartográfica 5077-I a escala 1:50 000. Localizado en la meseta Pinares de Mayarí.

Los trabajos geológicos realizados en los yacimientos de níquel Pinares de Mayarí Este y Pinares de Mayarí Oeste generaron gran cantidad de datos e información, tanto en texto como en tablas, gráficos y bases de datos.

Con el programa de informatización de la geología se han ido pasando a formato digital todos estos trabajos, creando bases de datos en formato Geo dato, las cuales se van integrando al Banco de Datos Geológicos.

Como resultado de la ejecución de este proyecto se dispondrá de la Base de Datos de las estructuras primarias de los yacimientos de níquel Pinares de Mayarí Este y Pinares de Mayarí Oeste, para aportar información al banco de datos geológicos de Cuba. Para el mismo se utilizó como herramienta de trabajo el software Geo dato IC.

### RESULTADOS OBTENIDOS

1. Informe con el resumen relacionado con la ejecución del trabajo y los resultados.
2. Base de Datos de las Estructuras Primarias de los yacimientos de níquel Pinares de Mayarí Este y Pinares de Mayarí Oeste en el Banco de datos geológicos.
3. Metadato.

### CONCLUSIONES

La migración de las bases de datos de los yacimientos de níquel Pinares de Mayarí Este y Pinares de Mayarí Oeste se realizó de forma satisfactoria con un 100 % de los datos.



## RESUMEN DEL INFORME 1904 CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE LAS HOJAS 3484-I (CAYO LEVISA) Y 3484-II (LA PALMA) A ESCALA 1:50 000

### SUMMARY OF REPORT 1904 GEOLOGICAL CARTOGRAPHY OF SHEETS 3484-I (CAYO LEVISA) AND 3484-II (LA PALMA) AT 1:50 000 SCALE

ENTIDAD EJECUTORA: GEOMINERA PINAR

#### Hoja La Palma

El área de la Hoja se ubica en los municipios de Viñales y La Palma, en la provincia de Pinar del Río. Su ejecución se fundamentó en el Subprograma de la Cartografía Geológica de la República de Cuba a escala 1: 50 000, que comenzó a desarrollarse en todo el territorio nacional a partir del año 2018. El polígono de los trabajos abarca un área de 469, 14 km<sup>2</sup> más una franja de hasta 1 km de ancho fuera de sus límites para garantizar el solape con las hojas vecinas. Un 20 % aproximadamente de la Hoja se corresponde con una región de territorio marino en el extremo noroeste de la misma.

El área de estudio se ubica en la parte norte de la provincia, también al norte de la sierra de los Órganos, con una superficie considerable de su territorio ubicada en las alturas de Pizarras del Norte. Se presentan distintos tipos morfológicos de elevaciones como crestas, cimas más o menos aplanadas y colinas que conforman cadenas de elevaciones casi paralelas con grandes depresiones longitudinales y valles fluviales transversales, sobre todo en la porción central y meridional de la Hoja. Desde el punto de vista geológico el área se enmarca dentro de los cortes de la cordillera de Guaniguanico, y comprende las Unidades Tectono-Estratigráficas (UTE) de Alturas de Pizarras del Sur (APS), Sierra de los Órganos (SO) y Sierra del Rosario/Alturas de Pizarras del Norte/Esperanza (SR/APN/E) más la Zona Bahía Honda (ZBH).

El objetivo principal del trabajo estuvo relacionado con la generalización y actualización de la cartografía geológica de la Hoja con el empleo de las tecnologías modernas, según los estándares y normativas elaboradas por el Instituto de geología y Paleontología/Servicio Geológico de Cuba (IGP/SGC) para este propósito. Esencialmente, el trabajo se centró en la solución de los problemas aún sin resolver de las investigaciones anteriores, mediante los resultados más importantes para la obtención del Mapa Geológico actualizado, incluido el territorio marino, acompañado de su columna geocrono estratigráfica y Memoria Explicativa, un resumen de los principales rasgos geomorfológicos, la actualización de la base de datos de yacimientos y manifestaciones minerales reportadas en el área, así como la descripción de los sitios de interés geológico antes identificados.

#### RESULTADOS

- Generación de un Mapa Geológico a escala 1: 50 000 y una Memoria Explicativa para la Hoja, a tono con las prácticas internacionales actuales.
- Incorporación al mapa de la Hoja de varios elementos tectónicos y estratigráficos como resultado de las investigaciones realizadas, no identificados antes.

- Confección de un mapa geomorfológico mejorado con una clara representación de las diferentes formas y tipos de relieve presentes en la Hoja.
- Actualización de la base de datos de yacimientos y manifestaciones metálicas y no metálicas presentes en la Hoja.
- Adecuación de los términos estructurales y estratigráficos para la región, según los criterios más actualizados sobre el tema, aprobados y publicados por el IGP/SGC.
- Diferenciación de los miembros de la Fm. Jagua y de los miembros San Vicente y Tumbadero de la Fm. Guasasa, en los lugares donde fue posible, los que aparecían unificados en mapas anteriores.
- Identificación de varias estructuras tectónicas, transversales a los sobrecorrimientos, mostrando así el avance diferencial de los mismos.
- Sustitución de la Fm. Los Negros en la ZBH por la Fm. Vía Blanca.
- Identificación de la Fm. Artemisa a partir de resultados paleontológicos, en lugares no antes señalados.
- Por primera vez se logra presentar un mapa geológico unificado de tierra firme con el territorio marino a escala 1: 50 000.

### Hoja cayo Levisa

El mapa de la Hoja abarca un pequeño territorio de tierra firme equivalente a 4.73 km<sup>2</sup>, que se ubica al NE del poblado de La Palma, inmediatamente al norte del central Manuel Sanguily, mientras que el territorio marino se ubica en la plataforma NW adyacente a la provincia de Pinar del Río, al norte del municipio La Palma, cubriendo un área de 258 km<sup>2</sup>, de los cuales solo 137 fueron cartografiados, con profundidades menores de 10 m, que aumentan en la zona exterior hasta la línea de ruptura del borde superior del talud insular entre los 16 y 65 m. Los trabajos en la Hoja estuvieron básicamente enfocados en la caracterización estratigráfica y sedimentológica de los depósitos del fondo, el paleofondo (paleorrelieve) y la superficie de los cayos. El fondo marino está constituido por calizas biodetríticas, carsificadas de la Fm. Jaimanitas (Pleistoceno Superior temprano) o por depósitos holocénicos innominados, con espesores menores de 15 m. Por otra parte, el área de tierra emergida cartografiada se caracteriza por la presencia de sedimentos cuaternarios eluvio-coluvio-proluviales, aluviales y palustres de varios metros de espesor desarrollados sobre las rocas de la Fm. Encrucijada de la Zona Bahía Honda.

El proyecto se realizó como resultado del Subprograma de la Cartografía Geológica de la República de Cuba a escala 1: 50 000 (CARTAGEOL 50k), que se desarrolla en el país desde hace varios años. El objetivo fundamental lo constituyó la actualización de la cartografía geológica de la Hoja, con el empleo de las tecnologías modernas, según las normativas y estándares elaborados por el Instituto de Geología y Paleontología/Servicio Geológico de Cuba (IGP/SGC) para este propósito, contenidos en la Instrucción Metodológica vigente. Esencialmente, el trabajo estuvo enfocado en la solución de los problemas aún sin resolver de las investigaciones anteriores, con los resultados más importantes centrados en la obtención del Mapa Geológico actualizado con su columna geocronoestratigráfica y Memoria Explicativa, un resumen de los principales rasgos geomorfológicos, así como la actualización de la base de datos de yacimientos y manifestaciones minerales reportadas en el área.

### RESULTADOS

- Generación de un Mapa Geológico a escala 1: 50 000 y una Memoria Explicativa para la Hoja, a tono con las prácticas internacionales actuales.
- Actualización de la base de datos de recursos minerales no metálicas del área representadas en la Hoja.
- Adecuación de los términos estructurales y estratigráficos para la región, según los criterios más actualizados sobre el tema, aprobados y publicados por el IGP/SGC.

- Cartografía de los depósitos cuaternarios en el extremo SE de la Hoja en el área de tierra firme, así como su clasificación según la nomenclatura vigente y actualizada para los mismos.
- Por primera vez se logra presentar un mapa geológico unificado de tierra firme con el territorio marino a escala 1: 50 000.
- Se reportan y evalúan preliminarmente varios prospectos en el territorio marino de arenas para la construcción y restauración de playas.



## RESUMEN DEL INFORME 2233 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PASIVOS MINEROS HOLGUÍN

### SUMMARY OF REPORT 2233 IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF HOLGUÍN MINING LIABILITIES

#### ENTIDAD EJECUTORA: GEOCUBA ORIENTE NORTE

Esta investigación abarcó todo el territorio de la provincia de Holguín y fue motivada por la importancia que revierte realizar una correcta gestión de los pasivos ambientales mineros en el país como un proceso que está orientado no solo a inventariar y caracterizar los mismos sino a llevar cabo la clasificación y evaluación de los impactos ambientales y los riesgos vinculados a estos, lo que contribuirá a la propuesta de acciones para la rehabilitación, la recuperación y la mitigación ambiental del lugar o los sitios afectados por este tipo de pasivo.

Los principales objetivos estuvieron enmarcados en:

- Realizar mapa con ubicación de los Pasivos Ambientales Mineros por municipios de la provincia de Holguín.
- Muestrear los factores o elementos ambientales: agua, suelos y aire en el pasivo ambiental minero (siempre y cuando existan en este las condiciones que ameriten la toma de muestras).
- Caracterizar el pasivo según sus atributos propios (geología, geomorfología, suelos, vegetación, aguas superficiales - red de drenaje, entre otros) y las instalaciones mineras antiguas vinculadas al pasivo.
- Identificar, clasificar y evaluar los impactos ambientales y riesgos vinculados a estos, para definir el estado del medio ambiente en el área.
- Proponer acciones para la rehabilitación, recuperación y/o mitigación ambiental del lugar o los sitios afectados por los Pasivos Ambientales Mineros, lo que podría originar propuestas de cambio de uso y una asimilación económica nueva de los espacios mineros abandonados.

Para el logro de estos objetivos se realizaron las acciones siguientes:

- 1) Establecimiento de una metodología de trabajo.
- 2) Levantamiento sistemático de la información cartográfica de las áreas afectadas, a escalas 1:10 000, 1:25 000 y 1: 50 000.
- 3) Digitalización de la ubicación de las canteras abandonadas en las hojas cartográficas.



- 4) Visita a las áreas de estudio, con el fin de describir su estado actual y su relación con el medio circundante.
- 5) Testimonio fotográfico de cada lugar.
- 6) Confección de fichas técnicas para la descripción práctica y sencilla de cada objeto y su mejor uso.

Cada ficha técnica incluye, entre otros, los siguientes aspectos:

- a) Ubicación geográfica.
- b) Breve descripción de la cantera.
- c) Litología.
- d) Impactos y uso actual.
- e) Uso propuesto.

### Los resultados que dieron cumplimiento a los objetivos del proyecto se resumen a continuación

En la provincia de Holguín se inventariaron y caracterizaron 36 pasivos mineros abandonados, el 97,2 % de estos es el resultado de la explotación de canteras de materiales de construcción que se fueron abriendo en el territorio. Para facilitar el estudio y desarrollo de los trabajos se consideró el proyecto en una etapa que abarcó desde marzo hasta el año.

Las canteras analizadas durante el desarrollo del proyecto correspondieron a los municipios siguientes:

**TABLA 1.** Pasivos mineros por municipios

Municipio	Pasivos mineros
Holguín	3
Rafael Freyre	10
Banes	3
Antilla	2
Báguano	5
Cueto	1
Mayarí	8
Urbano Noris	1
Moa	1
Gibara	1
Calixto García	1
Total	36

La principal recomendación está vinculada a reactivar la explotación de las canteras que no están rehabilitadas, con la propuesta de un uso similar o para favorecer el desarrollo local en el territorio donde se ubique.



## RESUMEN DEL INFORME 2246 CARTOGRAFÍA DE HORIZONTES DEL PALEÓGENO-NEÓGENO EN EL SECTOR VARADERO

### SUMMARY OF REPORT 2246 CARTOGRAPHY OF PALEOGENE-NEOGENE HORIZONS IN THE VARADERO SECTOR

ENTIDAD EJECUTORA: CEINPET

El área de los trabajos se ubica en los municipios Cárdenas y Varadero, de la provincia de Matanzas.

El presente informe se emite como culminación de los trabajos correspondientes al proyecto 2246 “Cartografía de horizontes del Paleógeno–Neógeno en el sector de Varadero”. El motivo de este estudio es la intención de poner al servicio del conocimiento geológico de la nación una serie de datos que pueden ser muy útiles en la continuación hacia el mar, de la cartografía de los horizontes superiores de la cubierta sedimentaria.

Normalmente, en la exploración petrolera los principales prospectos están por debajo de la cobertura sedimentaria del Paleógeno–Neógeno, siendo el horizonte guía de la exploración, precisamente, la base de todos estos depósitos. Sin embargo, en los registros sísmicos, corresponde a este intervalo, el sector del corte donde se obtiene la mejor relación calidad – ruido y su estratificación se observa con buena nitidez. Esto es debido a que las intercalaciones de rocas clásticas y carbonatadas producen un contraste de impedancia acústica que las hace muy notables. A esto súmese que todos los pozos dirigidos a los objetivos profundos del complejo alóctono cortan y permiten describir muy bien los intervalos superiores, aun cuando en muchas ocasiones esta información no tiene la mayor trascendencia desde el punto de vista de la localización de objetivos petroleros profundos.

En los últimos años se han llevado a cabo descubrimientos de acumulaciones petroleras en depósitos sedimentarios incluidos en esta cobertura joven (Ej. Bacuranao, en 2017). Esto ha llamado la atención sobre la conveniencia de cartografiar también los horizontes superiores de un sector tan importante como Varadero, donde es muy probable que existan acumulaciones secundarias provenientes de la dismigración del petróleo desde las trampas profundas. A esto se suma la posibilidad de que, en caso de existir tales acumulaciones, estas sean de petróleo de densidad media o ligeros.

La idea expresada anteriormente fue valorada por la Dirección de Geología del MINEM, que consideró conveniente confeccionar un proyecto de corta duración (6 meses) con el objetivo de cartografiar los principales horizontes sísmicos que sirvieran de guía, no solo para buscar eventuales depósitos petroleros en rocas terciarias, sino además dotar a los geólogos que estudian los depósitos sedimentarios más jóvenes (sinorogénicos y postorogénicos), de mapas, construidos sobre la base de estudios sísmicos, que permitan continuar hacia el mar los análisis de la posible morfología de este complejo geológico.

Al ser este un proyecto de corta duración no se pueden incluir ahora otros estudios que definirían el interés petrolero del intervalo Paleógeno–Neógeno, ya que habría que desplegar todo un proceso de interpretación avanzada consistente en integración de datos, análisis de atributos sísmicos, minería de datos, caracterización de

reservorios, etc. que llevan mucho más tiempo y recursos que los destinados al presente proyecto. Sin embargo, los autores consideran que sería conveniente continuar posteriormente con esta línea de investigación.

La interpretación de los datos sísmicos se hizo de la manera convencional, identificando en el corte los horizontes guías, que en la mayor parte de los casos corresponden a discordancias. Se emplearon diferentes datos sísmicos en el sector Bahía de Cárdenas, se utilizó el volumen sísmico 3D migrado en profundidad por las compañías Sherritt y Geofizyka Torún en el año 2015 y en el sector Bahía de Santa Clara las líneas sísmicas de la campaña realizada por CGG en el año 1991 y reprocesadas el año 2010 por las compañías rusas Zarubezneft y Paradigm Geophysica. Los trabajos de reinterpretación se llevaron a cabo con el software Petrel versión 2018 de la Cía. Schlumberger.

Como resultado final se obtuvieron 3 horizontes: Paleoceno, Eoceno-Oligoceno y Mioceno como base de la secuencia del Paleógeno-Neógeno. La interpretación estuvo soportada por el estudio geólogo-geofísico detallado, encontrando cuatro altos estructurales asociados a la superficie del paleógeno.

Finalmente se emite un documento, cuyo resultado principal consiste en los mapas estructurales de los horizontes referidos, los cuales serán de gran ayuda en trabajos exploratorios y, en general, en estudios geológicos futuros.