

## Reconocimiento geológico del noreste de la ciudad de Moa

### Geological reconnaissance of the northeast of the city of Moa

Yenisleidis Tamayo Sánchez [yenisleidistamayosanchez@gmail.com](mailto:yenisleidistamayosanchez@gmail.com) <sup>(1)</sup>

Eider Sánchez Olivero [esanchez@ismm.edu.cu](mailto:esanchez@ismm.edu.cu) <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Moa

**Resumen:** Se realizó el reconocimiento geológico del noreste de la ciudad de Moa, Holguín, área que ocupa el reparto Rolo Monterrey, con el objetivo de mostrar la geomorfología, el comportamiento de los procesos geológicos, la litología de la región y el impacto ambiental que lo afecta. Para la realización del trabajo fueron seleccionados seis puntos de interés significativos del área. Quedan expuestos las principales características geológicas y geomorfológicas del noreste de la ciudad de Moa.

**Palabras claves:** procesos geológicos, serpentinitas, contaminación ambiental, actividad minera

**Abstract:** The geological recognition of the northeast of the city of Moa, Holguín, an area that includes the Rolo Monterrey neighborhood, was carried out with a view to showing the geomorphology, the behavior of the geological processes, the lithology of the region and the environmental impact that affects it. To carry out the work, six significant points of interest in the area were selected. The main geological and geomorphological characteristics of the northeast of the city of Moa are exposed.

**Keywords:** geological processes, serpentinites, pollution, mining activity

### Introducción

El reconocimiento geológico es el examen preliminar de las características geológicas de una región o área determinada. En estos estudios se recopila información general sobre la topografía, la vegetación y la hidrogeología de la zona de estudio y permiten determinar las características del terreno, así como evaluar los riesgos identificados.

Los estudios geológicos y geomorfológicos en áreas urbanas son muy importantes al permitir planear la utilización del suelo y a su vez proporcionar herramientas útiles para su explotación (Silva, Torres & Furrie, 2015).

Moa es el municipio más oriental de la provincia Holguín, mundialmente conocido como capital minera de Cuba dado que la actividad económica fundamental desarrollada es la producción y exportación de níquel y cobalto.

El sector a estudiar corresponde al extremo este de la ciudad Moa donde se erige el reparto Rolo Monterrey, antiguo Town Site, construido en 1958 desarrollo de la explotación minera en el municipio para el disfrute de los obreros que laborarían en la planta de níquel construida por el gobierno norteamericano. Al tener en cuenta la dirección de los vientos se escogió un terreno sobre una elevación aislada ubicada entre la fábrica y el mar, con el fin de que las emisiones producidas por la planta niquelífera no fuesen perjudiciales para la población (Carralero, 2009).

Este estudio tiene como objetivo caracterizar geológicamente al área que comprende el reparto Rolo Monterrey en Moa, con vista a mostrar la geomorfología, el impacto ambiental por el que se ve afectado y el comportamiento de los procesos geológicos, así como la litología de la región. Los resultados mostrados profundizan en el conocimiento del medio físico y geológico de Moa.

### **Características geológicas y geomorfológicas de Moa**

El municipio Moa muestra un relieve montañoso. Se caracteriza por la presencia de un suelo color rojo debido a la abundancia de hierro y níquel que posee. Las condiciones climáticas son conocidas por sus abundantes precipitaciones en todo el año, puesto que el microclima que exhibe permite la existencia de un clima tropical en la zona y que su vegetación sea rica en bosques húmedos, pinares y carrascales.

Geológicamente el área de Moa se caracteriza por una elevada complejidad, encontrándose la superposición de eventos de edades diferentes que han interferido en la génesis, desarrollo y conservación de los yacimientos ferroniquelíferos, en el relieve y en la ocurrencia de fenómenos naturales de carácter geodinámico que afectan la actividad socioeconómica y alteran el medio ambiente. En el territorio se distinguen dos zonas geomorfológicas fundamentales: la zona de relieve de llanura y la zona de relieve de montañas (Rodríguez-Infante, 2005).

Las llanuras se desarrollan en toda la parte norte y ocupan la zona comprendida desde la barrera arrecifal hasta los 100-110 m de altura hacia el sur. La formación de estas llanuras está relacionada con la acción conjunta de procesos fluviales y marinos.

Las llanuras acumulativas marinas ocupan el área comprendida entre la barrera coralina y el litoral, llegando a formar parte en algunos sectores de la zona litoral como ocurre en Punta de Río Moa. La actividad erosiva en esta zona es prácticamente nula debido a la protección al oleaje que ofrece la barrera arrecifal, estando limitada la misma a la remoción de los sedimentos en los períodos de intensas lluvias, como resultado del aumento de la descarga de los ríos (Rodríguez-Infante, 2001).

En el área de investigaciones el relieve es de llanuras o planicies medias según la clasificación de Hernández, Ortiz & Figueroa (2009), presentando un crecimiento escalonado de norte a sur. En cuanto a su génesis, predominan los procesos fluviales, parálidos o pantanos costeros y marinos (Figura 1).

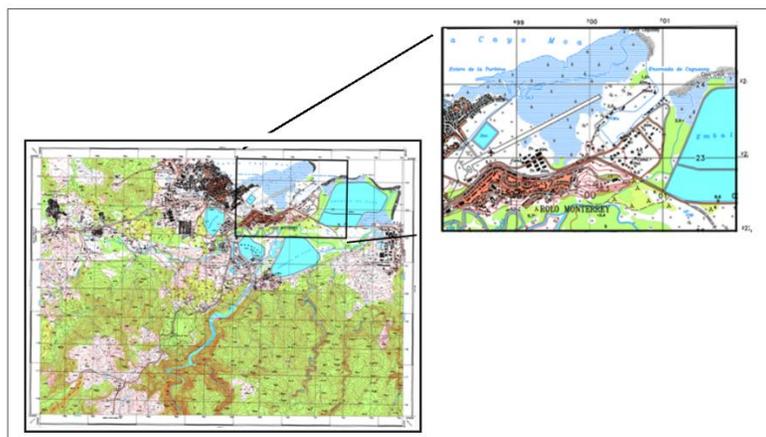


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

## Metodología

La realización del presente estudio se desarrolló siguiendo tres etapas de trabajo:

Inicial: se seleccionó el área de investigación y se realizó la búsqueda de información topográfica, geológica, geomorfológica y ambiental de la región y del área de estudio. La búsqueda bibliográfica se realizó en las plataformas Google Académico, Red cubana de la ciencia y en el repositorio de la Universidad de Moa.

Experimental: consistió en la selección de 6 puntos de interés geológico para su documentación, toma de muestras y fotografías de los objetos geológicos (Figura 2).

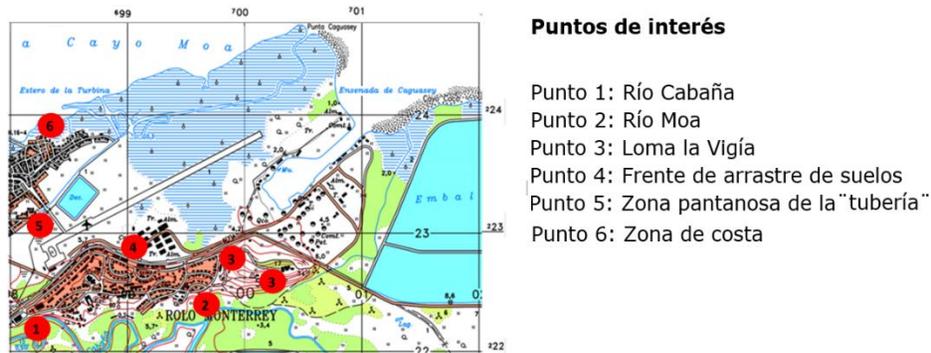


Figura 2. Puntos de interés seleccionados.

De gabinete: Se procesó la información y se elaboró el informe y el material gráfico.

Se utilizó el mapa geológico y geomorfológico de Moa a escala 1: 50 000 (Rodríguez-Infante, 2005) y el mapa topográfico de Moa a escala 1: 25 000 (Servicio Hidrográfico y Geodésico de Cuba, 2001).

### Descripción y principales parámetros de los puntos seleccionados

#### Punto 1. Río Cabaña

El río Cabaña se encuentra ubicado en la porción sur occidental del área de trabajo. Es un afluente del río Moa, e importante curso fluvial del territorio (Fernández & Guardado, 2021). Su formación parte de la cota 320 m, corre en dirección oeste-este por la zona de llanura aluvial se une al río Moa en la parte suroeste (Figura 3).



Figura 3. Río Cabaña.

El río presenta numerosos meandros e incluso meandros abandonados, surgidos durante la rectificación del cauce durante los períodos de crecida. El río transcurre a través de llanuras fluviales abrasivo-acumulativas, teniendo la acumulación de sedimentos un carácter temporal, los que son desplazados en períodos de intensas lluvias. En la figura 4 se observa una zona acumulativa de sedimentos.



Figura 4. Zona acumulativa de sedimentos fluviales.

Litológicamente en la región del río Cabaña se observan rocas del complejo ofiolítico serpentinizadas (harzburgitas, peridotitas, piroxenitas) y gabros olivínicos. Estas rocas afloran con diferentes grados de meteorización.

El intemperismo es un proceso que, en general, degrada las rocas, cambia su composición, reduce su resistencia y que conducen a la formación del suelo. Uno de los mayores riesgos asociados al intemperismo es la erosión, pues las rocas deleznable y los suelos son fácilmente transportados por los agentes en movimiento que actúan en la superficie como son las precipitaciones, lo que puede provocar la contaminación de las aguas y la pérdida de fertilidad de los suelos, entre otras afectaciones (Ramos, 2018).

La vegetación en el área es abundante, representada por una amplia variedad de árboles y arbustos. Al igual que la flora del río Moa, presenta alteraciones consecuentes de los procesos erosivos del suelo, trayendo consigo deforestaciones en las zonas aledañas al río (bosques de galería).

El río Cabaña se encuentra afectado por los residuos de cola, licores generados en el proceso de lixiviación para obtener sulfuro de níquel y cobalto (Ni + Co) de la fábrica Pedro Sotto Alba. Todo esto acompañado de la acción antropogénica provocando

vertederos a las orillas del río, donde toda esta contaminación se dirige hacia el río Moa. En la figura 5 se aprecia la contaminación proveniente de la fábrica Pedro Sotro Alba.

## **Punto 2. Río Moa**

El río Moa se encuentra ubicado en la porción centro sur del área de trabajo.

Según Durán (2005), el río tiene su origen a mayor altura, correspondiéndose con la cota 950 m, desemboca en la bahía de Moa, presenta 21 km de extensión y corre en dirección predominante noreste, aunque existen sectores donde su cauce se orienta sublatitudinalmente como ocurre en el área de investigación. Este se alimenta de los ríos Cabaña, arroyo Los Lirios, además de otros arroyos y cañadas en la zona montañosa.

El cauce del río transcurre en casi toda su extensión sobre rocas ultrabásicas serpentizadas, las que además han sufrido los procesos de meteorización química que da lugar a la formación de los yacimientos ferroniquelíferos. En la parte baja del cauce, estas rocas aparecen cubiertas por sedimentos jóvenes arrastrados por las aguas.

En el estudio de evaluación de las aguas del río Moa se determinaron los principales contaminantes que llegan al mismo, donde su mayor influencia radica en la actividad minera, alterando las propiedades físicas como color, turbidez y sólidos en suspensión por el escurrimiento superficial potenciado por el destape de los suelos, asimismo los escombros depositados en zonas cercanas al río (Fernández, 2015).

La contaminación del río se ve agravada por los licores ácidos de la industria (WL) proveniente del río Cabaña donde se arrojan y las acumulaciones de desechos sólidos de la población circundante. En la figura 5 se muestra parte del cauce principal de río Moa.



Figura 5. Río Moa.

La vegetación a pesar de ser variada se encuentra en decadencia debido al impacto que recibe de la degradación de suelos, conllevando a la deforestación.

Las elevadas pendientes aceleran los procesos erosivos, generando suelos cada vez menos productivos, lo que dificulta los procesos de rehabilitación minera de los yacimientos lateríticos explotados y las áreas industriales. La ausencia de vegetación se relaciona espacialmente con las áreas afectadas por la acción antrópica intensa debido a la industria y la minería (Fernández, 2015).

### **Punto 3. Loma la Vigía**

El cerro la Vigía se encuentra dentro de la llanura fluvial desarrollada por la erosión del río Moa, constituyendo una elevación baja con aproximadamente 58 m de altura. La elevación presenta una vertiente hacia el sur que va hacia río Moa, de mayor inclinación, lo cual se debe a la presencia de una denominada Falla la Veguita. En esta zona afloran las rocas denominadas serpentinitas, las cuales en la zona cercana al río son cubiertas por sedimentos fluviales del Cuaternario.

Según Domínguez & Rodríguez-Infante (2007), la elevación La Vigía forma parte de las áreas de Rolo Monterrey, ubicada en las proximidades del puerto de Moa. En la pendiente nororiental de la loma de la Vigía, afloran serpentinitas meteorizadas, con cárcavas bien desarrolladas por la acción del escurrimiento superficial y la lixiviación parcial de las rocas, ocasionando la formación de estructuras relícticas con oquedades irregulares.

En el extremo oriental de la Vigía se encuentran los dos extremos de la falla Moa: Vigía y Veguita. La falla Moa es la estructura de mayor extensión dentro del territorio moense.

Se identifica por la alineación del río Moa en toda su extensión central y meridional con cauces profundos en forma de barranco y laderas muy escarpadas de pendientes mayores a treinta grados (Rodríguez-Infante & Batista-Rodríguez, 2007).

La elevación La Vigía cuenta con una vegetación exuberante (Figura 6). Esta presume abundantes árboles de gran diversidad.



Figura 6. Vegetación en la elevación la Vigía.

#### **Punto 4. Muro de contención contra deslizamientos**

La erosión es el arranque y transporte de material de la superficie. Puede afectar a la roca o al suelo, e implica movimiento al ocasionar un deslizamiento de masa de tierra.

Los deslizamientos se producen cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable. Generalmente todo el terreno en que está situada la cadena de edificios del área de estudio presenta un riesgo de deslizamiento de los suelos, debido a la elevación con respecto a la carretera que comunica con el puerto, la empresa niquelífera Che Guevara y la municipalidad de Baracoa. En todo el sector la zona con menos peligrosidad, se presenta en el área conocida como "El Mercadito", puesto que constituye la zona de menor pendiente. El sector que se ubica desde el edificio 37 hasta el 40, coincide con una curva de elevada pendiente, donde fue necesario la construcción de un muro de contención con el fin de prever los daños colaterales que pudiera ocasionar el derrumbe de los edificios, afectación del tráfico y roturas a la carretera (Figura 7).



Figura 7. Muro de contención contra desplazamientos.

### **Punto 5. Zona pantanosa del aeropuerto Orestes Acosta**

En la parte occidental del aeropuerto Orestes Acosta del municipio Moa, se encuentra la instalación del desagüe de los desechos albañales del reparto Rolo Monterrey conocida popularmente como la tubería, que solo funciona como camino para la población, al unir los repartos Rolo y Los Mangos-Joselillo, puesto que la utilidad para la cual fue creada ya no se implementa. No obstante, las zonas aledañas a ella se encuentran anegadas de aguas contaminadas provenientes de los desechos albañales de la población, sin procedencia identificada, más la acumulación de las aguas de las lluvias, ya que el sector en general constituía un pantano que se ha ido disecando para garantizar el funcionamiento del aeropuerto (Figura 8).

Se aprecia en la zona la existencia de abundantes arbustos de maleza de más de un metro de altura, así como en sus alrededores otras especies arbóreas.



Figura 8. Vegetación de la zona pantanosa de la tubería.

La presencia de pantanos tiene efectos positivos ya que desempeñan una acción geológica importante al influir en la sedimentación, formando depósitos naturales de sedimentos, atrapando partículas en suspensión y materia orgánica en descomposición, lo que contribuye a la formación de suelos fértiles, además de ayudar a mitigar la erosión del suelo al actuar como barreras naturales que reducen la velocidad del agua y la filtración de la misma.

### **Punto 6. Zona de costa**

La costa marina bordea todo el municipio Moa por el norte y sus características están condicionadas por la barrera coralina que frena el avance del oleaje, por lo que los procesos erosivos costeros son muy pobres, predominando la acumulación.

La costa moense tiene un substrato compuesto por rocas ultrabásicas serpentizadas con alto grado de alteración sobre el cual yacen depósitos del Cuaternario, ubicados espacialmente en todo el litoral o muy cercanos a este (Rodríguez-Infante, 1998, Rodríguez-Infante & Batista-Rodríguez, 2007).

La zona costera en el área de estudio se encuentra afectada por la actividad minera asociada a la extracción del cieno carbonatado, producto extraído y procesado en el Puerto de Moa para nivelar los valores del pH del proceso de lixiviación ácida de la fábrica Pedro Sotto Alba (Cervantes *et al.*, 2017).

Esta zona transicional posee una vegetación variada y escasa en algunos sitios. En la mayoría de su extensión se encuentra constituida por mangle en los cuales afloran arbustos de más de un metro de altura.

Cervantes, Legrá & Ramírez (2020) exponen que la costa presenta un crecimiento territorial ocasionado por el aumento de la población de mangle en la zona y su desplazamiento mar adentro, debido a la sujeción por las raíces del mangle de los sedimentos que llegan, lo que es propicio para el crecimiento del mangle. La figura 9 muestra el crecimiento del mangle hacia el mar.



Figura 9. Zona de manglar costero.

Las aguas costeras se ven dañadas por los arroyos que depositan entre sus aguas desechos vertidos por los humanos, por la actividad minera realizada en el puerto de Moa, y por residuos proveniente del embalse de cola que se ubica al este de dicho puerto provocando alteraciones a la dinámica de la costa.

### **Conclusiones**

Geológicamente el área se encuentra constituida por rocas del complejo ofiolítico, rocas ultrabásicas serpentinizadas, las cuales han sufrido una intensa meteorización. Hacia la porción norte se encuentran cubiertas por depósitos del Cuaternario, tanto fluviales, parálicos y marinos.

El relieve en el área de investigación es de llanuras o planicies medias, el cual muestra un crecimiento escalonado de norte a sur, teniendo dentro de su extensión la elevación la Vigía como punto más alto. Localmente los procesos más representados en el paisaje son los fluviales y pantanosos.

El área de estudio presenta una alta degradación ambiental por la intensificación de los procesos erosivos, la contaminación de los suelos y de las aguas superficiales por la contaminación provocada por residuos industriales y humanos.

## Referencias bibliográficas

- Carralero, S. (2009). Town Site: un caso singular en la arquitectura de la ciudad minera de Moa. *Arquitectura y Urbanismo*, 30(2-3), 75-79.  
<https://rau.cujae.edu.cu/index.php/article/download/72/71>
- Cervantes Y., Legrá, Y. E. B., & Ramírez, A. C. (2020). Transformaciones de la Línea de Costa en el Sector Urbano e Industrial de Moa (Cuba), en el período 1955-2017. *Newsletter*, 2, 18-32.
- Cervantes, Y., Rodríguez, A., Almaguer, Y. & Gursky, H.J. (2017). Cambios en la geomorfología y el medioambiente litoral asociados al dragado de los fondos marinos en Moa, Cuba. *Minería y Geología*, 33(1), 114-127.  
[https://ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art8\\_No1\\_27](https://ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art8_No1_27)
- Domínguez, L. & Rodríguez, A. (2007). Potencial geológico-geomorfológico de la región de Moa para la propuesta del modelo de gestión de sitios de interés patrimonial. *Minería y Geología*, 23(4), 1-22.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223515990001>
- Durán Morales, A. (2005). *Estudio de la calidad de las aguas de la dársena del Puerto de Moa* (Trabajo de Diploma, Universidad de Moa).  
<http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/1331>
- Fernández, M. & Guardado, R. (2021). Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICAsup) en el río Cabaña, Moa-Cuba. *Minería y Geología*, 37(1), 105-119.  
<https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/2029/0>
- Fernández, Y.Y. (2015). *Riesgos ambientales por contaminación en las aguas superficiales del río Moa*. (Trabajo de Diploma, Instituto Superior Minero Metalúrgico) Moa. <http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/>
- Hernández, J. R., Ortiz, M. & Figueroa, M. (2009). Análisis morfoestructural del estado de Oaxaca, México: un enfoque de clasificación tipológica del relieve. *Investigaciones geográficas*, 68, 7-24.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0188-46112009000100002&Ing=es&tIng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0188-46112009000100002&Ing=es&tIng=es)

- Ramos, A. G. S. (2018). Evaluación del impacto ambiental de los procesos erosivos acumulativos sobre la micro cuenca Cabaña en el tramo Los Pinos de Centeno-Puente PSA (Trabajo de Diploma, Universidad de Moa). <http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/1550>
- Rodríguez, R.M., Blanco-Moreno, J.A., Proenza-Fernández, J.A. & Orozco-Melgar, G. (2001). Petrología de las rocas plutónicas de afinidad ofiolítica presentes en la zona de Cayo Grande (Macizo Ofiolítico Moa-Baracoa), Cuba Oriental. *Minería y Geología*, 18(1), 1-14 <https://ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/download/192/188/0>
- Rodríguez-Infante, A. & Batista-Rodríguez, J. A. (2007). Falla Moa: caracterización geodinámica y riesgos tectónicos asociados. *Minería y Geología*, 23(2), 18-18. <https://ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/80>
- Rodríguez-Infante, A. (2001). *Geomorfología de la región de Moa*. IV Congreso de Geología y Minería. <http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/1816>
- Rodríguez-Infante, A. (2005). Estudio morfotectónico de Moa y áreas adyacentes para la evaluación de riesgos de génesis tectónica. *Minería y Geología*, 21(3) <https://ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/download/185/182>
- Servicio Hidrográfico y Geodésico de Cuba. (2001). Mapa topográfico de Moa escala 1: 25 000. <https://es-cu.topographic-map.com/map-4q991h/Moa/>
- Silva, T., Torres, L. M., Furrier, M. (2015). Caracterización geológica y geomorfológica del municipio de João Pessoa–PB, Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, 1(54), 113-134. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744545005>