

Morfotectónica del sector Retiro-Sitio Campo de la región suroriental de Cuba

Morphotectonics of Retiro-Sitio Campo sector in southeastern region of Cuba

Sandra Yanetsy Rosabal-Domínguez^{1*} Antonio Salgado-Castillo¹, Raúl Palau-Clares¹,
Maribel Leyva-Arias¹

¹Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas, Cuba.

*Autor para correspondencia: sandra@cenais.cu

Resumen

El conocimiento de las estructuras tectónicas en zonas sismogeneradoras sigue siendo una tarea compleja, de vital importancia para la estimación de posibles riesgos geológicos. Consecuentemente, el propósito de esta investigación fue la caracterización morfotectónica del sector Retiro-Sitio Campo, ubicado en la región suroriental, la de mayor actividad sísmica de Cuba. Se aplicaron métodos geomorfológicos (morfométricos) que permitieron la delimitación y caracterización de cuatro bloques morfotectónicos: Siboney, Baconao, Santa Ana y Ti Arriba. Se concluye que predominan los movimientos neotectónicos de ascenso y que las fallas Siboney y Baconao forman un nudo estructural.

Palabras clave: zonas sismogénicas; métodos geomorfológicos; bloques morfotectónicos; movimientos neotectónicos; nudo estructural.

Abstract

Knowledge about tectonic structures in seismogenic zones is a complex and vital task for estimating possible geological risks. Consequently, this research is aimed to characterize Morphotectonics of the Retiro-Sitio Campo sector, located in the southeastern region of Cuba, the one with the highest seismic activity. Geomorphological (morphometric) methods were applied and it was possible to delimitate and characterize four morphotectonic blocks: Siboney, Baconao, Santa Ana, and Ti Arriba. In conclusion, it can be said that Siboney and Baconao faults form a structural knot and the ascending neotectonic movements predominate in this area.

Keywords: seismogenic zones; geomorphological methods; morphotectonic blocks; neotectonic movements; structural knot.

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento sobre las estructuras tectónicas en zonas sismogeneradoras sigue siendo una tarea compleja, donde los investigadores deben sortear las dificultades propias del proceso de adquisición, procesamiento e interpretación de los datos. Sin embargo, es de vital importancia para la estimación de posibles riesgos geológicos donde destacan: sismos, deslizamientos, colapsos, entre otros.

No obstante, constantemente se realizan investigaciones encaminadas a develar la mayor cantidad de información posible de las zonas con actividad sísmica. Cuba ha encaminado esfuerzos en esta dirección aproximadamente desde los 80's del pasado siglo, para lo cual se han creado diversos esquemas sismotectónicos, algunos muy acertados y otros menos (Chuy 2001).

Para la región de Cuba oriental, el esquema sismotectónico existente declara solo dos estructuras sismogeneradoras; Falla Oriente y Falla del Norte de la Española (Arango 2014). El modelo propuesto se considera como un punto de partida para nuevos análisis del peligro sísmico del área emergida de la región oriental de Cuba por cuanto solo considera como fallas potencialmente sismogeneradoras a la falla Oriente, que constituye el ya mencionado límite de placas, y a la falla Norte de la Española, la cual constituye una estructura sismotectónica muy estudiada en la parte norte de República Dominicana y Haití y menos estudiada al norte del extremo oriental de Cuba (Figura 1).

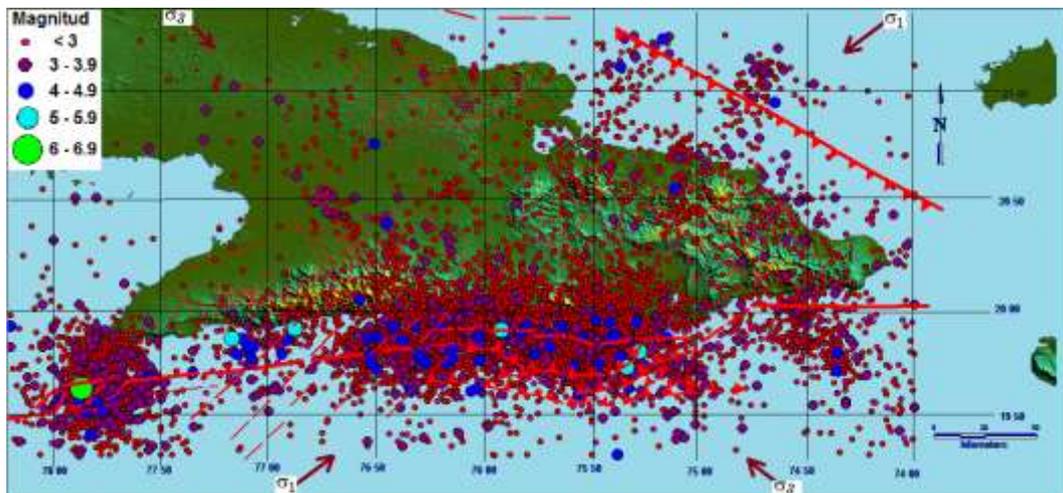


Figura 1. Fallas de primer orden, sismicidad y rupturas trazadas donde se observa una mejor correspondencia entre la sismicidad y las rupturas trazadas en el territorio emergido. Fuente: Arango 2014.

En relación con la Figura 1, entran en discusión Cotilla, Córdoba y Álvarez (2020) y otros investigadores que descartan la existencia de la falla Cauto Nipe y su carácter activo (Arango y Escobar 2021). Concretamente, conforme a la exhaustiva revisión bibliográfica realizada, no se ha encontrado ninguna publicación reciente asociada a nuevos nodos sismoactivos para la región

suroriental de Cuba. Sin embargo, la falla Baconao que surca el área de estudio, ha sido descrita por diversos investigadores como falla activa segmentada (Cotilla, Franzke y Córdoba 2007; Arango 2014; Cotilla y Córdoba 2015) con secciones (Magaz, Díaz y Hernández 1998; Rosabal 2018).

La falla Baconao, que se ubica dentro del sector de estudio y sus cercanías, constituye límite para los bloques morfotectónicos: Siboney y Maquey, con movimientos neotectónicos de ascenso, y Guantánamo con movimientos neotectónicos de descenso relativo (Rosabal, Rodríguez y Zapata 2016b; Rosabal 2018).

En el sector Verraco-Punta Barlovento (Rosabal, Rodríguez y Zapata 2016b; Rosabal 2018) se reportan sismos perceptibles y fuertes (Chuy 2001), de estos, una cantidad significativa han tenido intensidad de IV-V MSK-EMS y otros, su epicentro en la zona sismogénica Oriente, y han sido perceptibles dentro de sus límites. Igualmente, terremotos con hipocentro en las provincias de Holguín y Santiago de Cuba se han reportado como perceptibles en este territorio (Palau *et al.* 2019).

Ahora bien, en esta zona aún quedan áreas que no han sido estudiadas en profundidad, consecuentemente, el objetivo de esta investigación fue la caracterización morfotectónica del sector Retiro-Sitio Campo, ubicado en la región suroriental de Cuba, la de mayor actividad sísmica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El sector de estudio (Figura 2) forma un rectángulo que se ubica en los límites de la provincia Santiago de Cuba, en las coordenadas planas X: 623.300 – 635.400; Y: 154.700 – 176.800 y en las coordenadas geográficas Lat N: 20.040-20.238 y Long W: -75.653 -75.538. Se extiende desde el Retiro (suroeste) hasta el Perico (sureste) y al norte desde El Manacal (noroeste) hasta Sitio Campo (noreste) abarcando un área de 260.37 km².



Figura 2. Ubicación del sector Retiro - Sitio Campo. Fuente: Autores.

Como materiales básicos para el estudio se emplearon el esquema geológico digital de Cuba Oriental a escala 1:100 000 (IGP 2003) y el modelo digital del terreno (Geocuba 2006) a escala 1:25 000 (Urrutia 2017; Salazar 2019). Se aplicaron, además, métodos morfométricos (Cotilla y Córdoba 2017) como red fluvial (Estévez, Ordaz y Hernández 2017; Moreno, Ricardo y Figueroa 2018; Ferrarini *et al.* 2019), nivel base de erosión hasta el tercer orden y pendientes, para obtener los diferentes esquemas (Urrutia 2017). Asimismo, considerando los criterios propuestos por Rosabal, Rodríguez y Zapata (2016a, 2016b), Rosabal y Oliva (2018) y utilizando un sistema de información geográfica (SIG) se propuso un esquema de fallas y se trazaron los principales alineamientos.

Como criterios de identificación de estructuras se tomaron: tramos rectos de los ríos; alineación de arroyos; contacto brusco lineales entre dos formaciones geológicas; inflexión de las isobasitas de 2^{do} y 3^{er} orden; alineación brusca de montañas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Red de drenaje: es paralela y subparalela (Figura 3). Las anomalías de las redes de drenaje son uno de los indicadores morfotectónicos más útiles de la tectónica activa y se utilizan ampliamente como una herramienta eficaz para inferir el posible control de la actividad de fallas en el paisaje (Marra *et al.* 2022).

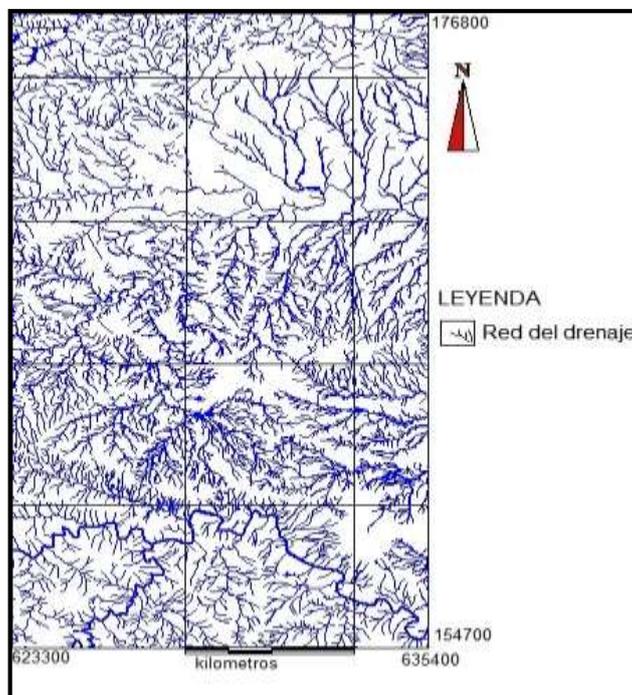


Figura 3. Trazado de la red fluvial del sector Retiro-Sitio Campo. Escala 1:25 000. Fuente: Autores.

Nivel base de erosión de segundo orden: Se observan siete cierres positivos máximos y zonas de inflexión de las isobasitas con dirección SE (Figura 4) que se asocia con una posible estructura tectónica.

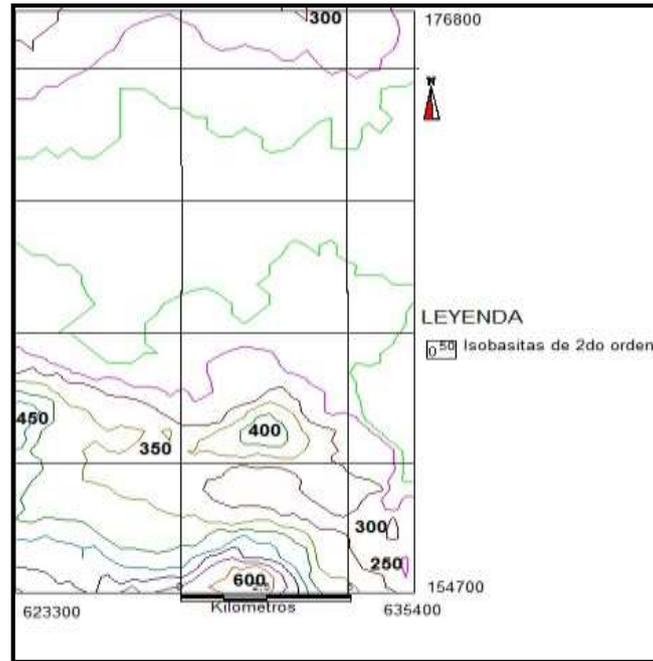


Figura 4. Nivel base de erosión (isobasitas) de segundo orden del sector Retiro-Sitio Campo. Escala 1:25 000. Fuente: Autores.

Nivel base de erosión de tercer orden: Se obtienen nueve cierres positivos máximos y zonas de inflexión de las isobasitas con dirección SE, NE, NW (Figura 5), dadas por la presencia de fallas.

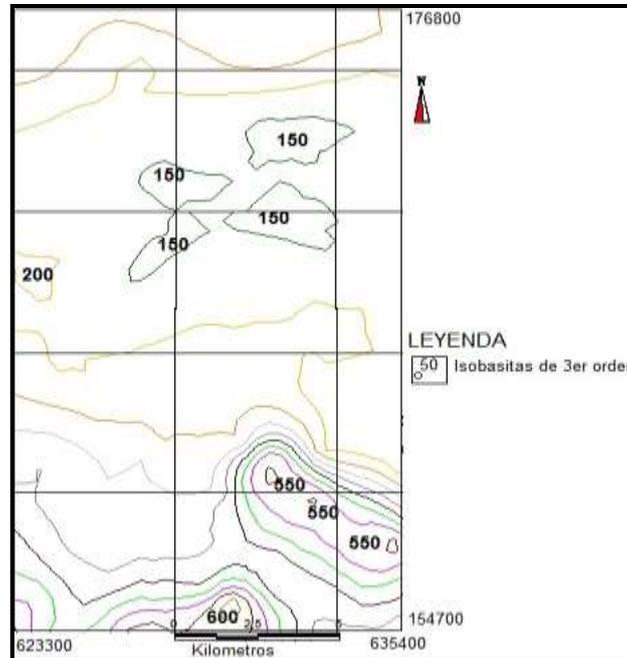


Figura 5. Nivel base de erosión (Isobasitas) de tercer orden del sector Retiro-Sitio Campo. Escala 1:25 000. Fuente: Autores.

Modelo Digital del Terreno (MDT): Se distinguen tres categorías básicas del relieve en todo el sector. Categoría montañas, alturas y llanuras (Moreno *et al.* 2017), observándose la subcategoría montañas pequeñas; el máximo valor de altitud es de 702 m al W. Subcategoría de premontañas al SW, al S

(con 450 m, 400 m, 300 m). Al S subcategoría de montañas pequeñas. Al NE es subcategoría de llanuras altas con altitudes que oscilan entre 150 m y 200 m. Al centro del sector el relieve es de alturas medias, unos 150 m (Moreno *et al.* 2017) y al NE y NW es de alturas grandes (200 a 300 m) (Figura 6).

Pendientes: Al SE, SW, S pendientes mayores de 25° y hacia el norte pequeña área con pendientes que oscilan entre 1-7°. Hacia el NE son bajos los valores de pendiente, entre 1° -7°. Al centro son bajas con valores entre 1° -7°. Al N existen pendientes 7° -25° (Figura 7).

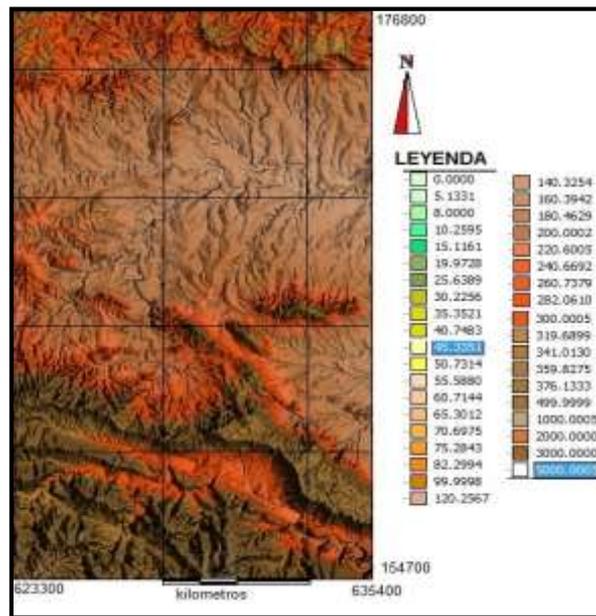


Figura 6. Modelo digital del terreno del sector Retiro-Sitio Campo. Escala 1:25 000. Fuente: Geocuba, 2006.

Como resultado de la aplicación de los métodos anteriores, se obtuvieron los esquemas correspondientes a cada método morfométrico aplicado, apoyados en herramientas SIG. Luego se identificaron los principales alineamientos y se confeccionó el mapa de superposición gráfica de los mismos; finalmente, con la aplicación de criterios de identificación se obtienen las estructuras y esquema tectónico que se muestra en la Figura 8.

Este procedimiento ha sido utilizado por Onorato y demás colaboradores (2021) logrando identificar secciones de falla discretas. También Arora y Srinu (2021) en estudios similares han encontrado sistemas de lineamientos, cuya asociación con las tendencias del subsuelo y los patrones de sismicidad los establecen como sistemas de fallas.

Principales estructuras tectónicas: Las principales estructuras tectónicas del sector son Baconao y Siboney (Pérez *et al.* 1994) y constituyen límites de bloques morfotectónicos (Figura 8).

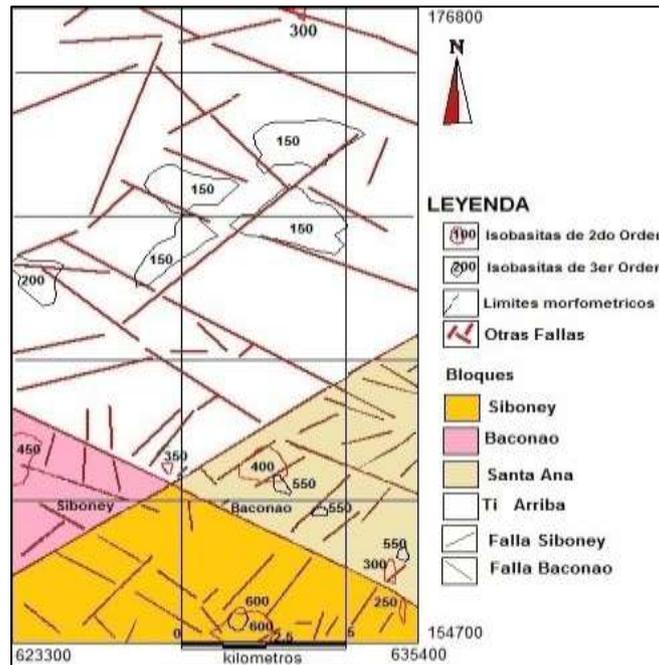


Figura 8. Mapa morfotectónico del sector Retiro-Sitio Campo, Cuba. Fuente: Autores.

3.1. Descripción de los bloques morfotectónicos

Bloque Morfotectónico Siboney: Ha sido descrito en investigaciones anteriores (Rosabal, Rodríguez y Zapata 2016b; Rosabal 2018). Se ubica al SE de la región de prueba limitado por la falla Baconao con dirección SE-NW, descrita en diversas ocasiones (Nagy *et al.* 1976; Cotilla *et al.* 1996; Pérez y García 1997; Chuy *et al.* 1997; Magaz, Díaz y Hernández 1998; Iturralde 1998; Chuy 2001; Cotilla, Franzke y Córdoba 2007; Cotilla y Córdoba 2010; Arango 2014; Rosabal 2018) y la falla Siboney (Pérez *et al.* 1994) de dirección SW-NE. En este bloque aparece al sur parte de la Sierra de la Gran Piedra, se observan cierres de isobasitas de segundo (600m) y tercer orden (600m) y pendientes mayores de 25°.

El relieve característico es de montañas subcategoría montañas pequeñas (Moreno *et al.* 2017), el máximo valor de altitud es de 702 m al W, refleja los mayores movimientos neotectónicos de ascenso (Rosabal, Rodríguez y Zapata 2016b; Rosabal 2018). Predominan las formaciones San Luis, Puerto Boniato, Grupo El Cobre, Depósitos Aluviales (Colectivo de autores 2013), gabro, gabro-dioritas, basaltos (IGP 2003). La red del drenaje es paralela y subparalela, el máximo orden es 6^{to} sobre el río Baconao. Por este bloque corren el río Baconao y su afluente El Negro.

Bloque Baconao: Limitado por la falla Baconao al norte y la falla Siboney de dirección SW-NE y límites morfométricos. Este bloque se ubica al SW de la región de prueba. Se observa un cierre de isobasitas de 2^{do} orden (450m). No se aprecia cierre de isobasitas de tercer orden. Las pendientes son

mayores de 25° y hacia el norte una pequeña área con pendientes entre 1° y 7°.

Asimismo, el relieve es de montañas subcategoría de premontañas (Moreno *et al.* 2017) y refleja movimiento neotectónicos de ascenso. Predominan las formaciones Camarones, San Luis, Puerto Boniato, El Caney, Grupo El Cobre (Colectivo de autores 2013), depósitos aluviales y gabro, gabro-dioritas (IGP 2003). La red del drenaje es paralela y subparalela. El máximo orden es 5^{to} sobre el río Baconao. Se aprecia un afluente denominado Jeringa.

Bloque Santa Ana: Se ubica al SE de la región de prueba, limitado al sur por la falla Baconao y al W por la falla Siboney de dirección SW-NE. Posee cierres de isobasitas de segundo orden (300 m, 400 m) y tres cierres de isobasitas de tercer orden (550 m) alineados con dirección SE-NW. Las pendientes hacia el sur son mayores de 25° en forma de una meseta y hacia el NE son bajos los valores de pendiente entre 1° -7°. El relieve hacia el S es de montañas pequeñas y hacia el NE es de llanuras con altitudes que oscilan entre 150 m y 200 m subcategoría de llanuras altas (Moreno *et al.* 2017).

También se aprecian movimientos neotectónicos de ascenso relativo. Predominan las formaciones Esperanza, Charco Redondo, San Luis, Puerto Boniato y Camarones (Colectivo de autores 2013), Depósitos Aluviales y Palustres (IGP 2003). Por este bloque corre el río Majagua y su afluente Juan López. La red del drenaje es de paralela a subparalela. El máximo orden es 4^{to} orden sobre el río Majagua.

Bloque Ti Arriba: Se ubica al NW de la región de prueba. Limitado al S por la falla Siboney de dirección SW-NE y al W con la falla Baconao. Posee cierres de isobasitas de segundo orden (350m) al S y (300m) al NE. Cierres de isobasitas de tercer orden (200m) al W y (150m) al centro del bloque. Las pendientes al S son mayores de 25°, al centro son bajas con valores entre 1° y 7°. Al N existen pendientes 7°-25°. El relieve al S es de montañas (premontañas con 450 m, 400 m, 300 m), al centro del bloque el relieve es de alturas (alturas medias, 150 m) (Moreno *et al.* 2017), al NE y NW es de alturas grandes (200 m a 300 m).

Se observan movimientos neotectónicos de ascenso, con valores morfométricos mínimos en comparación con el resto del área de estudio. Predominan las formaciones Mucaral, San Luis, Puerto Boniato, Charco Redondo, El Caney, Camarones y Grupo El Cobre, así como gabro, gabro-dioritas (IGP 2003). La red del drenaje es paralela a subparalela. Corre el río Belleza con sus afluentes Barrancas y Panupo.

El sector está dividido en cuatro bloques morfotectónicos (Figura 8), siendo el bloque Siboney el de mayor movimiento neotectónico de ascenso. El bloque Ti Arriba es el de mínimo valor de movimiento neotectónico de ascenso. Por

otra parte, se aprecia que las fallas Siboney y Baconao forman un nudo estructural, lo que coincide con los resultados de Pérez y otros investigadores (1994).

4. CONCLUSIONES

- El sector Retiro–Sitio Campo se compone de cuatro bloques morfotectónicos (Siboney, Baconao, Santa Ana y Ti Arriba) siendo el bloque Siboney el de mayores movimientos neotectónicos de ascenso, mientras que el bloque Ti Arriba presenta valores mínimos para este mismo tipo de movimiento. Las fallas Siboney y Baconao forman un nudo estructural.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CENAIIS por el apoyo en la realización de este trabajo que se desarrolló con el financiamiento del proyecto "Determinación y caracterización de nodos sismogénicos en la región suroriental de Cuba usando técnicas de Inteligencia Artificial", siendo parte del programa sectorial: "Desarrollo de Investigaciones Sismológicas Aplicadas (DISA)".

6. REFERENCIAS

- Arango, E. D. 2014: *Análisis sismotectónico del territorio oriental de Cuba a partir de la integración del modelo de corteza 3D de datos gravimétricos con datos sismológicos y geodésicos*. Tesis doctoral. Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada. Baja California. México. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: <http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/1568>.
- Arango, E. D. y Escobar, E. 2021: ¿Es activa la Falla Cauto-Nipe? En: Memorias de la IX Convención Internacional Cubana de Ciencias de la Tierra. Geociencias´2021. file:///C:/Users/DrC.%20ANTONIO%20SALGADO/Downloads/GEOLOG%C3%8DA.pdf
- Arora, K. and Srinu, Y. 2021: Morphometric Analysis of Koyna-Warna Region Seismicity. *J. Geol. Soc. India*, 97: 1583–1589. <https://doi.org/10.1007/s12594-021-1916-7>.
- Colectivo de autores. 2013: *Léxico Estratigráfico de Cuba*. La Habana, Cuba: Instituto de Geología y Paleontología. Servicio Geológico de Cuba. Ministerio de Energía y Minas.
- Cotilla, M. y Córdoba, D. 2015: Guantánamo, neo-estructura atípica del Caribe Norte. *Revista Investig. Geogr. Chile*, 50: 51-88. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: Núm. 50. <https://doi.org/10.5354/07195370.2015.41182>
- Cotilla, M. and Córdoba, D. 2017: Morphotectonic study of the Greater Antilles. *Geotectonics*, 51: 89–104. DOI: 10.1134/S0016852117010058

- Cotilla, M. y Córdoba, D. 2010: Study of the Cuban Fractures. *Geotectonics*, 44(2): 176-202. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0016852110020068>
- Cotilla, M.; Córdoba, D. y Álvarez, L. 2020: Norte cubana, la principal falla de interior de placa en Cuba. Madrid. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: <http://iohanis.com/~leoalvar/papers/Nortecubana.pdf>
- Cotilla, M.; Franzke, H. and Córdoba, D. 2007: Seismicity and seismic active faults of Cuba. *Russian Geology and Geophysics*, 48: 505-522. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2006.08.004>
- Cotilla, M.; Millán, G.; Álvarez, L.; González, D.; Pacheco, M. y Arteaga, F. 1996: Esquema neotectogénico de Cuba. Informe científico-técnico. Departamento de Geofísica del Interior. Archivo del Instituto de Geofísica y Astronomía, Academia de Ciencias de Cuba.
- Chuy, T. J. 2001: Macrosísmica de Cuba y su aplicación en los estimados de Peligrosidad y Microzonación Sísmica. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2001_Chuy_Macrosismica_Cuba.pdf
- Chuy, T. J. Orbera, L.; Hernandez, J. R.; Magaz, A.; Sánchez, F.; Pérez, C. y Ramírez, R. 1997: Dictamen Conclusivo. Comisión Ad-hoc para la determinación de las Zonas Sismogénicas de la región Oriental de Cuba y zonas aledañas. *Ciencia en su PC*, 2(2): 13.
- Estévez, E.; Ordaz, A. y Hernández, J. 2017: Deformaciones Nerotectónicas en el relieve fluvial de la llanura Sur de Pinar del Rio, Cuba. *Investigaciones Geográficas*, 94. DOI: [dx.doi.org/10.14350/rig.56388](https://doi.org/10.14350/rig.56388). Consulta: 18/10/2022. Disponible en: www.investigacionesgeograficas.unam.mx
- Ferrarini, F.; Arrowsmith, R.; Brozzetti, F.; de Nardis, R.; Cirillo, D. and Lavecchia, G. 2019: Seismogenic compression in southern Italy? Morphotectonic analysis to detect possible evidence of Late Quaternary tectonics along the Southern Apennine Outer Front. Poster Presentation at 2019 SCEC Annual Meeting. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: <https://www.scec.org/publication/9738>.
- GEOCUBA IC. 2006: Metodología para la creación del modelo digital del terreno. Met 30-03. Agencia Geomática. UCT.
- Instituto de Geología y Paleontología (IGP). 2003: Mapa Geológico Digital de la República de Cuba a escala 1:100000. La Habana: Instituto de Geología y Paleontología.
- Iturralde, M. 1998: Sinopsis de la Constitución Geológica de Cuba. *Acta geológica hispánica*, 33(1): 9-56. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: <https://raco.cat/index.php/ActaGeologica/article/view/75545>

- Magaz, A.; Díaz, J. y Hernández, J. 1998: Elementos geomorfológicos básicos para el análisis y determinación de zonas de fallamiento activo en las condiciones de Cuba. *Investigaciones Geográficas*, 35: 9–83. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46111998000100001&lng=es&nrm=iso
- Marra, F.; Fepoli, A.; Gioia, D.; Schiattarella, M.; Tertulliani, A.; Bini, M.; De Luca, G. and Luppichini, M. 2022: A morphotectonic approach to the study of earthquakes in Rome. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 22: 2445–2457. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-2445-2022>
- Moreno, Y.; Labrada, A.; Rodríguez, A. y Figueroa, Y. 2017: Metodología para la confección del mapa geomorfológico de la república de Cuba a escala 1:100 000. Guía para su elaboración (Geocuba, ISMM, IGP).
- Moreno, Y.; Ricardo, A. y Figueroa, Y. 2018: Cartografía del mapa geomorfológico de la República de Cuba a Escala 1:100 000. En: X Congreso Internacional de Geomática 2018. Disponible en: <http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2018-Geomorfologia%20mapa.pdf>
- Nagy, E.; Brezsnianszky, K.; Brito, A.; Coutin, D.; Formell, F.; Franco, G. y Radocz, G. 1976: Texto explicativo del mapa geológico de la provincia de Oriente a escala 1:250 000, levantado y confeccionado por la Brigada Cubana – Húngara entre 1972–1976. La Habana: Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Geología y Paleontología.
- Onorato, M. R.; Perucca, L. P.; Coronato, A.; Prezzi, C.; Blanc, P. A.; López, R. and Magneres, I. 2021: Morphotectonic characterization along the eastern portion of the main trace of Magallanes-Fagnano Fault System in Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 112: 103550. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103550>.
- Palau, R.; Porras, J. L.; Chuy, T. J.; Salgado, A. y Rosabal, S.Y. 2019: Estimación cartográfica de las intensidades de terremotos ocurridos en la región suroriental de Cuba. *Mapping*, 28(195): 34-43. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: <https://ojs.revistamapping.com/MAPPING/article/view/206>
- Pérez, C.; García, D.; Cañete, C. y Sánchez, F. 1994: Tectónica de la Sierra Maestra y áreas adyacentes. Informe final del resultado 555. Problema de ciencias naturales: estudio geológico integral de la Sierra Maestra. Instituto de Geología y Paleontología.
- Pérez, C. y García, D. 1997: Tectónica de la Sierra Maestra (Sureste de Cuba). En: G. Furrázola-Bermúdez y K. Núñez, (eds.). *Estudios sobre Geología de Cuba*. Ciudad de La Habana: Centro Nacional de Información Geológica. IGP.

- Rosabal, S. Y. 2018: *Evaluación de peligros de deslizamientos y licuefacción de suelos, inducidos por la actividad sísmica, en Cuba suroriental*. Tesis doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. Antonio Núñez Jiménez. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: <http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/3856>
- Rosabal, S. Y. y Oliva, R. 2018: Susceptibilidad por deslizamientos en el sector Baracoa-Cajobabo, provincia Guantánamo, Cuba. *Revista GEOS*, 38(2). Consulta: 18/10/2022. Disponible en: <https://geos.cicese.mx/index.php/geos/article/view/27>
- Rosabal, S. Y.; Rodríguez, A. y Zapata, J. 2016a: Esquematación morfoestructónica del sector Guamá, Santiago de Cuba. *Minería y Geología*, 32(3): 32-46. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: [http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art3_No3_2016/722\(pdf\)](http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art3_No3_2016/722(pdf))
- Rosabal, S. Y.; Rodríguez, A. y Zapata, J. 2016b: Evaluación morfoestructónica del sector Verraco-Punta Barlovento, Guantánamo, Cuba. *Minería y Geología*, 32(4): 77-90. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: [http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art6_No4_2016/738\(pdf\)](http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art6_No4_2016/738(pdf))
- Salazar, G. 2019: *Análisis de las características morfoestructurales de la falla Mar Verde-El Cristo, en la cuenca Santiago de Cuba*. Tesis de maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico. Dr. Antonio Núñez Jiménez. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: <https://www.cenais.cu/productos/publicaciones/TESIS/MAESTRIAS/TESIS%20MAESTR%C3%8DA-Gabriel%20Salazar.pdf>
- Urrutia, A. 2017: Caracterización morfoestructural del sector Mucaral, sureste de Mayarí. *Ciencia & Futuro*, 7(4): 18-36. ISSN 2306-823X. Consulta: 18/10/2022. Disponible en: https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revista_estudiantil/article/view/1476

Información adicional

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

SYRD: Selección del área de estudio, aplicación de los métodos morfométricos, obtención del esquema morfoestructónico, interpretación de datos, caracterización geológica, redacción y revisión. ASC: Selección del área de estudio, procesamiento e interpretación de los datos sísmológicos, redacción y revisión. RPC: Procesamiento de los datos sísmológicos. MLA: Adquisición y procesamiento de los datos sísmológicos.

ORCIDs

SYRD, <https://orcid.org/0000-0002-1233-1101>

ASC, <https://orcid.org/0000-0003-3214-7587>

RPC, <https://orcid.org/0000-0003-3864-2159>

MLA, <https://orcid.org/0000-0002-6745-7510>

Recibido:05/03/23

Aceptado: 21/06/23