

# Modelo geodinámico de la colisión arco-continente y de la inversión en la polaridad de subducción para el segmento de La Española de la Placa de Caribe septentrional

## *Geodynamic model of arc-continent collision and subduction polarity reversal for the Hispaniola segment of the northern Caribbean Plate*

J. Escuder-Viruete<sup>1</sup>, F.J. Fernández<sup>2</sup>, F. Pérez Valera<sup>3</sup>, M. Castillo-Carrión<sup>1</sup>,  
P. Valverde-Vaquero<sup>1</sup>, Y. Pérez<sup>4</sup>, M.B. Roque<sup>5</sup>

- 1 Instituto Geológico y Minero España, CSIC, C. La Calera 1, 28760 Tres Cantos, Madrid. j.escuder@igme.es
- 2 Departamento de Geología, Universidad de Oviedo. C. Jesús Arias de Velasco, 33005 Oviedo, Asturias. fjfernandez@uniovi.es
- 3 Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante. 03080 Sant Vicent de Raspeig, Alicante. fperez@ua.es
- 4 Servicio Geológico Nacional, Av. Winston Churchill 75, 3er, Santo Domingo, República Dominicana. yperez@sgn.gob.do
- 5 Investigadora Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología, Santo Domingo, República Dominicana. mariaroqueq31@gmail.com

**Resumen:** La Isla de La Española (República Dominicana y Haití) está localizada en el margen septentrional de la Placa de Caribe. Su geología es principalmente resultado de la subducción Cretácica dirigida al SO y la colisión oblicua Eocena del arco intra-oceánico Caribeño con el margen continental meridional de Norteamérica. La modelización geodinámica de estos procesos mediante el programa *GPlates* en plataforma SIG nos ha permitido reconstruir como la colisión arco-continente condujo al bloqueo de la zona de sutura en el sector septentrional de la isla y la transferencia de la deformación a la región de tras-arco meridional. El modelo también explica la inversión de la polaridad de subducción y el inicio de la subducción dirigida al NE. Además, la modelización muestra como la acreción Miocena del plateau oceánico Caribeño originó un cambio a un régimen tectónico de desgarre a escala cortical y el escape hacia el este de la Placa de Caribe.

**Palabras clave:** Placa de Caribe, colisión arco-continente, subducción, modelización geodinámica.

**Abstract:** *The Hispaniola Island (Dominican Republic and Haiti) is situated on the northern edge of the Caribbean Plate. Its geology resulted mainly of SW-directed Cretaceous subduction and the Eocene oblique collision of the intra-oceanic Caribbean island-arc with the southern continental margin of North America. Using the GPlates program on a GIS platform, geodynamic modeling of these processes allows us to reconstruct how the arc-continent collision produced the blockage of the suture zone in the northern sector of the island and the transfer of the deformation to the southern back-arc region. It also explains the reversal of subduction polarity and the initiation of NE-directed subduction. Furthermore, the modeling shows how the Miocene accretion of the Caribbean oceanic plateau caused a change to a crustal-scale strike-slip tectonic regime, leading to the eastward escape of the Caribbean Plate.*

**Key words:** *Caribbean Plate, arc-continent collision, subduction, geodynamic modeling.*

## Introducción

Localizada en el margen septentrional de la Placa de Caribe, la geología de la Isla de La Española (República Dominicana y Haití) es principalmente resultado de la subducción dirigida al SO durante el Cretácico y la colisión oblicua en el Eoceno del arco intra-oceánico Caribeño con el margen continental meridional de Norteamérica (Pérez-Estaún et al., 2007; Escuder-Viruete et al., 2013). En el presente trabajo se presenta la modelización geodinámica de estos procesos. Los resultados permiten: (1) reconstruir las trayectorias de las unidades geodinámicas diferenciadas en la Española a lo largo del tiempo; (2) determinar los cambios de velocidad y de dirección experimentados en cada unidad y su causa geodinámica; y (3) establecer la historia geológica de acreción y colisión de la Isla.

## Metodología

El movimiento relativo entre las placas de Caribe y Norteamericana puede ser reconstruido mediante el software de modelización geodinámica *GPlates* V2.3 ([www.gplates.org](http://www.gplates.org)). La metodología consiste en distinguir unidades geodinámicas limitadas por zonas de falla o contactos crípticos, entendiendo a cada unidad como un fragmento oceánico/continental geodinámicamente coherente que ha seguido una evolución propia en el espacio y en el tiempo, y aplicar restricciones geológicas a su movimiento. La modelización ha permitido reconstruir las trayectorias y velocidades de tres puntos localizados en cada unidad geodinámica de La Española a medida que se desplazaban con la Placa de Caribe: la Cordillera Central (arco isla Caribeño Cretácico), la Cuenca de Azua (microplaca Gonâve) y la Sierra Bahoruco (plateau oceánico Caribeño).

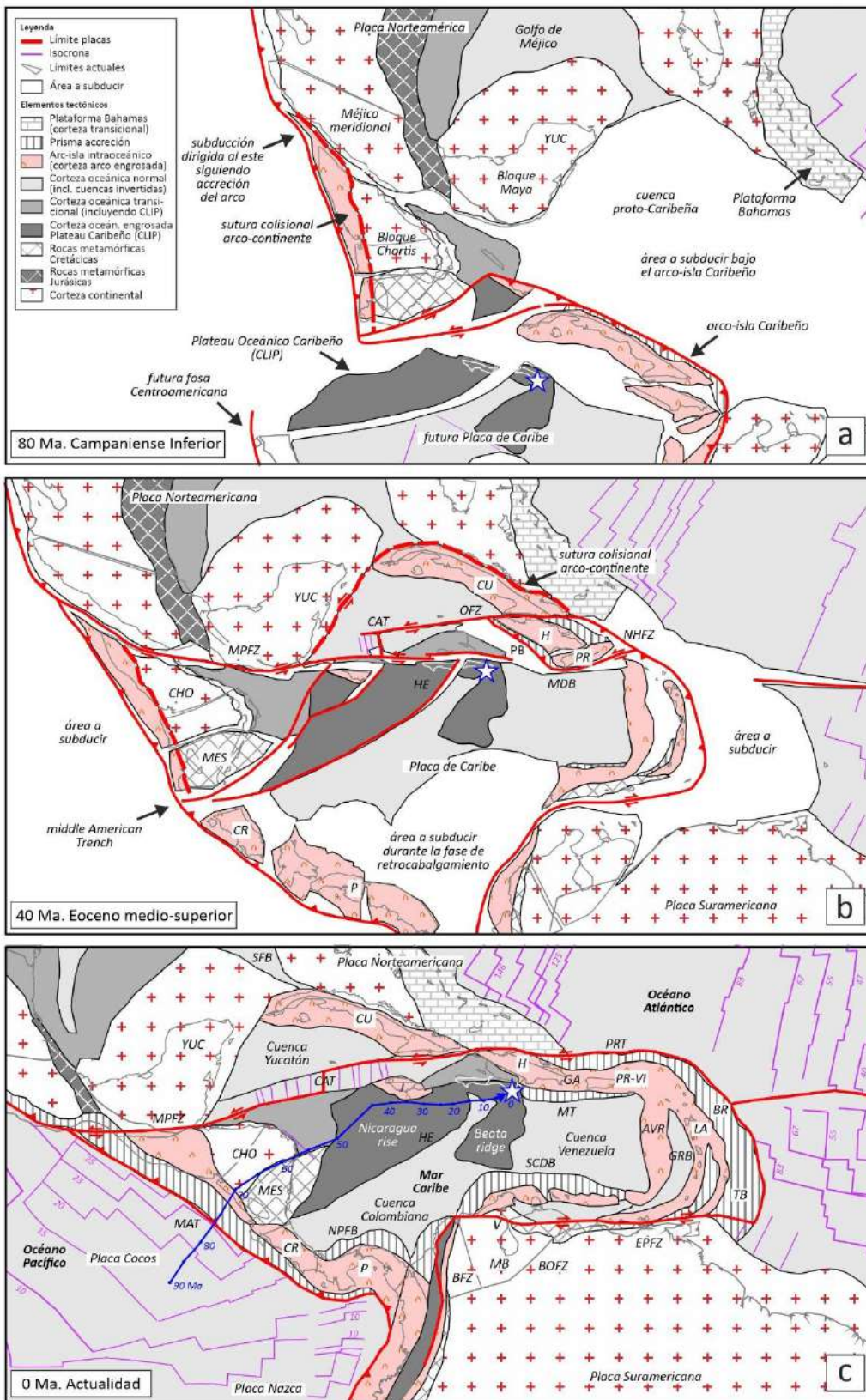


FIGURA 1. Reconstrucciones geodinámicas realizadas con Gplates 2.3.0 para la evolución de la Placa de Caribe. La naturaleza de las diferentes unidades geodinámicas está expresada en la leyenda. (a) Reconstrucción a 80 Ma mostrando la amplia área de corteza oceánica proto-Caribeña que será subducida por el movimiento hacia el NE del arco-isla Caribeño. (b) Reconstrucción a 40 Ma mostrando la colisión arco-continente. (c) Situación actual mostrando la colisión de la Cresta de Beata en el sector meridional central de La Española. La línea azul representa la trayectoria de un punto (estrella azul) de la Placa de Caribe en la Sierra de Bahoruco desde los 80 Ma. AVR, Cresta de Aves; BR, Prisma de Barbados; BE, Escarpe de Beata; BOFZ, zona falla de Boconó; BOFZ, zona falla de Bowin; BFZ, zona falla de Bucaramanga; CAT, Fosa de Cayman; CGFZ, zona falla de Cerro Golden; CR, Costa Rica; CU, Cuba; EPFZ, zona falla del Pilar; EPGFZ, zona falla de Enriquillo-Platain Garden; GRB, cuenca Granada; H; La Española (República Dominicana y Haití); HP, plateau de Haití; HE, Escarpe de Hess; HB, cuenca de Hispaniola; LA, Antillas Menores; MB, cuenca Maracaibo; MES, terrenos de Mesquito; MAT, Fosa de Centroamérica; MC, Cañón de la Mona; MP, Pasaje de la Mona; MDB, cinturón deformado de Los Muertos; MT, Fosa de Los Muertos; MPFZ, zona falla de Motaguá Polochic; NHDB, cinturón deformado septentrional de La Española; NHFZ, zona falla Septentrional; OFZ, zona falla de Oriente; P, Panamá; PB, cinturón de Peralta; PR, Puerto Rico; PRT, Fosa de Puerto Rico; SFZ, zona falla Septentrional; SCDB, cinturón deformado meridional Caribeño; VDB, cinturón deformado de Venezuela; VI, Islas Vírgenes.



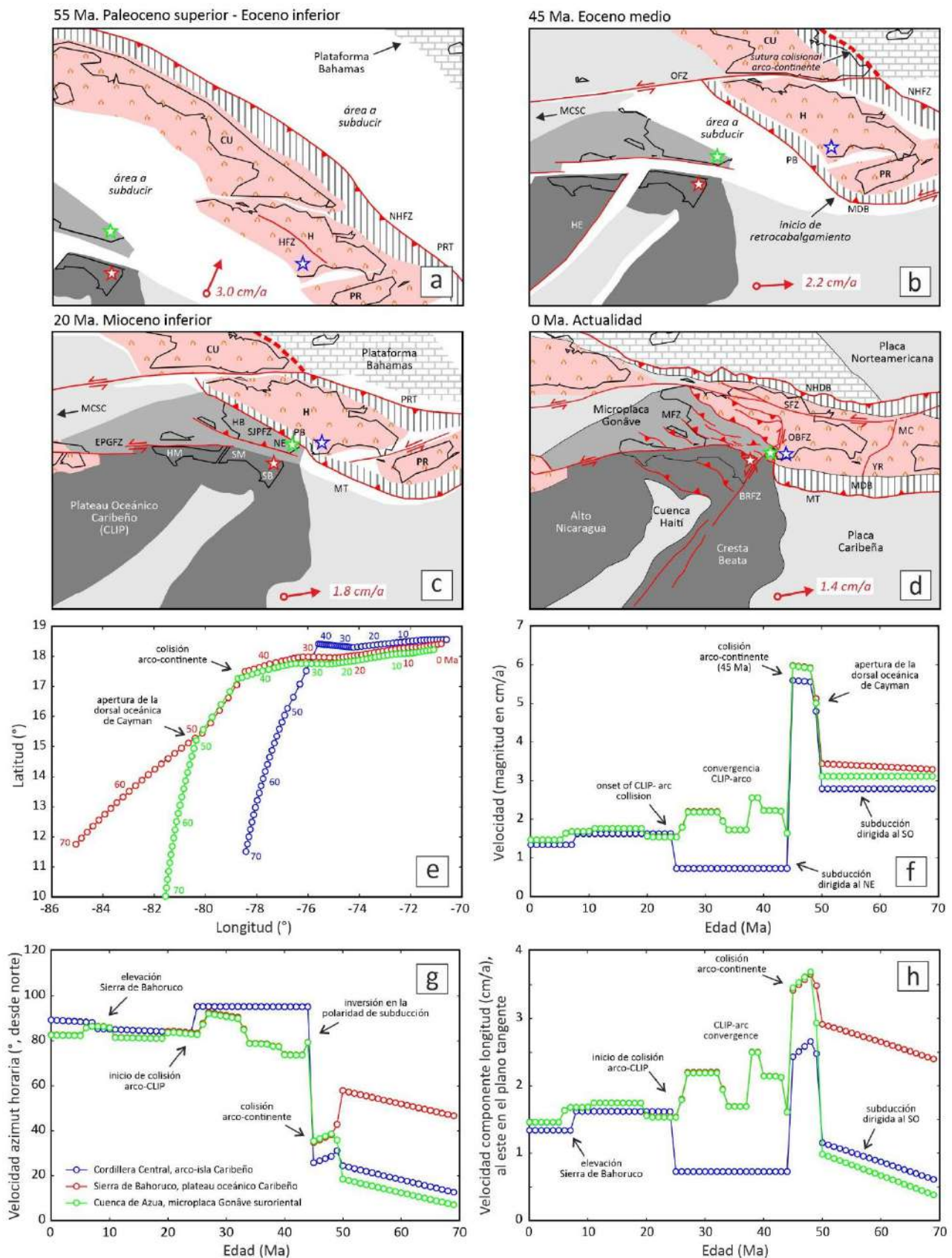


FIGURA 2. Detalle de las reconstrucciones geodinámicas realizadas para la colisión arco-continente y arco-plateau oceánico en los márgenes septentrional y meridional de La Española, respectivamente. La leyenda es como en la Fig. 1. (a) Reconstrucción a 55 Ma indicando las zonas de corteza oceánica que serán subducidas bajo el arco Caribeño y en el tras-arco. (b) Reconstrucción a 45 Ma mostrando la colisión arco-continente, el traslado del acortamiento al tras-arco y el inicio del retrocabalgamiento en el prisma de Peralta-Los Muertos. (c) Reconstrucción a 20 Ma mostrando la colisión oblicua del CLIP de corteza transicional con Peralta. (d) Reconstrucción actual mostrando la acreción del CLIP de corteza engrosada e indentación de la Cresta de Beata en el margen meridional de La Española. (e, f, g y h) La modelización permite reconstruir la historia seguida por puntos de cada unidad geodinámica en términos de posición, velocidad y dirección. Las reconstrucciones de GPlates muestran que la dirección y tasa de movimiento de la Placa de Caribe cambia en el Eoceno inferior (50 Ma), Eoceno medio (45 Ma), Oligoceno más alto-Mioceno inferior (25 Ma) y Mioceno superior (7 Ma), en relación a la apertura de la cuenca de Cayman, la colisión arco-continente, el inicio de la colisión arco-CLIP (o colisión Gonáve-arco) y la acreción del suroeste de La Española, respectivamente. SFZ, zona falla Septentrional; YR, Cresta de Yuna.

## Resultados

La reconstrucción geodinámica obtenida permite distinguir cuatro estadios evolutivos (Figs. 1, 2). En el Campaniense inferior (80 Ma), el arco-isla Caribeño se movía hacia el NE a una velocidad de 4-5 cm/a. En este tiempo, la Placa de Caribe ha pasado sobre el punto caliente de Galápagos, dando lugar a un periodo de volcanismo submarino de plateau oceánico, que se inició a los 139 Ma y fue extensivo a 88 Ma, edificando la *Caribbean Large Igneous Province* (CLIP; Fig. 1a). En una zona de subducción inclinada al SO, el arco intra-oceánico consumía la corteza oceánica proto-Caribeña situada en el actual sector central del Caribe y colisionaba oblicuamente con el bloque Maya del margen meridional de Norte-américa.

Durante el Paleoceno superior- Eoceno inferior (55 Ma; Fig. 2a), el arco se desplazaba hacia el NNE a una velocidad de 3 cm/a respecto a Bahamas, a la vez que seguía consumiendo el proto-Caribe. Los vestigios de esta subducción son ofiolitas compuestas por litosfera oceánica, mélanges de matriz serpentinitica con bloques máficos de signatura MORB y unidades con metamorfismo de alta-P preservadas en el prisma de acreción desarrollado en el sector frontal del arco (Escuder-Virue et al., 2013). Las rocas volcánicas y plutónicas de edad Aptiense-Eoceno inferior presentes en La Española registran el magmatismo de arco en la Placa de Caribe superior. Localizado en la trasera del arco, el CLIP también avanzó en la dirección NNE (Fig. 2g). Con el cese del magmatismo de pluma mantélica comenzó la sedimentación de una potente secuencia de calizas de plataforma Terciarias, bien preservada en las Sierras de Bahoruco y Neiba. A los 50 Ma, la apertura oceánica de Cayman produjo un cambio hacia el NE en la dirección de convergencia de la Placa de Caribe y la velocidad de convergencia aumento a 5,5-6,0 cm/a (Fig. 2f, g).

A lo largo del Eoceno medio (45 Ma), el avance del arco culminó con su colisión con Norteamérica (Figs. 1b, 2b). En el norte de La Española, la colisión arco-continente causó la extinción del volcanismo, el emplazamiento de ofiolitas zona de supra-subducción y el desarrollo de cabalgamientos dirigidos al NE (Pérez-Estaún et al., 2007; Escuder-Virue et al., 2013). El bloqueo de la zona de subducción con la entrada de corteza continental originó la transferencia de la convergencia a la región de tras-arco meridional, la inversión de la polaridad de subducción y la deformación por retrocabalgamientos en el prisma de acreción resultante de Peralta-Los Muertos (Hernáiz-Huerta y Pérez-Estaún, 2002; Escuder-Virue et al., 2023). La nueva zona de subducción dirigida al NE separó la cuenca de Venezuela de la corteza del arco de la Cordillera Central. La colisión produjo un brusco cambio hacia el E en la dirección de convergencia (Fig. 2e, g), y su velocidad disminuyó a 0,8 cm/a en la Cordillera Central y entre 1,7 y 2,5 cm/a en el CLIP de la Sierra de Bahoruco y la cuenca de Azua (Fig. 2. f, h). La convergencia posterior entre el arco y el CLIP fue acomodada en la Fosa de Los Muertos y en el prisma de

acreción suprayacente de Peralta entre el Eoceno medio y el Oligoceno superior (entre 44 y 25 Ma).

Desde el Mioceno inferior (20 Ma), el movimiento al ENE del CLIP de corteza transicional originó su colisión/acreción oblicua con el Cinturón de Peralta y la formación del cinturón de pliegues y cabalgamientos dirigidos al SW de Haití-Neiba y las cuencas de San Juan-Azua en el antepaís (Fig. 1c). Esta colisión giró el vector de convergencia ligeramente hacia el E, siendo de magnitud similar (1,7 cm/a) para la Cordillera Central, la Sierra de Bahoruco y la cuenca de Azua (Fig. 2f, h). La acreción del CLIP al arco originó el cambio a un régimen tectónico de desgarres a escala cortical y el escape hacia el E de la Placa de Caribe. Todavía activo en el norte de La Española, este régimen ha dado lugar a una tectónica transpresiva, la fragmentación de la zona de colisión y el escape lateral de los bloques tectónicos resultantes.

Durante el Plioceno y hasta la actualidad (7 a 0 Ma), la convergencia dio lugar a la colisión del CLIP de corteza engrosada, causando el levantamiento y plegamiento del Massif de la Serre-Sierra de Bahoruco y la individualización de la cuenca de Enriquillo-Cul de Sac (Figs. 1c, 2d). Durante este periodo, la tasa de convergencia descendió a 1,3-1,4 cm/a. La indentación de la Cresta de Beata produjo el retroceso del prisma de Los Muertos y la rotación horaria de los pliegues y cabalgamientos del Cinturón de Peralta en la Bahía de Ocoa. Parte del acortamiento inducido por la Cresta de Beata es acomodado por las fallas activas de Beata y Ocoa-Bonao-La Guacara (Escuder-Virue et al., 2023).

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por el Proyecto PID2019-105625RB-C22 del MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

## REFERENCIAS

- Escuder-Virue, J., Valverde-Vaquero, P., Rojas-Agramonte, Y., Gabites, J. y Pérez-Estaún, A. (2013): From intra-oceanic subduction to arc accretion and arc-continent collision: Insights from the structural evolution of the Río San Juan metamorphic complex, northern Hispaniola. *Journal of Structural Geology*, 46, 34-56.
- Escuder-Virue, J., Fernández, F.J., Pérez Valera, F. y Medialdea, A. (2023): Present-day accommodation of Caribbean-North American oblique plate convergence through the Ocoa-Bonao-La Guacara fault zone, southern central Hispaniola. *Tectonics*, 42, e2022TC007618.
- Hernáiz-Huerta, P.P. y Pérez-Estaún, A. (2002): Estructura del cinturón de pliegues y cabalgamientos de Peralta, República Dominicana. *Acta Geológica Hispánica*, 37, 183-205.
- Pérez-Estaún, A., Hernáiz-Huerta, P.P., Lopera, E., Joubert, M. y grupo SYSMIN (2007): Geología de la República Dominicana: De la construcción de arco-isla a la colisión arco-continente. *Boletín Geológico y Minero*, 118, 157-174.