

Distribución espacial de huracanolitos en las costas de Cuba

Spatial distribution of coastal boulders in Cuba

Felipe Matos-Pupo^{1*}, Alder León-Brito², Ricardo Seco-Hernández³,
Matthew Charles Peros⁴.

¹Centro Meteorológico Provincial de Ciego de Ávila, Cuba.

²Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, Cuba.

³Universidad de La Habana, Cuba.

⁴Bishop's University, Canada.

*Autor para la correspondencia: fmatospupo@gmail.com

Resumen

Los bloques transportados o movidos por la energía de grandes olas han sido objeto de investigaciones en diferentes zonas geográficas del planeta, incluidas algunas áreas del Caribe. En Cuba, otros autores han identificado sectores costeros con la presencia de estas acumulaciones; no obstante, un proyecto insertado en el Programa Nacional "Caracterización Integral de la Geología de Cuba", permitió realizar una actualización de estos depósitos en zonas costeras. El principal objetivo de este trabajo consistió en elaborar un nuevo mapa nacional con la distribución espacial de los huracanolitos. La importancia de este resultado radica en la conexión con los eventos de oleaje extremo que han impactado en la costa cubana, tanto en el pasado como en el presente, tema que, al mismo tiempo, tiene estrecha relación con la Tarea Vida, especialmente con la Prevención de Riesgos de Desastres en el litoral costero de Cuba.

Palabras clave: huracanolitos; prevención de riesgos; costa cubana; oleaje extremo; Tarea Vida en Cuba

Abstract

Blocks transported or moved by the energy of large waves have been the subject of research in different geographical areas of the planet, including some areas of the Caribbean. In Cuba, other authors have identified coastal sectors with the presence of these accumulations; however, a project included in the National Program "Integral Characterization of the Geology of Cuba" allowed for an update of these deposits in coastal areas. This work is

aim to develop a new national map with the spatial distribution of coastal boulders. The importance of this result lies in the connection with the extreme wave events that have affected the shores of the Cuban island, both in the past and in the present, a topic that, at the same time, is closely related to Life Task program, especially with the Prevention of Disaster Risks on the coastal zones of Cuba.

Keywords: boulders; risk prevention; Cuban coast; extreme waves; Task Life in Cuba

1. INTRODUCCIÓN

El primer trabajo realizado en Cuba sobre la acumulación de los huracanolitos en la costa cubana fue desarrollado por Núñez-Jiménez (1959), considerado entonces uno de los pioneros en esta temática para el Caribe. Este autor utilizó el término "huracanolitos" para identificar los bloques depositados en la costa, teniendo en cuenta los huracanes como la principal causa. Este término es aplicado solamente en Cuba; aunque también es usado el término bloque. De forma general, en el trabajo serán utilizados indistintamente los calificativos: huracanolitos, *boulders* o bloques. *Boulders* es el término más usado en la literatura internacional.

La acumulación de *boulders* en las costas ha sido tratada en varias zonas geográficas, considerando los eventos de oleaje extremo como causas de la generación de estas (Scheffers, Scheffers y Kelletat 2005; Scheffers y Kelletat 2006; Goto *et al.* 2007; Goto, Okada y Imamura 2009). La mayoría de estas investigaciones han estado centradas en el análisis de los nexos de las acumulaciones con los tsunamis (Scheffers y Kelletat 2003; Goto, Kawana Imamura 2010); aunque también se han relacionado con los huracanes (Scheffers y Scheffers 2006; Goto *et al.* 2011; May *et al.* 2015; Engel *et al.* 2016), mientras que otros trabajos han abordado ambos fenómenos (Scheffers 2005; Goto *et al.* 2010).

Este tipo de investigación también ha sido desarrollada en el Caribe. Según Aguirre, Matos y Sánchez (2021), la zona costera más estudiada en el área caribeña corresponde a Isla Bonaire, Antillas Holandesas. En Cuba también han sido estudiados diferentes espacios geográficos, tratando igualmente los huracanes y los tsunamis como causas de estos procesos físicos en zonas costeras.

No obstante, existe mayor incertidumbre sobre la causa del movimiento de estos bloques en el litoral costero cubano, debido a las dimensiones significativas en algunos casos y, por otra parte, a los vacíos de conocimiento que se tiene sobre el comportamiento general del paleoclima cubano, principalmente los paleohuracanes, con desconocimiento también sobre los paleotsunamis. A pesar de que se ha incursionado en el estudio de los

huracanes del pasado cubano (Peros *et al.* 2015), aún son insuficientes estas investigaciones, e incluso han tratado mayormente otras técnicas de proxy data.

Estos temas están muy relacionados con los cambios que actualmente experimenta el clima mundial, incluidas las variaciones manifiestas en el comportamiento de la frecuencia e intensidad de determinados eventos meteorológicos extremos, aspectos que tienen nexos con los niveles de vulnerabilidad y los riesgos en zonas costeras. Cuba también se encuentra afectada por estos cambios, más acentuadas sus incidencias por su condición de archipiélago.

Las islas tienen características que las hacen especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, como el incremento del nivel del mar y el aumento de frecuencia e intensidad de eventos extremos (IPCC 2014). Es por ello que se han llevado a cabo investigaciones que abordan la temática sobre riesgos y clima (Planos, Vega y Guevara 2013; Sánchez, Peralta y Matos 2019).

El objetivo fundamental de la investigación fue elaborar un nuevo mapa de distribución de los huracanolitos en la costa cubana, siendo básico el análisis de los resultados de otros autores sobre el tema, para lograr una actualización del comportamiento espacial de estas acumulaciones en Cuba y comparar con resultados anteriores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue dividida en dos etapas. En la primera, se consultaron los trabajos que trataron el comportamiento de las acumulaciones de huracanolitos, ya fuera de forma general (en ambas costas -norte y sur- de Cuba) o en sectores costeros específicos. En una segunda fase se desarrollaron trabajos de campo, con dos finalidades: rectificar los resultados obtenidos por otros autores e incorporar nuevos sectores con la presencia de *boulders*. La investigación fue realizada en ambas costas (Figura 1).



Figura 1. Área de estudio.

La República de Cuba es un archipiélago constituido por la isla mayor de las Antillas (Cuba), la Isla de la Juventud y más de 1 600 cayos, islotes e islas. Cuba está ubicada en el mar Caribe, al oeste del Atlántico Norte. Al norte se encuentra el estrecho de la Florida y el canal viejo de Bahamas; al este, el Paso de los Vientos; al sur, el estrecho de Colón y el mar Caribe; al oeste, el canal de Yucatán. La superficie de Cuba es de 110 922 km², incluyendo las aguas territoriales y los restantes cayos e islotes. La isla de Cuba e Isla de la Juventud son las de mayor extensión superficial, la primera con 105 007 km², la segunda con 2 200 km² (Furrazola y Núñez 1997).

La isla de Cuba (la mayor del archipiélago) se extiende desde el Cabo de San Antonio (Pinar del Río) hasta Punta de Quemado (Guantánamo), con una longitud de 1250 km; además, las porciones más estrecha y más ancha se localizan en el occidente y zona oriental de Cuba, con valores respectivos de 31 km y 191 km. Cuba cuenta con 5 746 km de costa y 28,5 km de fronteras en la base naval de EUA, en la bahía de Guantánamo. Del total de línea de costa, la longitud que corresponde a la costa norte es de 3 209 km, mientras que la costa sur tiene una longitud de 2 537 km (Planos, Vega y Guevara 2013).

2.1. Consideración de los principales antecedentes de la investigación

Dos resultados científicos (Iturralde-Vinent 2017; Magaz y Portela 2017) constituyen los principales antecedentes que tratan los huracanitos en Cuba desde el punto de vista espacial. Rodríguez y Acosta (2017) también consideran los sectores costeros con bloques; aunque sin obtener el mapa con la distribución espacial de estas acumulaciones. Estos autores hacen referencia a los resultados obtenidos por Núñez-Jiménez (1982). Se tuvieron en cuenta estos cuatro resultados para establecer comparación con los derivados del presente trabajo.

2.2. Trabajos de campo. Métodos aplicados

Se desarrollaron 15 trabajos de campo entre 2017 y 2020, realizando mediciones y observaciones directas en los sitios de estudio, siendo esta la principal vía aplicada para identificar/rectificar sectores costeros con presencia de bloques. Estas expediciones se realizaron con financiamiento de un proyecto sobre Paleotempestología (Código: P104LH001-049).

Previamente al 2017 se realizaron tres expediciones científicas (para un total de 18 trabajos de campo, Tabla 1), dos en el archipiélago Jardines de la Reina – AJR (Ciego de Ávila) y una en Guantánamo.

Tabla 1. Expediciones científicas realizadas para el estudio de huracanolitos en Cuba

Año	Mes	Sitio de estudio
2016	Abril	Jardines de la Reina
2016	Octubre	Jardines de la Reina
2016	Diciembre	Guantánamo
2017	Abril	Cayos al Norte de Camagüey
2017	Agosto	Jardines de la Reina
2017	Octubre	Cayos Guillermo, Coco y Paredón Grande
2018	Junio	Guantánamo
2018	Agosto/25 a Septiembre/03	Jardines de la Reina
2018	Septiembre	Pinar del Rio
2018	Noviembre	Matanzas (ambas costas)
2018	Diciembre	Tunas - Península El Ramón (Antillas)
2019	Junio	Cayos de Villa Clara y Santi Spíritus
2019	Julio/08-13	La Habana
2019	Julio/16-24	Artemisa y Mayabeque (costa norte)
2019	Agosto	Cayo Paredón Pelado
2020	Enero	Guantánamo
2020	Marzo	Granma-Santiago de Cuba
2020	Octubre/17-19	Isla de la Juventud

Para los sitios que no pudieron visitarse se aplicaron otros métodos para evaluar estas acumulaciones: el uso de informaciones suministradas por especialistas ambientales y la aplicación de técnicas de teledetección. En este segundo caso, los resultados fueron validados a través de resultados de sitios visitados. Además, se realizaron vuelos de drones en dos sitios: AJR (abril/2016) e Isla de la Juventud (octubre/2020).

Tres sitios fueron evaluados por medio de la información suministrada por especialistas ambientales de los respectivos territorios: Sur de Cienfuegos y Sancti Spíritus, cayería norte de Matanzas, y zona costera de Holguín, esta última extendida entre la Bahía de Nipe y límites políticos entre las provincias Holguín y Guantánamo.

La teledetección fue aplicada en cuatro sitios: costa sur de Artemisa y Mayabeque, península de Zapata (Matanzas), costa sur de Camagüey y el área correspondiente a la Base Naval de Guantánamo.

El software Q-GIS (versión 3.16, Hannover) fue la principal técnica aplicada para el análisis por teledetección, elaborar los mapas correspondientes y medir la longitud de cada subsector de costa con huracanólitos.

3. RESULTADOS

Se actualizó la distribución espacial de los huracanólitos en Cuba. Los sectores costeros fueron definidos considerando solamente la similitud de las características de las acumulaciones, según las dimensiones y densidad de los bloques. De esta manera, fueron identificados cinco y cuatro sectores en las costas norte y sur, respectivamente.

Al mismo tiempo, cada sector fue dividido en subsectores costeros (más de veinte en ambas costas), definiéndose los límites geográficos de estos (Figura 2), así como las provincias donde se localiza cada subsector, tanto para la costa norte como para la costa sur. Una vez mostrados los subsectores en el nuevo mapa de distribución espacial de los *boulders* (Figura 2), se realizó un compendio de los sectores costeros, identificando los extremos oeste y este de cada sector, así como las provincias de ubicación y las longitudes de líneas de costa con bloques (Tabla 2).

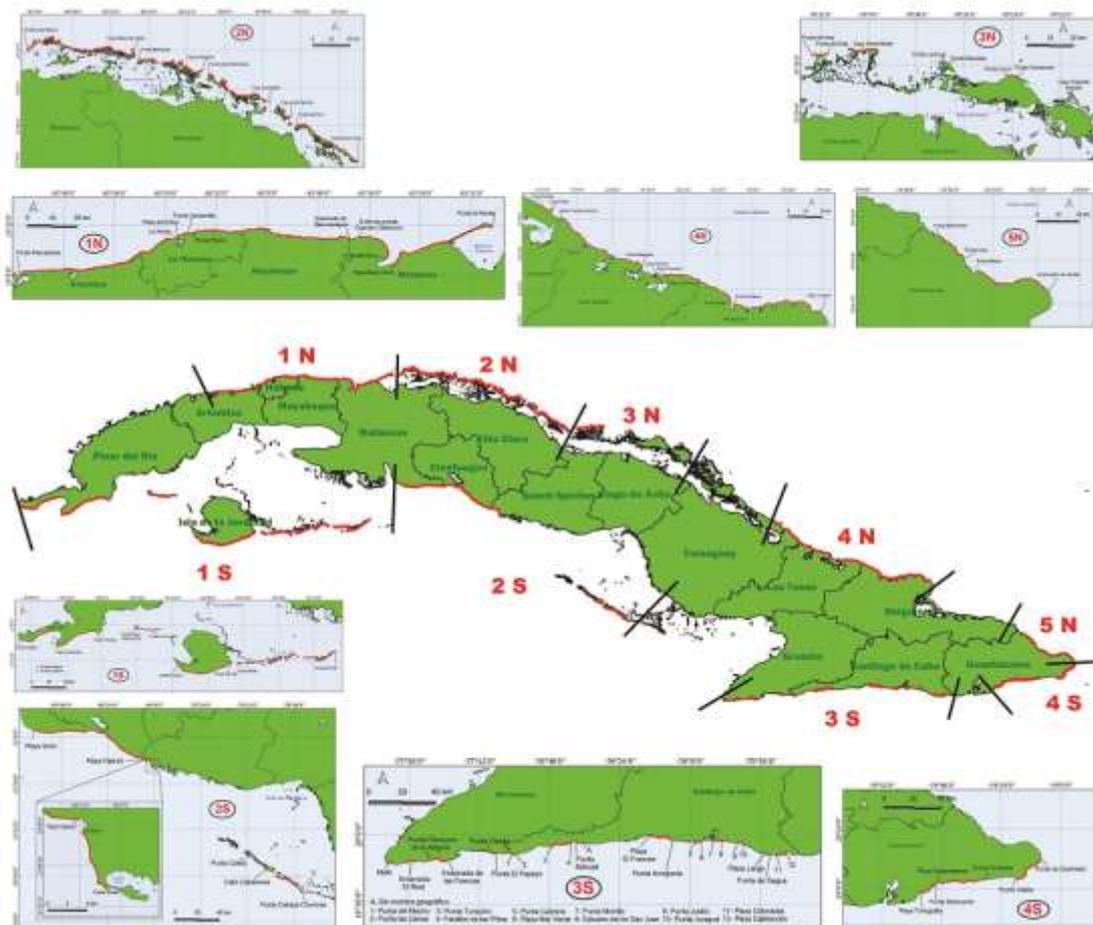


Figura 2. Distribución espacial (por sectores y subsectores costeros) de los huracanólitos en Cuba.

Tabla 2. Sectores costeros con huracanolitos en ambas costas (norte y sur) de Cuba

Sector	Desde	Hasta	Prov.	Long. (km)
COSTA NORTE				
1N	Punta Pescadores	Punta de Morlas	A- MTZ	206,6
2N	Punta Cayo Blanco	Cayo Boca China	MTZ-VC	205,4
3N	Punta del Asta	Cayo Paredón Grande	VC-CA	30,5
4N	Punta Central	Cabo Lucrecia	CA-H	162,1
5N	Punta Barlovento	Ensenada Los Azules	G	63,7
COSTA SUR				
1S	Punta Caleta	Punta del Este	PR-IJ	308,2
2S	Playa Girón	Punta Cabeza Churrosa	MTZ-CA	171,6
3S	Mafo	Playa Caletoncito	GR-SCU	86,3
4S	Playa Tortuguilla	Punta de Quemado	G	74,1

Leyenda: Prov.: Provincia; Long.: Longitud de línea de costa con huracanolitos, expresada en kilómetros; A: Artemisa; MTZ: Matanzas; VC: Villa Clara; CA: Camagüey; H: Holguín; G: Guantánamo; PR: Pinar del Río; IJ: Isla de la Juventud; GR: Granma; SCU: Santiago de Cuba.

4. DISCUSIÓN

4.1. Huracanolitos en sectores costeros. Resultados generales

El nuevo mapa de distribución espacial de huracanolitos permitió calcular que las costas norte y sur (incluyendo los cayos) tienen valores respectivos de 668,3 km y 640,3 km con bloques. Ello hace un total de 1 308,5 km de línea de costa con presencia de bloques.

Del total de línea de costa con estas acumulaciones se definieron cuánto corresponde a la isla de Cuba y cuánto a las costas de los cayos. Igualmente se identificaron aquellos subsectores costeros con mayores longitudes con su presencia.

En la costa norte, 236 km corresponden a tramos costeros de los cayos, mientras que en la isla de Cuba, la línea de costa con huracanolitos suma una total de 432,3 km de longitud; este último valor representa el 13 % de la longitud de esta costa. Referido a las acumulaciones de los cayos, la porción oeste del Archipiélago Sabana-Camagüey (ASC), concentra mayor número de *boulders*; aunque el extremo más oriental del ASC contiene bloques de mayores dimensiones. Resalta el subsector costero 2N-1, extendido entre Punta Cayo Blanco (Matanzas) y cayo Bahía de Cádiz (Villa Clara), con 74,6 km de línea de costa con huracanolitos.

En la costa sur, 180,7 km corresponden a tramos costeros de los cayos. En la isla de Cuba, el total de línea de costa con huracanolitos es de 459,6 km de longitud (18 %). Respecto a las acumulaciones de los cayos del sur, el mayor número de huracanolitos se concentra en los cayos del archipiélago de Los Canarreos; aunque los bloques de estos cayos son relativamente inferiores a los del AJR (en dimensiones y densidad). En la costa sur de la isla de Cuba, el subsector costero 2S-1, extendido entre Playa Girón (Matanzas) y Playa Fajardo (Sancti Spíritus), representa la línea de costa más extensa con presencia de huracanolitos (116,8 km), seguido por la Isla de la Juventud, con un total de 69 km de longitud con bloques.

En el sur del oriente de Cuba se identificó un sitio desconocido en cuanto a presencia de bloques (base naval de Guantánamo), a pesar de haberse aplicado teledetección en esta área. En otros sitios de este sector no se observaron huracanolitos, asociado a diferentes causas: talud insular que coincide con la línea de costa y bloques asociados a derrumbes. La fuente generadora de estos últimos casos no son eventos de oleaje extremo.

4.2. Distribución espacial de los huracanolitos: comparación con otros resultados

Núñez-Jiménez (1982) es uno de los trabajos más citados en investigaciones sobre huracanolitos en Cuba, según un estudio bibliométrico (Aguirre, Matos y Sánchez 2021); ha sido este trabajo una referencia obligada en esta temática en Cuba. Núñez-Jiménez (1982) describió por primera vez los lugares donde fueron observadas estas formas costeras: (1) Desde Punta Guanabacoa a Caleta Carapachibey, a unos 50 m del litoral, por espacio de más de 10 km, en la Isla de la Juventud; (2) al sur de la península de Guanahacabibes, también se reportan huracanolitos o "grandes bloques de seboruco", en el litoral suroeste de Los Horcones, Pinar del Río; (3) Entre Guanabacoa (municipio Habana del Este, La Habana) y Canasí (municipio de Santa Cruz del Norte, Mayabeque), se describe una foto con "bloques de piedra" que fueron lanzados por la fuerza de las olas huracanadas. Estos apuntes resumidos fueron recogidos por Rodríguez y Acosta (2017) en un estudio sobre los huracanolitos de la zona de Trinidad (Sancti Spíritus).

Estos autores (Núñez-Jiménez 1982; Rodríguez y Acosta 2017) mencionan los tramos costeros con acumulaciones de bloques; pero sin visualizar resultados a través de un mapa. Iturralde-Vinent es el autor que mostró, por primera vez, un mapa esquemático con la distribución de huracanolitos en las costas cubanas (Iturralde-Vinent 2009), adicionando otros dos tramos de costa con huracanolitos: los cayos del sur de Camagüey, que incluyó la imagen de un megabloque en el cayo Piedra Grande; Guamá (Santiago de Cuba), al sur de la región oriental. En el presente trabajo se actualiza el nombre geográfico del cayo Piedra Grande, puntualizando que debe ser Cayo Boca de Piedras (AJR).

Iturralde-Vinent (2010) realiza una actualización de la distribución espacial de *boulders* en Cuba; en el nuevo mapa, además de las localidades identificadas con anterioridad, aumenta la longitud de línea costera con bloques en la costa norte y adiciona nuevas localidades en la costa sur (sector oriental del archipiélago de los Canarreos, específicamente entre los cayos Matías y Largo; entre Playa Girón y bahía de Cienfuegos; y en Trinidad. De esta manera, Iturralde-Vinent (2010) identificó en la nueva versión de mapa, ocho sectores costeros con huracanolitos: (1) Litoral norte Habana-Mayabeque-Matanzas; (2) Desde Cabo Francés a Cabo San Antonio, en el Sur de Pinar del Río; (3) Sur de la Isla de la Juventud; (4) Archipiélago de los Canarreos, en su sector oriental; (5) Desde el sur de la península de Zapata hasta Cienfuegos; (6) Zona costera de Trinidad; (7) Cayo del AJR (Cayo Piedra Grande), al sur de Camagüey; (8) Costa sur de la región oriental, desde el este de Santiago de Cuba a Guamá.

Magaz y Portela (2017) identificaron la presencia de bloques en ocho sectores costeros (Figura 3a), mientras que Iturralde-Vinent (2017) identificó 10 sectores costeros con huracanolitos (Figura 3b). A través del presente estudio se obtuvo un mapa actualizado de la distribución espacial de huracanolitos (Figura 3c), que fue comparado con los resultados obtenidos previamente por Iturralde-Vinent (2017) y Magaz y Portela (2017).

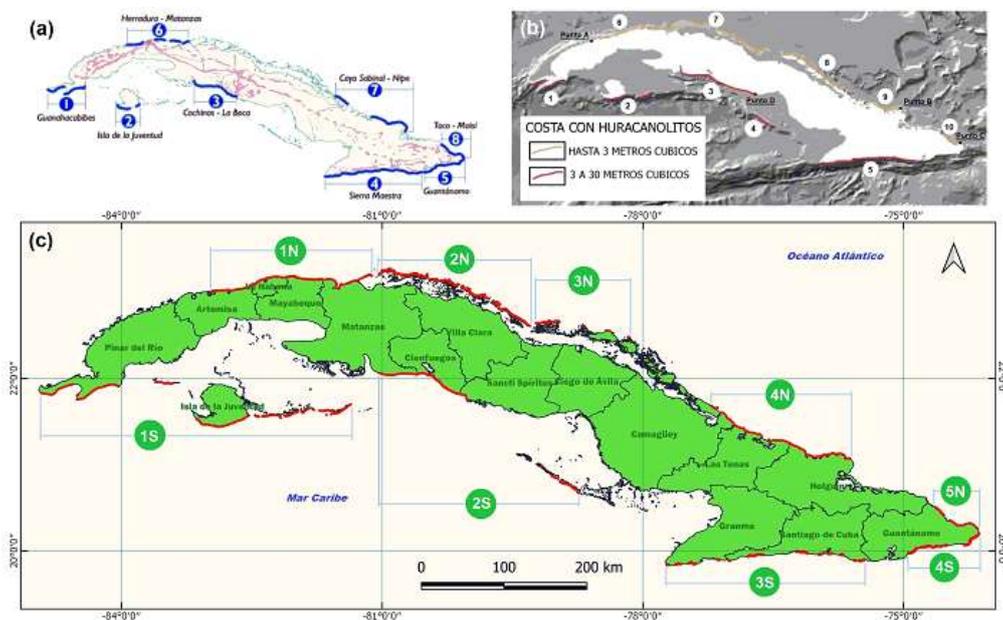


Figura 3. Distribución espacial de *boulders* en Cuba: (a) Tramos costeros donde son más comunes los huracanolitos (Magaz y Portela 2017); (b) Mapa esquemático de las costas rocosas con huracanolitos, indicando el volumen máximo promedio (adaptado de Iturralde-Vinent 2017); (c) Nueva distribución espacial para Cuba (presente estudio).

Pese a las diferencias generales entre los tres resultados, tres de los nuevos sectores identificados coinciden total o parcialmente con los obtenidos por Iturralde-Vinent (2017) y Magaz y Portela (2017), por lo que permite realizar

comparaciones, en unos casos de manera general, y en otros, comparaciones por sectores costeros específicos.

El sector 1N es similar al sector 6 de los mapas tomados como referencias (Iturralde-Vinent 2017; Magaz y Portela 2017). También es similar el sector 4N con relación a los sectores 7 y 9, correspondientes a Magaz y Portela (2017) y a Iturralde-Vinent (2017), respectivamente. Mientras que el sector 5N es similar al sector 8 del mapa de Magaz y Portela (2017), y al sector 10 de Iturralde-Vinent (2017).

Cuatro son las principales diferencias del mapa obtenido por Magaz y Portela (2017) respecto a la nueva distribución (presente estudio), consistentes en no incluir huracanolitos en los siguientes espacios costeros: una gran porción del ASC; los cayos del archipiélago de los Canarreos; el subsector La Boca – Punta Mulás (Sancti Spíritus); y el AJR (no representado en el mapa; no obstante, los autores mencionan este sector costero en el desarrollo del resultado).

En el caso del mapa obtenido por Iturralde-Vinent (2017), la principal diferencia es que no incluye los bloques acumulados en el sureste de Guantánamo; sin embargo, contrario a este resultado, muestra tramos costeros más extensos, comparados con similares zonas costeras del nuevo mapa elaborado: el sector 3, extendido desde el sur de Matanzas hasta Sancti Spíritus; el sector 6, que se extiende desde Artemisa hasta Matanzas, por la costa norte; y el sector 8, que corresponde a la porción más oriental del ASC.

Los principales aportes del presente trabajo radican en los siguientes aspectos:

- a. Agrupamiento de sectores costeros, como es el caso de Pinar del Río e Isla de la Juventud, así como el sur de Matanzas-Sancti Spíritus y el AJR, que para ello se tuvo en cuenta la similitud de las características de estos tramos costeros, teniendo en cuenta la densidad y dimensiones de los bloques de estas zonas.
- b. Mejor definición de los *boulders* localizados en el ASC.
- c. Una distribución no continua de los huracanolitos del suroriente cubano, característica verificada a través de los trabajos de campo.
- d. Incorporación de nuevos sitios con bloques, como los cayos de Pinar del Río, localizados en esta provincia y el municipio Isla de la Juventud.

Iturralde-Vinent (2017) y Magaz y Portela (2017) obtuvieron para el suroriente de Cuba una distribución continua de los huracanolitos. La distribución de bloques en esta zona del país se visualiza más fragmentada en el nuevo mapa (Figura 2, sector costero 3S).

Se realizó la comparación de las longitudes de costas con *boulders*, las correspondientes al nuevo mapa obtenido con las distribuciones espaciales obtenidas previamente (Iturralde-Vinent, 2017; Magaz y Portela, 2017), visualizándose las diferencias entre los tres resultados (Tabla 3).

Tabla 3. Longitud de costa con presencia de huracanolitos, incluida la isla de Cuba y los cayos. Comparación del nuevo mapa con los principales antecedentes

ZONA GEOGRÁFICA	Magaz y Portela (2017)	Iturralde-Vinent (2017)	Presente trabajo
isla de Cuba (costa norte)	348,2	460,9	432,3
cayos (costa norte)	35,8	242,4	236,0
Total (Costa Norte)	384,0	703,3	668,3
isla de Cuba (costa sur)	678,9	669,1	459,6
cayos (costa sur)	0,0	157,0	180,7
Total (Costa Sur)	678,9	826,1	640,3

En el caso de los huracanolitos en los cayos, Magaz y Portela (2017) muestran longitudes inferiores al presente trabajo, mientras que Iturralde-Vinent (2017) obtuvo valores superiores en la costa norte. En cuanto a las distribuciones de los bloques en la isla de Cuba, las mayores diferencias se observan en la costa sur, ya que en ambos resultados las acumulaciones del sur del oriente cubano son presentadas de forma continua, lo que genera valores sobredimensionados respecto a la nueva distribución.

5. CONCLUSIONES

- Se obtiene una nueva distribución espacial de los huracanolitos en las costas cubanas (norte y sur), con mayores detalles de estas acumulaciones, al considerar sectores y subsectores con la presencia de bloques. El nuevo mapa, a diferencia de resultados anteriores, muestra que el total de línea de costa con *boulders* es superior en la costa norte que en la sur, ello asociado al número de cayos con estas acumulaciones en ambos litorales; no obstante, en la isla de Cuba ocurre lo contrario, que en este caso el resultado es similar a los obtenidos por Iturralde-Vinent (2017) y Magaz y Portela (2017). Estos dos resultados constituyeron una referencia obligada en nuestra investigación.
- Los estudios de las acumulaciones de huracanolitos en la costa de Cuba tienen una gran importancia, debido a su contribución a conocer más sobre el comportamiento de eventos de oleaje extremo del pasado (paleohuracanes y paleotsunamis). Al mismo tiempo, los conocimientos de nuevos registros de estos fenómenos naturales

extremos ayudan a elevar la percepción de riesgos en zonas costeras asociados a estos procesos físicos y sus impactos socioeconómicos.

6. AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento al Instituto de Geología y Paleontología (IGP), coordinador del Programa Nacional "Caracterización integral de la Geología de Cuba", al cual tributó al proyecto "Paleotempestología en Cuba: variabilidad espacio-temporal de la actividad de huracanes usando proxy data"; sin el financiamiento de este programa de Ciencia y Técnica hubiese sido imposible el desarrollo exitoso de las expediciones científicas. Los autores desean también agradecer a las instituciones y autoridades locales de cada zona estudiada, por el apoyo brindado en los trabajos de campo.

7. REFERENCIAS

- Aguirre, G. M.; Matos, F. y Sánchez, A. 2021: Estudio bibliométrico sobre la producción científica de huracanolitos en la costa de Cuba. *Avances*, 23(1): 40–60.
- Engel, M.; May, S. M.; Brill, D.; Cuadra, C.; Lagmay, A.; Santiago, J.; Suarez, J. K.; Hoffmeister, D. and Brückner, H. 2016: Boulders shifted during Super typhoon Haiyan (7–9 Nov 2013) – Observations from Eastern Samar (Philippines). *Geophysical Research Abstracts*, 18, EGU2016-15390.
- Furrazola, G. F. y Núñez, K. E. 1997: Estudios sobre geología de Cuba / compilación. Centro Nacional de Información Geológica. Editado por: Centro Nacional de Información Geológica (CNDIG), Instituto de Geología y Paleontología, 509-527.
- Goto, K.; Chavanich, S.A.; Imamura, F.; Kunthasap, P.; Matsui, T.; Minoura, K.; Sugawara, D. and Yanagisawa, H. 2007: Distribution, origin and transport process of boulders transported by the 2004 Indian Ocean tsunami at Pakarang Cape, Thailand. *Sediment. Geol.* 202(4): 821-837.
- Goto, K.; Kawana, T. and Imamura, F. 2010: Historical and geological evidence of boulders deposited by tsunamis, southern Ryukyu Islands, Japan. *Earth-Science Rev.* 102: 77–99.
- Goto, K.; Miyagi, K.; Kawamata, H. and Imamura, F. 2010: Discrimination of boulders deposited by tsunamis and storm waves at Ishigaki Island, Japan. *Marine Geology* 269: 34–45.
- Goto, K.; Miyagi, K.; Kawana, T.; Takahashi, J. and Imamura, F. 2011: Emplacement and movement of boulders by known storm waves — Field evidence from the Okinawa Islands, Japan. *Marine Geology* 283: 66-78.
- Goto, K.; Okada, K. and Imamura, F. 2009: Characteristics and hydrodynamics of boulders transported by storm waves at Kudaka Island, Japan. *Marine Geology* 262, 14–24.

- IPCC 2014: Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. In: Field, C. V.; Barros, V. R.; Jon Dokken, D.; Mach, K. J.; Mastrandrea, M. D.; Bilir, T. E.; Chatterjee, M.; Ebi, K. L.; Otsuki, Y.; Genova, R. C.; Girma, B.; Kissel, E. S.; Levy, A. N.; Maccracken, S.; Mastrandrea, P. R.; White, L. L. (Eds.). Ginebra, Suiza.
- Iturralde-Vinent, M. A. (Editor). 2009: *Geología de Cuba para todos*. Editorial Científico-Técnica. La Habana: Instituto del Libro. 150 p.
- Iturralde-Vinent, M. A. 2017: Huracanolitos, eventos de oleaje extremo y protección de las obras costeras. Consultado: 20/02/2023. Disponible en: <http://www.redciencia.cu/geobiblio/inicio.html>.
- Iturralde-Vinent, M. A. (Editor). 2010: *Geología de Cuba para todos*. La Habana: Editorial Científico-Técnica. 150 p. (Segunda edición).
- Magaz, A. R. y Portela, A. H. 2017: Huracanolitos: las huellas de tormentas colosales en las costas de Cuba. *Cuba Geográfica*, (2)5: 1-10.
- May, S. M.; Engel, M.; Brill, D.; Cuadra, C.; Lagmay, A.; Santiago, J.; Suarez, J. K.; Reyes, M. and Brückner, H. 2015: Block and boulder transport in Eastern Samar (Philippines) during Supertyphoon Haiyan. *Earth Surface Dynamics*, 3: 34.
- Núñez-Jiménez, A. 1959: *Geografía de Cuba*. La Habana: Editorial Lex. 545 p.
- Núñez-Jiménez, A. 1982: *Cuba, La Naturaleza y el Hombre: Bojeo*. La Habana: Letras Cubanas. 702 p.
- Peros, M. C.; Gregory, B. R.; Matos, F.; Reinhardt, E. G. and Desloges, J. P. 2015: Late Holocene record of lagoon evolution, climate change, and hurricane activity from southeastern Cuba. *The Holocene*, 25: 1483-1497.
- Planos, E.; Vega, R. y Guevara, A. 2013: *Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*. La Habana: Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. 430 p.
- Rodríguez, A. y Acosta, E. 2017: Megabloques en Trinidad: Generalidades de su morfometría. *Serie Oceanológica*, 16. 7 p.
- Sánchez, A.; Peralta, M. J. y Matos, F. 2019: Análisis de dominio sobre riesgos y clima en la Web of Science. *Bibliotecas. Anales de Investigación*, 15(3): 295-314.
- Scheffers, A. M. 2005: Coastal response to extreme wave events e hurricanes and tsunamis on Bonaire. *Essener Geographische Arbeiten*, 37.
- Scheffers, A. M. and Kelletat, D. 2003: Sedimentologic and geomorphologic tsunami imprints worldwide—A review. *Earth-Science Rev.* 63, 83–92.
- Scheffers, A.M. and Kelletat, D. 2006: New evidence and datings of Holocene paleotsunami events in the Caribbean (Barbados, St. Martin and

Anguilla). In: MERCADO-IRIZARRY, A.; LIU, P. (Eds.). *Caribbean Tsunami Hazard*. Singapore: World Scientific. 178-202.

Scheffers, A. M. and Scheffers, S. R. 2006: Documentation of Hurricane Ivan on the coastline of Bonaire. *J. Coastal Res.* 22: 1437–1450.

Scheffers, A. M.; Scheffers, S. R. and Kelletat, D. 2005: Paleo-tsunami relics on the southern and central Antillean Island Arc. *J. Coastal Res.*, 21: 263–273.

Información adicional

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Contribución de autores

FMP: Idea y diseño de la investigación, revisión de la literatura y compendio del estado del arte en Cuba sobre el tema central de la investigación, elaboración de las figuras e informaciones tabuladas, redacción del documento original, aprobación de la versión final del manuscrito. ALB: Revisión de la primera versión del manuscrito, ajustes de las referencias bibliográficas, contribución en la elaboración de dos de las figuras, aprobación de la versión final. RSH: Reelaboración de la discusión, revisión y aprobación del documento final. MCP: Participación en trabajos de campo, revisión y arreglos de la primera versión, aprobación de la versión final.

ORCID

FMP, <https://orcid.org/0000-0002-6070-5462>

ALB, <https://orcid.org/0000-0003-3794-0728>

RSH, <https://orcid.org/0009-0004-9323-0880>

MCP, <https://orcid.org/0000-0002-5507-9268>

Recibido: 02/05/2022

Aceptado: 20/12/2022