

Huracanolitos, eventos de oleaje extremo y protección de las obras costeras

Manuel A. Iturralde-Vinent
Academia de Ciencias de Cuba
iturralde@ceniai.inf.cu

Introducción

Estas notas se basan en las observaciones del autor sobre la presencia de fragmentos rocosos en las costas de Cuba y otras islas del Caribe (Iturralde-Vinent, 2011; Morton, 2008). Estos se pueden encontrar en casi todos los tramos costeros con sustrato rocoso de nuestro país, representados como bloques subredondeados o angulosos, de roca caliza, de variadas dimensiones, localizados tanto sobre la superficie de la primera terraza (hasta 2 metros de altura), como sobre la superficie de la segunda terraza (hasta unos cinco a ocho metros de altura); a una distancia de la línea de costa que puede alcanzar los 30 y hasta los 80 metros excepcionalmente. Para caracterizar estos bloques de acuerdo a su génesis, el Dr. Antonio Núñez Jiménez (1959) les denominó acertadamente "*huracanolitos*", en el sentido de que estas rocas son arrojadas sobre la costa por algún evento de oleaje extremo, generalmente asociado con huracanes, vientos nortes, o sures .

Las costas de Cuba se pueden agrupar en tres tipos fundamentales, desde el punto de vista geólogo-geomorfológico: 1. Costas semi-inundadas de sustrato areno-arcilloso, 2. Costas de sustrato rocoso calcáreo aterrazadas y 3. Costas de sustrato rocoso acantiladas. En todos estos tipos de costas hay sectores con mangares y playas arenosas, mas o menos extensos, de acuerdo a la morfología local (Fig. 1).

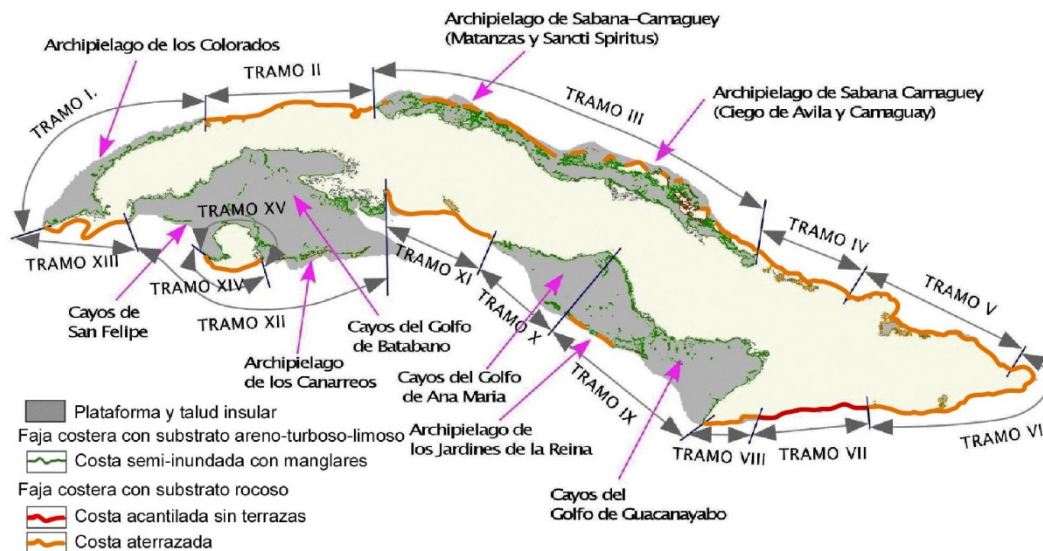


Figura 1. Tramos de costas de Cuba resaltando las costas rocosas con terrazas (línea naranja), donde es común encontrar huracanolitos (Adaptado de Iturralde-Vinent, 2013).

En las costas de sustrato rocoso calcáreo en Cuba se pueden encontrar tramos con una sola terraza emergida situada a menos de dos metros de altura; tramos con dos y hasta cuatro

terrazas emergidas, y en la región oriental, tramos que pueden presentar más de diez terrazas. Además en estas costas se localizan dos o más terrazas sumergidas bajo el nivel del mar.

Huracanolitos

Los *huracanolitos* son bloques rocosos que pueden ser fragmentos de arrecifes coralinos arrancados de su substrato, o pedazos extraídos de las rocas calizas que forman las terrazas marinas. Asimismo, en las costas donde se han construido estructuras sólidas como malecones, muros de contención, carreteras, puentes, casas, etc., el oleaje puede fragmentar y arrancar pedazos de estas estructuras que se conviertan en "*huracanolitos antrópicos*".

En muchas partes del Caribe (Lander et al. 2002), se han descrito bloques semejantes, arrojados a la costa por olas de tsunami, los que se he propuesto denominar *tsunamolitos*. Sin embargo, cuando no hay constancia histórica de que los bloques fueron depositados por olas de huracán, vientos nortes, sures o algún tsunami, requiere de estudios especiales para establecer su génesis (Morton 2008; Hisamatsu et al. 2017). Por esta razón, ante la incertidumbre, es conveniente denominarles huracanolitos a todos los bloques, independientes de su génesis concreta, siempre que hayan sido arrojados por el oleaje sobre la costa.

En la costa norte de Cuba los huracanolitos presentan un diámetro mayor que raramente sobrepasa 1 metro; y en la costa sur el diámetro mayor de estos bloques puede alcanzar hasta unos 4 metros. Esto nos sugiere que en la costa sur los eventos de oleaje extremo han sido más intensos que en la costa norte (Figura 2).

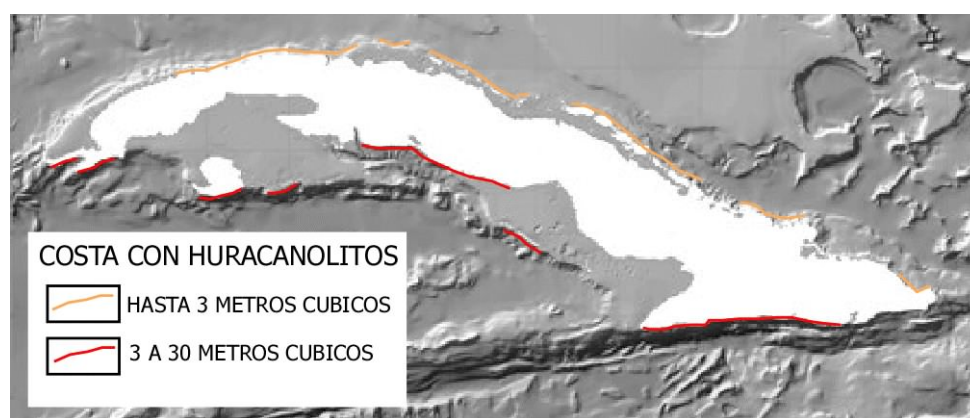


Figura 2. Mapa esquemático de las costas rocosas con huracanolitos, indicando el volumen máximo promedio de los mismos. Modificado de Iturralde-Vinent (Editor 2010).

Es importante no confundir un huracanolito con los bloques que se desprenden de las terrazas y residuos rocosos dejados por las obras de construcción. Los bloques que se desprenden de los frentes de los escalones de las terrazas a consecuencia de la erosión y la gravedad, son fragmentos de caliza, de grandes dimensiones, que a menudo descansan sobre la superficie del terreno o caen al mar (Fig. 3E, F). Estos son muy comunes en las costas rocosas a lo largos de los frentes de los escalones de las terrazas. Eventualmente estos bloques pueden ser alzados por las olas y arrojados tierra adentro, en cuyo caso se convierten en huracanolitos (Figura 3-E).

En consecuencia, los huracanolitos pueden ser: 1. Bloques arrancados a los arrecifes coralinos y arrojados sobre la costa (Fig. 3A, C); 2. Bloques arrancados de las terrazas sumergidas y

arrojados sobre la costa, 3. Bloques desprendidos del frente de una terraza emergida que el oleaje arrojó tierra adentro (Fig. 3B), 4. Huracanolitos que son desplazados sucesivamente por varios eventos de oleaje extremo (Fig. 3C), y 5. Fragmentos de obras construidas desplazadas por el oleaje (huracanolitos antrópicos) (Figura 3D).

Figura 3. Huracanolitos y bloques en las costas de Cuba.



A-Campo de huracanolitos (y posibles tsunamolitos) sobre la costa a 2 metros de altura y hasta 50 metros tierra adentro, Peñas Altas, Santiago de Cuba.



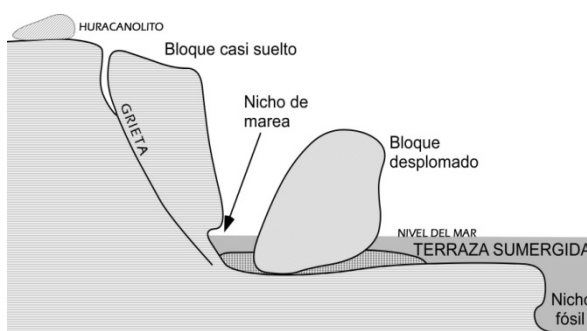
B-Huracanolito sobre el terreno situado a 5-6 metros de altura y más de 50 metros de la costa sur de Guanahacabibes.



C-Huracanolito depositado sobre la pista del aeropuerto de Baracoa.



D-Huracanolitos antrópicos representados por fragmentos del muro arrancados por las olas del malecón habanero.



E-Esquema del proceso de desprendimiento de bloques desde los frentes de terraza. Estos bloques pueden ser lanzados tierra adentro por oleaje extremo.



F-Bloques desplomados desde el frente de la terraza elevada, mediante el proceso que ilustra la imagen izquierda. Guanahacabibes.

Oleaje Extremo

En los tramos costeros de substrato rocoso, la presencia de huracanolitos es un indicio inequívoco de la ocurrencia de eventos de oleaje extremo. Cuanto mayores sean los huracanolitos mayor el peligro que representan, pues la fuerza del oleaje es proporcional al

tamaño (masa) del bloque. A la fuerza del oleaje se debe añadir la presencia de estos cuerpos sólidos, que actúan como arietes al golpear contra las obras construidas. Las dimensiones de los huracanolitos permiten también estimar la altura de la masa de agua que los desplazó, pues como regla debe haber sido más alta que el diámetro medio del bloque. En la actualidad existen métodos para calcular la fuerza y altura de las olas sobre la base de la geometría y posición de los huracanolitos (Morton 2008; Hisamatsu et al. 2017).

Muy importante es distinguir las masas de agua potentes acompañadas de oleaje, de las olas de spray. Estas últimas solamente penetran tierra adentro como finas partículas con el viento, sin provocar muchos daños mecánicos en la costa; no obstante, el salitre incrementa la corrosión de los metales y altera la pintura de las fachadas.



Figura 4. Típico oleaje de spray que baña la zona costera y el aire lleva las partículas de agua salada y sal tierra adentro. No tiene la fuerza destructiva de las masas de agua acarreadas por el mar de leva, las surgencias o los tsunamis.

En contraste con el oleaje de spray, las masas volumétricas de agua acompañadas de oleaje en Cuba pueden alcanzar hasta unos 7 metros de altura, y avanzan como una pared líquida, al estilo de las surgencias, los mares de leva y los tsunamis, penetrando varios kilómetros tierra adentro, de acuerdo a la morfología costera. Estas masas líquidas en movimiento, cargadas de objetos sólidos (huracanolitos y otros elementos) tienen una enorme capacidad de carga y una fuerza destructiva descomunal, por eso pueden dejar “tierra arrasada” allí donde penetran. En la costa de Cojímar, la presencia de una barrera natural de uva caleta redujo considerablemente el efecto del oleaje (Rojas-Consuegra e Isaac-Mengana, 2007).

Cómo enfrentar el oleaje extremo

Los eventos de oleaje extremo se habrán de repetir con igual o mayor intensidad en los mismos lugares donde han ocurrido hasta el presente. Esto quiere decir que el único modo de enfrentarlos es disminuir la vulnerabilidad en las obras y poblaciones que se realicen en las zonas costeras rocosas. Una valoración preliminar de las características de las zonas marino-costeras de Cuba y su vulnerabilidad, de acuerdo a la geomorfología y la salud de los ecosistemas, fue elaborada por Iturralde-Vinent y Serrano Méndez (Editores, 2016). En esta obra se tabulan los datos históricos de las penetraciones del mar a consecuencia de los huracanes. Algunas recomendaciones para enfrentar los eventos de oleaje extremo se pueden encontrar en Iturralde-Vinent (2015 a, b) e Iturralde-Vinent et al. (2016).

Si se han de llevar a cabo construcciones en costas rocosas, es recomendable observar las recomendaciones y datos compilados por Iturralde-Vinent y Serrano Méndez (Editores, 2016), así como las siguientes reglas mínimas:

1. Las uvas caletas constituyen una de las pocas defensas naturales que limita el impacto de los eventos de oleaje extremo y el avance de algunos huracanolitos en las costas rocosas. Estas plantas tienen una adaptación natural a estos ambientes y son capaces de reducir la fuerza del oleaje e incluso atrapar algunos huracanolitos entre su follaje, impidiéndoles penetrar tierra adentro. De aquí que sea recomendable proteger estas plantas y sembrarlas donde no están presente. Estas crecen tanto en la arena como directamente sobre la roca caliza.
2. Las obras proyectadas deben construirse a más de 80 metros de la costa donde haya huracanolitos, pues estos raramente alcanzan mayor distancia tierra adentro. Para evitar las inundaciones por penetraciones del mar, además se deben buscar locaciones con las condiciones adecuadas y para mayor seguridad, a más de 7 metros de alto.
3. Una solución alternativa es construir sistemas rompeolas tipo "yaquis" que desorganicen el frente de la masa de agua y reduzcan su energía.
4. Se debe evitar la construcción de muros y parapetos, pues estos son generalmente incapaces de soportar los embates del oleaje extremo. Si fuera inevitable realizar dicha construcción, entonces los cimientos deben anclarse bien profundo para que no sean movidos, ya que su peso se reduce al quedar inmersos en el agua de mar.

Referencias (*)

- Hisamatsu, A., Kazuhisa Goto, Reinaldo Rojas-Consuegra, Esteban Acosta Rodríguez, Ángel Raúl Rodríguez Valdés, Nobuhito Mori, and Fumihiko Imamura, 2017. Potential Risk of Extreme Wave in Trinidad of Cuba Inferred from Coastal Boulders. II Simposio sobre Riesgos de Desastres y Riesgos Climáticos "Los peligros hidrometeorológicos y la reducción de riesgos de desastres", XI Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, La Habana, Cuba.
- Iturralde-Vinent, M., (Editor) 2010. Geología de Cuba para todos. Editorial Científico-Técnica, Instituto del Libro, La Habana, 150 pág. (Segunda edición) (*).
- Iturralde-Vinent, M., [2011](#). Peligros de origen geológico en Cuba. En: Compendio de Geología de Cuba y del Caribe. Segunda Edición (publicado Diciembre 2012), DVD-Rom. Editorial CITMATEL, ISBN: 9-789592-572863. Premio Academia de Ciencias de Cuba 2011.
- Iturralde-Vinent, M., 2013. Tipología y evolución de las zonas costeras de Cuba. En: Memorias de la V Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Sociedad Cubana de Geología, La Habana. (*)
- Iturralde-Vinent, M., 2015A. Protege a tu familia de terremotos y tsunamis. Folleto no. 2, 19 p. La Habana. <http://www.redciencia.cu/cdorigen/arca/protegefam.html> (*)
- Iturralde-Vinent, M., 2015B. Protege a tu familia de la elevación del nivel del mar y los eventos de oleaje extremo. Folleto no. 6, 23 p. <http://www.redciencia.cu/cdorigen/arca/protegefam.html> (*)
- Iturralde-Vinent, M., y Serrano Méndez, H., (Editores) 2016. Peligros y vulnerabilidades de la zona marino-costera de Cuba: Estado actual y perspectivas ante el cambio climático hasta el 2100. Editorial Academia, 72 pág., La Habana. (*)

- Iturralde-Vinent, M., Saker Labrada, M., y Millan, M., 2015. Cuba: El ABC de la prevención de desastres naturales. Editorial Oriente, Santiago de Cuba, 140 pág., ISBN 979-959-11-0971-2. (*)
- Lander, J.F., Whiteside, L.S., y Lockridge, P.A., 2002. A brief history of tsunamis in the Caribbean Sea. *Science of Tsunami Hazards*, 20 (2): 57-94.
- Morton, R. A., Richmond, . M., Jaffe, B. E., Gelfenbaum, G., 2008. Coarse-Clast Ridge Complexes of the Caribbean: A Preliminary Basis for Distinguishing Tsunami and Storm-wave Origins. *Journal of Sedimentary Research*, v. 78, pp. 624–637. https://woodshole.er.usgs.gov/project-pages/caribbean/pdf/Morton_JSR08_Coarse_clast_ridges.pdf
- Núñez-Jiménez, A., 1959. Geografía de Cuba. Editorial Lex, La Habana, 545 pág.
- Rojas-Consuegra, R., e Isaac-Mengana, J., 2007. Depósitos detríticos gruesos producidos por el huracán Wilma, sobre la costa este de Ciudad de la Habana. En: *Memorias, Trabajos y Resúmenes. II Convención Cubana de Ciencias de la Tierra (Geociencias' 2007)*. Centro Nacional de Información Geológica, Instituto de Geología y Paleontología de Cuba, La Habana, CD-Rom.

(*) Estas publicaciones están disponibles en: <http://www.redciencia.cu/geobiblio/inicio.html>