

Afectación por eventos severos en la zona costera del municipio de Banes

Affectation by severe events in the shore area of the municipality Banes

Dra. Ida Mitrani Arenal | ida.mitrani@insmet.cu | Centro de Física de la Atmósfera, Instituto de Meteorología

MSc. Axel Hidalgo Mayo | hidalgo@hlg.insmet.cu | Centro de Meteorología de Holguín, Instituto de Meteorología

MSc. Nilo Hernández Orozco | nilo.hernandez@insmet.cu/ Centro de Meteorología Marina/Instituto de Meteorología

Lic. Beatriz Martínez Pérez | beatriz@cmw.insmet.cu | Centro Meteorológico Provincial de Camagüey, Instituto de Meteorología

Lic. Cecilia Álvarez Seco | cecilia.alvarez@hlg.insmet.cu/Centro de Meteorología de Holguín, Instituto de Meteorología

Recibido: noviembre 24 de 2015; aceptado: enero 11 de 2016.

Resumen

Este trabajo presenta un análisis de la ocurrencia de eventos severos en la zona costera del municipio de Banes, en la provincia de Holguín, en la región nororiental de Cuba. Se procesó un volumen de información significativo, procedente de los archivos del Centro de Huracanes de los Estados Unidos para el período 1960-2015 y los archivos del Instituto de Meteorología desde finales del siglo XIX. Cinco huracanes con trayectorias análogas fueron encontrados de 1856 a 2015, los cuales siguieron el rumbo más peligroso; de estos, al menos dos alcanzaron la categoría 4 a su paso por el área estudiada. No se encontraron evidencias de ocurrencia de inundaciones, lo cual es atribuible a dos factores principales: a) la configuración físico-geográfica del área, con costas acantiladas y alturas de varios metros sobre el nivel del mar, que desfavorecen el desarrollo de las inundaciones costeras y b) son poco frecuentes los huracanes intensos en la zona de interés, a pesar de la cercanía de la conocida “piscina caliente de las Bermudas”, donde la estructura termohalina y la formación de disturbios atmosféricos iniciales favorecen la ciclogénesis y el desarrollo de los ciclones tropicales. Se recomienda el uso de los resultados obtenidos en la elaboración de planes de contingencias y de acciones de manejo ambiental para la región costera del municipio de Banes.

PALABRAS CLAVE: Banes, eventos severos, ciclones tropicales, huracanes, inundaciones costeras.

Abstract

It is presented an analysis of the occurrence of severe weather events in the Banes Municipality, located on the Northeastern region of Cuba, at the Holguin Province. A significant volume of information from the National Hurricane Center (NHC) for the period (1960-2015) and the Institute of Meteorology for late XIX century was processed. Five analogue hurricanes were found from 1856 to 2015 (159 years), that followed the most dangerous track over or near the studied area, of which at least two reached Category 4. There were not found evidences of coastal flooding occurrence on the studied area, which it is attributed to two main factors: a) The physical-geographical configuration of the area, characterized by the existence of cliffs and high coasts several meters above the sea level, which creates unfavorable conditions for the coastal flooding occurrence, b) It is not frequent the passing of intense hurricanes through the study area, despite the proximity of so-called the Bermuda warm pool, where the thermohaline structure conditions and the formation on initial disturbances are favorable to the cyclogenesis and intensification of tropical cyclones. The study results are very useful to elaborate the contingency

and environment management action plans at the Banes municipality coastal zone.

KEYWORDS: Banes, severe events, tropical cyclones, hurricanes.

Introducción

La costa norte de las provincias orientales ostenta una gran diversidad de paisajes bellos, donde alternan playas de arena, llanuras y montañas de altura moderada con cubierta boscosa, lo cual hace esta zona idónea con miras al desarrollo del turismo. En especial, Banes, que hasta el presente ha sido un municipio eminentemente agrícola, presenta un buen potencial para las inversiones en instalaciones turísticas de gran atractivo (Ecured, 2015).

La posibilidad de desarrollar un turismo sostenible, así como con la protección civil y el análisis de la posibilidad de aprovechamiento de las energías alternativas, conducen a la necesidad de estudios ambientales, sobre todo relacionados con la posibilidad de ocurrencia de eventos naturales severos.

El objetivo del presente trabajo es el análisis de la afectación por eventos meteorológicos de gran intensidad al municipio de Banes, en la provincia de Holguín, con énfasis en los vientos más intensos, los cuales, en Cuba, son causados por huracanes.

Los resultados obtenidos son útiles para la elaboración de planes de contingencia, la ejecución racional de acciones de manejo ambiental y el análisis de posibilidades de uso del recurso eólico como fuente de energía alternativa.

Materiales y métodos

En presente investigación se utilizaron las fuentes de datos siguientes:

a) *Cronología de huracanes que han afectado a la zona costera de la provincia de Holguín, en el período 1960-2015.*

La primera versión de esta cronología fue elaborada por Hidalgo (2009), en especial para el tramo Gibara-Guardalavaca, colindante con el municipio de Banes, de manera que los eventos que han afectado a ese trecho son los mismos para Banes. Dada la escasez de información confiable, en la investigación de Hidalgo (2009) se realizó, primeramente, una búsqueda de testimonios mediante entrevista a los pobladores, así como consultas en las hemerotecas locales, los archivos de la Defensa Civil y el Centro Meteorológico Provincial. Cada caso fue bien conciliado con los mapas del Archivo del Instituto de Meteorología, para ocasiones anteriores a 1998, y con los reanálisis de las página ESRL (2015) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/reanalysis/>). Con posterioridad, se realizaron dos actualizaciones: Hidalgo *et al.* (2013) e Hidalgo y Mitrani (2015), pero estas solo con la información de ERSL (2015).

b) *Cronología de huracanes que han afectado a la zona costera de Baracoa desde 1871 hasta 1998.*

Fue elaborada por Hernández *et al.* (1999) para las investigaciones acerca de las inundaciones costeras en Baracoa. Los autores consultaron cronologías de ciclones tropicales de autores cubanos y extranjeros, así como testimonios publicados en la prensa; además, realizaron una cuidadosa búsqueda en documentos de archivo de los siglos XIX y XX, procedentes de los antiguos observatorios meteorológicos de Belén y de Casablanca, conservados en el Instituto de Meteorología (INSMET). Asimismo, para el período 1919-1998, se revisaron los mapas sinópticos del propio archivo y, por último, se incluyeron en la consulta los boletines, los partes meteorológicos, resúmenes de temporada elaborados en el INSMET desde 1965 hasta 1998 y los reportes de los centros meteorológicos provinciales y de la defensa civil.

c) *Información de archivo del National Hurricane Center, desde 1851 hasta 2015 (NHC, 2015).*

Las bases de datos del NHC conservan las coordenadas de las trayectorias de los huracanes del Atlántico y el Caribe desde 1851 (en fichero de texto y en mapas de trayectorias por temporadas); de igual modo, desde 1958 se conservan los reportes de cada huracán, con los detalles del origen, la evolución y la desaparición, así como los principales resultados de los pronósticos y observaciones registrados para el viento, la presión central, la lluvia, las inundaciones y los daños más significativos. Para el área de estudio, esta información aparece en los reportes procedentes de la estación meteorológica Cabo Lucrecia.

d) *Reseñas de la geografía de Cuba, con énfasis en la zona costera, publicadas por ICH (1989) y Ecured (2015).*

De estas reseñas queda claro el predominio de costas altas y acantiladas en el área de interés, las cuales son desfavorables para las inundaciones costeras.

e) *Registros de la Estación Meteorológica Cabo Lucrecia.*

Situada en el municipio de Banes, su posición geográfica (Fig. 1) hace que sea representativa del clima de la localidad. De esta estación proceden los parámetros que se describirán a continuación, con la inclusión de los registros del viento sostenido en un minuto, al paso de los ciclones tropicales que han afectado la región y que, por lo general, aparecen asentados en los reportes presentados por NHC (2015) para cada ciclón tropical.

e) *Testimonios recopilados por especialistas de los institutos de Planificación Física (IPF) y de Meteorología (INSMET), acerca de los asentamientos costeros que son afectados con mayor o menor regularidad por las inundaciones costeras.*

En la ejecución de proyectos conjuntos IPF-INSMET, relacionada con la ocurrencia de inundaciones en el archipiélago cubano, se logró determinar los grados de afectación por inundaciones costeras a partir de testimonios de pobladores en asentamientos vulnerables (Moreno *et al.*, 1998; Mitrani *et al.*, 2001; Mitrani *et al.*, 2008). Hasta el presente, esta información no ha cambiado.

Con la información descrita, se realizaron las acciones siguientes:

1. Se estableció una cronología bien fundamentada para un período de 55 años (1960–2015) de la afectación por huracanes, sus categorías al paso por el área y el registro de vientos máximos sostenidos en 1 min para la estación Cabo Lucrecia o un punto cercano a la zona costera. Con esta cronología, se determinaron los períodos de retorno por afectación de huracanes en la zona, según su categoría.
2. Fue identificado el caso más severo (del cual se tiene noticia) que afectó la región de interés, y se procedió a localizar casos análogos desde 1851 hasta 2015 por los archivos NHC (2015), utilizando como criterio el mes de su formación y la trayectoria a su paso por las costas de las provincias orientales.
3. Se estableció el curso medio anual del viento en la Estación Meteorológica Cabo Lucrecia.
4. Se analizaron las posibilidades de casos de inundaciones en la zona costera estudiada, de acuerdo con las condiciones geográficas del lugar y la información descrita.

Resultados y discusión

Área de interés

El municipio de Banes se encuentra en la zona norte-central de la provincia de Holguín. Se localiza en los 20°56'06'' de latitud norte y los 75°44'18'' de longitud oeste. Limita al norte y el este con el Océano Atlántico, la Bahía de Banes, el municipio de Anti-



Fig. 1 Municipio de Banes (Creado sobre mapa elaborado por Hidalgo 2009).

lla y la Bahía de Nipe; al sur, con el municipio de Mayarí; y al oeste, con los municipios de Rafael Freyre y de Báguano (Ecured, 2015).

Con una extensión territorial de 780,6 km² esta zona ocupa el cuarto lugar entre los municipios de la provincia; está formada por dos regiones naturales y se encuentra situada sobre una llanura ondulada que nace después de concluir el grupo Maniabón. Toda la costa es alta y limpia, con excepción de la Bahía de Banes, la cual presenta un litoral bajo y cenagoso; su altitud es de 118.0 m y su altura predominante es la Loma de la Vigía, con 377 m sobre el nivel medio del mar.

Al salir de los límites con el municipio de Rafael Freyre, por el noroeste, y pasando por la Playa Guardalavaca, se encuentra la Bahía de Samá; su entrada, vista desde el mar, tiene la apariencia de un río, dadas la forma de su boca y las elevaciones que la flanquean. Se reconoce a distancia, gracias a la presencia del Pan de Samá y el Cerro de Yaguajay. La bahía posee 3 km

de longitud de norte a sur, y su anchura oscila entre 200 m y 300 m de este a oeste; todo el litoral que se extiende desde la bahía de Samá hasta la de Banes se denomina Cabo Lucrecia, y es el más prominente de Cuba.

Sus costas son muy elevadas y montañosas, limpias de manglares, pero sus playas están colmadas de arrecifes coralinos que impiden la navegación por todo el litoral y que actúan como un rompeolas natural, lo cual resguarda el área de las inundaciones por la entrada del mar. Por este motivo, el acceso a tierra solo es posible por las bahías. Los accidentes naturales de las costas de Cabo Lucrecia son la ensenada de Río Seco y la de Punta de Mulas, que constituyen los puntos más prominentes del cabo. En el litoral existen, además, hermosas playas naturales, entre las cuales sobresale la de Puerto Rico.

En la base del Cabo Lucrecia se abre la entrada de la bahía de Banes, donde predominan las maniguas costeras con suelos de poca profundidad sobre cali-

zas geológicamente jóvenes con halofitismo y xerofitismo moderados (flora y fauna que viven en terrenos y aguas caracterizados por la abundancia de sales). La Bahía de Banes es de bolsa y se sitúa entre el Cabo Lucrecia, al norte, y la península de El Ramón, al sur. El canal de entrada se denomina El Cañón, es muy sinuoso y estrecho, lo cual dificulta el acceso de buques de gran porte; está rodeado de lomas cortadas a tajo a ambos lados, y sus costas se encuentran limpias de manglares. La cuenca de la bahía se compone de playas y abundantes manglares; posee una longitud aproximada de 3 km de largo y 10 km de ancho. Las principales puntas son las de La Cadena, Pílon y Piedras, mientras que las ensenadas más sobresalientes son las de Rayas y Júcaro. Además, en el centro de la bahía se destacan el cayo Iguana y la península de Macabí.

Por ser una costa alta y escarpada, este territorio obstruye la ocurrencia de las inundaciones costeras, mientras que la zona cenagosa de la Bahía de Banes está debidamente protegida por su estrecho canal de entrada, el cual impide que prosperen el oleaje peligroso y la sobreelevación del nivel del mar.

Clima, régimen de viento y oleaje.

El *clima local* puede describirse con los mismos criterios que el resto del territorio cubano, como lo hicieron Iñiguez y Mateo (1980) y Vega *et al.* (1990), es decir, “tropical húmedo con rasgos de continentalidad”, bajo la influencia fundamental de la circulación del anticiclón del Atlántico, con predominio de condiciones de buen tiempo, temperaturas cálidas (mínimas sobre 12 ° C, promedio de 27°C y máximas sobre 35°C) y altas presiones (sobre 1 012 hPa).

El régimen de viento es dominado, principalmente, por la combinación de la circulación de las brisas marinas y los alisios; la dirección predominante es del primer cuadrante, o sea, del este al noreste (75 % del total anual), con velocidades entre 14 km/h y 25 km/h (4 m/s a 7 m/s), según se aprecia en la figura 2;

estos valores pueden ser superiores en presencia de ciclones tropicales, tormentas locales severas, ondas tropicales, frentes fríos y anticiclones migratorios (Hidalgo 2009; Hidalgo y Mitrani, 2015), pero las mayores alteraciones por vientos intensos son generadas por los ciclones tropicales. Aunque el período de mayor velocidad promedio del viento se extiende de noviembre a febrero, con direcciones del primero y cuarto cuadrantes; los valores extremos se corresponden con el paso de los ciclones tropicales por el área, y suelen ser del primero y segundo cuadrantes.

VELOCIDAD MEDIA MENSUAL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE CABO LUCRECIA

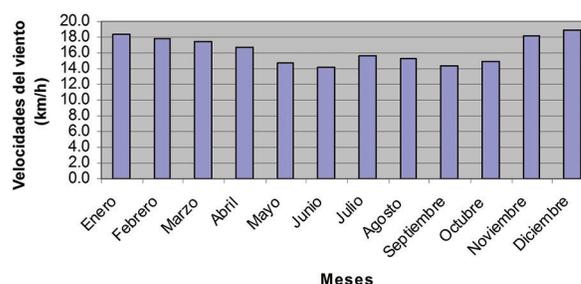


Fig. 2 Curso anual de la velocidad del viento promedio, en la estación Cabo Lucrecia.

El *oleaje* durante el período abril–octubre es de fuerza 2–3 en la escala Douglas (0.5 m–1.25 m), mientras que en el período invernal (noviembre– marzo) llega hasta fuerza 3–4 (1.25 m–2.5 m); en algunas ocasiones, con la presencia de frentes fríos, anticiclones migratorios y ciclones tropicales, puede alcanzar fuerza 5–6 (2.5 m–6 m). Las olas que llegan hasta este litoral son del tipo *mar de viento*; no obstante, al menos dos o tres veces al año se observan trenes de olas del tipo *mar de fondo*. El *fetch* más largo para la región coincide con el rumbo NNE–NE; para estas direcciones, el oleaje es perpendicular a la línea costera (Hidalgo, 2009).

Eventos severos

Los *eventos de mayor severidad* que afectan el área son los huracanes, aunque en menor medida también

existen afectaciones por las combinaciones de sistemas extratropicales. En la climatología de huracanes del National Hurricane Center (2015) se aprecia que de mayo a noviembre puede haber afectación de huracanes en el norte de la región oriental, pero sobresalen en frecuencia los meses de septiembre a noviembre, y septiembre resulta el de mayor afectación (Figs. 3a-f).

En estudios realizados para la región de Baracoa y el tramo Gibara-Guardalavaca por Hernández *et al.*

(1999) e Hidalgo y Mitrani (2015), respectivamente, se aprecia que casi siempre coinciden los eventos severos que han afectado esas zonas. De hecho, las trayectorias de los huracanes más notables registrados en ese territorio desde 1871 hasta 1998 (Hernández *et al.*, 1999), han perjudicado a ambos asentamientos (Fig. 4). El municipio de Banes está enclavado entre esas dos localidades, por lo cual es correcto considerar que las cronologías de Hernández *et al.* (1999) e Hidalgo y Mitrani (2015) son válidas también para

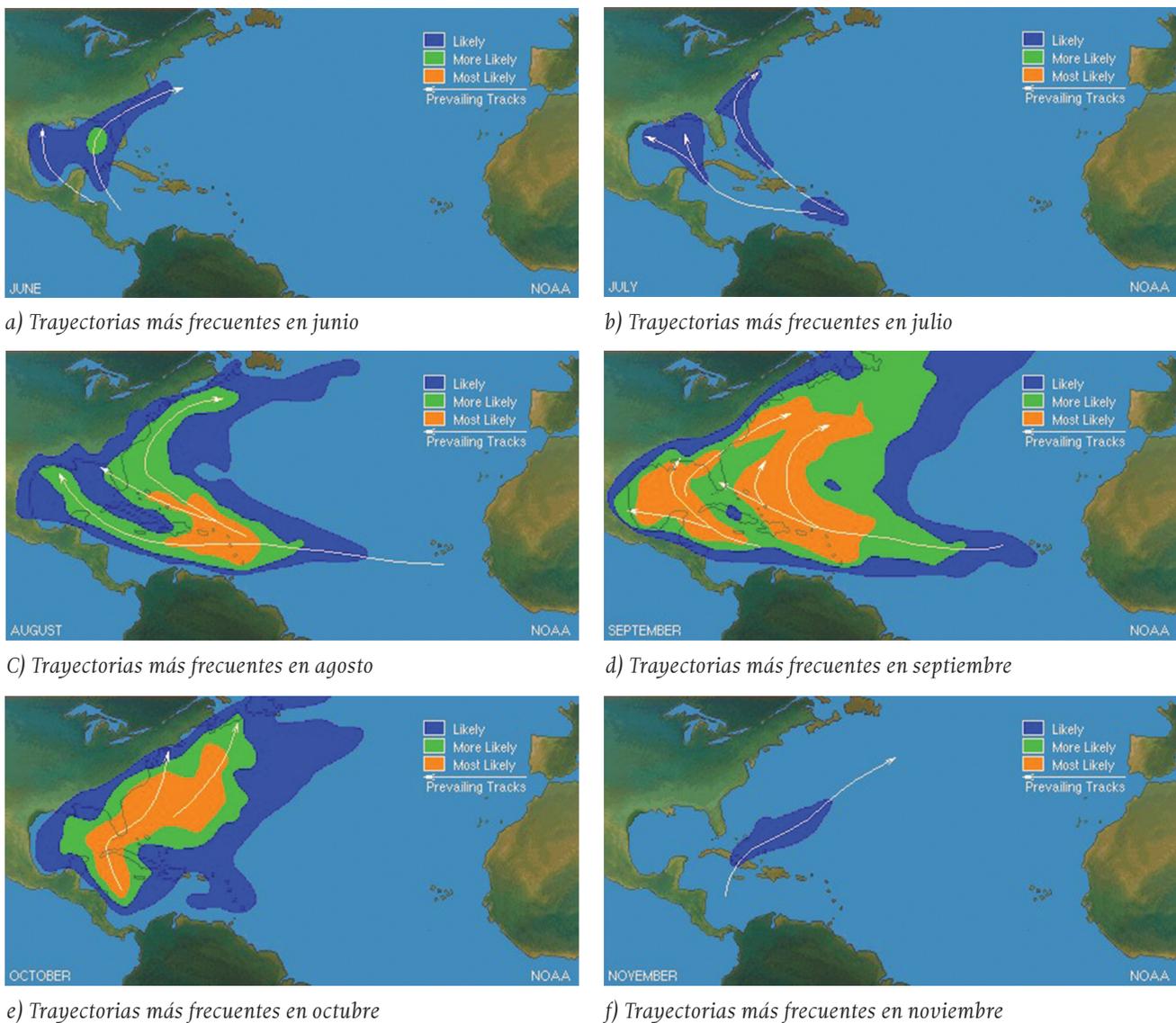


Fig. 3 Trayectorias y áreas de afectación de huracanes más probables por meses (NHC, 2015)

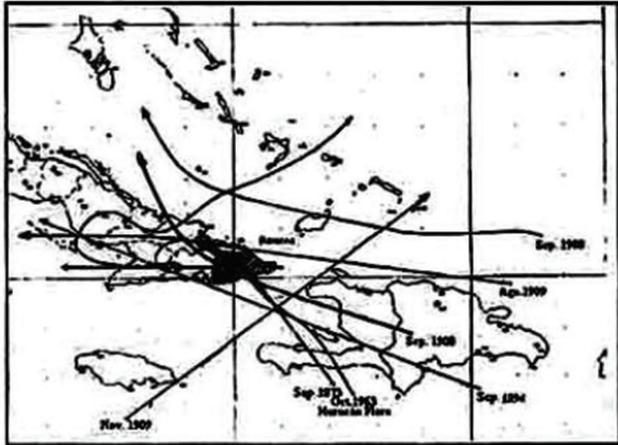


Fig. 4 Trayectorias de huracanes notables que afectaron a las provincias nororientales en el período 1871-1998 (Hernández et al., 1999).

esta área, pero, además, Hidalgo (2009) incluyó esta localidad en el análisis de ciclones tropicales que han afectado a Holguín desde 1960 (Fig. 5), y este análisis aún es válido al añadir los casos de años subsiguientes hasta 2015.



Fig. 5 El área de estudio de las trayectorias de los huracanes se ha marcado con un círculo.

De la cronología realizada por Hidalgo (2009), actualizada por Hidalgo y Mitrani (2015), se pudo definir los huracanes que afectaron el área de estudio, que abarca un radio de 200 km, desde 1960 hasta el presente, aunque no necesariamente sus centros pasaron por esta.

En las aguas aledañas al área estudiada, al menos tres combinaciones de sistemas extratropicales han causado fuerte oleaje en las fechas 13/oct-

tubre/1982, 17/octubre/1994 y 22/marzo/1998, con ligeras inundaciones costeras en el tramo Gibara-Guardalavaca (Hidalgo, 2009; Hidalgo y Mitrani, 2015), pero no afectaron al municipio de Banes ni siquiera con vientos especialmente intensos. Los eventos que generaron las mayores velocidades del viento y que perjudicaron a la población y los objetos socioeconómicos fueron los huracanes; por tanto, solo estos serán analizados en el presente texto.

La tabla 1 presenta las características de estos eventos para el área de estudio o su vecindad. La categoría y las observaciones del viento se tomaron de los reportes de NHC (2015); las velocidades (en *nudo*) se convirtieron a *kilómetro/hora* y *metro/segundo* (km/h y m/s). Como estación meteorológica más representativa se consideró la de Cabo Lucrecia, que con frecuencia aparece en los reportes NHC. En las casillas donde aparece “NHC”, significa que en el reporte no aparece la estación Cabo Lucrecia, sino otros registros de boyas y buques. En este caso, se tomó el punto más cercano al municipio de Banes, de los reportes y de la tabla de *best track*.

Se nota que la frecuencia de afectación por huracanes en la zona costera del municipio de Banes ha aumentado notablemente, de manera que entre 2007 y 2012, apenas cinco años, se han reportado ocho casos. Se aprecia que los huracanes más intensos que afectaron la región en los últimos 55 años han sido el Donna (1960), el Floyd (1999) y el Ike (2008).

La información acerca de Donna es bastante incierta y no se precisa el valor de la velocidad del viento al afectar esta área, pero en el reporte de NHC se especifica 140 mph (225 km/h) en áreas cercanas a la zona de estudio; además, téngase en cuenta que no tocó tierra en el área de interés. Si se considera que la permanencia de Ike fue mayor (este penetró en tierra y su centro pasó por el municipio de Banes), puede concluirse que es el evento más intenso que afectó a la costa nororiental de Cuba, por lo cual se

TABLA 1

Huracanes que han afectado a la costa nororiental de la provincia de Holguín, Cuba (1960-2015)

No.	Evento	Fecha	Categoría	Velocidad del viento en un minuto	Procedencia del dato de viento sostenido
1	Huracán Donna	8-9/sep./1960	4	225 km/h (66 m/s)	NHC
2	Huracán Flora	8/oct./1963	2	160 km/h (57 m/s)	NHC
3	Huracán David	1-2/sep./1979	1	120 km/h (33.4 m/s)	NHC
4	Huracán Kate	18-19/nov./1985	2	176 km/h (47 m/s)	NHC
5	Huracán Georges	23-24/sep./1998	1	131.5 km/h (36.5 m/s)	Cabo Lucrecia
6	Huracán Floyd	14/sep./1999	4	213 km/h (59.2 m/s)	NHC
7	Tormenta tropical Noel	30-31/oct./2007		70 km/h (19.5 m/s)	Cabo Lucrecia
8	Tormenta tropical Olga	12/dic./2007		65 km/h (18 m/s)	NHC
9	Tormenta tropical Hanna	1ro.-3/sep./2008		111 km/h (31 m/s)	NHC
10	Huracán Ike	7-8/sep./2008	4	213 km/h (59.2 m/s)	Cabo Lucrecia
11	Huracán Earl	1ro./sep./2010	3	204 km/h (57 m/s)	NHC
12	Huracán Irene	24/ago./2011	3	195 km/h (54 m/s)	NHC
13	Tormenta tropical Isaac	25/ago./2012		102 km/h (28.2 m/s)	NHC
14	Huracán Sandy	24-25/oct./2012	1	150 km/h (42 m/s)	Cabo Lucrecia

le dedicará un epígrafe aparte.

Huracán Ike

La figura 6 muestra la trayectoria del huracán Ike, tomada del resumen de temporada de Ballester y Rubiera (2008).

Ike se originó a partir de una onda tropical que se convirtió en depresión el 1ro. de septiembre en el Atlántico Central; se trasladó al oeste y el oeste-noreste, ganó paulatinamente en intensidad y el día 3 se convirtió en huracán. A las 2:00 p.m. del 7 de octubre alcanzó categoría 3 y su centro se hallaba a 90 km al norte de Punta de Maisí. En el transcurso de la tarde se movió por los mares al norte de la región oriental y se intensificó; en la noche, su centro penetró por Cabo Lucrecia y fue moviéndose por la zona costera, desde el municipio de Banes hasta Gibara, con parte de su circulación sobre el mar, hasta debilitarse sobre Las Tunas. Al final de la madrugada del día 8 entró a la provincia de Camagüey, y en las horas posteriores se trasladó por esta con trayectoria Guáimaro-Najasa-Vertientes, para salir al

Golfo de Ana María alrededor de la 1:00 a.m. En las primeras horas de la tarde pasó a 45 km de Júcaro, en Ciego de Ávila, como un huracán de categoría 1, y continuó con un rumbo entre el oeste y el oeste-noroeste, acercándose a la costa de Sancti Spíritus. En las primeras horas de la noche inclinó su trayectoria al oeste-noroeste y se trasladó por los mares al sur de la provincia de Cienfuegos, para luego continuar por los mares al sur de Matanzas. Desde las primeras horas de la mañana del día 9 se trasladó por los mares al sur de La Habana, con igual intensidad y en dirección entre el oeste y el oeste-noroeste. Penetró en Pinar del Río con viento máximo de 130 km/h, por las inmediaciones de Punta La Capitana, municipio de San Cristóbal; cerca de las 11:00 a.m. pasó sobre la Cordillera de Guaniguanico como huracán de mínima intensidad y salió al mar a las 4:30 p.m. En el Golfo de México se reorganizó; la madrugada del día 10 tomó rumbo próximo al noroeste, ganó en intensidad y en la tarde alcanzó otra vez la categoría 2. Durante la mañana se reportaron fuertes rachas de viento en la parte occidental de Pinar del Río,

Trayectoria oficial del Instituto de Meteorología

Huracán Ike

7 - 9 Septiembre, 2008



Fig. 6 Trayectoria oficial del huracán Ike de 2008, tomada del Resumen de Temporada (Ballester y Rubiera, 2009).

que quedó bajo la influencia de vientos con fuerza de tormenta tropical.

Según la estructura del campo **bárico y de viento, las principales áreas de inundación asociadas al huracán Ike se hallan en** las zonas siguientes:

1. Porción este de la costa norte de Camagüey, costa norte de Las Tunas, Holguín y Guantánamo.
2. Costa sur de Granma y Santiago de Cuba.
3. Costa sur de Camagüey y Las Tunas.
4. Costa norte de Villa Clara y Sancti Spíritus.
5. Costa sur de Ciego de Ávila, Cienfuegos y Matanzas.
6. Costa sur de la Isla de la Juventud.
7. Costa sur de la antigua provincia de La Habana.
8. Costa sur de Pinar del Río.

En la provincia de Holguín ocurrieron inundaciones costeras de gran severidad en puntos del tramo Gibara-Guardalavaca; Gibara resultó la más afecta-

da, pero no se tiene noticias de ocurrencias similares en el municipio de Banes.

Huracanes análogos a IKE

La selección de estos eventos análogos se realizó, fundamentalmente, sobre la base del mes de formación, la trayectoria y las posibles áreas de inundación. La figura 7 (a, b, c, d) muestra las trayectorias de los cuatro huracanes análogos identificados. En el período de 159 años comprendido desde 1856 hasta 2015 se han registrado cinco huracanes con trayectorias parecidas, lo cual arroja una probabilidad de ocurrencia de uno cada 32 años.

Quinto sistema de la temporada de 1856. Afectó a Cuba con categoría de huracán; se originó el 25 de agosto y subsistió hasta el 3 de septiembre. Aunque su origen fue al norte de República Dominicana, su trayectoria por las costas nortes de esta y de Haití se asemeja a la de Ike; la entrada en tierra cubana se produjo en un

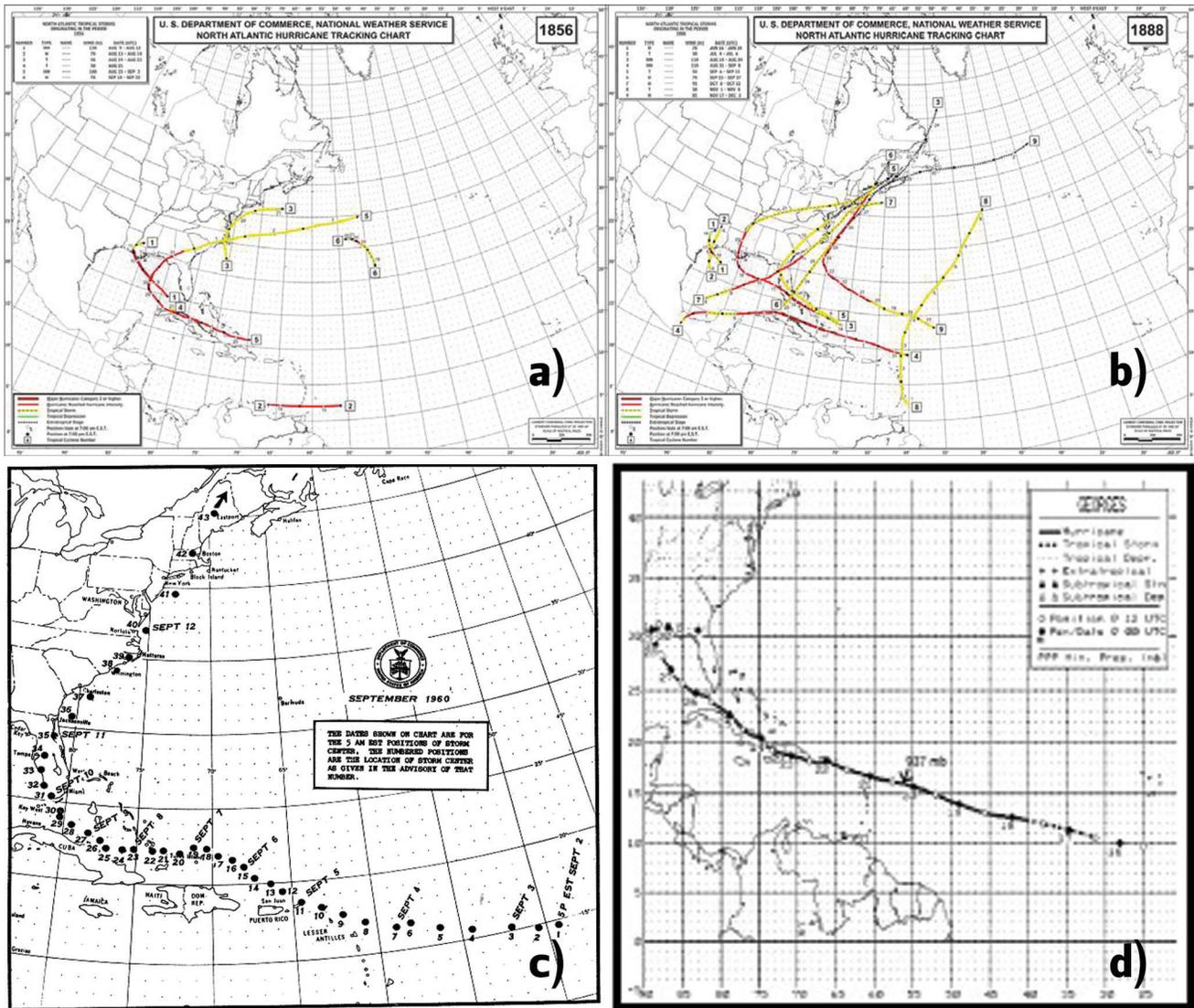


Fig. 7 Huracanes análogos a Ike (NHC, 2015): a) Huracanes de 1856; b) Huracanes de 1888; c) Huracán Donna de 1960; d) Huracán Georges de 1998.

punto de la costa norte, pero más al este. Por su trayectoria, debe de haber provocado inundaciones en las costas septentrionales de Camagüey, Las Tunas, Holguín y Guantánamo. Algunas diferencias están relacionadas con el momento de la recurva y en que este sistema, a diferencia de Ike, nunca salió al mar por la costa sur.

Cuarto sistema de la temporada de 1888. Presenta similitud con respecto a Ike en cuanto al mes de formación, dado que se origina el 31 de agosto y perduró hasta el 8 de septiembre. En su movimiento, man-

tuvo rumbo por el norte de Haití y la República Dominicana, un poco más al norte si se le compara con Ike, aunque tocando tierra, más al occidente, por la costa norte de Cuba. Asimismo, por su trayectoria, debió ocasionar inundaciones en las costas de Camagüey, Las Tunas, Holguín y Guantánamo; una vez que abandonó el suelo cubano, también pudo provocar inundaciones en porciones de la costa sur del occidente del país.

Huracán Donna. Fue el quinto sistema de la temporada de 1960. La posición geográfica donde se localiza

su formación se asemeja más a Ike que los dos casos anteriores, puesto que se originó más hacia el este en longitud. Es un sistema que se formó el 29 de agosto y perduró hasta el 14 de septiembre. En su tránsito hacia el oeste-noroeste se movió por el norte de la República Dominicana y Haití, e incluso en su trayectoria describió un descenso en latitud semejante al de Ike, solo que más al oeste. El centro de Donna no llegó a tocar tierra cubana y su recurva se produjo más al este en relación con la de Ike, pero ocasionó inundaciones en las costas de Camagüey, Las Tunas, Holguín y Guantánamo, así como de las provincias centrales.

Huracán Georges de 1998. Este sistema se formó en

septiembre. En su trayecto hacia Cuba se movió más al sur que Ike, de forma tal que cruzó sobre la República Dominicana y Haití, pero tocó tierras cubanas por el norte de Guantánamo, a pesar de que nunca salió al mar por la costa sur. De acuerdo con su trayectoria, generó inundaciones en la zona oriental (al igual que Ike) y, en general, en gran parte de la costa norte del país por delante de su paso.

Inundaciones costeras

Según se muestra en el mapa de asentamientos costeros que han reportado inundaciones, elaborado por especialistas del IPF y el INSMET (Fig. 8), publicados en los textos de Moreno *et al.* (1998) y Mitrani *et al.*

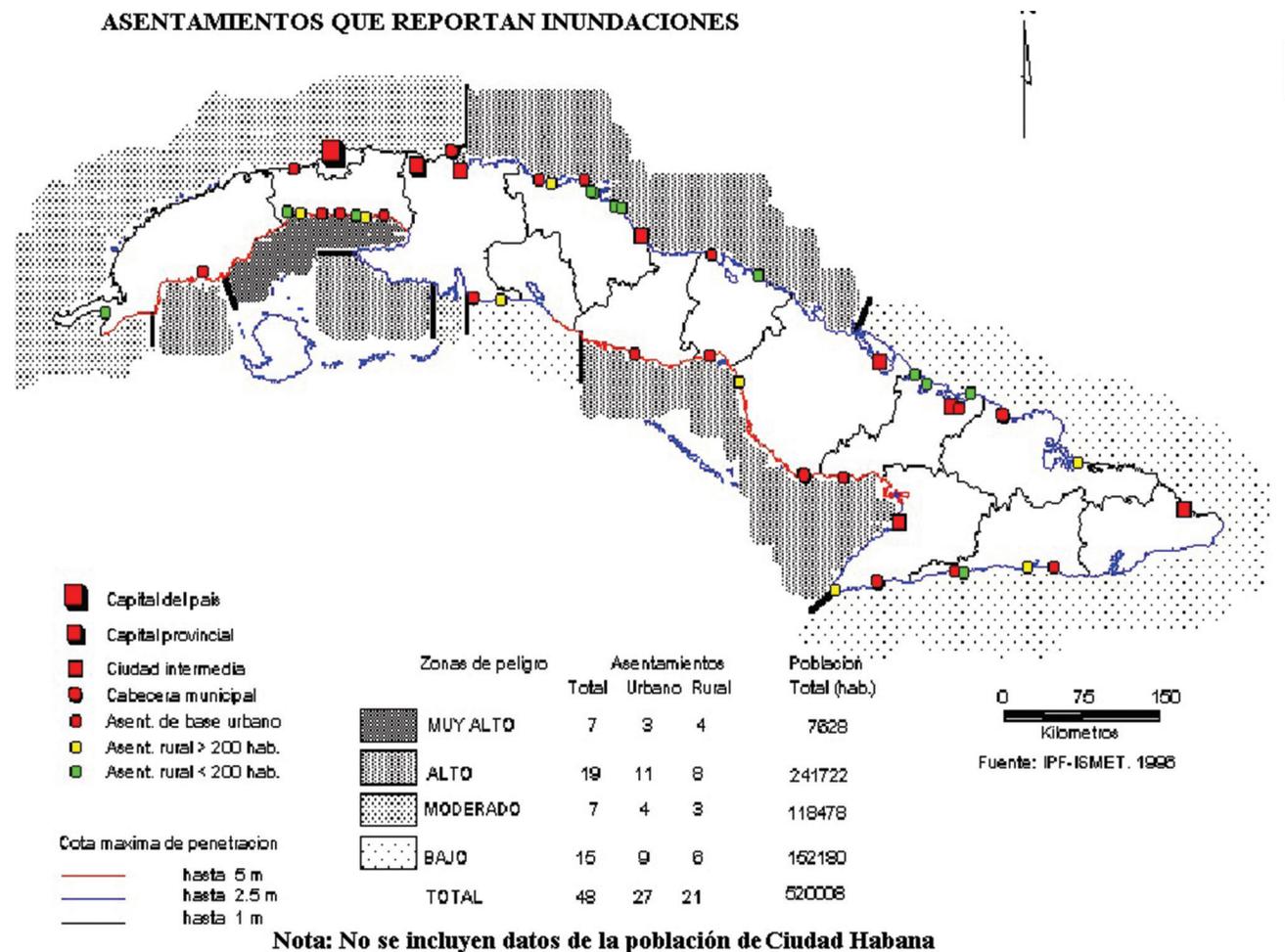


Fig. 8 Mapa de asentamientos costeros que han reportado inundaciones en el territorio cubano (Moreno *et al.*, 1998; Mitrani *et al.*, 2008).

(2008), en el municipio de Banes no se han reportado inundaciones costeras durante el siglo xx y los primeros años del siglo xxi.

De acuerdo con las valoraciones de peligro por inundaciones generadas por surgencia de huracán, que aparecen en Moreno *et al.* (1998) para Cabo Lucrecia-Punta Maisí, la plataforma estrecha y la orientación de la costa abierta hacia el NE favorecen la afectación por oleaje oceánico, que se desplaza sobre un largo fetch. El oleaje más intenso puede ser generado por huracanes y(o) la combinación de bajas extratropicales con la periferia de anticiclones continentales; muy rara vez es causado por los frentes fríos. La costa alta, con una tipología muy variada, dentada abrasiva y erosiva tectónica, con tramos abrasivo-acumulativos y erosivo-acumulativos, con una pendiente costera que fluctúa entre muy baja y muy alta, y una plataforma estrecha que contiene barreras de corales, condiciona que de ocurrir inundaciones por surgencia de huracán, estas sean muy poco significativas, salvo en la zona de Baracoa. Por tales motivos, el área fue declarada de peligro bajo por Moreno *et al.* (1998).

Todos los huracanes que aparecen en la tabla 1, además de algunas combinaciones de eventos extratropicales, generaron inundaciones en algunos tramos costeros, pero no se reportó ningún caso en Banes. No obstante, debido al cambio climático previsto, no debe descartarse el aumento en la intensidad de los eventos meteorológicos y la posibilidad de que alguna vez estos generen inundaciones en el área de estudio.

Conclusiones

En 55 años (1960–2015) se han reportado 14 huracanes que afectaron la zona costera del municipio de Banes. Durante ese período, al menos tres huracanes han sido de categoría 4, y generaron vientos por encima de 210 km/h sostenidos en 1 min; no se encontró ninguna evidencia de afectación por huracanes

de categoría 5.

De la información analizada desde 1856, se detectaron cuatro ciclones tropicales con trayectorias y comportamiento general análogos al huracán Ike, lo cual resulta en cinco huracanes en 159 años, para una probabilidad de ocurrencia de este tipo de trayectoria peligrosa de al menos una vez en 32 años.

Aunque por los reportes del National Hurricane Center, el huracán Donna parece ser el más intenso que afectó a la costa norte de las provincias orientales en más de 150 años, el más devastador ha sido Ike, debido a su peculiar trayectoria y entrada en tierra, así como también su tiempo de permanencia más prolongado en el área.

Las características de ser una costa alta y escarpada hacen que este territorio esté protegido contra las inundaciones costeras, mientras que la zona cenagosa de la Bahía de Banes está debidamente resguardada por su estrecho canal de entrada, el cual impide que prosperen el oleaje peligroso y la sobre elevación del nivel del mar. Por ello, en el municipio de Banes nunca se han reportado inundaciones costeras.

Referencias bibliográficas

- Ballester M. y J. Rubiera (2009). Resumen de la temporada ciclónica de 2008. <http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLAS&TB1=TEMPORADA&TB2=/Temporadas/temporada2008.html#home>.
- Ecured Portátil 2.0.1 (Windows) 07–2015.
- Hernández N., R. Vega, R. Casals (1999). “Estudio de los sistemas meteorológicos que han afectado a Cuba por penetraciones del mar e inundaciones costeras”, *Revista Cubana de Meteorología*, vol. 9, no. 2, 58:68.
- Hidalgo A. (2009). *Características de las inundaciones costeras en el tramo Gibara- Playa Guardalavaca*, Tesis de diploma en opción al título de licenciado en Meteorología, 50 pp.

- Hidalgo, A. I. Mitrani (2012). “Particularidades hidrometeorológicas del litoral Gibara-Playa Guardalavaca”, *Revista Cubana de Meteorología*, 18 (2): 152-163.
- Hidalgo, A., D. Calzadilla y G. Pérez (2013). “Climatología de los ciclones tropicales en la provincia de Holguín”, *Revista Ciencias Holguín*, 19 (3): 147-157.
- Hidalgo A., I. Mitrani (2015). Tendencias climáticas de las inundaciones costeras en el litoral Gibara-Playa Guardalavaca, provincia de Holguín, Cuba, *Memorias de la X Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo*, 10 pp. (soporte digital).
- Iñiguez L., Mateo J. (1980). *Geografía física de Cuba. Componentes y paisajes geográficos*, Universidad de La Habana, MES, 249 pp.
- Mitrani I., O. O. Díaz, A. Vichot, I. Hernández, A. Hidalgo, E. García, J. A. Rodríguez (2012). “Tendencias climáticas de las inundaciones costeras severas en áreas de Cuba”, *Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio*, vol. XIII, no. 2, ISSN: 1729-3790, www.iga.cu/publicaciones/revista/index.htm.
- Mitrani, I., R. Pérez, O. García, I. Salas, Y. Juantorena, M. Ballester y P. Beauballet (2000). “Las zonas más expuestas a las inundaciones costeras en el territorio Cubano y su sensibilidad al posible incremento del nivel medio del mar por cambio climático”, *Revista Cubana de Meteorología*, vol. 7, no.1. 45:50.
- Mitrani I., O. O. Díaz, Y. Juantorena, O. E. Pérez, I. Salas, A. Morales, J. Pérez, J. Viamontes, C. Rodríguez, A. L. Pérez (2009). Elaboración de la primera versión de un atlas oceanográfico de las aguas adyacentes al territorio Cubano, *Memorias del VIII Congreso de Ciencias del Mar*, MARCUBA-2009 (soporte digital).
- Moreno A., I. Salas, R. Pérez Parrado, O. García, I. Mitrani, C. Rodríguez, A. L. Pérez, M. A. Portela (1998). *Desarrollo de la técnicas de predicción y las inundaciones costeras, prevención y reducción de su acción destructiva*, Informe técnico, PNUD, La Habana, Editora del Instituto de Planificación Física, 1998, 200 pp.
- NHC (2015). *National Hurricane Center*, www.nhc.noaa.gov.
- NOMAD3 (2015). Operational Model Archive Distribution System-3 (NOMAD3) of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Web site <http://nomad3.ncep.noaa.gov/>.
- Vega R., M. E. Sardiñas, M. E. Nieves, A. Centella (1990). *Análisis estadístico-climatológico del régimen de la velocidad máxima del viento en Cuba*, Informe final de resultado científico, INSMET, 60 pp.