

Cronología de las inundaciones costeras en la provincia de Ciego de Ávila. Periodo 1960-2017

Chronology of coastal floods in the province of Ciego de Ávila. Period 1960-2017

Orlando L. Córdova-García✉, Miriela García-García, Aliana López-Mayea

Centro Meteorológico Provincial de Ciego de Ávila, Cuba

Resumen

Se presenta la cronología y clasificación de las inundaciones costeras para la provincia de Ciego de Ávila atendiendo a los fenómenos meteorológicos que las generan. Como fuentes de información se utilizaron encuestas a pobladores de zonas costeras, reportes de prensa y estudios de PVR, así como los archivos del Instituto de Meteorología, el Centro Nacional de Huracanes de Miami y los reanálisis NCEP/NCAR (National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research) de la NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration). Se concluye que las inundaciones costeras en Ciego de Ávila son producto de la afectación de los huracanes y frentes fríos moderados o fuertes, las zonas más afectadas son el poblado de Júcaro ubicado en la costa sur y por la costa norte los poblados de Cunagua, Turiguanó, Punta Alegre y los cayos Coco y Guillermo. El criterio de clasificación de la magnitud de estos eventos coadyuvará a una mayor percepción del peligro por estos fenómenos meteorológicos peligrosos por parte de la población. Se exhorta el uso de los resultados en la predicción de estos eventos, así como en la elaboración de planes de contingencia y acciones de manejo costero por parte de las autoridades decisoras.

Palabras clave: inundaciones costeras, huracanes, frentes fríos

Abstract

The chronology and classification of coastal floods for the province of Ciego de Ávila is presented, taking into account the meteorological phenomena that generate them. As sources of information, surveys of coastal area residents, press reports and PVR studies were used, as well as the archives of the Institute of Meteorology, the National Hurricane Center in Miami and the NCEP / NCAR reanalyses (National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research) of the NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration). It is concluded that coastal floods in Ciego de Ávila are the result of the impact of hurricanes and moderate or strong cold fronts, the most affected areas are the town of Júcaro located on the south coast and the northern coast of the towns of Cunagua, Turiguanó, Punta Alegre and Coco and Guillermo Cays. The criterion for classifying the magnitude of these events will contribute to a greater perception of the danger due to these dangerous meteorological phenomena on the part of the population. The use of the results in the prediction of these events is encouraged, as well as in the elaboration of contingency plans and coastal management actions by the decision-making authorities.

Keywords: coastal floods, hurricanes, cold fronts

✉ Autor para correspondencia: *Orlando L Córdova-García*. E-mail: orlando.cordova@cav.insmet.cu

Recibido: 21/2/2018

Aceptado: 26/3/2018

INTRODUCCIÓN

En el mundo actual se han incrementado los estudios sobre los fenómenos meteorológicos que provocan cada vez más daños a la sociedad y a la economía, con el fin de mitigar los daños. Dentro de estos fenómenos están las inundaciones costeras, las cuales afectan a las comunidades que viven cercanas al mar. La causa que provoca estas inundaciones es la sobreelevación del nivel del mar producido por la influencia de eventos sísmicos, volcánicos o meteorológicos. La presente cronología solo recoge las producidas por fenómenos meteorológicos. No hay evidencias de tsunamis en la provincia ni en el resto de la República de Cuba ([Mitrani et al., 2012](#)).

Las inundaciones costeras por penetraciones del mar en nuestro país ocurren en zonas bajas de la costa por la influencia de los vientos asociados a fenómenos meteorológicos, destacándose los ciclones tropicales, frentes fríos, surtes asociados a las bajas extratropicales y la interacción de las bajas extratropicales con los anticiclones migratorios ([Hidalgo & Mitrani., 2015](#)). En su extensión tierra adentro depende de las características del evento meteorológico, por ejemplo en los ciclones tropicales son: categoría del ciclón, la velocidad de traslación, el ángulo de incidencia entre la trayectoria y la costa, el radio de los vientos máximos, la presión central y el tiempo sobre la plataforma insular. También influye el relieve de la costa, la geografía submarina, la configuración del paisaje litoral, las construcciones y edificaciones cercanas, así como la vegetación existente en las áreas afectadas. Otro factor determinante es la marea astronómica.

Los resultados obtenidos en esta investigación constituyen una tarea del proyecto “Procedimiento para la ejecución y uso de las observaciones del estado de la superficie marina desde estaciones costeras, en la predicción del oleaje e inundaciones costeras en territorio cubano” (2015-2016), desarrollado dentro del Programa Nacional “Meteorología y

Desarrollo Sostenible del País”, el cual concluyo satisfactoriamente. Este estudio es la primera vez que se realiza en la provincia de Ciego de Ávila. No obstante en nuestro país desde finales del siglo XX se han realizado estudios e investigaciones relacionadas con este tema, entre ellos están los trabajos de ([Moreno, 1998](#); [Mitrani et al., 2000](#); [Pérez et al., 2001](#); [Casals, 2002](#); [Hernández et al., 2002](#); [Hidalgo & Mitrani, 2012](#); [Mitrani et al., 2012](#); [Hidalgo & Mitrani, 2015](#); [Mitrani et al., 2016](#)).

El objetivo de esta investigación consiste en obtener, en el marco del anteriormente mencionado proyecto nacional, la cronología de las inundaciones costeras, su clasificación y los fenómenos meteorológicos que las generan en la provincia de Ciego de Ávila, lo que a su vez contribuirá a tener elementos sinópticos que propicien en el futuro una mejor predicción por parte de los especialistas del Centro Meteorológico Provincial y de la sede central del Instituto de Meteorología de Cuba sobre este fenómeno meteorológico peligroso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer los eventos de inundaciones costeras se utilizaron los testimonios de los pobladores que viven en asentamientos costeros en los cuales se han reportados penetraciones del mar en la provincia ([Figura 1](#)), también se consultaron archivos, notas de prensas y los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR) del grupo CITMA en la provincia. Esta información obtenida se relacionó con los registros del Centro Meteorológico Provincial, los datos climáticos de las estaciones costeras avileñas (78339 Cayo Coco y 78345 Júcaro), los mapas sinópticos y los Estados Generales del Tiempo (EGT), disponibles en los archivos del Instituto de Meteorología de la República de Cuba (Insmet), así como los reanálisis del NCEP/NCAR (National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research) a través del sitio web <http://www.esrl.noaa.gov>. Todo esto para conocer las características de las situaciones sinópticas que generaron dichos eventos.

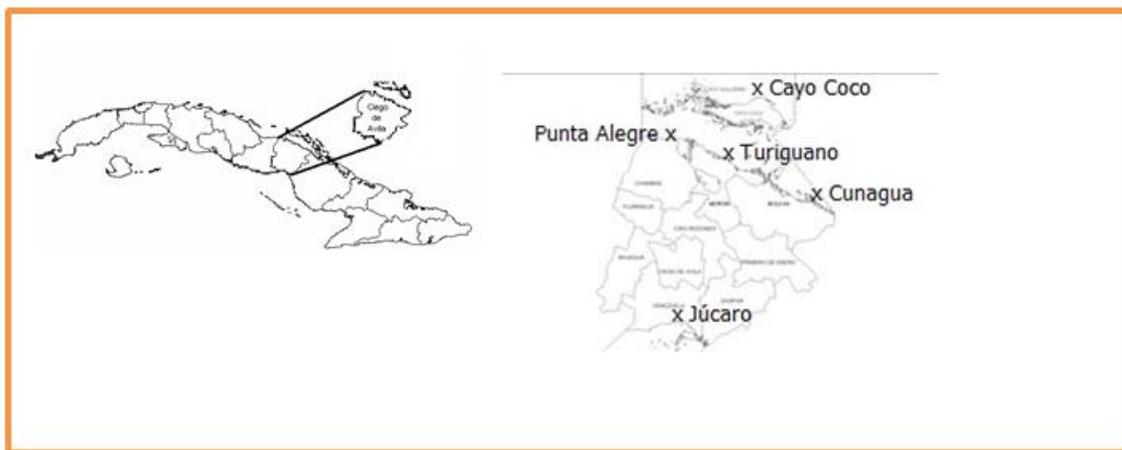


Figura 1. Zonas en donde se han reportado inundaciones costeras en la provincia de Ciego de Ávila

Además se consultaron los archivos del Centro Nacional de Huracanes de Miami en los Estados Unidos (<http://www.nhc.noaa.gov/data>) para determinar los ciclones tropicales que afectaron las áreas costeras de la provincia.

La investigación se enmarcó en el periodo de tiempo (1960-2017) donde la obtención del dato es más confiable. Siendo esta desde prácticamente el triunfo de la Revolución Cubana hasta el presente, etapa este en el cual el gobierno presta más atención a los fenómenos meteorológicos peligrosos y su influencia en la sociedad y la economía.

Para la clasificación se usó los 4 grupos de las inundaciones costeras en Cuba según el alcance horizontal del agua de mar tierra adentro ([Hidalgo et al., 2017](#)). Las dos costas de la provincia de Ciego de Ávila se incluyeron en el grupo 4 ([Tabla 1](#)).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cronología de las inundaciones costeras en la provincia de Ciego de Ávila y situaciones sinópticas que la generan

Caso 1

Zona: Poblado costero de Júcaro, al sur de la provincia.

Fecha: 26 de Agosto de 1964.

Fenómeno meteorológico que la generó: huracán Cleo ([Figura 2](#)).

Particularidades de la inundación.

La inundación costera por penetración del mar en tierra ocurrió en horas de la mañana y parte de la tarde del día 26, producto de la afectación directa de vientos del sur relacionados con el huracán Cleo. El mar entró en el poblado hasta aproximadamente 70 m.

Caso 2

Zona: Poblado costero de Júcaro, al sur de la provincia.

Fecha: 19 de Octubre de 1973.

Fenómeno meteorológico que la generó: Tormenta tropical Gilda ([Figura 3](#)).

Particularidades de la inundación.

La inundación costera por penetración del mar en tierra ocurrió en horas de la mañana del día 19, producto de la afectación directa de la tormenta tropical Gilda, imponiendo vientos del sur sobre la zona. El mar entró en el poblado hasta aproximadamente 50 m.

Caso 3

Zona: Poblado costero Cunagua, al norte de la provincia.

Fecha: 18-19 de Noviembre de 1985.

Fenómeno meteorológico que la generó: huracán Kate ([Figura 4](#)).

Tabla 1. Nueva clasificación de las inundaciones costeras en Cuba según el alcance horizontal del agua de mar tierra adentro. (Hidalgo *et al.*, 2017).

Clasificación	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Ligeras	0–500 m	0–250 m	0–100 m	0–50 m
Moderadas	501–1000 m	251–500m	101–200m	51–100 m
Fuertes	> 1000 m	> 500 m	> 200 m	> 100 m

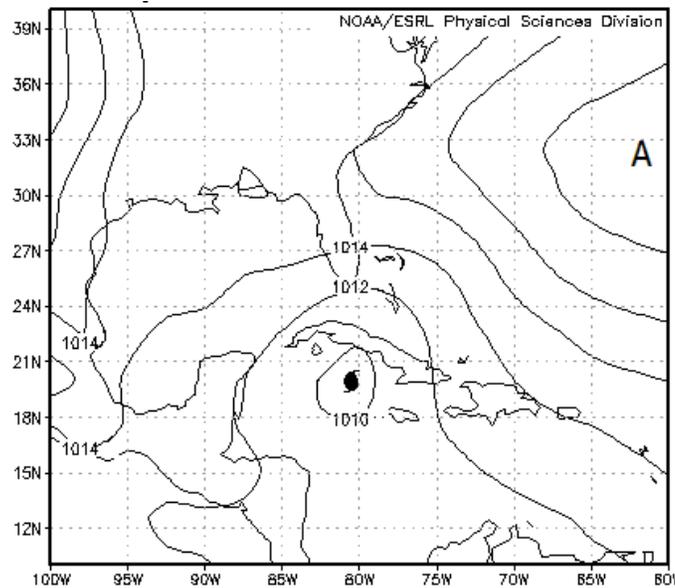


Figura 2. Reanálisis del campo de presión atmosférica (hPa) a nivel del mar promedio del día 26 de agosto de 1964. (<http://www.esrl.noaa.gov>)

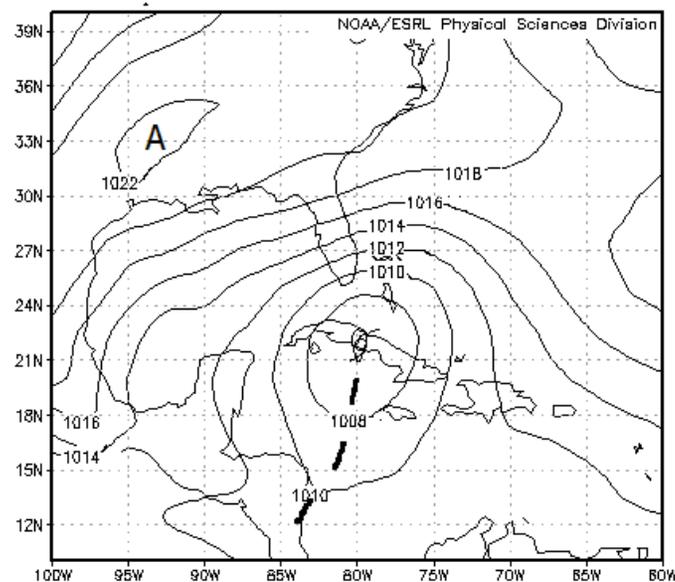


Figura 3. Reanálisis del campo de presión atmosférica (hPa) a nivel del mar promedio del día 19 de octubre de 1973. (<http://www.esrl.noaa.gov>)

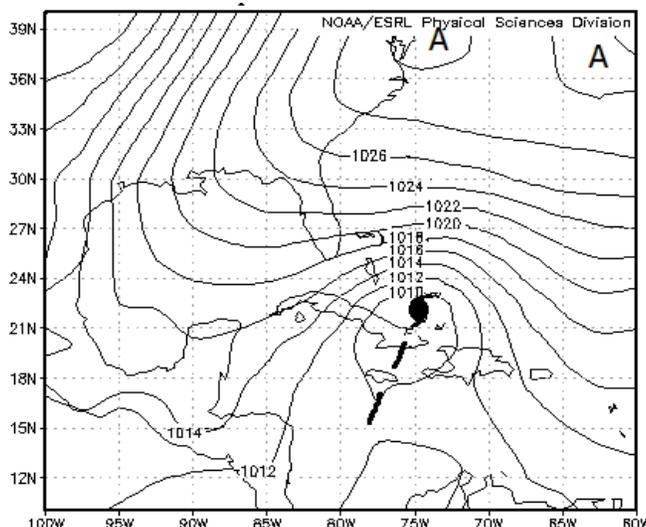


Figura 4. Reanálisis del campo de presión atmosférica (hPa) a nivel del mar promedio entre las 1200 Z del día 18 hasta las 0000 Z del día 19 de noviembre de 1985. (<http://www.esrl.noaa.gov>)

Particularidades de la inundación.

La inundación costera por penetración del mar en tierra ocurrió en horas de la tarde-noche del día 18 y en la madrugada del día 19, producto de la afectación directa del huracán Kate que impuso vientos de componente norte al nordeste sobre la zona afectada. El mar entro en el poblado hasta aproximadamente 100 m.

Caso 4

Zona: Poblado costero de Punta Alegre, al norte de la provincia.

Fecha: 18-19 de Febrero de 2015.

Fenómeno meteorológico que la generó: Frente frío moderado ([Figura 5](#)).

Particularidades de la inundación.

La inundación costera por penetración del mar en tierra ocurrió en horas de la tarde-noche del día 18 y en la madrugada del día 19, producto de la afectación directa de una masa de aire continental que seguía a un frente frío moderado con vientos cuya velocidad máxima media que reporta la estación meteorológica seleccionada durante las 6 horas posteriores al paso del frente sea de 36 a 55 km/h ([Insmet., 2014](#)), imponiendo sobre la zona afectada vientos de componente noroeste al norte. El mar entro en el poblado hasta aproximadamente 30 m. Si en este caso ocurrió con un frente frío

moderado es de suponer que también ocurra con frentes fríos fuertes (vientos con velocidades máximas medias iguales o superiores los 56 km/h).

Caso 5

Zona: Cayo Caco, al norte de la provincia.

Fecha: 1-2 de Octubre del 2015.

Fenómeno meteorológico que la generó: huracán Joaquín ([Figura 6](#)).

Particularidades de la inundación.

La inundación costera por penetración del mar en tierra ocurrió en horas de la tarde-noche del día 1 y en la madrugada del día 2 producto de la afectación directa del huracán Joaquín que impuso vientos de componente norte al noroeste sobre la zona afectada. El mar entro a una distancia de la costa de 40 m y en algunos lugares muy específicos a 60 m.

Caso 6

Zonas: Poblados costeros de Cunagua, Turiguanó, costa norte de Cayo Coco y Guillermo, así como el poblado costero de Punta Alegre, todos en el norte de la provincia.

Fecha: 8-9 de septiembre del 2017.

Fenómeno meteorológico que la generó: huracán Irma ([Figura 7](#)).

Particularidades de la inundación.

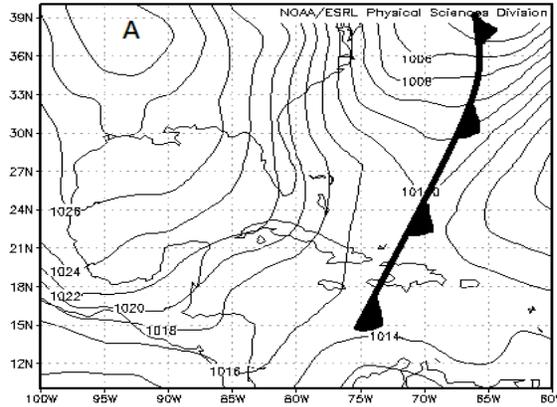


Figura 5. Reanálisis del campo de presión atmosférica a nivel del mar del día 19 de febrero de 2015 a las 0600 Z. (<http://www.esrl.noaa.gov>)

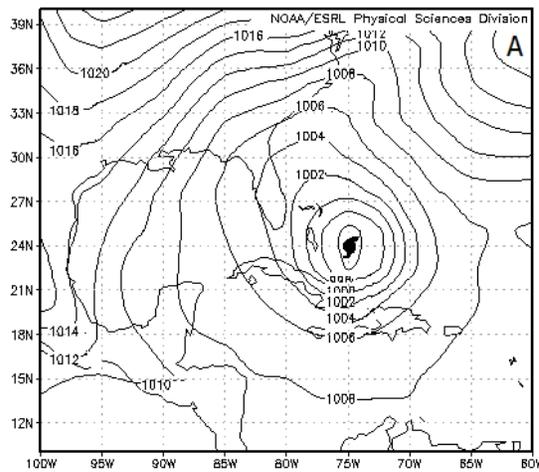


Figura 6. Reanálisis del campo de presión atmosférica (hPa) a nivel del mar promedio entre las 0000 Z del día 1 hasta las 1800 Z del día de 2 de octubre del 2015. (<http://www.esrl.noaa.gov>)

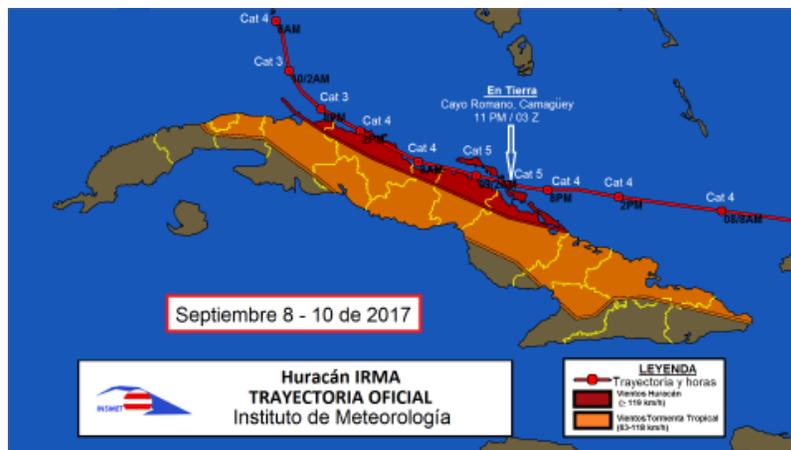


Figura 7. Mapa oficial de la trayectoria del huracán Irma elaborado en el Instituto de Meteorología de Cuba. Fuente: Informe del Huracán Irma sobre Cuba, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba, 15 p. (Inédito)

La inundación costera por penetración del mar en tierra ocurrió al final de la noche del día 8 de septiembre y en las primeras horas de la madrugada del día 9 de septiembre del 2017 producto de la afectación directa del huracán Irma que impuso vientos de componente nordeste, norte y noroeste sobre las zonas afectadas. La inundación costera abarcó 7 km tierra adentro en las zonas más bajas que están cerca de Cunagua, en el poblado de Turiguanó según los estudios de PVR fue de solo decenas de metros. En el caso de Cayo Guillermo, se estima que se inundó un 80 % del área, centrándose el fenómeno hacia la porción este del cayo, coincidiendo con las áreas más bajas. La porción oeste de cayo Coco fue la más afectada por las inundaciones costeras, en otras áreas se combinaron las inundaciones por penetraciones del mar con inundaciones por intensas lluvias, a pesar del predominio de suelo cársico. En Punta Alegre la penetración del mar máximo fue de 250 m. Las embarcaciones entre pequeñas y medianas en Punta Alegre fueron arrastradas aproximadamente a 100 m de la línea de costa ([Figura 8](#)).

Caso 7

Zona: Poblado costero Júcaro, costa sur de la provincia.

Fecha: 9 de septiembre del 2017.

Fenómeno meteorológico que la generó:



Figura 8. Embarcaciones tierra adentro en Punta Alegre. *Fuente: Informe de Evaluación del Impacto Ambiental del Desastre provocado por Irma (Huracán de Gran Intensidad) en la provincia Ciego de Ávila. Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Inédito)*

huracán Irma.

Particularidades de la inundación.

La inundación costera por penetración del mar en tierra ocurrió desde el final de la madrugada hasta el mediodía del día 9 de septiembre del 2017 producto de la afectación del huracán Irma que impuso vientos de componente suroeste al sur sobre la zona afectada. Se calculó que el mar inundó hasta 900 m tierra adentro ([Figura 9](#)).

Clasificación de las inundaciones costeras

Considerando la nueva clasificación de las inundaciones costeras en Cuba ([Hidalgo et al., 2017](#)) las inundaciones en Ciego de Ávila se clasifican como se muestra a continuación ([Tabla 2](#)):

En esta tabla se observa que las inundaciones moderadas o fuertes se presentan cuando el sistema meteorológico se corresponde con un huracán y las ligeras ocurren con frentes fríos moderados y tormentas tropicales. Aunque es importante destacar que para que ocurra un tipo u otra depende del tipo de orografía de la zona y la distancia que se encuentren los organismos meteorológicos de la costa. Es por eso que con el huracán Joaquín solo hubo inundación costera en Cayo Coco y en algunos lugares fue ligera y en otros moderada, debido a las características geográficas de este cayo.



Figura 9. Evidencias de la penetración del mar en el poblado de Júcaro con el huracán Irma. Fuente: Informe de Evaluación del Impacto Ambiental del Desastre provocado por Irma (Huracán de Gran Intensidad) en la provincia Ciego de Ávila. Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Inédito)

Tabla 2. Clasificación de las inundaciones costeras en la provincia de Ciego de Ávila

Sistema meteorológico	Zona afectada	Clasificación	Alcance horizontal del agua de mar tierra adentro
Huracán Cleo	Júcaro	Moderada	70 m
Tormenta tropical Gilda	Júcaro	Ligera	50 m
Huracán Kate	Cunagua	Moderada	100 m
Frente frío moderado	Punta Alegre	Ligera	30 m
Huracán Joaquín	Cayo Coco	Ligera a moderada	40-60 m
	Cunagua,	Fuerte	7000 m
	Turiguano,	Ligera	10 m
Huracán Irma	C. Coco y	Fuerte	Más de 100 m
	Guillermo		
	Punta Alegre	Fuerte	250 m
Huracán Irma	Júcaro	Fuerte	900 m

CONCLUSIONES

En la provincia de Ciego de Ávila, las inundaciones costeras son producto de la afectación de los ciclones tropicales en su categoría de huracán (85,7 % de los casos) en ambas costas (en la costa norte con vientos de componentes entre el noroeste, norte y nordeste y en la costa sur con vientos entre el suroeste y sur). En menor medida (solo un 14,3 % de los casos) ocurren con vientos del noroeste al norte que siguen a los frentes fríos moderados y fuertes, en estos casos solo en la costa norte.

Las zonas más propensas son el poblado costero de Júcaro en la costa sur. En la costa norte son el poblado de Cunagua, Punta Alegre y Cayo Coco. En todos estos puntos quedan establecidos puestos que mantienen la vigilancia y reporte de futuras inundaciones costeras por penetraciones del mar mediante personas seleccionadas y entrenadas por parte de los autores.

La intensidad de las inundaciones costeras depende del tipo de situación meteorología, de su magnitud, de su movimiento y velocidad de traslación.

Teniendo en cuenta todos los elementos anteriormente descritos en esta investigación los especialistas del Centro Meteorológico Provincial y de la sede central del Instituto de Meteorología de Cuba pueden realizar una mejor predicción de este fenómeno meteorológico peligroso.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al jefe del Proyecto “Procedimiento para la ejecución y uso de las observaciones del estado de la superficie marina desde estaciones costeras, en la predicción del oleaje e inundaciones costeras en territorio cubano” (2015-2016) por confiar en nosotros y permitirnos ser partícipe del mismo, en el marco del cual se obtuvieron los resultados que se presentan en este artículo científico, así como a cada uno de los compañeros que a lo largo del país formaron parte del mencionado proyecto.

REFERENCIAS

- Casals, R. 2002. “Cronología de las inundaciones costeras ocurridas en el sur de la provincia La Habana”. *Revista Cubana de Meteorología*, 9(1): 90-95, ISSN: 0864-151X.
- CITMA. 2017. Informe de Evaluación del Impacto Ambiental del Desastre provocado por Irma (Huracán de Gran Intensidad) en la provincia Ciego de Ávila. Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. 74 p. (Inédito).
- Hernández, N.; Vega, R. & Casals, R. 2002. “Estudio de los Sistemas Meteorológicos que han afectado a Baracoa por penetraciones del mar e inundaciones costeras”. *Revista Cubana de Meteorología*, 9(2): 58-68, ISSN: 0864-151X.
- Hidalgo, A.; Mitrani, I.; Pérez, Gr. 2017. “Nueva clasificación de las inundaciones costeras en Cuba”. *Revista Cubana de Meteorología*, 23(2): 209-216, ISSN: 0864-151X.
- Hidalgo, A. & Mitrani, I. 2012. “Particularidades hidrometeorológicas del litoral Gibara-Playa Guardalavaca”. *Revista Cubana de Meteorología*, 18(2): 152-163, ISSN: 0864-151X.
- Hidalgo, A. & Mitrani, I. 2015. “Tendencias climáticas de las inundaciones costeras en el litoral Gibara-Playa Guardalavaca, provincia Holguín, Cuba”. *Revista de Climatología*, 15: 93-102, ISSN: 1578-8768.
- INSMET, 2017. Informe del Huracán Irma sobre Cuba, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba, 15 p. (Inédito).
- INSMET, 2014. Manual de Procedimientos Operacionales Ordinarios del Sistema Nacional de Pronósticos. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, 68 pp.
- Mitrani, I.; Díaz, O. O.; Vichot, A.; Hernández, I.; Hidalgo, A.; García, E. & Rodríguez, J. A. 2012. “Tendencias climáticas de las inundaciones costeras severas en áreas de Cuba”. *Revista Ciencias de la Tierra y del Espacio*, 13(2): 68-84. ISSN: 1729-3790.
- Mitrani, I.; Hernández, I.; García, E.; Hidalgo, A.; Díaz, O. O.; Vichot, A. & Rodríguez, J. A. 2016. “The Coastal Flood Regime around Cuba, the Thermohaline Structure Influence and Its Climate Tendencies”. *Environment and Ecology Research*, 4(2): 37-49. ISSN: 2331-6268 DOI: 10.13189/eer.2016.040201
- Mitrani, I.; Pérez, R.; García, O.; Salas, I.; Juantorena, J.; Ballester, M.; Beauballet, P.; Pérez, A.L.; Rodríguez, C. 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*, 7(1): 45-50, ISSN: 0864-151X.
- Moreno, A. (ed.). 1998. Desarrollo de las Técnicas de Predicción de las inundaciones costeras, Prevención y Reducción de Acción Destructiva. Informe Final del Proyecto

Cuba 94/003, La Habana: Instituto de Meteorología, 172 p.
Pérez, P. J.; Casals, R.; del Sol, A. & Díaz, L. 2001. "Análisis de los fenómenos meteorológicos que provocaron

penetraciones del mar en el malecón habanero". *Revista Cubana de Meteorología*, 8(1): 50-58, ISSN: 0864-151X.