

## **EVENTO SEVERO DE PENETRACION DEL MAR OCURRIDO EN EL LITORAL DE LA HABANA DEL 11 AL 13 DE ENERO DE 1908.**

**Autores:** Lic. Nilo Hernández Orozco.

Instituto de Meteorología

Departamento de Meteorología Marina.

E-mail: [NHO1950@yahoo.com](mailto:NHO1950@yahoo.com)

**RESUMEN.** El presente trabajo es una recopilación de notas periodísticas y reseñas de principios del siglo XX, donde un evento meteorológico con fuerte penetración del mar afectaba muy fuertemente a los asentamientos poblacionales en las barriadas de La Habana que tienen salidas al mar, como El Vedado, la avenida Malecón y Miramar. Estos impactos han sido producidos por frentes fríos, bajas extratropicales y organismos tropicales que debido a limitaciones reales del Servicio Meteorológico de la época no podían ser pronosticados con suficiente certeza. Se analiza el fenómeno meteorológico severo de los días 11 al 13 de enero de 1908, que resultó desastroso a escala local y se considera de similares características a otros eventos más recientes estudiados por diferentes autores.

Se destaca que el evento que se estudia fue uno de los más severos que ocurrieron en el siglo XIX y que solo constituye una referencia a tener en cuenta en los proyectos de obras hidrotécnicas y otras actividades. Es necesario de profundizar los estudios de estos eventos y su relación con los Cambios Climáticos que se pronostican para el futuro.

**ABSTRACT.** This work is a collection of journal chronicles and reports published between January 11 and 13, 1908, about a strong impact to coastal settlements of Havana city, mainly in Vedado, Malecón Avenue and Miramar. It is highlighted that these impacts, produced by cold fronts, extratropical lows and tropical systems, often were deficiently or not predicted due to inaccurate prediction techniques.

The event described here is catalogued as severe, compared with other ones studied by different authors; it was a not well known event, for that it is taken only as a reference to project hydrotechnical works and other activities. Also, it is important to deepen into the linkage between these events and Global Climate Changes.

## **INTRODUCCIÓN.**

Los océanos desempeñan un papel fundamental para determinar al clima del planeta Tierra, es mucho menos evidente su influencia en las sociedades humanas y su progreso. También es bien conocida la importancia de la atmósfera, a través del tiempo y el clima, en la producción agrícola y la conservación de los alimentos, sin embargo pocas sociedades reconocen que dependen, de la interacción combinada de la superficie terrestre, el océano y la atmósfera que tiene lugar en las zonas costeras, nuestro país se encamina al manejo integrado de sus recursos costeros.

El objetivo del siguiente trabajo es de catalogar el fenómeno que aconteció los días 11, 12 y 13 de enero de 1908, donde fuerte marejadas con penetraciones del mar e inundaciones, fuertes vientos en el litoral con precipitaciones que pueden ser severas, provocaran destrucción, pánico, miedo y muerte entre la población moradora del litoral habanero.

A partir del evento severo del 17 de marzo de 1983, es que comienza a mencionarse la entidad como **Baja Extratropical** en la literatura especializada emitida por la institución. Este es un sistema meteorológico donde hay una circulación ciclónica asociada a una baja presión en su seno, que se asocia a líneas frontales, que producen estragos importantes cuando llegan a las costas, principalmente aquellas que tienen playas arenosas y de poca elevación. CICLON EXTRATROPICAL .-Cualquier ciclón que no tiene origen tropical. Generalmente se le considera como ciclón migratorio frontal que se presenta en latitudes altas y medias. También se le llama tormenta extratropical o baja extratropical.

## **MATERIALES Y MÉTODOS.**

Se consultaron las notas confeccionadas por los Padres Viñes, Gutiérrez Lanza, Gangoitti y otros, que fueron publicadas en el Anuario de 1908 del Observatorio Meteorológico del Colegio de Belén de la Compañía de Jesús en La Habana, que obra en los archivos del Instituto de Meteorología, así como las informaciones periodísticas de la época sobre todo lo concerniente al fenómeno meteorológico que nos ocupa, tomándose nota de todo lo útil que sirviera para argumentar el estudio. También se analizaron las cartas sinópticas que pertenecen a los archivos de la Institución. Se utilizó una muestra de 84 750 mapas, de donde se obtuvieron 58 situaciones sinópticas que produjeron inundaciones costeras por penetraciones del mar en el área de estudio, en el período comprendido desde 1916 al 2000,

así como los resúmenes anuales editados por el Colegio de Belén entre 1901 y 1915, de donde se extrajeron otros 6 reportes. También se emplearon materiales de prensa conservados en el Archivo de la Biblioteca Nacional, como fueron los periódicos Diario de La Marina, Granma, Juventud Rebelde y otros como El Mundo, El País, El Nacional, Prensa Libre y Revolución.

Se somete a consideración la tabla de los valores de velocidad del viento en metros por segundo del Observatorio de Belén, donde se destaca el comportamiento de dicha variable y cómo alcanza el máximo en los días 11 al 13 de enero, registrándose intensidades extraordinarias de 22 metros por segundo en este último día. Con posterioridad, la marejada comenzó a amainar y se iniciaron las acciones recuperativas de la ciudad.

Tabla 1. Observaciones del viento en enero de 1908. Estación meteorológica del Colegio de Belén, Compañía de Jesús (velocidades en metros por segundo)

Fecha	4AM		6AM		8AM		10AM		12M		2PM		4PM		6PM		8PM		10PM		Máx.	Med.	Máx. extraord.
	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff	dd	ff			
1	E	1.5	E	3.0	E	3.5	Ene	5.0	Ene	6.5	En	7.0	En	8.5	Ene	6.0	E	5.0	Ese	2.5	8.5	4.9	
2	Ene	2.5	Ene	2.5	E	2.5	E	6.0	Ene	4.0	Ene	7.0	Ene	6.0	Ene	4.5	Ene	4.0	Ene	3.5	7.0	4.2	
3	E	4.0	Ene	2.5	Ene	2.0	Ene	5.5	Ene	7.5	Ene	7.5	Ene	6.5	Ene	3.5	Ene	5.0	E	3.0	7.5	4.7	
4	E	3.0	Ese	3.0	Ese	3.0	E	6.0	Ese	3.5	Ene	7.5	Ene	7.0	E	3.0	Se	2.0	Se	1.0	7.5	3.9	
5	...	00	Sse	1.5	Se	2.0	Se	2.0	N	4.0	N	6.0	En	4.0	E	1.5	Se	1.0	S	1.0	6.0	2.3	
6	S	2.0	S	1.5	S	1.0	S	3.5	S	7.5	S	5.0	S	3.0	S	4.0	S	3.0	S	4.5	7.5	3.5	
7	Ssw	3.0	Ssw	3.0	Nw	6.5	Nw	7.0	Nnw	9.0	Nw	6.5	Nw	7.0	Nw	8.5	Nw	5.5	Nnw	5.0	9.0	6.1	18.0
8	N	4.5	Nnw	2.5	Nw	2.5	Nnw	3.0	Nnw	3.0	Nw	3.5	Nnw	4.5	Nw	2.5	Nnw	1.0	N	2.0	4.5	2.9	
9	S	1.0	Nne	2.5	Nne	3.0	En	3.5	En	4.0	En	3.5	En	3.0	En	2.0	Ene	1.5	Se	1.0	4.0	2.5	
10	S	0.5	S	1.0	Sse	1.0	Ese	6.0	Se	4.5	Sse	4.5	Ene	4.0	E	3.5	Ese	2.5	Se	4.5	6.0	3.2	
11	Se	2.0	Sw	3.5	Ssw	3.0	Sw	3.5	W	7.0	W	11.5	W	7.5	Wsw	8.0	Sw	6.5	S	7.0	11.5	6.0	22.0
12	Ssw	6.0	Ssw	6.0	Sw	6.5	W	5.5	W	6.0	W	7.5	Wsw	5.5	W	5.0	Sw	2.5	Sw	3.5	7.5	5.4	20.0
13	Sw	3.5	Sw	4.5	Ssw	3.0	Wsw	8.0	W	6.5	Nnw	6.5	Nw	7.0	Nnw	3.5	Nw	4.0	Nw	6.0	8.0	5.2	18.0
14	W	4.0	Sw	3.5	Nw	3.0	W	6.0	Nnw	4.0	Nnw	5.0	Nw	5.5	Nnw	5.0	N	3.5	N	4.0	6.0	4.4	
15	N	3.5	Nne	3.5	En	5.0	En	5.5	Nne	5.0	En	3.5	Nne	5.0	Ene	2.0	Ene	2.0	Se	1.5	5.5	3.6	
16	Sse	1.5	Ese	2.0	E	2.5	E	1.5	N	3.0	N	4.0	N	2.0	En	3.0	Ese	1.0	Ese	2.5	4.0	2.3	
17	E	0.5	E	0.5	E	0.5	E	0.5	En	4.5	En	5.0	Nne	4.5	En	2.5	Nne	3.5	En	4.5	5.0	3.0	
18	Ese	0.5	Ese	1.0	Sse	1.5	En	3.5	Nne	6.0	Nne	5.5	Nne	4.0	Nne	5.0	N	4.5	N	5.5	6.0	3.7	
19	Nne	4.0	En	4.0	En	5.5	Nne	5.0	En	5.0	Ene	4.5	En	4.0	En	6.5	Ene	7.0	En	7.5	7.5	5.3	
20	En	7.0	En	3.5	En	4.5	En	5.0	En	8.5	E	6.0	Ene	8.0	Ene	6.5	Ese	1.5	E	2.5	8.5	5.3	13.0
21	Ene	1.0	E	0.5	E	1.5	Ene	3.5	Ene	6.5	Ene	6.0	Ene	3.5	Ene	2.5	Ene	1.0	E	1.5	6.5	2.7	
22	...	00	S	0.5	Se	0.5	Se	0.5	Nne	3.5	N	3.0	Nne	3.0	Nne	1.0	Nne	1.0	S	1.0	3.5	1.4	

A continuación, se transcriben los apuntes periodísticos editados en la prensa de la época, como en el

editorial del periódico “Cuba” del 13 de Enero de 1908. El objetivo está centrado en la descripción de los sucesos y las evaluaciones de los daños, aunque se puede notar la forma sensacionalista en que se transmitió este suceso a los lectores.

➤ Avenida del Prado

**“Como las murallas del Malecón no tienen desagües, las olas que logran saltarles, penetran por el Prado que se haya cubierto de aguas de mar hasta el Palacio de los Dependientes, debido a que las cloacas de la calle Genios no bastan para despejar todo el líquido y se levanta en este lugar un nivel de 0.5 vara (40 centímetros) sobre la acera, rebasando el Paseo Central e inundando los patios y las casas de dicha esquina. El edificio de Cárcel está inundado desde las 12 de la noche de ayer. El agua de mar pasa por Prado, busca salida por la calle Genios, donde toma la calle de Industria y se une a la calle por Refugio”.**

En la climatología moderna se reconoce que uno de los eventos más importantes que influyen en la variabilidad climática lo constituye la ocurrencia de eventos ENSO (El Niño - South Oscillation). Para el entorno geográfico de Cuba está demostrado que la ocurrencia de estos eventos generan anomalías notables en los principales elementos climáticos tales como presión atmosférica, lluvias y temperaturas extremas (Cárdenas y Naranjo, 1996). Estas anomalías obedecen a circulaciones atmosféricas también anómalas. Durante la ocurrencia de eventos ENSO cambia sensiblemente la actividad ciclónica en el Caribe, la frecuencia de ocurrencia de eventos meteorológicos intensos, la frecuencia de formación y afectación de bajas extratropicales en el Golfo de México y por ultimo la frecuencia de frentes fríos.

Quizás el impacto más conocido, asociado a El Niño 1982-83, fue la intensa penetración del mar que ocurrió el 17 de marzo y que inundó extensas áreas urbanas de la Ciudad de La Habana ( capital del país, con cerca de 2 millones de habitantes ), produciendo muy severos daños en toda la infraestructura de la ciudad. Un intenso sistema de bajas presiones extratropicales a muy baja latitud produjo olas en el Golfo de México de entre 4.0 y 5.0 metros, que se combinaron con otros factores para provocar la penetración del mar más profunda y devastadora que se recordaba en La Habana desde el gran huracán de 1926. Los daños fueron cuantiosos en todo el país y fueron reflejados por la prensa oficial con cifras sin precedentes hasta ese momento.

## **ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS.-**

El mecanismo que dio a lugar dicho fenómeno atmosférico se explica excelentemente por Córdoba y Alfonso (1992). En síntesis, el día 15 de marzo en la carta de aire superior de las 7:00 a.m. era notada la presencia de una baja desprendida (cut off low) de los oestes por la acción de un anticiclón de bloqueo centrado en el estado de Mississippi, en los niveles bajos y medios. El día 16 a las 7:00 a.m., la alta ya mencionada se intensifica y mueve al norte, ganando también en extensión. Mecanismos dinámicos, termodinámicos y otros, generan una nueva baja en el sur de Texas, que continuó moviéndose hacia el centro del Golfo de México. Más tarde, ésta se profundizó alcanzando valores de 986 hPa en superficie durante la noche. El día 17, la baja se sitúa en la porción nordeste del Golfo muy cerca de tierras de la Península de la Florida, por las cartas de diagnóstico se conoce que el valor de la baja llega hasta 984 hPa. Un frente frío que se asocia al sistema, se aproximó a la región occidental de Cuba y penetraría más tarde, seguido de otro secundario. En este período de intensa ciclogénesis ocurrieron las manifestaciones principales de tiempo severo sobre Cuba.

No obstante aún resta mucho por investigar en el real papel que juega la ciclogénesis en la formación de la severidad, ya que hasta el evento del 13 de marzo de 1993 se pensaba que ésta estaba ligada a sistemas con frentes débiles y de poco movimiento.

García et al, (1993) en su estudio de tres organismos ciclónicos, 2 extratropicales y 1 tropical entre 1982 al 1992, observó que la ocurrencia de gradientes de presión iguales o superiores a 4hPa/100 millas náuticas es un detalle que en la carta isobarica de superficie que puede anunciar el futuro comienzo de penetraciones del mar en la costa norte de Ciudad de La Habana.( Rubiera et al. 1998) en su trabajo de eventos severos durante ENOS en temporada invernal, expuso con claridad la concurrencia de 3 patrones sinópticos de superficie y aire superior, llamándolos A, B, y C. Los patrones del tipo A para los frentes clásicos y los C para las bajas golfianas, siendo los del tipo B las bajas extratropicales.

Las penetraciones del mar ocurridas se catalogaron de fuertes (clasificación del Departamento de Meteorología Marina ) y los cálculos de los elementos de la ola dieron como resultado una altura significativa de 5.6 metros por mar de leva, el mareógrafo de Siboney alcanzaba su nivel máximo 124 centímetros, con un wave setup calculado de 36

centímetros. Se sabe que durante los eventos ENOS aumenta la frecuencia de los sistemas extratropicales de bajas presiones en el Golfo de México (Cárdenas y Naranjo, 1996) aunque curiosamente, todas las penetraciones del mar producidas por bajas extratropicales acontecieron en la segunda mitad del período analizado.

En sentido general, desde inicios de la década de los 80, la variabilidad del nivel del mar fue mayor, lo cual debió estar relacionado con una mayor incidencia de los fenómenos atmosféricos severos como las bajas extratropicales, al existir condiciones más favorables para el desarrollo de los mismos, impuestas por un mayor número de años ENOS en ese período (Hernandez.M. et al 2001).

Recordamos que las inundaciones en el litoral habanero se catalogaron de severas, por los grandes daños que ocasionó, tanto a los residentes por las pérdidas de valores en general, contaminación de las cisternas de agua potable y deterioro de las motobombas, deterioro de los registros eléctricos, fosos de elevadores de edificios inundados, etc.

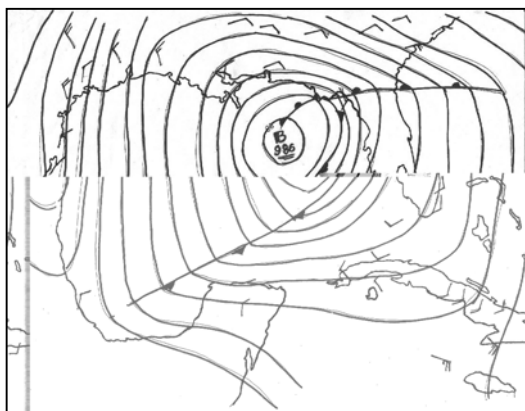
Hay descripciones (Rubiera et al 1998) reseñan que entre el 2 y el 4 de enero de 1958 una baja extratropical se desarrolló en la costa este de Yucatán, su trayectoria paso por el sur de La Habana y salió por los límites de Caibarién, Villa Clara. Los testimonios planteaban que desde hacía casi una década no se observaba que las aguas del mar llegaran a la calle Línea por las calles G y Paseo, donde la inundación causó graves destrozos, así como naufragios en las aguas costeras. Se puede especular que el evento del 2 de febrero de 1952, con origen en la misma área de la isla de Cozumel, moviéndose en la dirección del canal de Yucatán y recurvando a la Florida, recorrió 380 millas náuticas en 24 horas, debido a esta rapidez las marejadas en el litoral de la Habana fueron de corta duración y envergadura.

Otros de los trabajos son de (Juantorena et al 1996) ha estudiado las bajas extratropicales que afectaron la región occidental de Cuba el 20 de marzo de 1996 y del 2 al 4 de febrero de 1998, aplicando un modelo para hallar las alturas de las olas en el Golfo de México y su posible afectación en las costas de cubanas, otro aspecto a destacar es la distribución de las marejadas en espacio y tiempo.

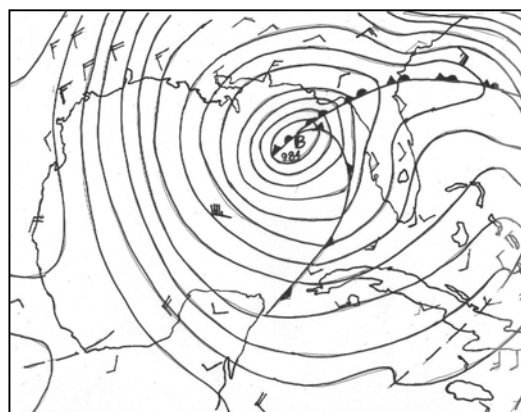
### **Secuencia de la baja extratropical del Golfo de México el 17 de marzo de 1983 que produjo penetraciones del mar en el tramo de estudio.**

En la misma se observa claramente que el campo de circulación de la baja con vientos de

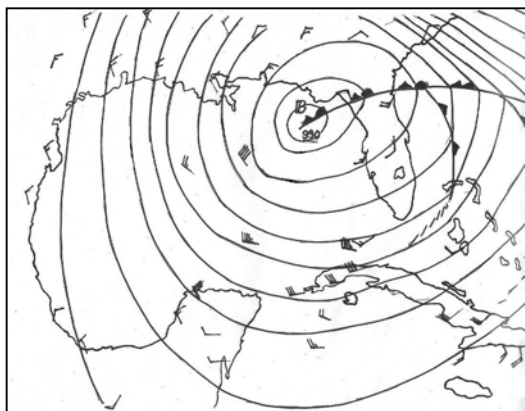
45 nudos de región NW abarcó todo el área del Golfo de México y la región occidental de Cuba por espacio de 12 horas, aunque la persistencia total de la situación fue de 42 horas. Esto provocó que el viento recorriera su fetch máximo sobre el área generadora de oleaje y la altura de la ola conociendo que la afectación a la zona de estudio fue por mar de leva.



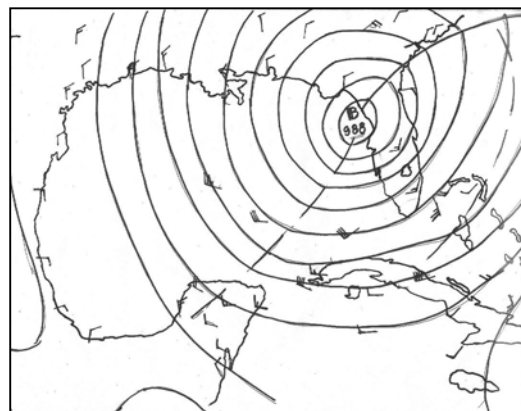
(a) Marzo 17, 0600z



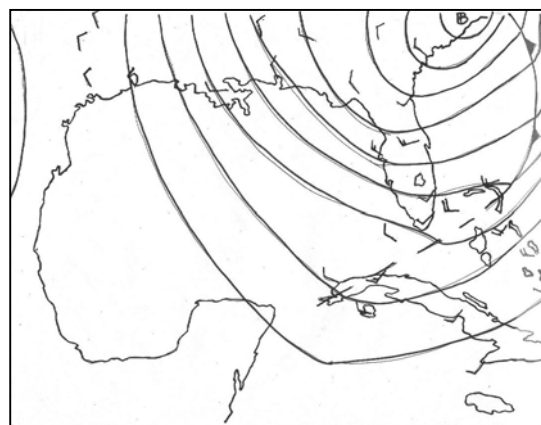
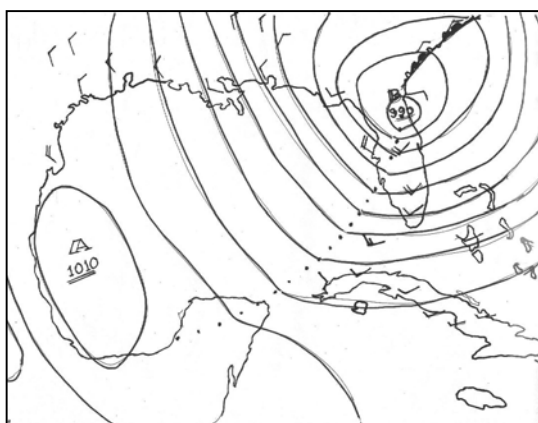
(b) Marzo 17, 1200z



(c) Marzo 17, 1800z



(d) Marzo 18, 0000z



(e) Marzo 18, 0600z

(f) Marzo 18, 1200z

Figura 10. Baja extratropical que el 17 de marzo de 1983 produjo inundaciones fuertes por penetraciones del mar. Obsérvese a Cuba dentro de su campo de circulación.

### CRONOLOGIA DE LAS INUNDACIONES COSTERAS POR PENETRACIONES DEL MAR EN EL AREA DE ESTUDIO.

La cronología abarca un período de 100 años desde 1901 hasta el año 2000, con cada uno de los fenómenos meteorológicos que las provocaron. En el Anexo que acompaña al presente trabajo se presentan las situaciones meteorológicas que produjeron las penetraciones del mar.

Tabla I.1. Penetraciones del mar ocurridas en el tramo costero de Punta Gobernadora a Punta Maya en el período 1901 – 2000.

No.	FECHA	SITUACION METEOROLOGICA	INTENSIDAD
1	Sep. 17, 1901	Tormenta tropical	Moderada
2	Feb. 21, 1902	Frente frío fuerte	Fuerte
3	Mar. 30, 1906	Baja extratropical	Fuerte
4	Abr. 1, 1907	Baja extratropical	Fuerte
5	Ene. 11, 1908	Baja extratropical	Fuerte
6	Oct. 11, 1909	Huracán	Moderada
7	Nov. 15, 1916	Huracán	Moderada
8	Ene. 4, 1919	Frente frío fuerte	Fuerte
9	Sep. 9, 1919	Huracán	Fuerte
10	Feb. 27, 1924	Frente frío fuerte	Fuerte
11	Oct. 20, 1926	Huracán	Fuerte
12	Sep. 1, 1933	Huracán	Fuerte
13	Oct. 4, 1933	Huracán	Fuerte
14	Ene. 26, 1938	Frente frío fuerte	Fuerte
15	Nov. 15, 1940	Frente frío fuerte	Fuerte
16	Oct. 18, 1941	Tormenta tropical	Ligera



17	Mar. 6, 1942	Baja extratropical	Moderada
18	Oct. 18, 1944	Huracán	Fuerte
19	Dic. 5, 1945	Frente frío fuerte	Moderada
20	Ene. 14, 1948	Frente frío fuerte	Moderada
21	Sep. 21, 1948	Huracán	Fuerte
22	Oct. 5, 1948	Huracán	Moderada
23	Ene. 8, 1951	Frente frío fuerte	Fuerte
24	Feb. 27, 1952	Baja extratropical	Fuerte
25	Ene. 3, 1958	Baja extratropical	Fuerte
26	Ene. 26, 1966	Frente frío fuerte	Fuerte
27	Oct. 4, 1966	Huracán Inéz	Moderada
28	Feb. 3, 1970	Frente frío fuerte	Fuerte
29	Sep. 25, 1975	Huracán Eloise	Fuerte
30	Ene. 19, 1977	Frente frío fuerte	Fuerte
31	Ene. 3, 1979	Frente frío fuerte	Fuerte
32	Mar. 2, 1980	Frente frío fuerte	Moderada
33	Nov. 5, 1982	Frente frío fuerte	Ligera
34	Mar. 17, 1983	Baja extratropical	Fuerte
35	Feb. 28, 1984	Frente frío moderado	Moderada
36	Mar. 29, 1984	Frente frío moderado	Ligera
37	Nov. 23, 1984	Frente frío moderado	Ligera
38	Ene. 4, 1985	Frente frío moderado	Ligera
39	Feb. 12, 1985	Frente frío moderado	Ligera
40	Oct. 28, 1985	Huracán Juan	Fuerte
41	Nov. 19, 1985	Huracán Kate	Moderada
42	Ene. 5, 1987	Baja extratropical	Fuerte
43	Ene. 23, 1987	Frente frío moderado	Ligera
44	Oct. 12, 1987	Huracán Floyd	Fuerte
45	Ene. 25, 1988	Frente frío moderado	Ligera
46	Abr. 12, 1988	Baja extratropical	Moderada
47	Feb. 15, 1991	Frente frío moderado	Ligera
48	Feb. 6, 1992	Baja extratropical	Fuerte
49	Mar. 13, 1993	Baja extratropical	Fuerte
50	Mar. 3, 1994	Baja extratropical	Moderada
51	Nov. 14, 1994	Tormenta tropical Gordon	Ligera
52	Dic. 23, 1994	Baja extratropical	Ligera

53	Oct. 4, 1995	Huracán Opal	Ligera
54	Ene. 8, 1996	Frente frío fuerte	Ligera
55	Feb. 4, 1996	Frente frío moderado	Ligera
56	Mar. 8, 1996	Frente frío fuerte	Ligera
57	Mar. 20, 1996	Frente frío moderado	Ligera
58	Dic. 14, 1997	Frente frío moderado	Ligera
59	Dic. 27, 1997	Frente frío fuerte	Ligera
60	Feb. 4, 1998	Baja extratropical	Moderada
61	Sep. 25, 1998	Huracán Georges	Ligera
62	Mar. 15, 1999	Frente frío moderado	Ligera
63	Oct. 15, 1999	Huracán Irene	Ligera
64	Ene. 24, 2000	Frente frío moderado	Ligera

### **ANALISIS ESTADISTICO DE LA OCURRENCIA DE PENETRACIONES DEL MAR POR BAJA EXTRATROPICAL EN EL TRAMO COSTERO DESDE PUNTA GOBERNADORA HASTA PUNTA MAYA.**

En el período analizado han ocurrido 64 casos de inundaciones costeras en la zona de estudio, los cuales se pueden desglosar en ocurrencias por meses, por fenómenos meteorológicos y por intensidades

Las ocurrencias de penetraciones del mar por meses han sido 15 en enero, 10 en febrero, 10 en marzo, 2 en abril, 6 en septiembre, 11 en octubre, 6 en noviembre y 4 en diciembre. Puede observarse que no se han reportado casos en mayo, junio, julio y agosto.

Por fenómenos meteorológicos se enumeran 30 casos ocurridos que se debieron a frentes fríos (13 moderados y 17 fuertes), 18 casos debidos a huracanes, 14 casos por bajas extratropicales y 2 casos por tormentas tropicales.

En el caso de los grados de intensidad, se han producido 28 penetraciones del mar con inundaciones fuertes, 14 con inundaciones moderadas y 22 con inundaciones ligeras.

Para realizar la caracterización estadística se siguió el procedimiento de agrupar las 14 penetraciones del mar moderadas y las 28 penetraciones del mar fuertes como penetraciones del mar significativas, que resultaron ser 42 en total dentro del período. El conteo se realizó también para la temporada ciclónica (de mayo a octubre), con 13 caso s y

para la temporada invernal (de noviembre a abril), con 29 casos.

En la tabla IV.1 se emplean las categorías sistemas extratropicales y organismos ciclónicos tropicales . Los sistemas extratropicales agrupan a fenómenos meteorológicos que ocurren en la temporada invernal, como frentes fríos y bajas extratropicales, mientras que los organismos ciclónicos tropicales agrupan a huracanes y tormentas tropicales frecuentes en la temporada ciclónica.

Tabla IV.1. Penetraciones del mar significativas en el tramo de la costa norte de Cuba comprendido entre Punta Gobernadora y Punta Maya. Estratificación (número de casos) por mes, año y temporada (invernal y verano), atendiendo a las causas : sistema extratropical, y las categorías (F: fuerte, M: moderada). Período 1901-2000.

	F	M	L	Totales
Ene.	3	0	0	3
Feb.	2	1	0	3
Mar.	3	2	0	5
Abr.	1	1	0	2
Dic.	0	0	1	1
Anual	9	4	1	14

\*Desde la temporada 1901/1902 hasta la de 1999/2000

De la tabla II.1 se tiene que el 100% del total de penetraciones del mar significativas fueron reportadas en el período noviembre - abril (temporada invernal), en forma predominante debido a la influencia de sistemas extratropicales, aunque se tienen dos casos en el mes de noviembre generados por ciclones tropicales en 1916 y 1985. Se realizaron modelaciones estadísticas para las siguientes variables:

1. X que cuenta el número de penetraciones del mar significativas por año.
2. Y que cuenta el número de penetraciones del mar significativas por temporada mayo – octubre.
3. W que cuenta el número de penetraciones del mar fuertes por año.

No se aplicó, sin embargo un esquema de modelación a la variable aleatoria Z que cuenta el

número de penetraciones del mar significativas por temporada noviembre – abril, debido a que, hasta el momento actual, la clase  $z = 2$  tiene frecuencia observada nula.

En las tablas siguientes  $f_o(x)$  es la frecuencia observada,  $Pe(x)$  es la probabilidad esperada,  $fe(x)$  es la frecuencia esperada,  $Q(x)$  es la probabilidad acumulada y  $T(x)$  es el período de retorno (Sneyers, 1990).

Tabla II.2. Ajuste de un modelo de Poisson a la variable aleatoria  $X$  que cuenta el número de penetraciones del mar significativas por año en el sector de la costa norte de Cuba comprendido entre Punta Gobernadora y Punta Maya. Período 1901 - 2000.

x	$f_o(x)$	$x \times f_o(x)$	$Pe(x)$	$fe(x)$	$Q(x)$	$T(x)$
0	65	0	0.657047	65.70	0.657047	-
1	29	29	0.275960	27.60	0.933007	2.92
2	5	10	0.057952	5.80	0.990959	14.93
3	1	3	0.008113	0.81	0.999072	110.61

De la tabla IV.2 se infiere que, bajo el modelo de mejor ajuste a los datos:

Cada 2.9 años podemos esperar al menos una penetración del mar significativa en un año;

Cada 14.9 años podemos esperar al menos dos penetraciones del mar significativas en un año;

Cada 110.6 años podemos esperar al menos tres penetraciones del mar significativas en un año;

La probabilidad (estimada) de que no se registren penetraciones del mar significativas en un año es de 65.7%.

El modelo ajustado tiene la expresión:

$$P(x) = e^{-0.42} \times \frac{0.42^x}{x!} \quad \text{para } x = 0, 1, \dots$$

El único caso de tres penetraciones del mar significativas por año ocurrió en 1948: una por un sistema extratropical en Enero y dos por ciclones tropicales en Septiembre y Octubre.

## **RASGOS COMUNES DE LA BAJAS EXTRATROPICAL QUE SE DESARROLLAN EN EL GOLFO DE MEXICO.**

Los procesos ocurridos del 11 al 13 de Enero de 1908, cuando el litoral habanero sufrió una severa penetración del mar ya descrita anteriormente y por lo que se denota en los apuntes expuesto se pueden analizar el comportamiento de los vientos en el Golfo de México, las observaciones realizadas por la estación de Belén se asemejan a los procesos ocurridos del 15 al 17 de Marzo de 1983, producto de una baja extratropical generada en el Golfo de México que es la más intensa que se recuerda.

En sí, todo este cúmulo de información se puede resumir en las diferentes características generales que mostraremos:

- Generalmente, las bajas extratropicales que desencadenan este fenómeno de inundación costera desarrollan la oclusión en el Golfo de México o sobre los estados sureños de Estados Unidos.
- El oleaje generado por estas bajas extratropicales ha alcanzado con frecuencia alturas entre 5.0 y 6.0 metros.
- La incidencia del oleaje sobre la costa genera una sobre elevación del nivel del mar que puede ser deducida de los registros mareográficos. En marzo de 1983, por ejemplo, el mareógrafo de Siboney registró 1.24 metros del nivel del mar.
- Los vientos en estos organismos son fuertes y en Cuba se han registrado rachas hasta 122 km/h en la tarde del día 16 de marzo de 1983, con una presión de 992 hPa en el centro de la baja extratropical a su caída a las 17:00 horas (ambos valores son récords para el mes en la parte final del presente siglo, según Alfonso, 1992).
- En la mayoría de los casos estudiados el campo bórico se extiende por todo el área del Golfo de México de costa a costa.
- Seguido del movimiento del centro de la baja al primer cuadrante, le sigue el anticiclón migratorio, generándose un fuerte gradiente bórico donde se localizan los campos de olas de mayor altura que se mueven de dirección noroeste.
- El estado del tiempo que puede generar sobre las costas se caracteriza por la ocurrencia

de chubascos que pueden ser severos, con actividad de tormentas, granizadas fuertes, mangas de vientos y trombas marinas que dificultan la navegación, la pesca y el cabotaje de patanas, por lo que hay que estar atento a las notas informativas.

- En todos los casos los impactos en el medio ambiente costero, inversiones y bienes materiales de la sociedad son graves. Es urgente establecer medidas de manejo costero que permitan mitigar las consecuencias negativas y reducir gastos de evacuación.

## **CONCLUSIONES.**

Dadas las descripciones hechas del evento ocurrido del 11 al 13 de enero de 1908, se cataloga y se considera como un fenómeno asociado a una baja extratropical, análogo a otros ocurridos más recientemente en cuanto a su desarrollo dinámico, altura de las olas y dirección de procedencia de la mar de leva.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

**Alfonso A. P. (1 985):** “El brote de tiempo severo en Cuba, del 8 de febrero de 1978. I. Descripción del brote y situación sinóptica”. Nro. 10. Revista ciencia d la tierra y del espacio.

**Cárdenas, Pérez P.A., L. R. Naranjo Díaz. 1996 a.** Eventos ENOS, predictabilidad de elementos climáticos en Cuba. Sometida a Anales de Física, España (Comunicación personal).

**Cárdenas, Pérez P.A., L. R. Naranjo Díaz. 1996 b.** Un índice empírico de ocurrencia de ENOS. Papel en la predictabilidad de elementos climáticos. Sometido a Atmósfera. (Comunicación personal).

**Lezcano, J.C.; E. Rodríguez; P.J. Pérez; S. Samper; C. Larrinaga (1990).** Informe hidrometeorológico preliminar sobre la factibilidad del “Proyecto de reanimación del Malecón Habanero”, Departamento de Meteorología Marina, Instituto de Meteorología del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (solicitado por el Grupo de Medio Ambiente de la Delegación Ciudad de La Habana del Instituto de Planificación Física), 7 pp.

**Melo N., F. Müller Karger, S. Cerdeira , R. de los Reyes, I. Victoria, P. Cárdenas y I. Mitrani. (2000):** Near - surface phytoplankton distribution in the western Intra - Americas

Sea: The influence of El Niño and weather events. Journal of Geophysical Research, Vol.105, No. C6, pages 14029 - 14043, June 15.

**M.Hernández et al** 2001 Algunos aspectos de la variabilidad mensual del nivel del mar en La Habana, Cuba.

**Moreno, A. , R. Pérez, G. Omar, P. Miguel, I. Salas, I. Mitrani, R. Casals, A. Pérez, C. Rodríguez, J. Peguero, J. Guerra, M. Hernández, J. Simanca, J. Batista y M. Sánchez (1997a):**"Development of the Forecast Techniques of the Coastal Floods. Prevention and Reduction of their Destructive Action". Final Report of the project of the same title. PNUD 1997. 172 pp. Mapas, figuras y tablas en anexos. Archivo Científico del Instituto de Oceanología.

**Ortiz, R. (1975).** Organismos Ciclónicos Tropicales Extemporáneos. Serie Meteorológica No.5 Editora Academia de Ciencias de Cuba. 99 pags.

**Rubiera. J et al (1998).** Eventos de tiempo severo inducidos por el ENSO en la temporada invernal. Cubana. Boletín de Estudios Andinos .Evento, Alertas Tempranas. Colombia. pags. 8.48,856.

**García, O. et al (1993).** Las tres penetraciones del mar más intensas conocidas en la Ciudad de La Habana en los últimos 10 años. Memorias IV Congreso de Geógrafos de América Latina. Mérida, Venezuela. Geodinámica Ambiental y Riesgos Naturales. Tomo I (ISBN 980 292 349 4) pag 275.

**Padre Gutiérrez Lanza et al (1909).** Anuario Meteorológico del Observatorio de Belén de la Compañía de Jesús.

**Periódico "CUBA" (1908).** Notas de reportes del evento ocurrido en el día 11 al 13 de Enero.

**Pérez Osorio, P.J., y col. 1994.** "Análisis hidrometeorológico y estadístico de las penetraciones del mar ocurridas en el malecón habanero" [inédito] Informe final de resultado científico, UDICT, Instituto de Meteorología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba.

**Pérez Osorio, P.J., y col. 2001.** Sistema de información y referencia de los fenómenos meteorológicos y oceanográficos que han afectado la costa norte de la región occidental de Cuba con inundaciones costeras por penetraciones del mar" [inédito] Informe final de

resultado científico, UDICT, Instituto de Meteorología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba.

**Pérez, Parrado R., O. García., J. Rego.** Efectos del evento ENOS durante la temporada invernal en Cuba. *Boletín de la Sociedad Meteorológica de Cuba*. BSMC, Vol. 1, N° 2, La Habana. (ISSN-1025-921X). Publicación electrónica.

Roberto Araya Barckhahn. **EL FENÓMENO EL NIÑOY SU INFLUENCIA EN EL CLIMA**

[http://www2.ing.puc.cl/~iing/ed433/fenomeno\\_el\\_nino.htm](http://www2.ing.puc.cl/~iing/ed433/fenomeno_el_nino.htm)