

## COMPARACIÓN DEL EFECTO DE DOS TORMENTAS EN LA CIUDAD DE MONTE HERMOSO. ARGENTINA.

**Jorge Caló<sup>1</sup>, Elba Fernández<sup>1</sup>, Angel Marcos<sup>1</sup>, Héctor Aldacour<sup>1</sup>,  
Pedro Varela<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Depto. de Geología, Univ. Nac. Del Sur, San Juan 670, 8000 Bahía Blanca, Argentina.  
e-mail: jecal@criba.edu.ar

<sup>2</sup> C.E.R.Z.O.S. Camino la carrindanga, km 7, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

### RESUMEN

Las ciudades costeras están expuestas a las tormentas originadas por los fuertes vientos provenientes del mar, y a las olas generadas por los mismos. Estas tormentas ocasionan daños en la infraestructura de la playa, casas próximas a la línea de costa y además inconvenientes en los servicios generales de la ciudad. La ciudad de Monte Hermoso sufrió los efectos de dos tormentas de distintas características, las cuales son comparadas en este trabajo. En una de ellas, prevalece la acción eólica de fuertes vientos, en la otra predomina la acción erosiva de las olas.

La tormenta de efecto eólico fue causada por un centro de baja presión localizado frente a la costa de la Provincia de Buenos Aires. Se generó fuertes vientos que inciden en la localidad con dirección Sur y ráfagas que alcanzan los 130 km/h. La duración de la tormenta fue de 12 horas. La tormenta de efecto erosivo se generó en un centro de baja presión ubicado al sur de las Islas Malvinas. Los vientos inciden sobre la costa con dirección Sudoeste con ráfagas que alcanzaron los 80 km/h. La duración de la misma fue de 40 horas lo que produjo apilamiento de aguas que fue la causante de la acción erosiva en la costa.

Los efectos producidos por la primera tormenta fue la caída de árboles, rotura de vidrios y voladuras de carpas e infraestructura de playa. La segunda produjo deterioros en viviendas costeras con descalce de cimientos, rotura del camino costero y erosión de playa. Estos eventos hasta ahora poco recurrentes, merecen ser estudiados en el marco del Cambio Global y del ascenso del nivel del mar, para evaluar su importancia futura en la utilización de la costa.

**Palabras claves:** Costa – Tormenta – Erosión.

### ABSTRACT

Coastal cities are exposed to storms with strong winds coming from the sea, and to waves generated by them. This paper presents and compares the damages inflicted to the city of Monte Hermoso by two storms, with different characteristics. In one of them prevailed the eolic action of strong winds, in the other one the erosive action of the waves.

The storm defined as eolic one was generated by a low pressure cell, located opposite the coast of the Buenos Aires Province. Strong winds from the South blew over the coast with gusts reaching 130 km/h. This storm lasted for 12 hours. The other storm, with coastal erosive effects, developed in a low pressure cell located southwards from Malvinas islands. Southwesterly winds reached the coast with 80 km/h gusts. They blew for 40 hours, developing a piling up of the water and thus causing an erosive action of the coast. As a result of the first storm, trees were uprooted, shop windows were broken, shelters and facilities in the beach were blown off. The second storm produced the undermining of coastal housings foundations, the collapsing of a coastal road and a generalized beach erosion. These non-frequent events, deserve to be studied in the frames of the Global Change and Sea-Level Ascent to asses their future importance in the coastal management.

**Keywords:** Coast – Storm –Erosion.

## **1. INTRODUCTION**

Las ciudades costeras están expuestas a diferentes peligros ambientales. Unos de los más frecuentes son los ocasionados por los fuertes vientos provenientes del mar. Las tormentas de viento y las olas generadas por el mismo, producen daños en las propiedades y amenazan la vida humana. Además la acción de los fuertes vientos marinos locales puede ser coincidentes con olas naturalmente altas, resultando alturas del mar por encima de las normales, con los consecuentes riesgos de inundación de las zonas bajas.

El objetivo del trabajo es evaluar las condiciones de tormentas que se registran en la localidad balnearia con el fin lograr un conocimiento de las situaciones sinópticas bajo las cuales se originan las mismas. Ello puede ayudar al pronóstico de situaciones similares, que serán de utilidad en el establecimiento de programas de mitigación de los efectos que las mismas producen en las obras ingenieriles y de infraestructura que se encuentran sobre la playa, y que generalmente son las mas afectadas. Así también se podrá utilizar toda la información en el establecimiento de pautas para el desarrollo urbano, contando con un programa de planificación que contemple los sectores que eventualmente pueden ser afectados por las tormentas.

## **2. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO**

La ciudad balnearia de Monte Hermoso se encuentra situada en SO de la Provincia de Buenos Aires, Long  $61^{\circ} 15' 55''$  y Lat.  $38^{\circ} 59' 33''$ , sobre la costa a 120 km de la ciudad de Bahía Blanca, (figura 1). En este sector la costa tiene una dirección E-O. A la altura del faro Recalada la costa toma la forma de una pequeña saliente y hasta el Balneario Sauce Grande, situado a 14 km en dirección E, la costa toma una dirección N  $280^{\circ}$ . Desde allí comienza a tomar la forma de una curva suave hasta alinearse N  $80^{\circ}$ . La playa en general presenta un perfil característico de barras y canales con presencia de una playa alta constituida por médanos frontales (figura 2). Estos han sido reemplazados por construcciones y obras de infraestructura en algunos sectores como consecuencia de la urbanización no planificada.

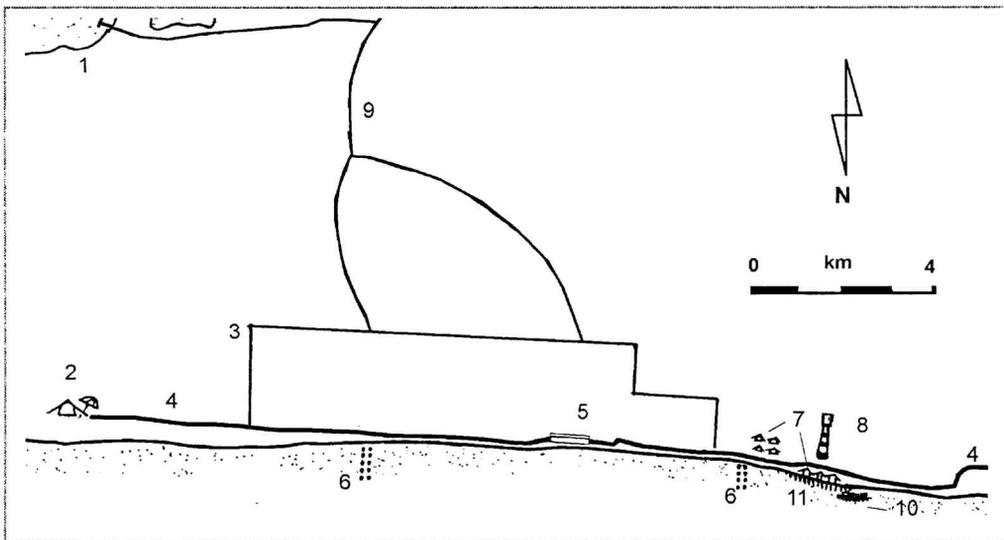
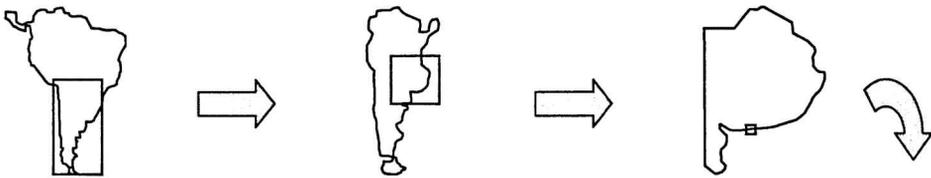
En este sector de la costa, el ancho promedio de la playa varía entre valores cercanos a los 266 m con una pendiente de aproximadamente  $2^{\circ}$ . En el sector céntrico de la rambla, construida sobre los médanos costeros, y frente al Faro, donde se presenta una costa levantada formando una barranca, el ancho alcanza solamente 130 m.

## **3. METODOLOGIA**

Se realiza en este trabajo la comparación de dos tormentas que afectaron la localidad balnearia de Monte Hermoso. Una de ellas, en el mes de febrero, en la que prevalece la acción eólica de fuertes vientos con la consecuencia de voladuras de techos, roturas de vidriería, caída de árboles y además caída de postes de líneas de luz y de comunicaciones. En esta ocasión, la caída de árboles produjo heridas en una persona en un camping de la zona. La segunda tormenta, en el mes de abril, con

### *Comparación del efecto de dos tormentas en la ciudad de Monte Hermoso....*

vientos provenientes del mar de menor intensidad que los anteriores, pero con la acción de ondas de tormentas, produjo una intensa acción erosiva sobre la costa, resultando en el descalce de cimientos de casas costaneras, de obras de infraestructura como el camino costero, inundación de obras de protección del camino y de calles perpendiculares a la línea de costa. El origen de ambas tormentas es analizado en este trabajo, y las conclusiones son dadas a efectos de pronosticar eventos similares que permitirán prevenir o eventualmente minimizar los inconvenientes generados por estos fenómenos.



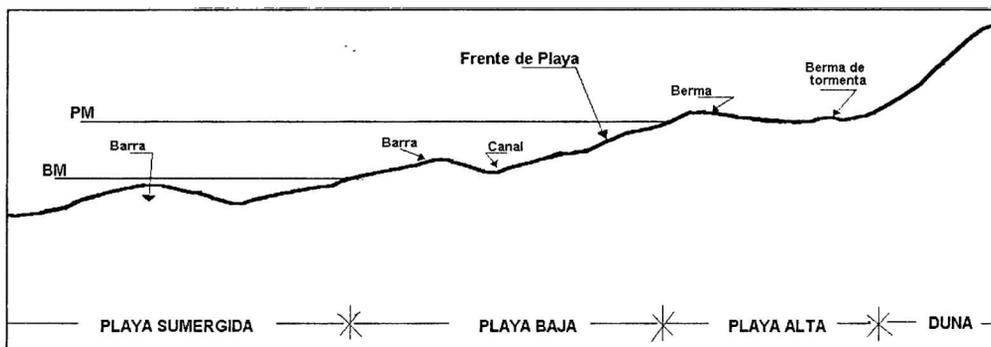
**Figura 1.** Ubicación del area de estudio. 1. Laguna Sauce Grande, 2. Camping, 3. Límite urbano, 4. Camino costanero, 5. Rambla peatonal, 6. Espigones de pesca, 7. Barrios de viviendas, 8. Faro Recalada, 9. Ruta provincial de acceso, 10. Defensas costeras, 11. Zona de barrancas.

Para el desarrollo de este trabajo, se han realizado observaciones in situ de las tormentas, de los daños que ellas generaron en la playa, las obras ingenieriles y de infraestructura que se encuentran sobre la línea de costa.

La información oceanográfica de altura de olas y corrientes litorales, fue obtenida por la Estación Costera de Observaciones Ambientales (ECO) mediante observaciones visuales (Littoral Environment Observations, LEO) según el método sugerido por

Schneider (1981). Los datos meteorológicos fueron tomados de la estación meteorológica local y los adquiridos a partir de las observaciones oceanográficas. Además se ha obtenido información de los periódicos locales y fotografías personales de los daños generados por la tormenta.

Los límites del fetch se calcularon siguiendo la metodología de la U.S. Navy Hydrographic Office (1951). La zona de fetch o la zona de generación y la zona de decaimiento se calcula según el método de SMB (Sverdrup, Munk, Bretschneider) en U.S. Army Corps of Engineers (1977) a partir de las situaciones sinópticas de ambas tormentas.



**Figura 2.** Perfil tipo de la playa del Balneario de Monte Hermoso.

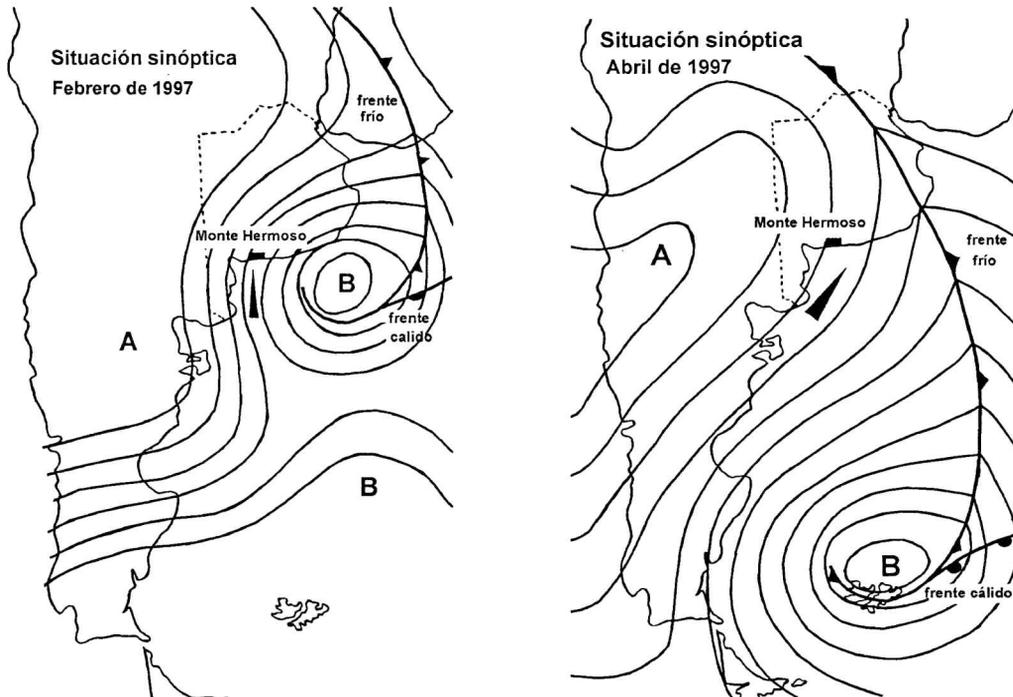
#### **4. DESCRIPCIÓN DE LOS FENÓMENOS**

A partir de la información meteorológica disponible, se describen las situaciones sinópticas de ambas tormentas. La situación sinóptica previa a la tormenta del mes de febrero (figura 3), muestra una intensa baja presión (999 mb) localizada en el mar, frente a la costa sur de la Provincia de Buenos Aires, conocida como la zona de El Rincón. El gradiente barométrico fue 15 mb. Esta extiende un frente frío que cruza la provincia hacia el norte del país y hacia la costa del Río de la Plata. Se generan fuertes vientos que soplan del sector sur en el punto de observación. La velocidad promedio del viento fue de 48 km/h, la velocidad máxima promedio 87 km/h, y las ráfagas alcanzaron los 130 km/h. El viento persistente hacia la costa elevó el nivel de las olas entre 4 y 5 metros.

La situación sinóptica previa al temporal del mes de abril (figura 3), mostró una intensa baja presión (987 mb) ubicada en proximidades de las Islas Malvinas, con un gradiente barométrico de 33 mb. Esta extendió un frente frío hacia el norte que cruzó toda la costa patagónica y el resto del país. Se generó así una circulación de vientos del Sur y Sudoeste. La velocidad promedio de estos vientos se mantuvo constante durante los días 3 y 4 de abril, oscilando entre los 40 y 50 km/h, con velocidades máximas absolutas que alcanzaron los 80 km/h. Según algunas informaciones periodísticas del

### *Comparación del efecto de dos tormentas en la ciudad de Monte Hermoso...*

lugar, se habrían alcanzado ráfagas de hasta 100 km/h. El viento persistente hacia la costa elevó el nivel de las mareas por acumulación de las mismas y produjo olas de rompiente de hasta 6 metros dando lugar a una severa erosión en la costa y médanos y en las obras de infraestructura, aún inundando calles aledañas a la costa. También causaron destrozos en viviendas ubicadas sobre el médano bordeando la playa y en las defensas del faro Recalada.



**Figura 3. Situaciones sinópticas de las tormentas del mes de febrero y del mes de abril de 1997 en la ciudad de Monte Hermoso.**

En la Tabla 1 se sintetizan las características principales de las dos tormentas, velocidad y dirección del viento, altura de las olas (LEO), duración y efectos de las mismas.

## **5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Ambas tormentas generaron daños de distinta intensidad en la costa. Sin embargo la tormenta del mes de abril generó mayor erosión en la línea de costa, aunque la intensidad del viento fue menor que la del mes de febrero. La mayor diferencia entre ambas tormentas radica en que la del mes de febrero es de 12 horas de duración, en tanto que la del mes de abril tiene una duración de 40 horas.

**Tabla 1: Características de las tormentas de febrero y abril de 1997 en la localidad balnearia de Monte Hermoso.**

COMPARACIÓN DE LAS TORMENTAS		
	FEBRERO	ABRIL
Velocidad media del viento	48 km/h	45 km/h
Dirección del viento	SW	WSW
Velocidades máximas del viento (ráfagas)	130 km/h	80 km/h
Fetch	250 km	600 km
Altura de las olas (LEO)	2,5 m	5 m
Duración de las tormentas	12 horas	40 horas
Efectos producidos por las tormentas	Caídas de árboles, rotura de vidrios, voladuras de carpas y de infraestructura de playa.	Deterioros de viviendas, descalce de camino costero, erosión de playa.

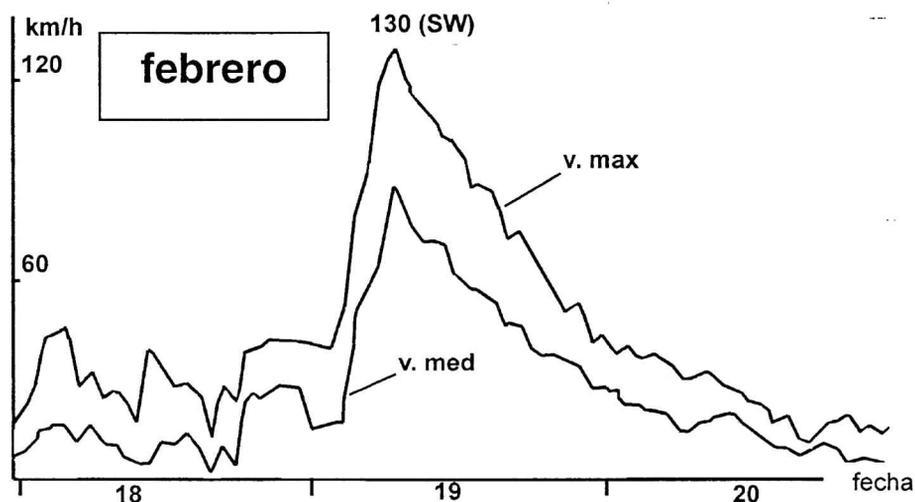
De acuerdo a la información disponible de los mapas sinópticos de ambas tormentas, se pudo estimar el fetch de la zona de generación y la zona de amortiguación según el método mencionado de SMB. Durante la tormenta del mes de febrero, el área de fetch es de aproximadamente 250 km con una longitud de amortiguación de 200 km. Pese a la distancia de amortiguación de las olas, estas llegan a la costa con una altura similar a la del área de generación. La altura de las olas en el área de generación alcanzarían los 5 a 6 metros, llegando al punto de observación con alturas de entre 4 y 5 metros.

Durante la tormenta del mes de abril, la zona de fetch se estima en 600 km con una longitud de amortiguación de 450 km. Las olas que en el área de generación son de aproximadamente 6 a 7 metros de altura que alcanzan la playa con olas de hasta 6 metros en la rompiente. La intensidad del viento que se mantuvo constante durante 40 horas y la acumulación de agua sobre la costa debido a la acción del viento y la acción de las mareas, serían las causantes de que las olas no disminuyan su altura en la costa pese a la distancia de amortiguación que recorrieron.

Si bien la velocidad promedio del viento es muy similar en ambas tormentas (48 y 45 km/h), la intensidad máxima del viento se logra en la tormenta del mes de febrero con ráfagas de 130 km/h. En el mes de abril las ráfagas alcanzan los 80 km/h (figura 4). La dirección dominante del viento en la tormenta de abril es en general del SW que es la que produce mayor efecto erosivo, en tanto que la de febrero tiene una dirección predominante del S. Se considera que la distancia mayor del fetch de la tormenta de abril, la mayor duración de la misma, conjuntamente con la acción de las mareas

*Comparación del efecto de dos tormentas en la ciudad de Monte Hermoso...*

sucesivas y las olas de 6 metros de altura que se observaron en la costa fueron los procesos responsables del mayor efecto destructor de la misma. (figura 5).



Velocidad media y velocidad máxima absoluta del viento

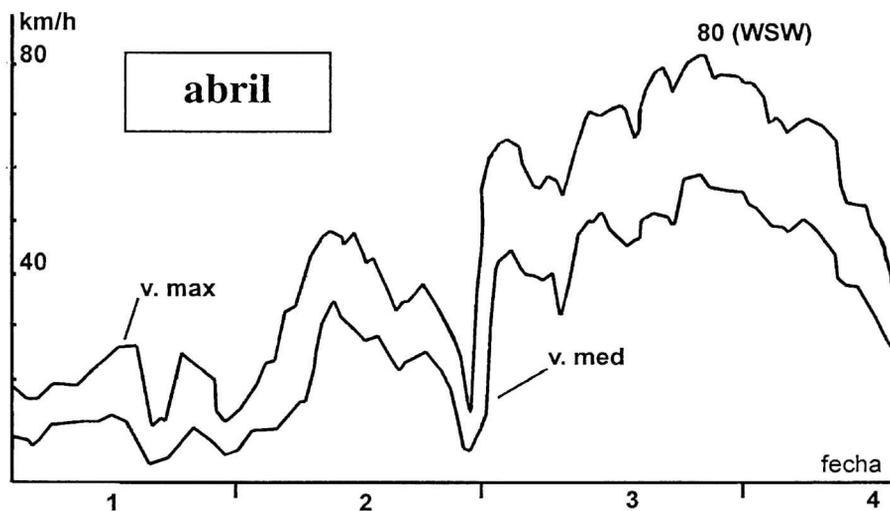
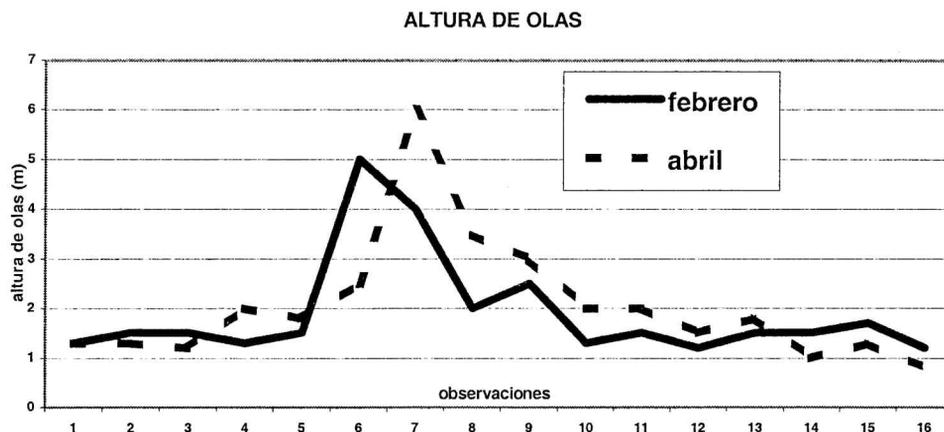


Figura 4: Velocidades medias y máximas del viento durante las tormentas de febrero y abril de 1997, según los registros de la estación meteorológica de la ciudad de Monte Hermoso.



**Figura 5: altura de olas durante las tormentas del mes de febrero y del mes de abril de 1997 según las mediciones del LEO.**

Los efectos erosivos de la tormenta del mes de Abril se notaron fundamentalmente en el camino que une esta localidad con el balneario Sauce Grande, el cual fue cortado luego de que la acción de las olas superara la barrera protectora artificial que se encuentra al pie de las barrancas del Faro Recalada y arrastrara el material por detrás de la misma, produciendo el derrumbe del camino. En estas barrancas, también se vieron afectadas las viviendas construidas en el borde de las mismas que sufrieron los descalces de los cimientos. Algunas de estas casas que poseían sistema de defensas frontales superaron sin inconvenientes el temporal. En la zona costera céntrica de la ciudad, donde se encuentra una rambla, también se produjeron descalces de cimientos que deterioraron dicho paseo. En algunas calles perpendiculares a la línea de costa, el agua superó las bermas costeras y se introdujo por las mismas alcanzando en algunos casos los 100 metros hacia el interior de la ciudad.

Por el contrario, los daños que generó la tormenta correspondiente al mes de febrero fueron principalmente de voladuras de árboles, techos de chapa, roturas de vidrieras, infraestructura de playa (carpas, quioscos, etc.). No se observaron efectos de erosión costera, si bien el nivel del mar llegó hasta las edificaciones costeras.

## 6. CONCLUSIONES

Existe una problemática mundial centrada en el cambio global y el ascenso del nivel del mar puesta en evidencia por los estudios realizados a partir de programas internacionales como los de la UNESCO entre los que se pueden mencionar los siguientes: GOOS (Global Ocean Observing System), JGOFS (Joint Global Ocean Flux Study), WOCE (World Ocean Circulation Experiment). El Comité Oceanográfico Internacional (COI) desarrolla el programa GLOOS (Global Sea Level Observing

### *Comparación del efecto de dos tormentas en la ciudad de Monte Hermoso....*

System). Organismos y programas como el BODC (British Oceanographic Data Center), LOICZ Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone) y el IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) desarrollan estudios en las zonas costeras. Como consecuencia de estos fenómenos, los efectos de las tormentas sobre las costas son mayores y agravados por la presión demográfica que tiende a modificar la conformación natural de las mismas.

En la localidad Balnearia de Monte Hermoso se observaron distintos efectos producidos por tormentas costeras. Una de ellas, en el mes de febrero de 1997, produjo daños causados por acción eólica tales como la caída de árboles, rotura de vidrios y voladuras de carpas y paradores de playa. La otra, en el mes de abril del mismo año, produjo daños causados por acción erosiva de las olas originando deterioros en viviendas costeras con descalce de cimientos, rotura del camino costero, erosión de la playa y de las dunas

Del análisis de las mismas se observó que:

1. La tormenta del mes de febrero se originó en un fetch local (300 km) a partir de un centro de baja presión localizado sobre la costa de la Provincia de Buenos Aires que originó vientos que inciden en el punto de estudio con dirección sur. El gradiente barométrico fue de 15 mb. La duración de la misma fue de 12 horas.

2. La tormenta del mes de abril, se originó en un fetch de 600 km a partir de un centro de baja presión que se ubicó en las Islas Malvinas y que afectó toda la costa patagónica y los vientos incidieron en el punto de observación con dirección sudoeste. El gradiente barométrico fue de 33mb y la duración del fenómeno fue de 40 horas.

Estos eventos hasta ahora poco recurrentes, merecen ser estudiados en el marco del Cambio Global y del ascenso del nivel del mar, para evaluar su importancia futura en la utilización de la costa.

**Agradecimientos:** Se agradece al técnico observador Sr. Nelson Marquez por la toma diaria de la información oceanográfica y climatológica.

### **REFERENCIAS**

- U.S. Navy Hydrographic Office. 1951. Manual on Amphibious Oceanography, R.L. Wiegel, ed., IER, Contract N7onr-29535, Washington, D.C. Pentagon Press. 1951.  
Schneider C., 1981. The littoral environment observation (LEO) data collection program. Coastal Engineering Research Center, Technical Aid, 81-5, Vicksburg, Ms.  
U.S. Army Corps of Engineers. 1977. Shore protection manual. 3 Vol.