

ESTUDIO DE LA PROPAGACIÓN DEL FRENTE DE BRISA EN EL RÍO DE LA PLATA EMPLEANDO OBSERVACIONES Y SIMULACIONES NUMERICAS

Mariana C. DEZZUTTI^{1,2} Guillermo J. BERRI^{1,3}
ymariana@gmail.com

¹Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG, UNLP) - ² ACUMAR -
³ CONICET

1. INTRODUCCIÓN

La convergencia del viento en un frente de brisa genera que el aire se eleve y, en condiciones adecuadas, forme nubes. En un día mayormente despejado, una línea de nubes paralela a la costa es una señal clara del límite de penetración de la brisa, también conocida comúnmente como frente de brisa. La interpretación de los patrones de las nubes puede determinar la penetración de las brisas a través del continente.

El objetivo de esta investigación es realizar un análisis detallado de la circulación de la brisa marina sobre la región del Río de la Plata con dos casos de estudio, utilizando observaciones, imágenes satelitales y simulaciones de modelos. La selección de casos, a partir de un período de verano de 5 meses, se basa en el análisis de patrones de nubes de imágenes satelitales con el propósito de identificar casos específicos para los cuales un modelo hidrostático y seco de capa límite resulta apropiado.

Los dos casos seleccionados, uno en la costa norte y el otro en la costa sur de la región del Río de la Plata, se caracterizan por vientos regionales de tierra que ayudan a desarrollar brisas marinas más fuertes debido a la mayor convergencia horizontal de los vientos opuestos.

2. METODOLOGIA Y DATOS

Las observaciones locales consisten en registros de temperatura, dirección y velocidad del viento de siete estaciones meteorológicas de la región: Punta Indio (PIN), La Plata Aero (LPA), Ezeiza (EZE), Palomar (PAL), Aeroparque (AER), Colonia (COL) y Carrasco (CAR); dos boyas del Río de La Plata, Colonia (CL) y Pilote Norden (PN); y los radiosondeos de 0900 y 2100 de Ezeiza. Las imágenes satelitales consisten en secuencias cada 30 minutos de imágenes GOES-13 de resolución de 1 km e imágenes diarias del sensor MODIS del satélite Terra que orbita la región a primera hora de la tarde. Los datos fueron validados por Berri y Dezzutti (2020). Sobre la región de estudio se definió una transecta perpendicular a la costa que atraviesa las estaciones meteorológicas. Sobre las mismas, se midió la distancia a la costa a la cual se encontraba el borde trasero del frente nuboso en las imágenes de satélite. Se emplean los datos de temperatura y dirección y velocidad del viento de las estaciones para validar la salida del modelo. Se utilizó el modelo de capa límite en mesoescala (MCL) para simular la brisa en la región del Río de La Plata (Berri et al., 2010). Para identificar el día con desarrollo de brisa y presencia de nubes se utilizó el método de Borne et al. (1998).

3. RESULTADOS

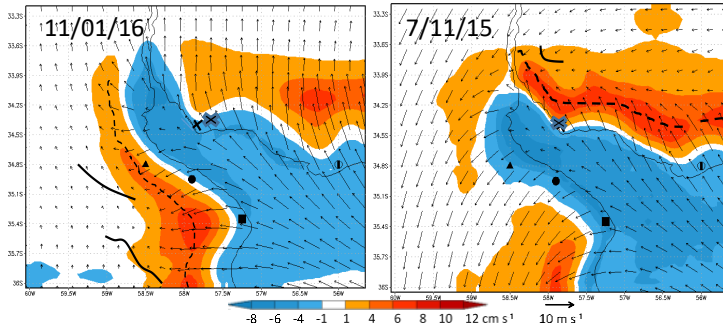


Fig 1: viento en superficie (vectores) y velocidad vertical en altura (sombreado) a las 14 hs. en 1000 hpa. La línea llena representa la ubicación del frente de brisa. ▲ EZE ● LPA ■ PIN ✕ COL ○ CAR. La línea punteada representa la posición del máximo movimiento vertical

La Figura 1 muestra el viento en superficie (m/s) y la velocidad vertical (cm/s) a 1000 m, del modelo MCL a las 15 horas (momento en que la brisa se encuentra bien desarrollada), los días 11 de enero de 2016 con viento regional del sudoeste (izq) y 7 de noviembre de 2015 con viento noreste (der). Se presenta

en línea de trazos el frente de brisa (SBrF) definido por la zona de convergencia del viento en superficie. El frente de brisa en superficie se desplaza hacia el interior del continente con el transcurso del día y la Figura 2 muestra la distancia del mismo a la costa, para las distintas transectas que atraviesan las estaciones.

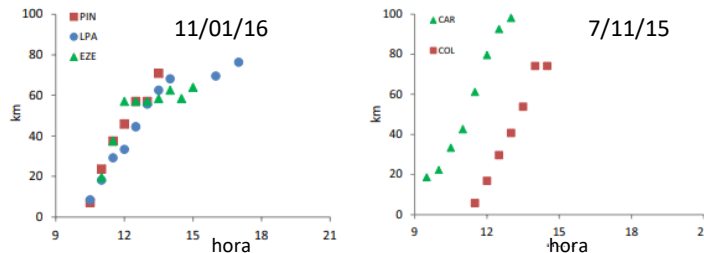


Fig. 2: Distancia SBrF a la costa versus tiempo, a lo largo de las transectas para las estaciones meteorológicas: EZE (verde), LPA (azul) y PIN (rojo) para el caso del 11/01/16 en la costa sur; y para el 07/11/15 en CAR (verde) y COL (rojo) en la costa norte

La velocidad promedio a la que el SBrF se mueve tierra adentro se calcula como la relación entre la máxima penetración tierra adentro del frente y el tiempo transcurrido. En la costa sur, la velocidad promedio de SBrF a lo largo de la transecta PIN (más cercana a la desembocadura del río) es el doble de la velocidad a lo largo de

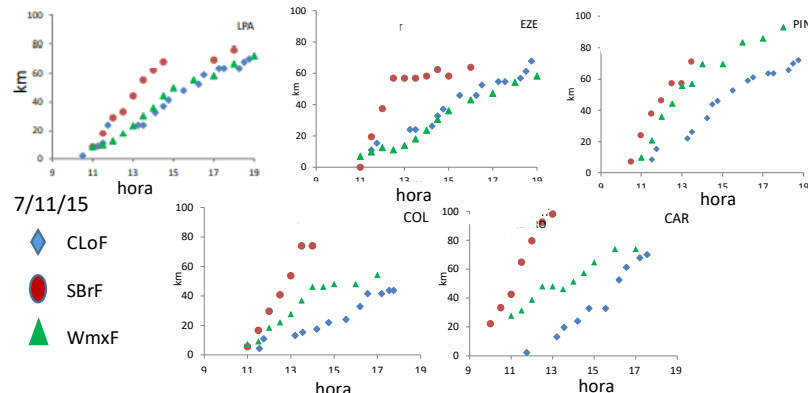


Fig. 3 Distancia a la costa versus tiempo de SBrF, WmxF y CloF, a lo largo de transectas a través de estaciones meteorológicas de la costa sur PIN, LPA y EZE para el caso del 11/16; y estaciones meteorológicas de la costa norte CAR y COL para el caso del 7/15

las otras dos transectas, probablemente debido al mayor contraste térmico con las aguas del Océano Atlántico. Esta diferencia no es evidente en la costa norte, ya que sólo hay dos estaciones meteorológicas, y la más cercana a la naciente del río se encuentra en una zona con una convexidad de la costa hacia el río que la convierte en una región preferencial de convergencia que refuerza a la brisa marina. La Fig. 3 presenta gráficos de la distancia a la costa del SBrF, el WmxF (frente de máximo movimiento ascendente, como la línea a través de la región de máximo movimiento ascendente del modelo a 1000 m) y CloF. Este último

representa el frente de nubes en altura identificado a partir de la secuencia de 30 min de imágenes GOES-13 (se presenta como línea de trazos a modo de ejemplo en la Figura 4 la

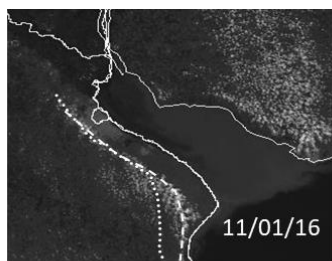


Fig 4: Imágenes GOES 13 a las 14 horas para el 11/01/16 (arriba) y 7/11/15 (abajo). Wmax (línea de puntos) y CloF (línea de trazos).

imagen correspondiente a las 14 hs en ambos días). El SBrF se desplaza tierra adentro con una velocidad variable más del doble de rápido que los otros dos frentes. La diferencia puede deberse, además de la naturaleza compleja del fenómeno, al método utilizado para determinar la posición de SBrF a lo largo de las transectas. Las nubes de la capa límite que se ven en las imágenes de satélite desde media mañana ya estaban presentes antes de la llegada del frente de brisa marina, por lo que la región sin nubes en continuo crecimiento detrás de él, cuyo borde define el CLoF simplemente sigue la progresión tierra adentro de la brisa marina. Las velocidades de propagación tierra adentro de WmxF y CloF son muy similares entre sí y menos variables en toda la región, lo que indica que la progresión del máximo de movimiento vertical en ambos casos reproduce relativamente bien la velocidad de propagación tierra adentro de las bandas de nubes evidentes en las imágenes de satélite.

4. CONCLUSIONES

El estudio muestra que en ambas costas el SBrF avanza más rápidamente que el WmxF. Además, ambos frentes alcanzan mayor propagación tierra adentro hacia el océano Atlántico que hacia la naciente del río, probablemente debido al mayor contraste térmico en el primer caso. La velocidad de propagación tierra adentro de las bandas de nubes evidentes en las imágenes de satélite se simula relativamente bien mediante la progresión del movimiento vertical máximo del modelo en ambos casos. Las características locales de la costa afectan la penetración tierra adentro de los frentes de brisa marina. La velocidad de propagación tierra adentro del frente de brisa marina en la superficie estimada con las simulaciones del modelo es mayor que la velocidad de las bandas de nubes en altura.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Servicio Meteorológico Nacional por facilitar los datos necesarios.

REFERENCIAS

- Berri, G. J., Sraibman, L., Tanco, R. A., and Bertossa, G. (2010).** Low-level wind field climatology over the La Plata River region obtained with a mesoscale atmospheric boundary layer model forced with local weather observations. *Journal of applied meteorology and climatology*, 49(6), 1293-1305.
- Borne, K., Chen, D., and Nunez, M. (1998).** A method for finding sea breeze days under stable synoptic conditions and its application to the Swedish west coast. *International Journal of Climatology*, 18(8), 901-914.
- Berri, G. J., & Dezzutti, M. (2020).** A Sea-Breeze Case Study in the La Plata River Region Using Local Observations, Satellite Images, and Model Simulations. *Boundary-Layer Meteorology*, 177(1), 123-147.