

ESTUDIO OBSERVACIONAL Y SIMULACIONES NUMÉRICAS DE BRISAS MARINAS EN LA COSTA DE MÁLAGA

OBSERVATIONAL STUDY AND NUMERICAL SIMULATIONS OF SEA BREEZES ON THE COAST OF MÁLAGA

Pablo Fernández-Castillo⁽¹⁾⁽²⁾, Carlos Yagüe⁽²⁾, Carlos Román-Cascón⁽³⁾

⁽¹⁾ Instituto de Geociencias, Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universidad Complutense de Madrid (CSIC-UCM), Madrid, España, pablol16@ucm.es

⁽²⁾ Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, carlos@ucm.es

⁽³⁾ Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, INMAR, CEIMAR, Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, España, carlos.roman@uca.es

SUMMARY

Sea breezes are thermally-driven flows that develop on the mesoscale, influencing the thermal regime, diffusion of pollutants and convection triggering at coastal areas. Sea breezes on the coast of Malaga are analysed in this study. Firstly, an observational characterisation of the sea breeze is carried out, analysing observational data from three proximate stations during the summer 2022. The arrival of the sea breeze results in an increase in specific humidity and wind speed, and contributes to moderate the temperature increase at daytime. However, some differences can be identified between the three sites, showing the complexity of the area. Secondly, a sea breeze event of interest is analysed by means of a high-resolution numerical simulation with the WRF model. The output surface wind field shows complex surface wind circulations appearing in the area that can explain the remarkable temperature gradients found in observations. The results show the contribution of high-resolution numerical simulations to the identification of the underlying physical processes.

Las brisas marinas son circulaciones térmicas mesoescalares que se forman debido a la diferencia entre el calentamiento de la superficie terrestre y el de la superficie oceánica, afectando a las regiones costeras. Este fenómeno tiene impactos importantes en las temperaturas y confort térmico de estas regiones, la evolución de la capa límite atmosférica, el recurso eólico mar adentro, la difusión de contaminantes o el disparo de la convección (Arrillaga et al., 2016). Todo ello, junto con el hecho de que una parte importante de la población mundial habita en zonas costeras, resalta la importancia del estudio de las brisas marinas y de sus procesos asociados. En este estudio, se analiza la brisa marina en la costa de Málaga, región que exhibe una orografía compleja, una orientación cambiante de la línea de costa y una importante densidad de edificios que caracteriza al área urbana de la ciudad. A ello se le suma la importante variabilidad de la temperatura superficial del mar debido a los episodios de afloramiento costero, frecuentes en la región. Todos estos elementos interaccionan con las brisas marinas, añadiendo complejidad e interés a su estudio en este sector próximo al Estrecho de Gibraltar. El primer objetivo de este trabajo consiste en realizar un análisis observacional de las brisas marinas en el entorno de la ciudad de Málaga, con datos de tres observatorios oficiales de AEMET durante el verano de 2022. A pesar de la cercanía entre ellos (pocos kilómetros), se han encontrado diferencias en la evolución de la temperatura, humedad y viento en los días de brisa. La llegada de la brisa marina es fácilmente identificable en las localizaciones más cercanas al mar, donde contribuye a una disminución de la temperatura que no se observa en localidades 2-5 km tierra adentro. La brisa marina también da lugar a un aumento en la velocidad del viento y de la humedad específica (Figura 1). El segundo objetivo del trabajo consiste en realizar una simulación numérica en alta resolución (1 km) con el modelo numérico mesoescalar *Weather Research and Forecasting* (WRF) (Skamarock et al., 2019) de un episodio de especial interés, en el cual se observaron diferencias de temperatura de hasta 7 °C entre las localizaciones, con el propósito de identificar los procesos físicos que contribuyeron a ello. Como resultado, se ha identificado un campo de vientos cerca de la superficie complejo que podría explicar estas diferencias de temperatura, poniendo de manifiesto el valor añadido de las simulaciones numéricas de alta resolución en la comprensión de los procesos físicos asociados (Figura 2).

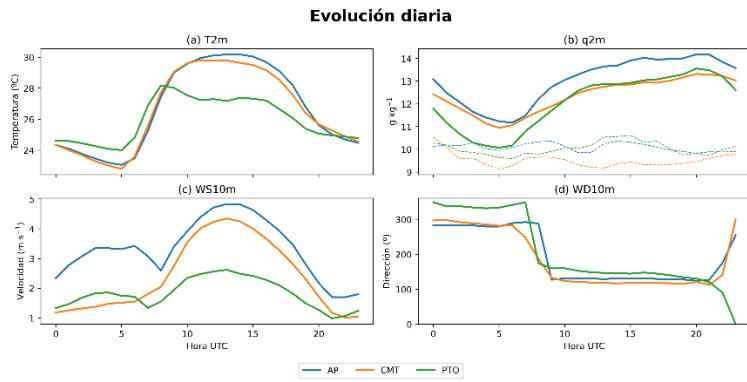


Figura 1 – Evolución diaria, en los días de brisa marina, de: (a) la temperatura en superficie, (b) humedad específica en superficie, (c) velocidad del viento y (d) dirección del viento en superficie en los tres emplazamientos (Málaga-aeropuerto; AP, Málaga-centro meteorológico; CMT y Málaga-puerto; PTO). En (b), se muestra con líneas discontinuas la evolución en los días que no son de brisa.

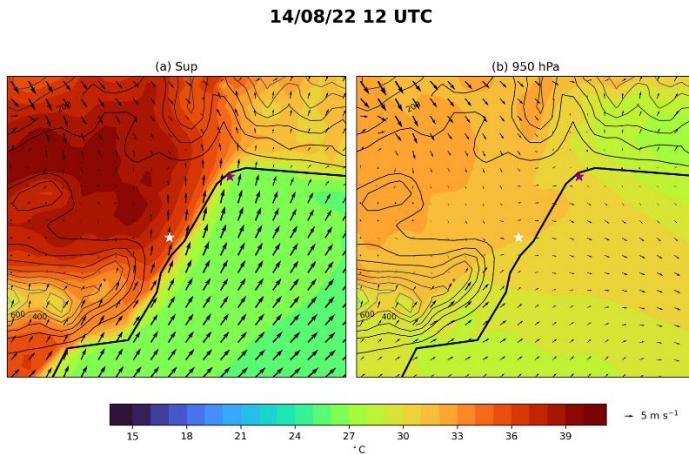


Figura 2 – Campo de temperatura (contornos) y viento (flechas) en (a) superficie y en (b) 950 hPa, simulado por el modelo WRF a las 12 UTC del 14/08/22. Se han representado isolíneas, cada 100 m, de la elevación del terreno del modelo. La estrella blanca corresponde a la localización de AP y la estrella morada, a la localización de PTO.

REFERENCIAS

- Arrillaga, J. A. et al. (2016): *A characterisation of sea-breeze events in the eastern Cantabrian coast (Spain) from observational data and WRF simulations*. Atmos. Res., 181, 265-280.
 Skamarock, W. C. et al. (2019): *A description of the advanced research WRF model version 4* National Center for Atmospheric Research: Boulder, CO, USA.

Agradecimientos

A la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y a *Copernicus Climate Change Service* por proporcionar los datos que se han empleado en este trabajo.

A NCEP por proporcionar los datos para las condiciones iniciales y de contorno para las simulaciones con WRF.

Esta investigación se ha llevado a cabo en el marco del Proyecto de I+D+i PID2020-115321RB-I00 (LATMOS-i), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España (MCIN/AEI/10.13039/501100011033).