

VIENTO DE PONIENTE Y LEVANTE: IMPLICACIONES EN LA CIRCULACIÓN SUPERFICIAL DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR Y EL MAR DE ALBORÁN OCCIDENTAL

PONIENTE AND LEVANTE WIND: IMPLICATIONS ON THE SURFACE CIRCULATION OF THE STRAIT OF GIBRALTAR AND THE WESTERN ALBORAN SEA

Marina Bolado-Penagos⁽¹⁾, Sara Sirviente⁽¹⁾, Águeda Vázquez⁽¹⁾, Miguel Bruno⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Física Aplicada, Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Universidad de Cádiz, Puerto Real, España, marina.bolado@uca.es

SUMMARY

The Strait of Gibraltar serves as the sole connection between the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea, where lighter Atlantic water (AW) flows eastward over denser Mediterranean water (MW), forming the Atlantic Jet (AJ) in the Alboran Sea. However, atmospheric forcing, especially local winds and remote atmospheric pressure, can disrupt this connection. Westerly winds (Poniente) facilitate nutrient transport and phytoplankton growth in the northwest Alboran Sea, while easterly winds (Levante) shift the AJ southward, altering surface circulation and pushing the Estepona upwelling away from the coast. Levante events generate a cyclonic gyre and coastal counter-current, reducing AW intensity and altering AJ dynamics. Additionally, recent studies have shown that intense CCCs can extend into the Gulf of Cadiz. Poniente and Levante winds play a crucial role in surface circulation and nutrient distribution in the Strait of Gibraltar and the western Alboran Sea.

El estrecho de Gibraltar es la única conexión entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo. El agua de naturaleza atlántica, más ligera en términos de salinidad (*Atlantic Water*, AW), fluye hacia el este, adentrándose en el Mediterráneo, sobre la masa de agua de naturaleza mediterránea, más salada y, por ende, más densa (*Mediterranean Water*, MW). El AW entra en el mar de Alborán formando lo que en la literatura se conoce como “Chorro Atlántico” (*Atlantic Jet*, AJ), que impulsa la circulación superficial en todo el mar de Alborán (estructuras anticiclónicas y ciclónicas). Sin embargo, la conexión entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo puede interrumpirse debido al forzamiento atmosférico (acción de vientos locales y de la presión atmosférica en localizaciones remotas) (Bolado-Penagos et al., 2021). Este forzamiento, junto con la contribución de otros efectos, como el propio de las mareas, es, además, de gran importancia en términos de distribución de nutrientes en la zona. Mientras que el viento del oeste (el llamado Poniente) favorece el transporte entre el golfo de Cádiz y el mar Mediterráneo, así como el crecimiento del fitoplancton alrededor del noroeste del mar de Alborán, activando lo que se conoce como afloramiento de Estepona (Sarhan et al., 2000), el viento del este (conocido como Levante) desplaza el AJ hacia el sur, lo que supone una migración del mencionado afloramiento alejándose de la costa. Los eventos de viento de Levante intenso y persistente, no solo se han reconocido como un factor crucial en la interrupción del transporte a lo largo de la costa sur de la península Ibérica, sino también como un elemento fundamental en la regulación de la dinámica en el borde oriental del Estrecho y la sección occidental del mar de Alborán (Macías et al., 2016; Bolado-Penagos et al., 2021).

La respuesta de la circulación superficial al viento en el entorno del cabo de Trafalgar, zona caracterizada por la presencia de alta concentración de clorofila (Sala et al., 2018), se ha analizado a partir de las trayectorias realizadas por distintas boyas superficiales de deriva y partículas lagrangianas virtuales. En el caso de los experimentos realizados bajo condiciones de viento de Poniente, tanto las trayectorias de las boyas como de las partículas virtuales siguieron dos patrones de circulación, pero en ambos casos dirigidos hacia el este. Mientras que un grupo de partículas tras su lanzamiento se desplazó hacia el sur del área del cabo de Trafalgar, y posteriormente se adentraron en el centro del estrecho de Gibraltar hasta alcanzar el mar de Alborán, otro grupo, aunque tras varias horas más de simulación, alcanzó el mar de Alborán pero viajando por el borde costero. Con respecto a los experimentos realizados bajo condiciones de viento de Levante, tanto las partículas virtuales como las boyas de deriva fueron desplazadas hacia el oeste (Figura 1), llegando incluso a desplazarse por la plataforma hasta casi alcanzar Cádiz. Tanto las boyas como las partículas virtuales permanecieron retenidas en esta área hasta que cesaron los intensos vientos de Levante, lo que les facilitó el camino hacia el mar de Alborán.

Bolado-Penagos et al. (2021) observaron principalmente dos efectos debidos al efecto del forzamiento atmosférico asociado a los eventos de Levante en la dinámica del AW en su entrada al mar de Alborán (Figura 1): (i) la respuesta al forzamiento del viento local en la boca oriental del estrecho de Gibraltar con la formación de un giro ciclónico superficial, y (ii) el desarrollo de una contracorriente costera (CCC) a lo largo de la costa malagueña dirigida hacia el oeste, debida a la acumulación provocada por el Levante contra la costa adyacente al Estrecho del noroeste del Mar de Alborán. La presencia del giro ciclónico a la salida del Estrecho provoca la reducción en la intensidad del AW, y por ende del AJ, que, al interactuar con la CCC, se produce un viraje hacia el sur de este AJ alterando el esquema de circulación superficial del mar de Alborán occidental. Además, recientemente, Sirviente et al. (2023) han observado que eventos de CCC intensa en la costa noroccidental del mar de Alborán pueden extenderse hacia el golfo de Cádiz.

Por lo tanto, el efecto del viento de Poniente y de Levante es fundamental para describir la circulación superficial del área del estrecho de Gibraltar y mar de Alborán occidental, ya que estos son responsables de la distribución y localización de propiedades como los nutrientes o la clorofila.

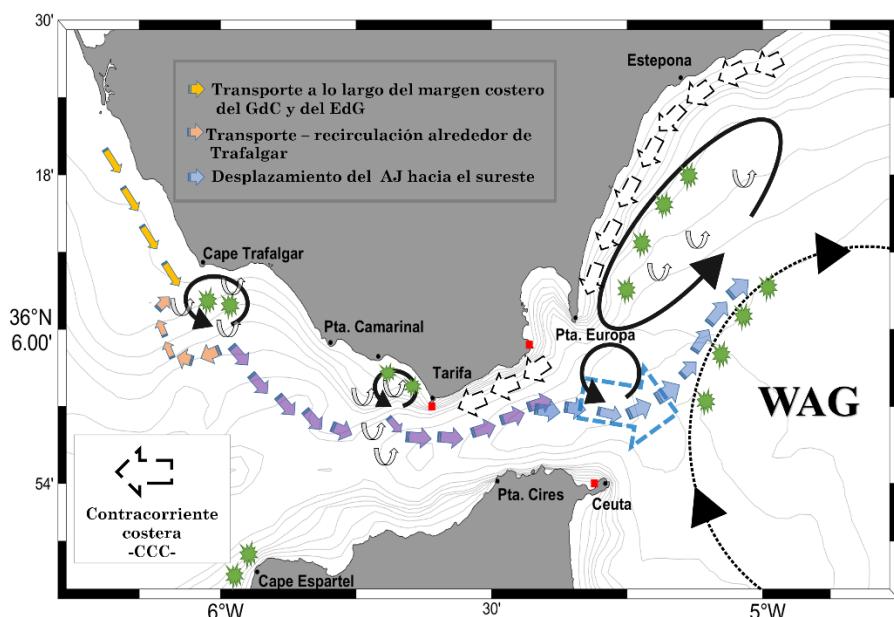


Figura 7 - Esquema de la circulación superficial del área del estrecho de Gibraltar bajo condiciones de viento de Levante. GdC: golfo de Cádiz, EdG: estrecho de Gibraltar, AJ: Atlantic Jet.

REFERENCIAS

- Bolado-Penagos, M. et al. (2021): *Revising the effects of local and remote atmospheric forcing on the Atlantic Jet and Western Alboran Gyre dynamics*. J. Geophys. Res., (Oceans), 126, e2020JC016173, doi: 10.1029/2020JC016173.
- Macías, D. et al. (2016): *The seasonal cycle of the Atlantic Jet dynamics in the Alboran Sea: direct atmospheric forcing versus Mediterranean thermohaline circulation*. Ocean Dyn., 66, 137–151, doi: 10.1007/s10236-015-0914-y.
- Sala, I. et al. (2018): *High productivity area assessment based on ocean color image: the case study of Cape Trafalgar*. Remote Sensing, 10(2), 165, doi: 10.3390/rs10020165.
- Sarhan, T. et al. (2000): *Upwelling mechanisms in the northwestern Alboran Sea*. J. Mar. Syst., 23, 317-331, doi: 10.1016/S0924-7963(99)00068-8.
- Sirviente, S. et al. (2023): *Dynamics of Atmospheric-Driven Surface Currents on The Gulf of Cadiz Continental Shelf and its link with The Strait of Gibraltar and The Western Alboran Sea*. Prog. Oceanogr., 219, 103175, doi: 10.1016/j.pocean.2023.103175

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos MEGAN (CTM2013-49048-C2-2-R), OCASO (POCTEP, 2014-2020, 0223_OCASO_5_E) y ASTRAL (CEI-JD-23-08).