

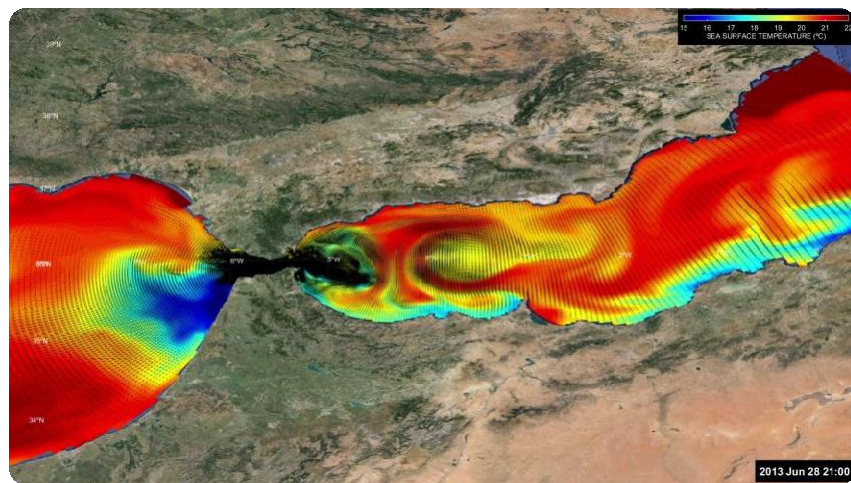
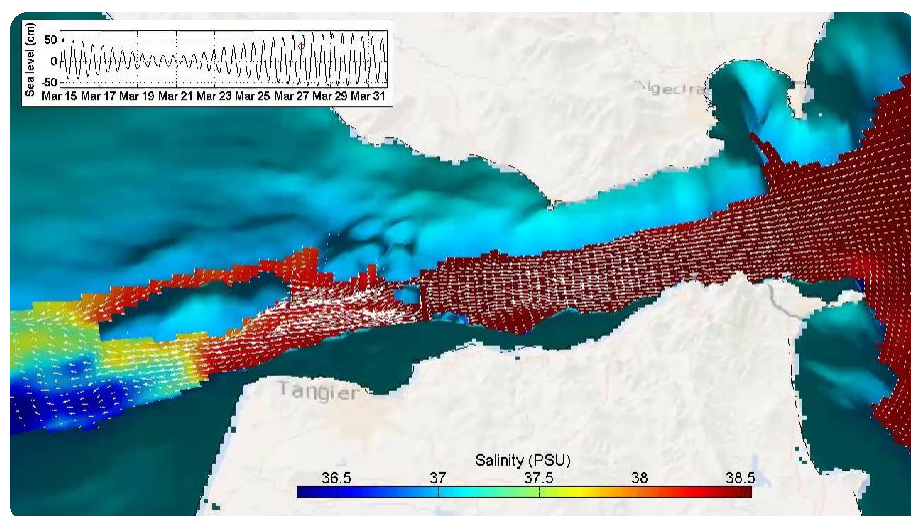
Modelo numérico del Estrecho de Gibraltar

IP. Jesús García Lafuente, José Carlos Sánchez Garrido - Gl. Oceanografía Física (GOFIMA)
glafuente@ctima.uma.es; jcsanchez@ctima.uma.es

En el marco de la línea de actuación 1 “Observación y monitorización del medio marino y litoral”, el proyecto tiene como objetivo principal garantizar la continuidad de la estación histórica de monitorización del flujo saliente de aguas mediterráneas por el Estrecho de Gibraltar, y mejorar la calidad y la resolución y cobertura espacial de las series de datos recogidos.

HITOS

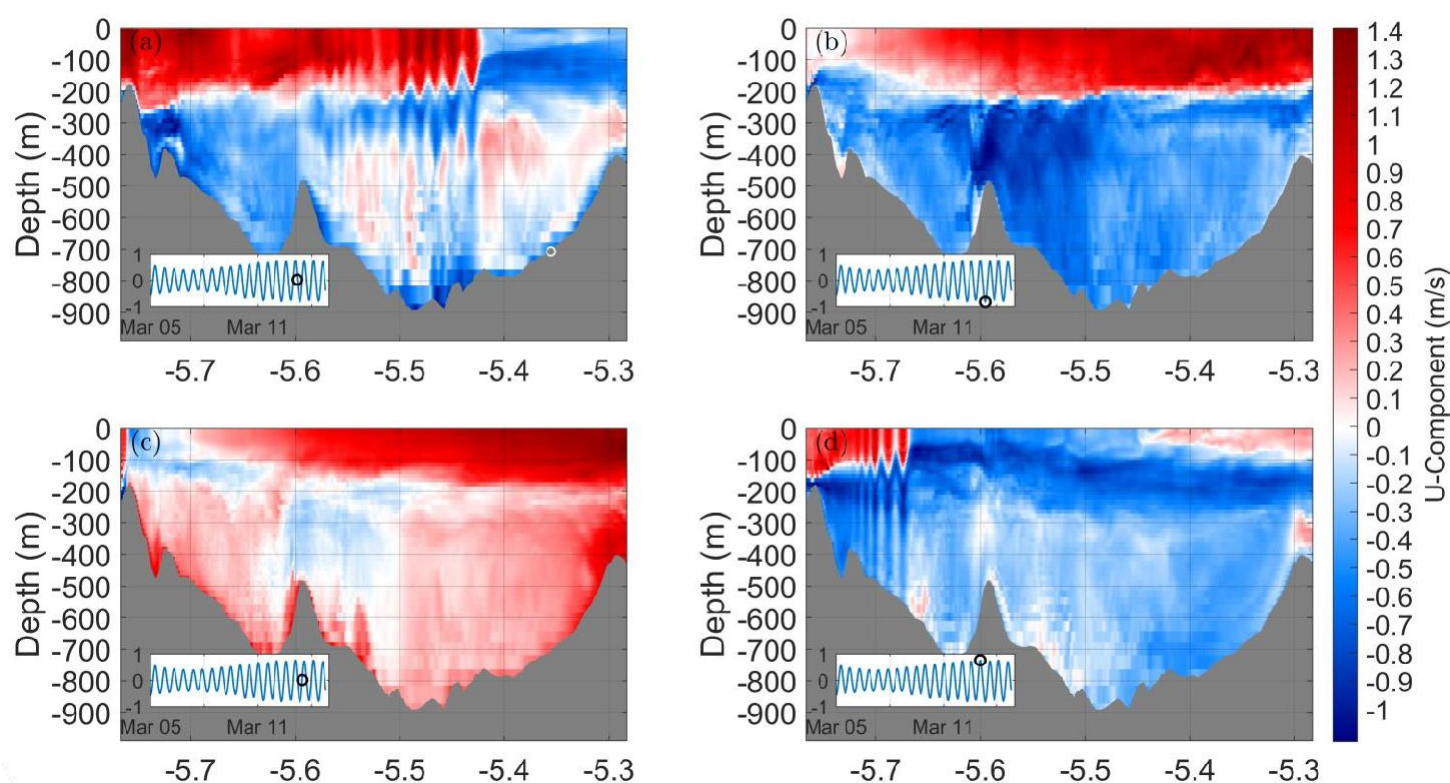
Modelación numérica de alta resolución del Estrecho de Gibraltar. Estimar el flujo a partir del perfil vertical de velocidad horizontal en el único punto muestreado por los perfiladores de corriente de la estación ubicada en el Estrecho de Gibraltar es dificultoso, ya que ese perfil no contiene información de la estructura transversal de la corriente. Esta última está influenciada por la batimetría y por la rotación terrestre. Es necesario conocer esta estructura transversal y su posible variabilidad temporal para poder hacer una estimación fiable del flujo. Para ello, se han llevado a cabo diversas aproximaciones extrayendo patrones de la estructura transversal de las corrientes a partir de resultados de **modelos numéricos** convenientemente calibrados y validados.



El Grupo de Oceanografía Física (GOFIMA) emplea uno de ellos basado en el de circulación general de los océanos desarrollado por el *Massachusetts Institute of Technology* (MITgcm) en la región Golfo de Cádiz-Mar de Alborán [Longitud: 9.42°W - 1.58°E; Latitud: 32.9°N - 38.9°N]. El modelo usado por GOFIMA ha sido ejecutado en su versión no hidrostática debido a la alta resolución espacial empleada, que queda fuera del rango de validez de la habitual aproximación hidrostática. La no hidrostaticidad del modelo permite resolver las estructuras de pequeña escala espacio-temporal que tienen relevancia en la dinámica interna del intercambio.

MEJORAS

Se ha comprobado que el modelo de alta resolución reproduce la generación y propagación de ondas internas de alta frecuencia, generadas por interacción flujo mareal-batimetría. Asimismo, se reproducen transiciones y saltos hidráulicos del flujo de salida, en los que se produce mezcla y transformación de la pluma de agua Mediterránea. Se han depurados detalles técnicos para evitar reflexiones de ondas internas en los contornos abiertos del mallado, que en versiones anteriores producían señales espurias en la solución.



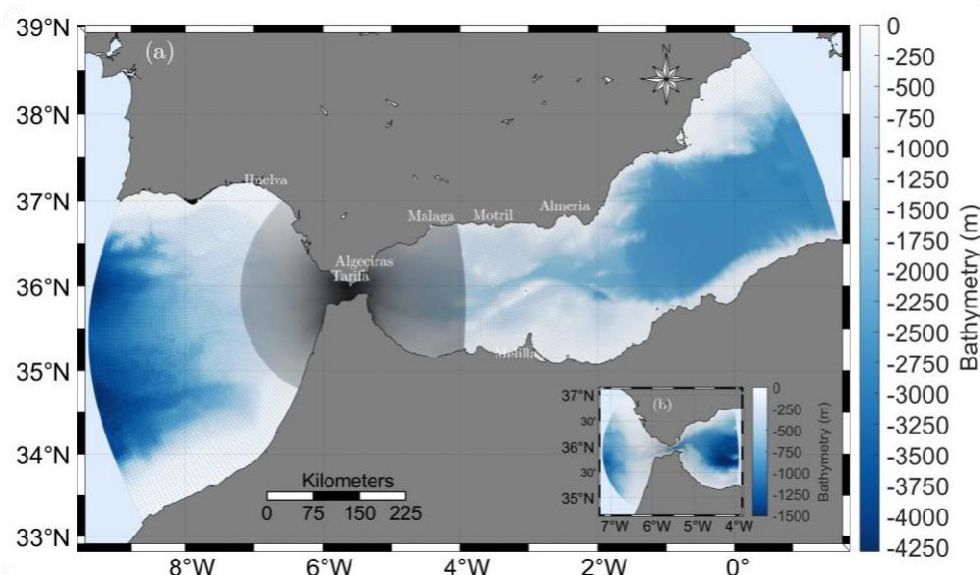
DESCRIPCIÓN TÉCNICA

La última versión del modelo se ha configurado como un sistema de dominios anidados, donde el notable incremento de resolución se ha logrado acoplando dos mallados de distinta resolución. El primer dominio está discretizado por una malla ortogonal curvilínea no uniforme de **600 × 120 puntos** y 72 niveles verticales de espesor

mínimo en superficie (grosor de la celda superficial = 3 m). Con este dominio se alimenta el dominio de muy alta resolución, que llega a alcanzar una resolución de 30 m en el Estrecho de Gibraltar. Su ratio de escalado con respecto al dominio superior es de 1:5, resultando en una malla de **1600 × 480 puntos** y 62 niveles verticales. El coste computacional de este dominio es comparable, si no superior, al dominio superior.

Forzamientos

- Campos baroclínicos de temperatura, salinidad y velocidad horizontal, responsable de la circulación termohalina anti-estuarina típica del Estrecho.
- Campo de velocidad barotrópica en los contornos laterales, necesario para aplicar el efecto de la presión atmosférica sobre el intercambio neto.
- Forzamiento atmosférico superficial, en términos de estrés del viento, radiación de onda corta y larga, precipitación, humedad y temperatura del aire.
- Armónicos de marea para calcular el forzamiento barotrópico de velocidad mareal en los contornos laterales.



INNOVACIÓN Y POTENCIALES APLICACIONES

- El modelo se ha ejecutado en modo *hindcast* para los mismos periodos de medida de la estación, en los que se obtienen patrones espaciales que luego se utilizarán como herramienta para estimar el flujo a partir de las observaciones *in situ*.
- Los resultados numéricos pueden servir de simulación de referencia para simulaciones climáticas del Mar Mediterráneo, en lo que atañe al intercambio a través del Estrecho de Gibraltar. Surge así otra posible aplicación en el área de la investigación climática.
- Uso para la navegación y la ingeniería marítima. Las fuertes corrientes del Estrecho y su naturaleza turbulenta pueden llegar a suponer un riesgo para la navegación y para el desarrollo de operaciones marinas -p. ej., instalación y mantenimiento de instalaciones *offshore*. Las simulaciones numéricas pueden servir para diseñar estrategias que ayuden a minimizar este riesgo.
- Aplicaciones biológicas. El estudio de dispersión de material biológico pasivo, como por ejemplo huevos y larvas de peces, o algas, es de interés para conocer los mecanismos de expansión y colonización de ciertas poblaciones. Los resultados del modelo son apropiados para este tipo de estudios. Cabe notar que la simulación de velocidades verticales realistas (por la no hidrostaticidad del modelo) es una característica particularmente atractiva y deseable en esta posible aplicación.

TRANSFERENCIA

El acceso a los datos numéricos es abierto y se facilitan bajo petición a los investigadores responsables del proyecto (su gran volumen hace inviable su accesibilidad mediante un repositorio público de datos en acceso abierto). Pueden proporcionarse en los formatos de archivo habituales en el ámbito de la geofísica, como el formato NetCDF (Network Common Data Form).

TRL 6 - Demostración en entorno relevante

El modelo ha sido validado frente a datos reales y ajustado técnicamente. Ya se ha aplicado en estudios sobre dinámica interna, mezcla, navegación y dispersión biológica,

DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO

“Herramienta de simulación oceánica de alta resolución para el Estrecho de Gibraltar basada en MITgcm no hidrostático”