

## MODELO HIDRODINÁMICO DE ALTA RESOLUCIÓN DEL PUERTO DE ALGECIRAS – PROYECTO SAMPA2

**S. Sammartino<sup>1</sup>, J.C. Sánchez Garrido<sup>1</sup>, C. Naranjo<sup>1</sup>, J. García Lafuente<sup>1</sup>,  
P. Rodríguez Rubio<sup>2</sup>, F. de los Santos Ramos<sup>3</sup>, M. García Sotillo<sup>4</sup>, E.  
Álvarez Fanjul<sup>4</sup>**

1. Grupo de Oceanografía Física, Universidad de Málaga, Campus de Teatinos s/n, 29071 Málaga. [ssammartino@ctima.uma.es](mailto:ssammartino@ctima.uma.es)
2. Portel Servicios Telemáticos, EEMM Puerto de Algeciras, Local C7, 11207 Algeciras, Cádiz
3. Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras, Avda. Hispanidad 2, 11207, Algeciras, Cádiz.
4. Puertos del Estado, Dpto. de Medio Físico, Avda. del Partenón 10, 28042, Madrid.

### INTRODUCCIÓN

El proyecto SAMPA, financiado por la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras (APBA) y Puertos del Estado entre los años 2010 y 2013, fue proyecto piloto para la integración de un modelo numérico de alta resolución en un sistema operacional en el cual el Grupo de Oceanografía Física de la Universidad de Málaga (GOFIMA) desarrolló el propio modelo hidrodinámico [Sammartino *et al.*, 2014; Sánchez Garrido *et al.*, 2014]. Los productos operacionales servidos por Puertos del Estado (portal PORTUS) y la APBA (sistema CMA), alimentados entre otros por las predicciones derivadas de SAMPA, representaron el primer ejemplo de difusión de un forecast océano-meteorológico accesible tanto al público generalizado como al personal técnico marítimo empleado en el puerto. El modelo numérico que estaba detrás de SAMPA, sin embargo, no tenía suficiente resolución para llegar a resolver la dinámica portuaria, y la APBA, en el 2015, financió la segunda generación del proyecto (SAMPA2), con el objetivo de cubrir ese hueco. Entre la segunda mitad del 2015 y durante todo el 2016, después de haber realizado un atento análisis de los aspectos mejorables del actual SAMPA, GOFIMA desarrolló un sistema completamente nuevo: un modelo anidado en tres dominios acoplados, que proporciona un aumento progresivo de resolución desde la escala regional hasta la portuaria. A eso se añade el valor añadido de unas herramientas de análisis de calidad de agua del Puerto de Algeciras de acuerdo con las indicaciones de la ROM5.1-13.

### El nuevo modelo SAMPA2

El nuevo modelo hidrodinámico desarrollado en el marco del proyecto SAMPA2 corre en tres dominios acoplados con mallados curvilíneos y resolución variable: el dominio de la escala regional, REG, que incluye el Golfo de Cádiz y el Mar de Alborán y presenta una resolución máxima en la zona del Estrecho de Gibraltar – Bahía de Algeciras de unos 600 metros, el dominio de media resolución, BAM, que incluye la Bahía de Algeciras y se extiende hasta la mitad del canal del Estrecho, con una resolución de unos 150 metros y ratio de downscaling de 1:4, y el dominio de alta resolución BAH, que incluye el área portuaria de la Bahía y presenta una resolución de unos 30 metros y un ratio de downscaling de 1:5 (Figura 1).

Con el propósito de validar y calibrar correctamente el modelo en su fase final de desarrollo, entre Octubre 2015 y Marzo 2016 GOFIMA, en colaboración con la APBA, desplegó un total de 6 fondeos, cuatro profundos a unos 250 metros en los márgenes laterales del cañón de la bahía, y dos someros en la zona portuaria. La intercomparación entre observaciones y datos simulados permitió verificar que el modelo reproduce correctamente la dinámica de grande y media escala (acorde con su predecesor SAMPA),

pero mejora notablemente la dinámica de la escala local (portuaria), el objetivo primario del nuevo proyecto SAMPA2.

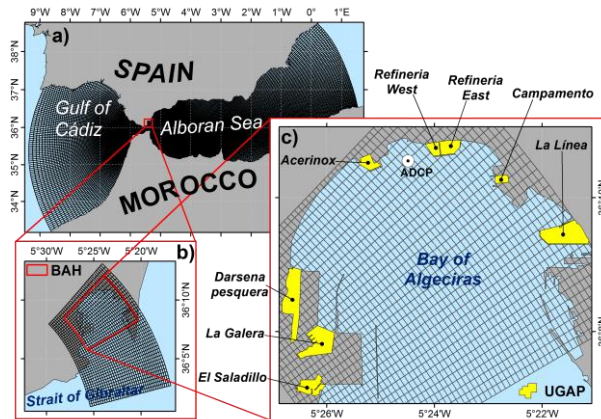


Figura 1 – Dominios del nuevo modelo SAMPA2: a) REG, b) BAM, c) BAH. Las UGAPs empleadas en el módulo de calidad de agua se muestran en el panel c) en color amarillo.

Estos resultados proporcionan la confianza necesaria para el desarrollo de herramientas de valor añadido basadas en los resultados del modelo, especialmente si están orientadas a la optimización de las actividades portuarias (primer interés de la APBA).

### Módulo de calidad de agua

El puerto de Algeciras se encuentra en una de las zonas más activas desde el punto de vista del tráfico de mercancías y personas de Europa. Esto ocurre además en una zona donde la meteorología es a menudo adversa, y las actividades como el bunkering o el transporte de hidrocarburos son tan frecuentes que el riesgo de que ocurran accidentes está al orden del día. Es de primaria importancia, por tanto, conocer la hidrodinámica dentro y en las inmediaciones de las estructuras de cara a posibles vertidos contaminantes. El módulo de calidad de aguas desarrollado por GOFIMA como herramienta de valor añadido del sistema SAMPA2, apunta a dar respuesta a este problema.

Un total de 8 UGAPs (Unidad de Gestión Acuática Portuaria) han sido definidas en colaboración con la APBA, como zonas de especial interés para el estudio de la evolución del contaminante bajo diferentes forzamientos externos. Un total de 10 condiciones entre la fase y la intensidad de la marea y el viento han sido contempladas, y para cada UGAP, bajo cada una de las posibles combinaciones de forzamientos externos, se ha ejecutado un algoritmo de dispersión de partículas Lagrangianas. Se han vertido virtualmente unas 2400 partículas para cada caso y se ha modelado su evolución durante 10 días. Con los resultados se pueden confeccionar fichas de análisis de calidad de agua, donde se contemplan métricas como los tiempos de residencia y renovación que permiten evaluar el efecto de las condiciones ambientales sobre la respuesta del puerto de Algeciras a estos tipos de accidentes. Se ha verificado, entre otros aspectos, que el viento juega un papel fundamental, promoviendo o penalizando notablemente la renovación superficial según sople de Poniente o Levante.

### REFERENCIAS

- Sammartino, S., J. García Lafuente, J. C. Sánchez Garrido, F. J. De los Santos, E. Álvarez Fanjul, C. Naranjo, M. Bruno, and C. Calero (2014), A numerical model analysis of the tidal flows in the Bay of Algeciras, Strait of Gibraltar, *Continental Shelf Research*, 72(0), 34-46.
- Sánchez Garrido, J. C., J. G. Lafuente, S. Sammartino, C. Naranjo, F. J. de los Santos, and E. Álvarez Fanjul (2014), Meteorologically-driven circulation and flushing times of the Bay of Algeciras, Strait of Gibraltar, *Marine Pollution Bulletin*, 80(1-2), 97-106.