

Fecha de publicación: 04-abril-2018

Sistema multi-modelo de predicción de nivel del mar de Puertos del Estado

El nuevo sistema de **predicción de nivel del mar** de Puertos del Estado, puesto en funcionamiento en abril de 2018, permite visualizar, en cada puerto o ubicación, predicciones generadas por **varios modelos** de diferentes características, forzamiento y/o resolución espacial y temporal. Además de la predicción generada por el sistema Nivmar, en funcionamiento desde 1998 y basada en el modelo numérico *HAMSOM*, ahora es posible acceder a la solución generada por nuevos modelos operacionales, implementados en proyectos o iniciativas más recientes como **CMEMS (Copernicus Marine Environment Monitoring Service)**, <http://www.copernicus.eu/>.

En aquellos puntos donde se dispone de estaciones de medida de nivel del mar (mareógrafos), el nuevo sistema permite, por una parte, la **verificación de los modelos en tiempo cuasi-real con los datos de los mareógrafos** y, además, la generación de una **predicción probabilística**, es decir, una **nueva predicción con su intervalo de confianza (IC)**, obtenida a partir de la combinación de las predicciones individuales. Para el cálculo de esta última se utiliza una técnica estadística denominada en inglés "*Bayesian Model Average*" (**BMA**). Esta técnica se basa en la evaluación continua del funcionamiento en los últimos días de cada uno de los modelos (en relación con los últimos datos medidos).

En la actualidad, el nuevo sistema muestra las siguientes predicciones o fuentes (colores correspondientes a la visualización en la página web, Portus, donde las medidas de los mareógrafos se mostrarán en azul):

- **HAMSOM:** Predicción generada en Puertos del Estado mediante el modelo de nivel del mar (barotrópico-2D) del mismo nombre (antiguo sistema **Nivmar**).
- **IBI – CMEMS:** Predicción generada en Puertos del Estado mediante el modelo de circulación general (baroclínico-3D) operacional en la fachada Atlántica europea. Servicio **CMEMS**.
- **NWS – CMEMS:** Modelo de circulación general (baroclínico, 3D) operacional en el Noroeste de Europa (North West Shelf). Servicio **CMEMS**.
- **MED – CMEMS:** Modelo de circulación general (baroclínico, 3D) operacional en el Mediterráneo. Servicio **CMEMS**.
- **MAREA:** Predicción de **marea astronómica**, a partir de las constantes de marea en ese punto.
- **BMA (y banda IC):** Predicción **multi-modelo y banda de confianza** obtenida mediante la técnica **BMA**, a partir de las fuentes o predicciones disponibles en cada punto. (Solo está disponible donde hay mareógrafo).

Los modelos CMEMS se ejecutan una vez al día y acaban, por su complejidad, más tarde que el sistema Nivmar original (*HAMSOM*), que se lanza cada 12 horas. Por esta razón, a primera hora de la mañana, ésta será, por defecto, la primera predicción de nivel del mar disponible (predicción de referencia), junto con la marea astronómica (figura 1). Las demás predicciones podrán ser visibles en cada ubicación de Portus a lo largo del día, a medida que se vayan integrando en la Base de Datos de Puertos del Estado. Cuando todas estén disponibles, normalmente **a partir de las 12:00h GMT**, aproximadamente, **se visualizará por defecto la predicción probabilística (BMA)** con sus bandas de

confianza del 90%, cuyo ancho dependerá de la dispersión de las predicciones individuales, y se puede considerar la banda de error de la predicción generada (figura 2).

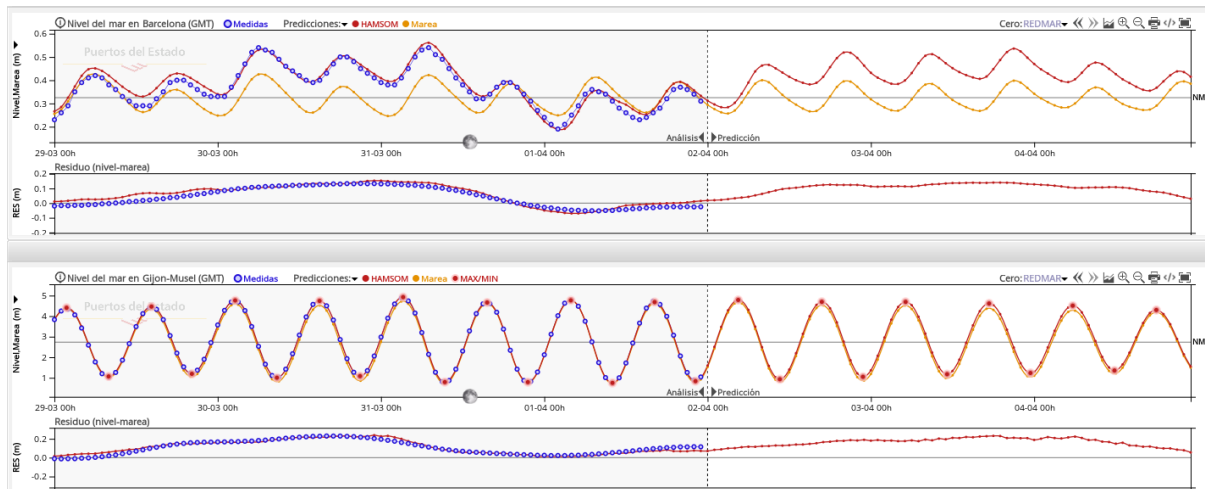


Figura 1: ejemplo de predicción disponible a primera hora de la mañana, para los puertos de Barcelona (dos gráficos superiores) y Gijón (dos gráficos inferiores). En este caso, la predicción de referencia será la generada por el modelo barotrópico 2D (en rojo).

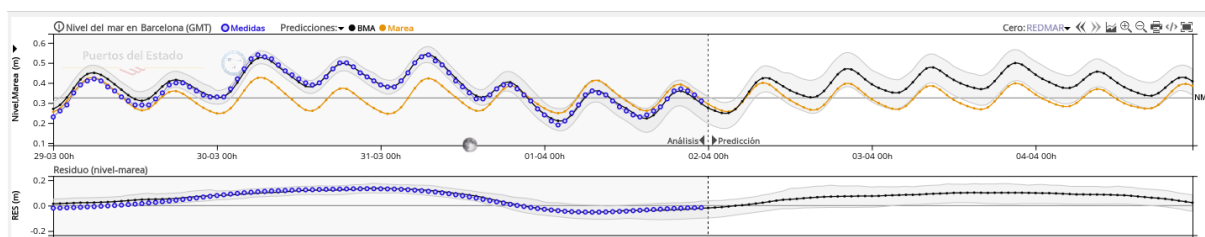


Figura 2: ejemplo de la predicción del sistema multi-modelo o BMA (en negro) y su banda de confianza del 90% (sombreada en gris), para el puerto de Barcelona. El usuario podrá a su vez acceder a la visualización de las predicciones individuales de manera sencilla mediante el menú situado en la parte superior de la gráfica.

En la **visualización** de la predicción de **nivel total del mar**, que incluye la **variación por marea astronómica** y la **variación por meteorología**, se muestran también la **magnitud y hora exacta de los máximos y mínimos (pleamares y bajamares)**, como puntos resaltados de tamaño ligeramente superior. La **referencia, datum o cero de las predicciones y medidas** podrá ser seleccionada por el usuario en los puntos con mareógrafo (cero REDMAR, cero hidrográfico, cero IGN, etc.), y será el *nivel medio* del mar en donde no se disponga de estación. Asimismo, se puede visualizar solo la variación por meteorología (**residuo: nivel del mar – marea**), para ver mejor la magnitud de cambio en el nivel durante el paso de una tormenta o una presión atmosférica excepcionalmente baja. Todas las horas mostradas están en Hora Solar o GMT.

Por último, el usuario podrá de manera sencilla seleccionar o descartar la fuente o predicción que estime conveniente para facilitar la visualización.

Referencias:

- Álvarez-Fanjul, E., Pérez-Gómez, B. y Rodríguez Sánchez-Arévalo, I. (2001). Nivmar: A storm surge forecasting system for Spanish Waters. *Scientia Marina*, 65, 145-154.
- Pérez-Gómez, B., Brower, R., Beckers, J., Paradis, D., Balseiro, C., Lyons, K., Cure, M., Sotillo, M.G., Hackett, B., Verlaan, M. and Alvarez-Fanjul, E. (2012). ENSURF: Multi-model sea level forecast – implementation and validation results for the IBIROOS and Western Mediterranean regions. *Ocean Science*, 8(2), 211-226.
- Pérez-González, I., Pérez-Gómez, B., Álvarez-Fanjul, E., García-Sotillo, M. Towards a new sea level forecast system in Puertos del Estado. Proceedings 8th EuroGOOS Conference, Bergen, 3-5 October (2017).