

LAS BOYAS DE FOMENTO FORMAN PARTE DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DEL MEDIO MARINO QUE RECOGE DATOS METEOROLÓGICOS

Midiendo la temperatura del mar

PEPA MARTÍN MORA

La Red de Boyas de Puertos del Estado del Ministerio de Fomento ha registrado máximos históricos de temperatura del agua durante los meses de mayo y junio pasados, además de valores mínimos de temperaturas inusualmente altos a lo largo de todo el invierno de 2017.

Las boyas de Cabo de Gata, Cabo de Palos, Tarragona, Bilbao-Vizcaya y Cabo Silleiro han superado en junio las temperaturas máximas registradas desde que empezaron a funcionar, un dato que viene a confirmar el aumento de la temperatura del agua de nuestras costas en la última década.

Estos valores son los que más destacan de entre los medidos por la red de Boyas de Aguas Profundas de Puertos del Estado, dependiente del Ministerio de Fomento, aunque se ha observado en toda la Red que el agua se ha mantenido más caliente a lo largo del invierno de 2017, con valores mínimos de temperatura inusualmente altos, lo cual ha contribuido a que se hayan alcanzado valores extraordinariamente elevados al principio del verano.

En un intervalo de diez años, de 2007 a 2017, tras la comparación del valor medio obtenido para los primeros 22 días del mes de junio en dicha Red, con el del año 2017 se observa una subida generalizada de temperaturas que oscila entre los 0,5 y los 2,5 grados. Estos datos indican que en algunas boyas, tanto en aguas

del Mediterráneo como del Atlántico, se han producido récords históricos.

Este episodio de calentamiento ha sido más acusado en el Mediterráneo, donde el mayor incremento de temperaturas se ha registrado en la boya de Tarragona, en funcionamiento desde 2004, y cuyos registros en el mes de junio de este año han superado los 27°C de temperatura en el agua, estando el promedio de los valores de junio 2,53°C por encima de la media de la última década.

Aplicaciones del sistema

- ▶ Operatividad y seguridad en los puertos.
- ▶ Control de dragados.
- ▶ Ingeniería marítima. Diseño de infraestructuras portuarias.
- ▶ Salvamento marítimo. Rescate en el mar y lucha contra la contaminación.
- ▶ Seguimiento de vertidos, objetos y seres humanos a la deriva.
- ▶ Pesquerías.
- ▶ Acuicultura.
- ▶ Ayuda a la navegación y al sector pesquero

En aguas del mar Cantábrico se superaron registros históricos, tanto en la boya de Estaca de Bares, como en la boya de Bilbao-Vizcaya. Esta última, con sensor de temperatura desde 2006, alcanzó los 23,5°C el día 21 de junio, produciéndose una subida de 1,25°C en la comparación de medias. También se han producido récords históricos en las boyas fondeadas en el Océano Atlántico, alcanzándose en junio temperaturas de 19,9°C en la boya de Cabo Silleiro por primera vez desde que empezó a registrar en 2001, lo que supone un incremento en 2017 de hasta 1,25°C con respecto a la media de los últimos diez años.

En otras zonas de nuestras costas las boyas confirman igualmente la subida de temperatura del agua. La instalada frente al Cabo de Gata el día 24 de junio superó un récord anterior de junio de 2004, alcanzándose el registro de 25,4°C, lo que representa una subida sobre la media de la década de 2,48°C.

Al ampliar el estudio a los meses anteriores, comparando el primer semestre del año 2017 con los valores medios históricos, se ha podido constatar de forma general, que los valores de temperatura media del agua de los primeros seis meses del año 2017 están por encima del valor medio histórico obtenido desde que cada boya comenzó a medir.

Así mismo, las temperaturas mínimas registradas en los meses de febrero y marzo son especialmente llamativas por elevadas, ya que, para la gran mayo-

ría de las boyas, los valores mínimos están también por encima del valor medio histórico de los meses de invierno.

Sistema de medición

Puertos del Estado mantiene sistemas de medida y previsión del medio marino con el objetivo fundamental de proporcionar a los usuarios datos océano-meteorológicos imprescindibles para el diseño y explotación de las infraestructuras, lo que permite reducir los costes y aumentar la eficiencia, sostenibilidad y seguridad de las operaciones portuarias. En otros casos, como la pesca o la náutica deportiva, proporcionan datos sobre oleaje, muy útiles para poder navegar con seguridad.

Dichos sistemas constan de redes de medida (boyas, mareógrafos y radares de alta frecuencia), servicios de predicción (oleaje, nivel del mar, corrientes y temperatura del agua) y de conjuntos climáticos, que describen, tanto el clima marítimo en la actualidad, como sus escenarios de cambio en el siglo XXI.

El sistema que permite registrar la temperatura del agua de nuestras costas consta de dos redes: por un lado, la Red de Boyas Costeras de Puertos del Estado, y por otro, la Red de Boyas de Aguas Profundas, o Red Exterior.

Las boyas de la Red Costera, que actualiza la antigua red de boyas escalares REMRO, están ubicadas en las

Temperaturas medias del agua los 22 primeros días de junio en 2007 y 2017, y anomalías respecto a la media de los últimos diez años

Boya	Temperatura 2007 (°C)	Temperatura 2017 (°C)	Diferencia del 2017 respecto a la media de los últimos 10 años (°C)
Cabo de Peñas	16,64	17,37	0,60
Bilbao-Vizcaya	17,57	19,09	1,21
Estaca de Bares	16,23	17,13	0,59
Villano-Sisargas	15,63	16,49	0,79
Cabo Silleiro	16,29	17,81	1,25
Golfo de Cádiz	19,32	21,46	1,47
Gran Canaria	ND	21,54	0,58
Tenerife Sur	21,81	21,9	0,63
Cabo de Gata	19,77	22,26	2,48
Cabo de Palos	21,46	22,62	0,85
Tarragona	20,68	23,48	2,53
Barcelona (red costera)	19,99	21,89	1,09

Fuente: Puertos del Estado

proximidades de los puertos y fondeadas a menos de 100 metros de profundidad, por lo que las mediciones que recogen pueden verse perturbadas tanto por el perfil de la costa, como por los efectos del fondo sobre el oleaje.

Esta Red, tras un plan de optimización que se ejecutó en 2012 para reducir el número de estaciones, se compone actualmente de doce equipos direccionales que miden oleaje y temperatura del agua, tres de los cuales son propiedad de Autoridades Portuarias, aunque Puertos del Estado se encarga de la gestión y el tratamiento de los datos. Las boyas costeras de la marca Axys transmiten las medidas vía radio a costa, a excepción de las de Langosteira y Algeciras, que tienen instalados muchos más sensores y transmiten a una única estación receptora vía GPRS.

Se han registrado máximos históricos de temperatura del agua durante los meses de mayo y junio de 2017

En cuanto a las que conforman el sistema de boyas exteriores, que amplía y actualiza las antiguas redes RAYO y EMOD, se caracterizan por estar fondeadas lejos de la línea de costa a gran profundidad, entre 200 y 1800 metros, por lo que las medidas de los sensores no se ven alteradas por efectos locales, y cada boya proporciona observaciones representativas de grandes zonas del litoral. Esta Red está formada por 15 puntos de medida distribuidos por nuestras costas: 9 en la Península, 2 en Canarias y 2 en Baleares.

Se compone de boyas de tipo Wavescan y tipo Sea-Watch: las primeras miden variables de oleaje y atmosféricas (salvo la de Dragonera, que cuenta con sensores de temperatura) y las segundas, además de los parámetros anteriores, miden también los oceanográficos, que son los de temperatura del agua, velocidad y dirección media de corriente y salinidad. Para ello están dotadas de diferentes sensores y suelen tener gran envergadura, hasta 3 metros de diámetro y 7 metros de longitud.

La configuración de las boyas ha ido evolucionando en el tiempo y hoy cuenta con unidades de proceso, almacenamiento de datos y transmisión vía satélite. Toda la información se procesa y almacena en las boyas y, cada hora, se transmite a Puertos del Estado vía satélite, de modo que los datos pueden hacerse accesibles a través de la web de forma casi inmediata.

Información libre y gratuita

Los beneficios de los sistemas de información marinos no se circunscriben únicamente al entorno portuario, sino que también buscan ser un servicio abierto a la sociedad y sirven a sectores como el pesquero, el de la acuicultura, las ayudas a la navegación, salvamento marítimo, seguimiento de vertidos, navegación recreativa o deportes acuáticos. Este servicio se presta fundamentalmente a través de la web de Puertos del Estado y de la aplicación para dispositivos móviles para el mar, disponibles en iOS y Android.

La información que recogen las boyas se transmite en tiempo real vía radio o satélite a Puertos del Estado, en Madrid, desde donde se pone a disposición de aquellos usuarios que quieran consultarla a través de la página de Internet www.puertos.es de forma totalmente libre y gratuita, incluso sin necesidad de registrarse.

En la sección "Redes de medida" de la web se puede consultar información general de las redes, descripción de las estaciones y detalles de las cartas náuticas con las posiciones de las boyas, y en el enlace "Últimos datos recibidos" se puede ver la información en tiempo real de todas las estaciones y parámetros medidos, en formato gráfico y tabla, así como descargar informes con datos históricos.

La recepción y el almacenamiento de los datos recogidos en cada boya se complementa con un control de calidad con el objetivo de garantizar que los valores disponibles se han obtenido en condiciones de correcto funcionamiento de todos los equipos de medida. Además, se marcan todos los datos que presentan valores anómalos o cuyo grado de variabilidad es anormalmente alto o bajo.

La cadencia de medida de estas boyas es actualmente de un dato por hora, pero aunque la cadencia de generación de observaciones sea horaria, los parámetros que se proporcionan no se miden a lo largo de una hora. Por ejemplo, es el caso de la temperatura del agua, que se mide de forma instantánea y se asume que ese valor es el que representa la temperatura para esa hora; o en el caso del viento, se mide durante diez minutos una vez cada hora, por lo que el valor de velocidad está calculado sobre el promedio de las medidas obtenidas durante un periodo de diez minutos en esa hora.

Características de las boyas

Las boyas disponen de una compleja línea de fondeo para mantener la posición —no están a la deriva— lo que hace que éstas borneen unas decenas de metros. El anclaje al fondo marino se realiza con un peso muerto que suele consistir en dos ruedas de tren que llevan a lo lar-

Oleaje: récord histórico

Las Boyas de Puertos del Estado han recogido también en sus mediciones otros récords históricos distintos de los de las temperaturas, como fueron los de oleaje en febrero de 2014, que llegaron a calificarse de verdaderamente extraordinarios.

Fue el caso de la boya de Estaca de Bares, en A Coruña, que a las 22 horas del día 1 de dicho mes midió una altura significativa de ola de 12,8 metros, a tan sólo unos centímetros del dato histórico de 12,9 metros. De igual modo, la boya asturiana de Cabo de Peñas registró en la madrugada del día 1 al 2 de febrero alturas significantes de ola de 11,25 metros a las 5 de la mañana, el segundo registro histórico después del año 1998.

Este segundo día del mes de febrero, cuando el temporal alcanzó su punto más álgido, las estaciones de la Red de Mareógrafos de Puertos del Estado, ubicados en distintos puntos de la costa española, registraron niveles del mar cercanos al récord histórico en el Cantábrico. En el Puerto de Santander la marea subió hasta los 5,36 metros sobre el nivel cero del mismo, rozando el máximo histórico de 5,38 metros registrado en 1992.

Los expertos apuntaron a que el oleaje extraordinario registrado ese invierno se había visto potenciado al coincidir con las mareas vivas, que a su vez se habían producido por la combinación de una fuerte marea astronómica, con una subida adicional del nivel del mar debido a las tormentas registradas en esas fechas.

go de la línea una serie de flotadores, elastómeros giratorios, grilletes, cabo y cadenas. Si están fondeadas en una zona de más de 1.500 metros de profundidad, lleva una boya de apoyo con un cable flotante con boyarines para reforzar su flotabilidad. Si se cortara esta línea se quedarían a la deriva y podrían perderse, pudiendo originar peligros para la navegación. Además, están dotadas de balizas luminosas para poder ser vistas de noche. Su posición se comunica al Instituto Hidrográfico de la Marina para su señalización en las cartas náuticas, de modo que cualquier navegante puede conocer su ubicación.

Para asegurar el correcto funcionamiento de las boyas y su conservación, se realizan mantenimientos periódicos que en ocasiones es necesario realizar en condiciones extremas, con mala mar o en horas nocturnas. Con el fin de que se puedan realizar las mediciones correctamente, es fundamental que las embarcaciones no se acerquen ni se amarren a ellas, evitando así el riesgo de colisión.

Las boyas se mantienen cada cuatro meses para realizar una limpieza a fondo, recoger la información almacenada a bordo —más completa que la que se envía en tiempo real— recargar las baterías, reemplazar sensores que puedan estar dañados o averiados y aplicar pintura anti-fouling para evitar el anclaje de mejillones y percebes que puedan dañar los sensores. ■