

Oleaje y mareas: redes de medida operativas en España

MERCEDES MARTÍNEZ (*); BEGOÑA PÉREZ (**); JOSÉ C. SANTÁS (*)

RESUMEN La necesidad de contar con información precisa, continua y de alta fiabilidad respecto a oleaje y mareas planteó en España en la década de los 70 el desarrollo de sistemas de medición, registro y almacenamiento de dicha información en forma de redes permanentes centralizadas. En la actualidad están operativas, distribuidas a lo largo de la costa española, tres Redes independientes entre sí: REMRO (Red Española de Medida y Registro de Oleaje), que mide oleaje escalar en aguas no muy profundas (entre 20 y 100 metros), EMOD (Estaciones Medidoras de Oleaje Direccional), que mide oleaje direccional en aguas de mayor profundidad (entre 100 y 600 m), y REDMAR (RED de MAREas), que mide el nivel del mar. En los tres casos, la información es obtenida regularmente, registrada, y analizada in situ para su utilización inmediata. A la vez es transmitida a una estación central, donde se procesa y se introduce en un Banco de Datos de fácil acceso, para su uso por los Organismos autorizados a ello. Asimismo se difunde por INTERNET, lo que permite consultas remotas y trasvases muy rápidos de datos. Las tres redes están financiadas por Puertos del Estado.

SPANISH OPERATIVE NETWORKS FOR WINDWAVES AND TIDES

ABSTRACT The need of a precise, continuous and high quality information about waves and tides has motivated in Spain since the beginning of the 70's the development of centralized measuring, recording and data banking systems. Three permanent, fully automatic networks for wave and tide measurements are under operation in Spain for getting a complete information about the dynamics of the sea around the spanish coast: REMRO, which is measuring scalar waves at not very deep water (between 20 and 100 m); EMOD, measuring directional waves at deeper waters (between 100 and 600 m); and REDMAR, measuring sea levels in the ports areas. In all cases information is routinely obtained, processed and analyzed "in situ", and sent to the Data Processing Center in Madrid, where the data are stored in the easily access Bank, opened to authorized Organisms. Some of the mean parameters are also offered through Internet. All three networks are sponsored by Puertos del Estado.

Palabras clave: Redes; Mareas; Operativas REMRO; REDMAR; EMOD.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La extensión de costa en España (cerca de 8.000 km entre la península y las islas), bordeando una superficie de unos 500.000 km², ha propiciado desde siempre en este país gran interés en el acercamiento al medio marino, en el más amplio sentido del término. El conocimiento del oleaje, tanto escalar como direccional, así como de la onda de marea, es pieza fundamental para abordar tanto los estudios y proyectos de ingeniería portuaria y costera, como los relativos al medio ambiente. Por otra parte, la centralización de la información y la disposición de la misma en tiempo real permite un mejor aprovechamiento de los medios y una más rápida gestión y difusión de dicha información. Al mismo tiempo, proporciona la posibilidad de estandarizar métodos y parámetros, totalmente necesaria para la generalización de su uso y aplicación.

A la luz de estas premisas se han desarrollado progresivamente en España hasta el momento tres sistemas de redes permanentes de medida y registro de parámetros oceanográficos que cubren tanto el oleaje, escalar y direccional,

como la onda de marea. Los objetivos esenciales, comunes a todas ellas son: su carácter de **permanencia**, la disponibilidad de los datos **en tiempo real** y la centralización del proceso y banco de datos, así como la dotación de un **equipoamiento uniforme** en las estaciones de cada una de las redes para facilitar el mantenimiento y la explotación paralela de los datos registrados en las mismas. Las tres redes llevan operando el tiempo suficiente como para hablar de ellas como una realidad establecida, que ofrece resultados de alta representatividad estadística. Sus estaciones costeras se encuentran repartidas a lo largo de toda la costa española, siendo su soporte directo las Autoridades Portuarias. La dirección y gestión recae en el grupo formado por el CEDEX (organismo autónomo del Ministerio de Fomento), mediante el Centro de Estudios de Puertos y Costas, y por Clima Marítimo, del Ente Público Puertos del Estado.

2. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

REMRO es la red más antigua, remontándose su origen a 1974 (1). La idea básica fue realizar un estudio exhaustivo de los regímenes de oleaje y de temporales del litoral español, para lo cual era necesario tomar datos de oleaje continuamente en ciertos puntos clave. El registro simultáneo de

(*) Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX. Mº de Fomento.

(**) Clima Marítimo, Puertos del Estado.

datos en las distintas estaciones era otro objetivo de interés, a fin de poder realizar posteriormente correlaciones entre estaciones cercanas, y así poder interpolar en zonas intermedias para llegar a determinar la influencia del microclima en zonas singulares. En el desarrollo funcional de este proyecto se han ido introduciendo cambios a lo largo de su historia como resultado de la incorporación de nuevas tecnologías en el campo de la electrónica y las comunicaciones.

La situación actual está basada en boyas Waverider que envían continuamente por radio la señal de oleaje a una estación costera, donde se registra y procesa. La estación costera se comunica en tiempo real con la estación central situada en Madrid por RTC. La extensión del Banco de datos disponible alcanza en algunos puntos cerca de 20 años y se dispone de 20 estaciones.

La necesaria inclusión de la direccionalidad se llevó a cabo desarrollando a partir de 1987 una segunda red mas exterior, denominada Red de Estaciones Medidoras de Oleaje Direccional, Red EMOD, basada en boyas Wavescan (2). Actualmente existen 4 estaciones operativas. La información incluye datos meteorológicos y alcanza una extensión de hasta 5 años de datos en el punto EMOD 1.

La información de mareas que estaba a disposición de las Autoridades Portuarias con independencia unas de otras no cubría las necesidades expuestas, por lo que, a partir de 1990 se estudió y desarrolló una Red de medida de mareas, REDMAR. (3). Las estaciones de costa se basan en sistemas Sonar, de ultrasonidos, disponiendo de 13 estaciones operativas desde 1993. El cubrimiento de información es prácticamente del 100 % en la mayoría de las estaciones.

Todos estos datos se utilizan rutinariamente para la realización de proyectos de ingeniería marítima, y han servido de base para la realización del Atlas de Clima marítimo de España (4).

Con respecto a la situación de las estaciones que componen cada una de las redes mencionadas, se incluye el esquema de la Fig 1, donde se señalan conjuntamente con símbolos diferentes para cada red.

3. RED DE MEDIDA Y REGISTRO DEL OLEAJE. REMRO

La ubicación de las estaciones REMRO responde a razones las razones de interés de acuerdo con los siguientes criterios:

- Zonas de representatividad climática desde el punto de vista marítimo-costero.
- Calados inferiores a 100 m.
- Distancias a línea de costa inferiores a 40 km.
- Zonas alejadas del tráfico marítimo, incluidos pesqueros.
- Ausencia de accidentes locales que puedan perturbar el oleaje.
- Posibilidad de apoyo logístico en la zona de la instalación.

Los primeros años de la vida del Proyecto fueron predominantemente de orientación, investigación y desarrollo en la línea de objetivos mencionados. Su funcionamiento inicial estuvo basado en sensores de presión transmitiendo continuamente a costa por cable submarino datos brutos en tiempo real. Estos sensores fueron sustituidos pronto por boyas escalares (Datawell), flotantes y ancladas (estación marítima), que medían los desplazamientos verticales de la superficie del mar, codificándolos y enviándolos **continuamente** a tierra vía radio. Allí un receptor (estación costera) decodificaba la señal recibida y producía una señal analógica que podía **visualizarse y registrarse** con la instrumentación existente: registradores de papel continuo y grabaciones analógicas en cintas magnéticas. En una segunda etapa de la transmisión, siempre en tiempo real, esta información bruta se enviaba por vía telegráfica, a través de los centros regionales y el centro general de distribución ubicado en Madrid, y se recibía finalmente en una estación central situada en las instalaciones del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, donde se controlaban las grabaciones de los datos procedentes de las distintas estaciones, que eran efectuadas simultáneamente en formato AS-

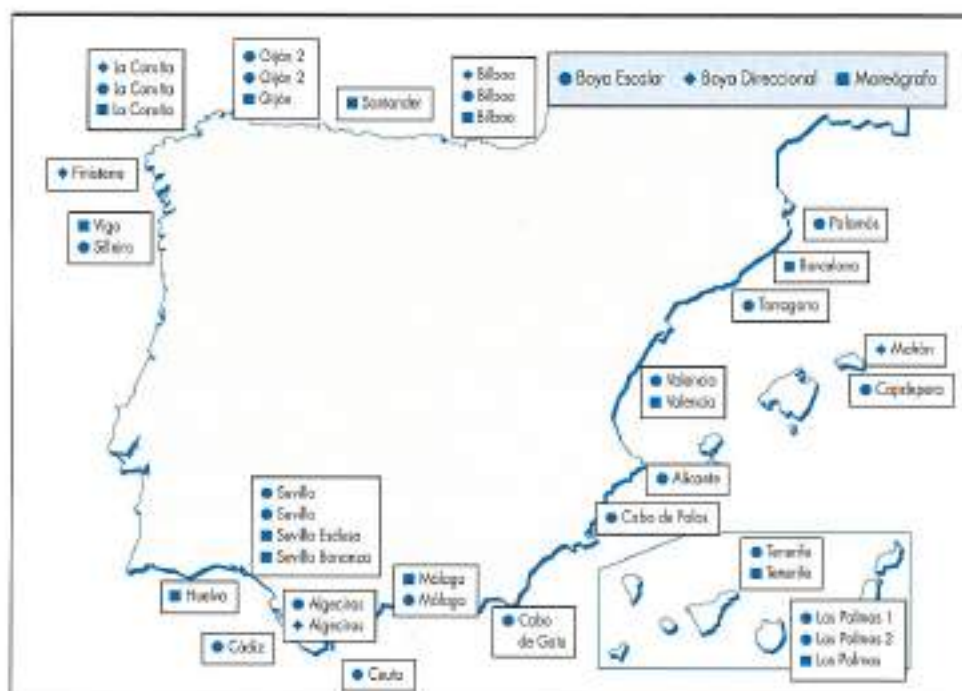


FIGURA 1.

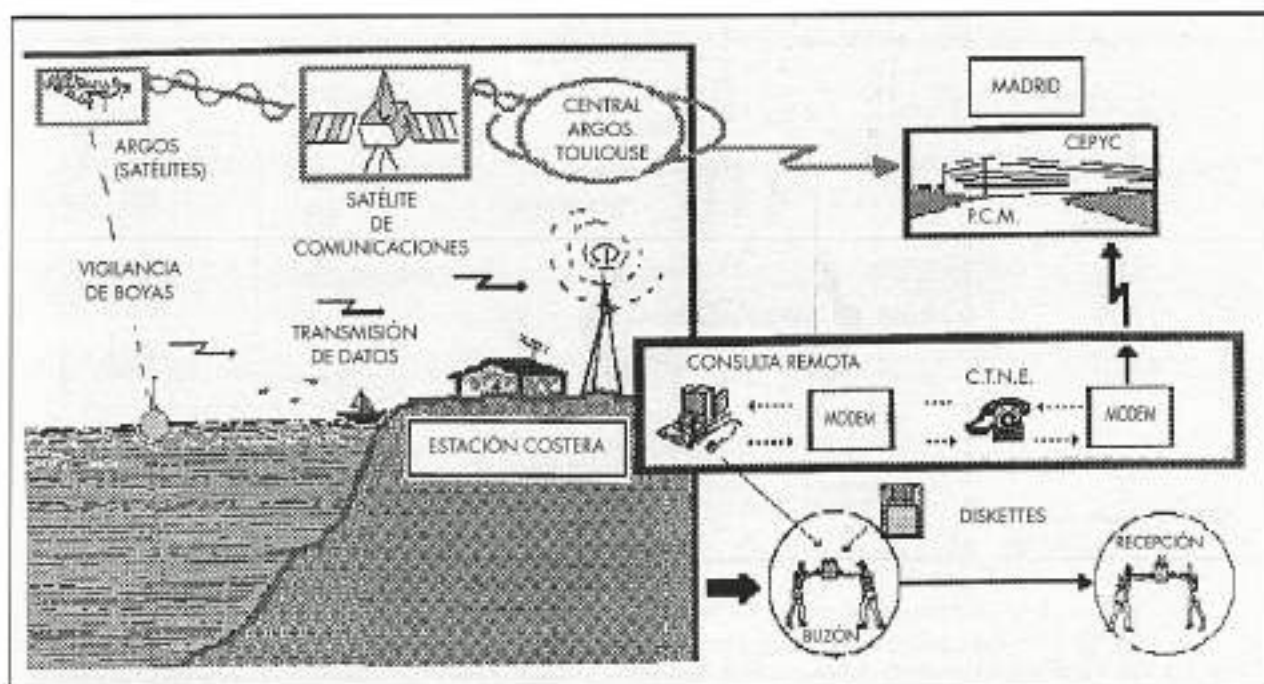


FIGURA 2. Red de medida y registro de oleaje diagrama funcional.

CII. Este planteamiento de trabajo dio resultados realmente aceptables en las pruebas piloto. Sin embargo, los cables submarinos sufrían continuas averías, y las transmisiones telegráficas se revelaron deficitarias, en cuanto a que, en el registro rutinario de datos, producían errores o cortes de señal. Así, los datos registrados en esta etapa son bastante incompletos y, a veces, poco fiables, ya que las posibilidades de aparición de ruidos espúreos era, por desgracia, bastante frecuente. De hecho, los primeros datos disponibles datan de 1978.

A lo largo de la década de los 80 se incorporaron importantes mejoras en paralelo con el desarrollo de la técnica, aunque en la línea de mantener la tecnología de base, que es el equipamiento de medida, el cual, hoy en día, sigue respondiendo con sus características de robustez y fiabilidad. Se incorporó a las estaciones costeras un micro-ordenador, dirigiendo la toma y registro de datos, realizándose grabaciones digitales e incorporando un análisis previo de los datos brutos que permitía disponer in situ, en tiempo real, de los resultados del oleaje de la zona. Los datos brutos eran grabados en disco duro y volcados semanalmente en disquete para su envío al Centro de proceso en Madrid, donde se procesaban y analizaban, pasando, resultados y datos brutos, al Banco de Datos general REMRO (5).

A partir de 1992, la incorporación de un PC a la estación costera en sustitución del micro-ordenador existente permite efectuar transmisiones de datos por RTC vía módem, por lo que puede disponerse ya en la estación central de los datos procedentes de las estaciones, tanto brutos como procesados. Paralelamente, se desarrolló un paquete de programas que permite disponer en dicha estación central un área de disco accesible directamente a través de WWW, donde se vuelcan diariamente los resultados procedentes de todas las estaciones de medida provistas de módem.

Para preservar la fiabilidad de la información, todos los equipos, tanto los de tierra como los de mar se someten a un

programa de mantenimiento que incluye una revisión rutinaria de las mismas cada 6 meses, y su calibración, al menos una vez al año. La posición de las boyas se controla continuamente mediante un programa de vigilancia en conexión con la red de satélites Argos. El modo general de funcionamiento responde al esquema presentado en la Figura 2.

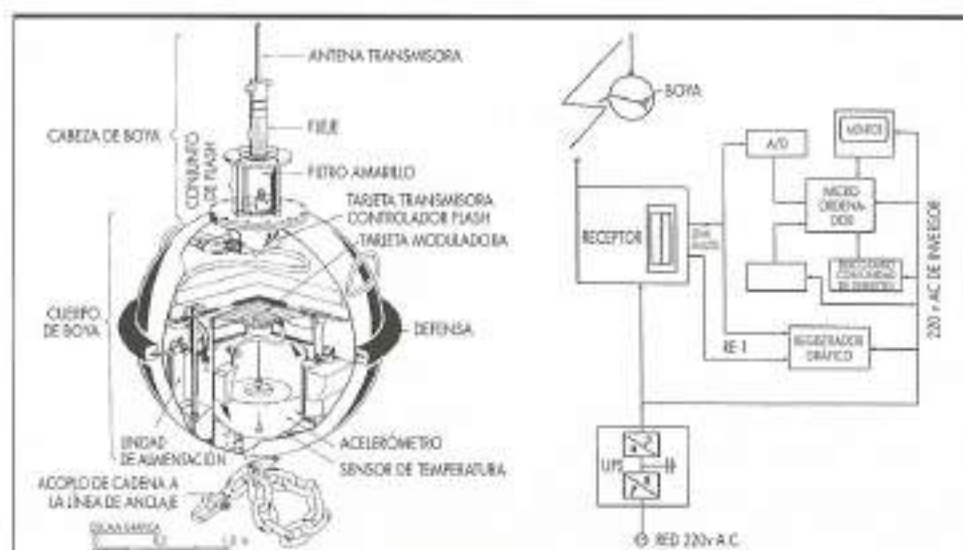
Todas las estaciones tienen un equipamiento análogo (Fig. 3) y la toma de datos se efectúa en las mismas condiciones: series horarias de 5120 puntos adquiridos con una frecuencia de muestreo de 2 puntos por segundo, equivalente a algo más de 43 minutos de grabación cada hora. Estos datos brutos se guardan en el disco duro del PC, al tiempo que se realiza un proceso y análisis de las mismas que incluyen ciertos controles de calidad de la etapa de medida (control de equipos) y de los propios datos. En la pantalla del PC se visualiza el oleaje que se está registrando en cada momento, y los resultados del análisis y los controles de calidad se vuelcan a impresora, en pantalla y en un archivo de disco que permite después hacer análisis estadísticos, presentaciones gráficas y otros cálculos a petición de operador. Todo ello sin interrumpir ni retardar la tarea de más importancia del proceso, que es la propia toma de datos (6).

Actualmente está en pruebas un punto piloto en el funcionamiento del cual se han añadido algunas facilidades nuevas, en conexión con la transmisión de datos en tiempo real.

El nuevo desarrollo implica un cambio en el sistema informático de adquisición de datos y una nueva logística de distribución de los mismos. La labor de máxima prioridad del Proyecto, que es el registro ininterrumpido de datos, sigue siendo prioritario. Los cambios introducidos en el desarrollo de la nueva línea de trabajo mencionada no afectan este punto.

El desarrollo se ha realizado en entorno UNIX, sobre máquinas de alta velocidad de cálculo que soportan multitarea y multiusuarios, así como facilidades para asumir comunicaciones para transferencia de datos en tiempo real. La nueva

FIGURA 3. Aspecto exterior e interior de una boya Waverider.



aplicación, en la que se han desarrollado los módulos correspondientes a la transmisión inmediata de los datos, se basa en la definición, ya conocida, de los Centros Costeros Regionales (CCR), que son las estaciones de costa donde se realizan las funciones de recogida y almacenamiento temporal de la información, y una estación central o Centro de Concentración Nacional (CCN), en Madrid, en el Centro de Estudios de Puertos y Costas, que centraliza y distribuye los datos existentes en los distintos CCR.

El Sistema de comunicaciones diseñado garantiza un enlace virtual entre todas las estaciones de costa (CCR) y la estación central (CCN). Dicho enlace asegura:

- La transmisión de datos desde los CCR al CCN.
- La transmisión bidireccional de cualquier fichero entre la estación central y cualquier CCR.

- La entrada en sesión en las máquinas de costa desde la estación central, orientada a la supervisión y mantenimiento remotos.

- La sincronización y la correcta gestión de los procesos anteriores, así como el registro de las operaciones efectuadas. Las conexiones se efectúan de momento vía MODEM, a través de RTC, aunque está prevista la futura utilización de X-25 o satélite.

El Sistema funcionará de ordinario en modo automático, mediante la programación de las operaciones que se quieran efectuar, siendo la orientación definitiva la transmisión en tiempo real de los datos tomados en los CCR al CCN, desde el que se distribuirán los mismos, según los acuerdos establecidos o demandas aceptadas por el Puertos del Estado y el CEDEX.

En la Fig.4 se presenta un esquema que traduce el contenido del Banco existente. Aparecen algunos nombres

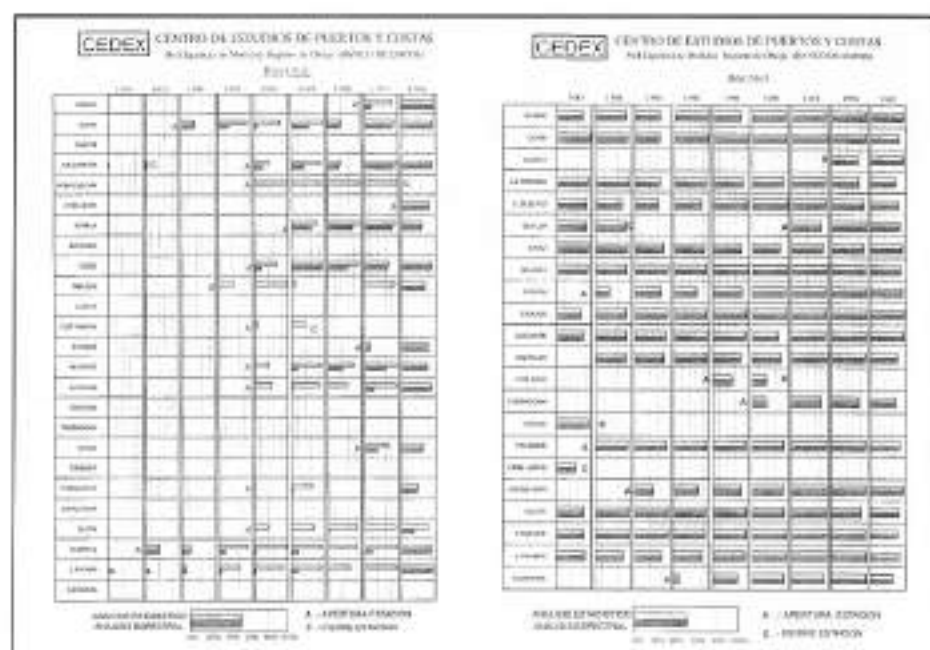


FIGURA 4.

de estaciones más de las señaladas en el mapa de la Fig.1, debido a algunos cambios de ubicación que han tenido lugar por razones diversas. En el esquema están señalados también los momentos de apertura y cierre de las mismas.

El desarrollo de equipos de control y registro, así como el nivel alcanzado en la organización y logística del mantenimiento ha hecho que, desde hace ya algunos años, las tasas de datos registrados en las estaciones alcancen cotas muy altas, situadas en media entre el 90 y 100%. Esto sitúa al proyecto en un estado óptimo de funcionamiento. Cualquier mejora que quisiera introducirse para aumentar el porcentaje de captura sería, en la actualidad, desproporcionada, con relación a su coste.

4. ESTACIONES MEDIDAS DE OLEAJE DIRECCIONAL, RED EMOD

Con la idea de ubicar estas estaciones de tal forma que sus datos permitieran validar los modelos de predicción de oleaje y alimentar los de propagación hasta costa, se situaron los puntos de medición en los dos lugares siguientes: Cantábrico, EMOD1, área de Bilbao, y Mediterráneo, EMOD2, área de las Islas Baleares, (Mahón). En ambos la distancia a costa es elevada (entre 10 y 20 millas), con profundidades entre 300 y 600 m. Posteriormente se ha emplazado otra estación en la zona del Estrecho de Gibraltar, EMOD3, Algeciras, cuya situación es menos profunda y más cercana, obligada por el denso tráfico marítimo de la zona. Esporádicamente se ha contado con otra estación situada en Finisterre, que ha sufrido continuos accidentes por paso de buque y faenas de pesca. Las respectivas posiciones aparecen en la figura general que se adjunta.

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS EMPLEADOS EN LA BOYA

- Periodo de repetición de datos: 3 horas, con inicio a las 0, 3, 6, ... etc., (GMT).
- Parámetros medidos y características (ver tabla 1):
- Características físicas de las boyas:

Sistema Wavescan, boya lenticular, tipo disco, de 2.76 m de diámetro, con estructura superior para la meteorología, luces (normativa SADO), reflector radar y antenas. Peso total: 870 kg. Placas solares y sistemas de control, proceso y grabación de datos a bordo. Sensor de oleaje: Datawell, "Hippy" 120. Posicionamiento ARGOS. Línea de anclaje pretensionada vertical.

- Características de las transmisiones de las boyas:

Transmisión UHF, omnidireccional, 440 MHz. FM, entre 0.8w y 5 w.

Transmisión ARGOS: omnidireccional con polarización vertical, 401.650 Mhz.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN

Los equipos miden, procesan y registran oleaje direccional y meteorología, transmitiendo la información por UHF a costa. La vía fundamental de recepción de datos es la transmisión en tiempo real por UHF. Tras la recepción en la Estación Costera, habitualmente emplazada en un Faro, se decodifica el mensaje y se presentan los principales resultados correspondientes al preproceso realizado en la boya, estadístico y espectral, cuyo espectro tiene 32 grados de libertad. El algoritmo empleado es la FFT. El número de bandas espectrales son 64, $Df = 1/128$. A partir de los espectros promediados se obtienen los parámetros usuales (IAHR&PIANC, Boletín nº 52, 1986).

Las presentaciones habituales de datos son en forma de listados, gráficas en forma de curvas de estados del mar de los valores más característicos: (H_s , H_{max} , T_p , T_{02} , $ThTp$, Thm) del oleaje y (W_s , ThW) del viento, y gráficas vectoriales: (H_s , Thm) del oleaje y (W_s , ThW) del viento, rosas de oleaje y del viento, clasificado en intervalos de 0.5 m y 22.5° y regímenes direccionales ajustados a la función Weibull. (7)

4.3. OPERATIVIDAD DE LA RED EMOD

La información recogida por la boya es transmitida a tierra, siendo recogida, preprocesada y presentada en la Estación Costera. Esta información es posteriormente transmitida a la Estación Central, CEDEX, donde es analizada, procesada, almacenada y difundida. Un segundo sistema de proceso y almacenamiento en Puertos del Estado prepara la información para su uso como entrada a los modelos de previsión, WAM, siendo contrastadas las previsiones con los datos de la boya a fin de mantener controlada la predicción. La Fig. 5 muestra el flujo de la información.

El porcentaje de datos existentes por estaciones queda resumido en la tabla 2.

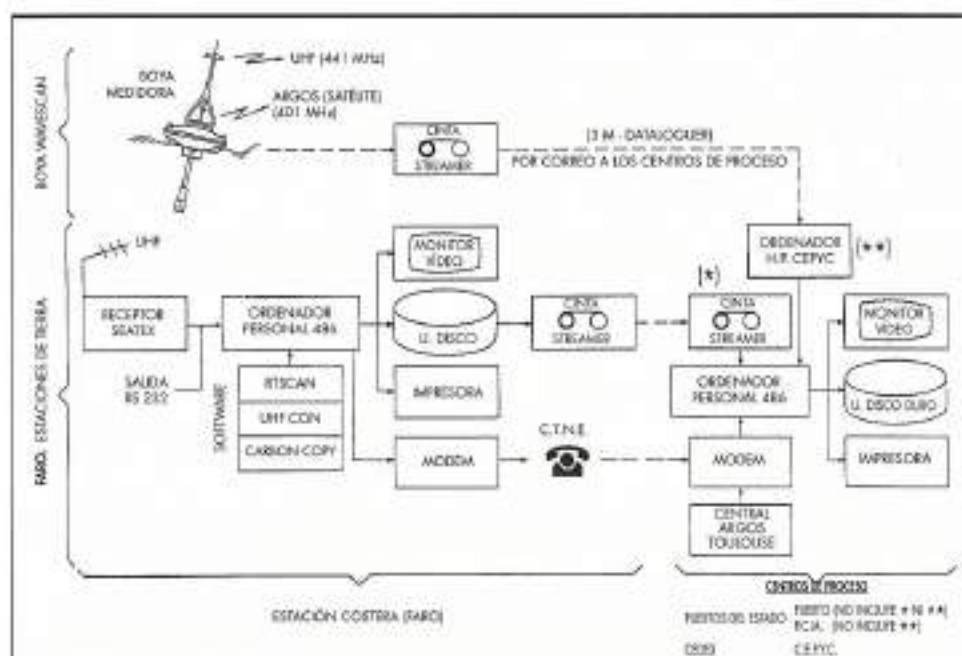
En letra vertical, porcentaje sobre días totales del año, en cursiva, porcentaje sobre días con boya fondeada.

Las mayores pérdidas de información se han producido por accidentes debidos a abordajes, lo que aparece como descensos sobre el 100% de datos posibles del fondeo, y averías, principalmente en los sistemas de placas solares y otras de menor envergadura.

	Dt	N total	Rango	Precisión	Resolución
Movimiento vertical (Heave), (m)	0.5	2.048	±20 m	3%	.075 m
Inclinaciones (Pitch y Roll)	0.5	1.024	±90	15%	1.5
Declinación magnética eje boya	1	2.048	0-360	±1.5%	1
Temperatura agua mar (■ C)	1	600	-4 a 30 C	±4	±.1
Id. del aire (cota 3 m)	1	600	-44 a 49	±4	±.1
Velocidad viento (cota 3 m)(m/seg)	1	600	0 a 40	4%	.05%
Dirección viento (cota 3 m)	1	600	0-360	±4	.1
Presión atmosférica (mB)	0.5	60	920-1070	±0.1	.03

TABLA 1.

FIGURA 5. Esquema de los equipos relacionados con la boyea oceanométrica.



5. RED DE MAREÓGRAFOS DE PUERTOS DEL ESTADO (REDMAR)

La Red de Mareógrafos de Puertos del Estado es la más joven de las tres redes de medida, ya que se encuentra en funcionamiento desde Julio de 1992. La REDMAR está constituida por 3 estaciones de medición del nivel del mar; la estación número 14 (Vilagarcía de Arosa, Galicia) será instalada en el verano de 1996.

5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MAREÓGRAFOS

Los mareógrafos, de la marca SONAR Research & Development, consisten en un emisor-receptor de ultrasonidos, colocado a cierta altura sobre el nivel del agua; la distancia al agua (distancia en aire) se mide a partir de la velocidad del sonido y el tiempo que invierte el rayo ultrasónico en llegar a la superficie del agua y volver. La velocidad del sonido depende de las condiciones del medio (por ejemplo, la temperatura), de manera que se recalcula antes de cada medida enviando una señal a un blanco, situado a una distancia fija del sensor.

Se conoce con el nombre de datum a la distancia del sensor al nivel de referencia con respecto al cual se van a medir las mareas y que se suele escoger igual al cero del puerto; de esta forma, la altura de la marea se calcula como la diferencia entre el valor del datum y la distancia en aire en cada momento. El nivel de referencia está enlazado a la Red Geodésica Nacional por medio de una señal geodésica situada junto al mareógrafo.

Cada medida tiene una duración aproximada de 37 a 40 segundos; de estos, los 10 primeros se emplean en determinar la velocidad del sonido, mediante el envío de 128 pulsos al blanco. A continuación se lanzan otros 128 ecos sobre la superficie del mar, a partir de los cuales se obtiene el valor medio, filtrando de esta manera el oleaje. Se almacena una medida de este tipo cada 5 minutos.

El sensor mide dentro de un tubo de 280 mm de diámetro, introducido en el agua hasta por debajo de la bajamar más baja; se pretende de esta forma reducir un poco más la agitación del agua, en este caso de forma mecánica. El tubo también sirve para proteger el recorrido del eco de ultrasonido, que puede perderse por ejemplo cuando hay viento.

El único mareógrafo de características diferentes es el de Gijón, que es un sensor de presión cuyos datos se graban también en PC con un formato idéntico al del resto de las estaciones.

5.2. TRANSMISIÓN Y REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

Los datos son enviados por radio a las oficinas portuarias, donde se visualizan y se graban en un PC, en diversos formatos; además, existe junto al sensor una unidad de memoria cíclica que permite almacenar hasta 28 días de datos cada 5 minutos, que es el intervalo de grabación aceptado en todos los puertos. Cada registro contiene la siguiente información:

- Número identificador de la estación.
- Fecha y hora de la medida (GMT).

TABLA 2.

Estación / Año	1991	1992	1993	1994	1995
EMOD 1 (Bilbao)	76%	69 (97) %	72 (96) %	49 (65) %	84 (97) %
EMOD 2 (Mahón)	53%	—	87 (99) %	82 (90) %	57 (99) %
EMOD 3 (Algeiras)	—	—	56 (98) %	61 (85) %	22 (88) %
EMOD 4 (Finistère)	—	—	—	—	4 (100) %

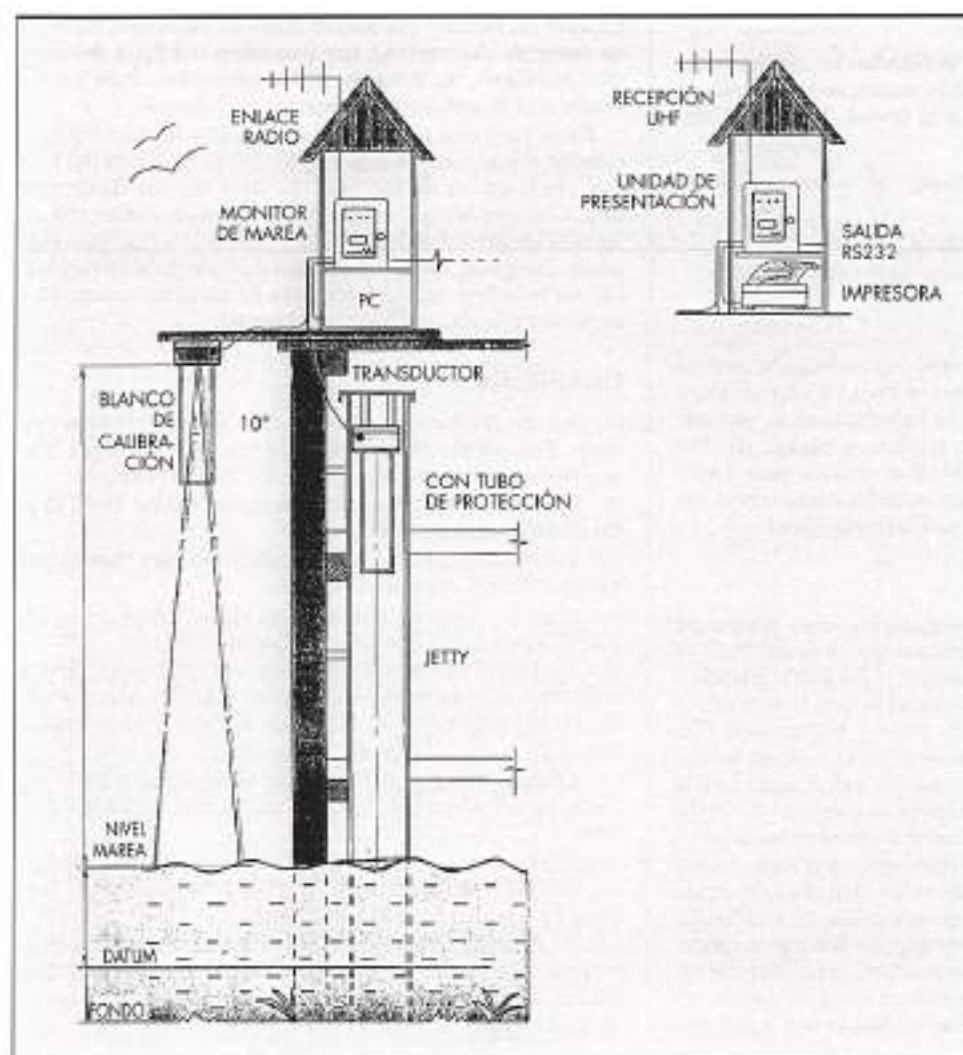


FIGURA 6. Mareógrafo de ultrasonidos sonar.

Estación	1993	1994	1995
BILBAO	97%	98%	99%
SANTANDER	99%	100%	100%
GIJÓN	94%	95%	82% (presi.) 50% (SON)
LA CORUÑA	98%	97%	98%
VIGO	97%	99%	99%
HUELVA	94%	94%	38%
BONANZA	100%	97%	98%
SEVILLA	99%	99%	98%
MÁLAGA	99%	98%	97%
VALENCIA	79%	88%	99%
BARCELONA	97%	91%	98%
TENERIFE	86%	94%	99%
LAS PALMAS	98%	99%	97%

TABLA 3.

- Altura del agua en cm.
- Valor del datum en cm.
- Parámetros de control y calidad de la señal.
- Fecha y hora de grabación en el PC.

La instalación de Las Palmas es una mezcla de los equipos SONAR y de las aplicaciones desarrolladas por Sea&Swell, empresa encargada del mantenimiento de la red. Los datos en esta estación no son enviados por radio a la estación receptora, sino a un PC situado junto al mareógrafo, al que se puede acceder vía modem.

Por último, los datos brutos cada 5 minutos son enviados a Clima Marítimo (Puertos del Estado, Madrid) donde se someten a diversos controles de calidad y análisis, para finalmente almacenarlos en su Base de Datos y proceder a su distribución (8). En la tabla siguiente se presenta el porcentaje de datos existente en los años 1993 a 1995, con respecto al número total de datos cada 5 minutos que se deben registrar en un año.

El mareógrafo de presión de Gijón dejó de funcionar en Septiembre de 1995. De momento funciona en su lugar un SONAR (desde Julio de 1995). El mareógrafo de Huelva está pendiente de nueva ubicación, debido a obras en el muelle en que se encontraba, desde Mayo de 1995.

5.3. PRODUCTOS DE LA REDMAR

Realizado el control de calidad, se calculan los niveles horarios del mar por medio de un filtro matemático; a partir de ellos se obtienen los productos más inmediatos de la REDMAR (9):

- Constantes armónicas y predicción de las mareas astronómicas.
- Cálculo de residuos meteorológicos.
- Cálculo de niveles medios diarios, mensuales y anuales.
- Extremos de nivel y residuos.

También, aunque de forma más esporádica y a medida que crece la longitud de las series, se llevan a cabo diversos estudios estadísticos de aplicación inmediata en la ingeniería portuaria: análisis extremal, regímenes medios, etc. Por otra parte, los datos de la REDMAR se utilizan para verificar y alimentar si es necesario los modelos numéricos de corrientes y elevación disponibles en Clima Marítimo.

6. RESUMEN

En resumen, la medida de oleaje y mareas en la naturaleza en España en los momentos actuales se circunscribe a la existencia de tres redes permanentes, REMRO, EMOD y REDMAR, bien establecidas, funcionando bajo la dirección y control del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, con la cobertura financiera de Puertos del Estado. Las redes operan automáticamente, aunque sus equipamientos son sometidos a estrictos controles para asegurar la fiabilidad de los datos. El volumen de información contenida ya en los Bancos de datos correspondientes es muy grande, siendo de primordial importancia su aplicación en todos los campos relacionados con el medio marino: un grupo muy utilizado, de aplicación inmediata, que comprende diseños de obras portuarias, operatividad de los puertos, conocimiento del medio ambiente en el entorno portuario, seguridad en la navegación, etc. y otro más científico en relación con la caracte-

rización del medio y sus posibilidades de utilización (fuentes de energías alternativas, uso doméstico del agua del mar, etc). Asimismo, un resumen de los parámetros más importantes está disponible para consulta vía Internet.

Estos proyectos están ahora en una fase de desarrollo en relación con el modo de soporte del tráfico de la información que producen en tiempo real. La base de este desarrollo está, obviamente en el campo de las comunicaciones, e involucra el uso de redes (RTC, RDSI, X-25, etc) y satélites (Hispasat, Inmarsat, etc.). La información deberá estar disponible, en principio, para un conjunto de usuarios autorizados según los acuerdos que sean establecidos.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Tejedor. A teleprocess System: The spanish offshore network. Proc. of the International Symposium on Ocean Waves Measurement and Analysis. A.S.C.E. New Orleans.
- (2) Measurement Stations of directional waves. Tech. Rep. Od CEDEX. Mopa. 1989.
- (3) Red Mareográfica permanente. Informe para Puertos del Estado. CEDEX, clave 22-491-9-107.
- (4) Atlas de Clima de Oleaje en el litoral español. R.O.M. 0.3.91. Anejo 1. E.P. Puertos del Estado. 1991.
- (5) La Red Española de Medida y Registro de Oleaje (REMRO). Revista de Ingeniería Civil. CEDEX. Mayo 1987.
- (6) M. MARTÍNEZ; J. C. SANTAS; L. SANZ. 27th International Navigation Congress. Osaka. 1990.
- (7) Estaciones Medidoras de Oleaje Direccional. EMOD. Informe para Puertos del Estado. CEDEX, clave 22-494.9.130. 1994.
- (8) Red de Mareógrafos. REDMAR. Proceso de datos de marea. B. PÉREZ; I. RODRÍGUEZ. Pub. N° 57 de Clima Marítimo. Puertos del Estado. Dic. 1994.
- (9) B. PÉREZ; I. RODRÍGUEZ. Red de Mareógrafos de Puertos del Estado. Control de calidad y análisis de datos. III Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos. Valencia. 1995.

POR LA SEGURIDAD DE TODOS



Tanto la seguridad de los conductores como la de los peatones, bien merece un esfuerzo. El de organizar Trafic. El Salón Internacional de la Seguridad Vial y el Equipamiento para Carreteras. Un salón con sectores especializados en barreras de seguridad, señalización horizontal, señalización vertical y variable, regulación del tráfico, alumbrado público, pantallas antirruido, pantallas antideslumbrantes y teléfonos SOS, señalización para aparcamientos y peajes, de tráfico, asociaciones, Como ve, hemos pensado en todo.



SALÓN INTERNACIONAL
DE LA SEGURIDAD VIAL Y EL
EQUIPAMIENTO PARA CARRETERAS
INTERNATIONAL ROAD SAFETY
AND EQUIPMENT EXHIBITION

provisional de obras, equipamiento seguridad pasiva para estructuras organismos y prensa especializada. Por la seguridad de todos.

MADRID, 21-24 OCTUBRE 1997

EN HIDRÁULICA E HIDROMETRÍA

SOLUCIONES Y CALIDAD

HIDRÁULICA URBANA

Equipos de restitución
Regulación de niveles y de caudales
Equipos para puntos altos
Órganos de seguridad y seccionamiento
Órganos de reducción de presión
Órganos para el drenaje



REGULACION
DE NIVEL Y DISTRIBUCION
Compuerta AMIL
y Módulos de Máscara XX
Canal Aragón-Cataluña

REGULACION
DE NIVEL Y DISTRIBUCION
Canal del Duero
Compuertas AVIS y
Módulos de Máscara C



OBTURADOR - REGULADOR
DE NIVEL
Abastecimiento a Irún

VÁLVULA REGULADORA DE
PRESIÓN Y CAUDAL Y
PURGADOR TRIFUNCIONAL
Banco de Ensayos de EINAR



HIDRÁULICA AGRÍCOLA

Supervisión de niveles y anuncio de avenidas
Equipos para tomas de agua
Equipos para estaciones de bombeo
Órganos de seguridad
Regulación de niveles
Órganos de distribución

HIDROMETRÍA

Estaciones de aforo
Medida y Telemedida de niveles
• Limnigrafos y Limnímetros
• Codificadores
• Caudalímetros
• Canales Venturi y Umbrales
• Molinetes y Salmones



MEDIDA DE CAUDAL
POR VENTURI
Acequia de Ripoll

MEDIDA DE
CAUDAL POR
UMBRAL
Canal Macías -
Picares (Duero)



EINAR S.A.
TECNOLOGIA DEL AGUA

SERVICIOS TÉCNICOS Y COMERCIALES
C/ Rodrigo de Arana, 40 28047 MADRID
Tel. (91) 705 05 00 - Fax (91) 705 43 23

ALSTHOM FLUIDES SAPAG

HYDROLOGIC