



Fecha de Publicación: 13-02-2020

CONJUNTO DE DATOS: REDMAR

Introducción

El conjunto de datos REDMAR está formado por las medidas procedentes de la Red de Mareógrafos de Puertos del Estado. Tiene como finalidad primordial medir, grabar, analizar y almacenar de forma continua el nivel del mar en los puertos, siendo el acceso a los datos en tiempo real uno de sus aspectos primordiales. Las estaciones más antiguas proporcionan datos desde Julio de 1992. En la actualidad esta red cuenta con más de 30 estaciones en funcionamiento.

El dato de nivel del mar en tiempo real es utilizado para la realización de dragados o para la navegación en el interior de algunos puertos. Las series históricas que la red de mareógrafos proporciona permiten afrontar el estudio del régimen extremal y medio, que sirven de referencia a la hora de proyectar una obra en la costa; seguimiento del cero del puerto o nivel de referencia, obtención de constantes armónicas más precisas para la realización de las tablas de marea (o predicción de marea astronómica), conocimiento de la componente meteorológica del nivel del mar en caso de tormenta, estudio de la evolución del nivel medio del mar, calibración de modelos numéricos de corrientes y mareas, calibración de datos de altimetría espacial, etc.

En 1991 se seleccionaron los primeros 14 puertos que iban a contar con sensores de medida y cada puerto realizó la adquisición correspondiente. En Julio de 1992 se consideró finalizada la fase de prueba de las instalaciones y comenzó el almacenamiento sistemático de los datos. Desde entonces Puertos del Estado gestiona el funcionamiento de la red desde Madrid: contrato de mantenimiento, control de calidad, proceso y análisis de datos, e incorporación de datos históricos y de productos en la Base de Datos y generación de informes históricos, regímenes medios y externos, etc.

Inicialmente esta red estuvo compuesta por mareógrafos acústicos SONAR. Posteriormente, debido al cese de fabricación de los equipos inicialmente adquiridos fue necesario recurrir a otras tecnologías y, por ello, las estaciones incorporadas entre 2004 y 2006 se basaron en sensores de presión Aanderaa. Estos sensores se establecieron de manera provisional, debido a que presentaban dificultades de mantenimiento y derivas a largo plazo. En paralelo, Puertos del Estado realizó un exhaustivo experimento de comparación de instrumentación que permitió determinar la tecnología más indicada para los objetivos de la REDMAR. Como resultado de dichos experimentos se escogió la tecnología de barrido de frecuencias, que permite la monitorización del nivel del mar en todo el rango de frecuencias, incluido el oleaje o agitación.

A partir del año 2006 comenzó un periodo de renovación de la REDMAR durante el cual se fueron sustituyendo todas las estaciones antiguas por estaciones de este tipo (del fabricante [Miros](#)). Desde 2007 se han incorporado además muchas nuevas estaciones (todas ya de tipo radar) que han completado y mejorado enormemente la cobertura espacial de la red. En numerosas ocasiones la renovación ha supuesto la re-ubicación de la nueva estación en otro muelle, lo que ha requerido de la realización de una nivelación de alta precisión entre las dos estaciones (en colaboración con el Instituto Geográfico Nacional, [IGN](#)).



Los nuevos mareógrafos de radar Miros también están preparados para medir oleaje junto al muelle o agitación, proporcionando medidas de altura significativa y periodo medio cada 20 minutos. Estos datos de agitación, por encontrarse el sensor a pie de muelle y en el interior de un puerto, pueden estar afectados por procesos locales de reflexión y/o refracción inherentes a la instalación, y no tienen por qué ser representativos del oleaje exterior.

En algunos casos, a la estación mareográfica se le han adosado sensores meteorológicos que proporcionan información en tiempo real de viento y presión atmosférica de alta resolución. Esta información viene a paliar la falta de datos atmosféricos que se derivó de la desaparición de la Red de Estaciones Meteorológicas Portuarias ([REMPOR](#)) en el año 2006. Para obtener una descripción más detallada de las características y los métodos de adquisición de datos meteorológicos se recomienda descargar de la página web de Puertos del Estado el documento descriptivo elaborado a tal efecto: [REMPOR](#).

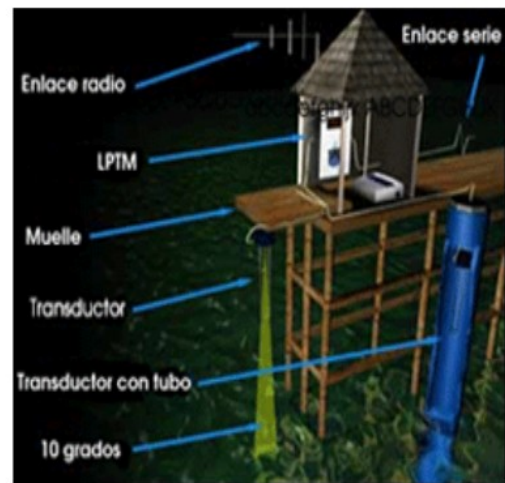


Figura1. Sensor radar MIROS en el Puerto de Gandía (izquierda) y esquema de instalación de mareógrafo acústico (derecha).

La figura 1 muestra esquemas de la instalación de los mareógrafos que forman parte de la red REDMAR.

Puertos del Estado colabora con los distintos organismos con responsabilidades en mareas o medición del nivel del mar, tanto a nivel nacional como internacional, como el Instituto Geográfico Nacional ([IGN](#)), el Instituto Español de Oceanografía ([IEO](#)), el Instituto Hidrográfico de la Marina ([IHM](#)) o los centros meteorológicos nacionales ([AEMET](#)) y autonómicos. La red REDMAR se complementa muy bien espacialmente con las del IGN y el IEO. Se mantienen sin embargo varios puntos de coincidencia debido, por una parte, a la necesidad de inter-comparación de datos de equipos diferentes, y, por otra, para garantizar en estos puertos la mínima pérdida de datos posible. Por otra parte, el IHM es el responsable de la publicación de los Anuarios de Mareas; la REDMAR proporciona datos que permiten a este organismo mejorar sus predicciones de marea astronómica. Además los datos de las estaciones de la REDMAR se integran periódicamente en centros de datos internacionales como el *Permanent Service for Mean Sea Level* (PSMSL) o *Global Sea Level Observing System* (GLOSS).



Obtención de Datos.

De manera general, los sensores acústicos y de presión de la REDMAR proporcionaban datos brutos cada 5 minutos que son enviados a una estación receptora ubicada en la Autoridad Portuaria. Posteriormente, mediante correo electrónico dicha información llegaba a Puertos del Estado con una periodicidad que dependía de cada una de las estaciones (6h, 1h ó 5 minutos). Cada hora, los datos que iban llegando eran sometidos a un control de calidad automático.

En el caso de los nuevos mareógrafos de radar, que han sustituido a los antiguos sensores (acústicos y presión), los datos tienen una frecuencia de muestreo de 0.5 segundos. La información también es transmitida a una estación receptora ubicada en la Autoridad Portuaria en la que los datos de nivel del mar y atmosféricos son promediados cada minuto y los parámetros de oleaje cada 20 minutos. Toda esta información se transfiere a Puertos del Estado por Internet. Cada cuarto de hora, los datos que van llegando son sometidos a un control de calidad automático.

Por otro lado, cada 12 horas se aplica un filtro sobre los datos de nivel del mar que obtiene promedios horarios así como el residuo meteorológico a partir de la serie bruta. Toda esta información, la serie promediada cada 5 minutos, la serie horaria y el residuo meteorológico son almacenados de modo definitivo en el Banco de Datos Oceanográficos.

Además, una vez al año, se revisan exhaustivamente las series temporales de nivel del mar recibidas desde las estaciones. Partiendo de estas series cuidadosamente depuradas se calculan los niveles medios (diarios, mensuales y anuales), extremos (diarios, mensuales y anuales), las constantes armónicas así como las carreras de marea para cada estación de la REDMAR. Dichos datos son almacenados de modo definitivo en el Banco de Datos Oceanográficos.

La Figura 2 esquematiza el proceso de generación y almacenamiento seguido por los datos procedentes de los mareógrafos de la REDMAR.

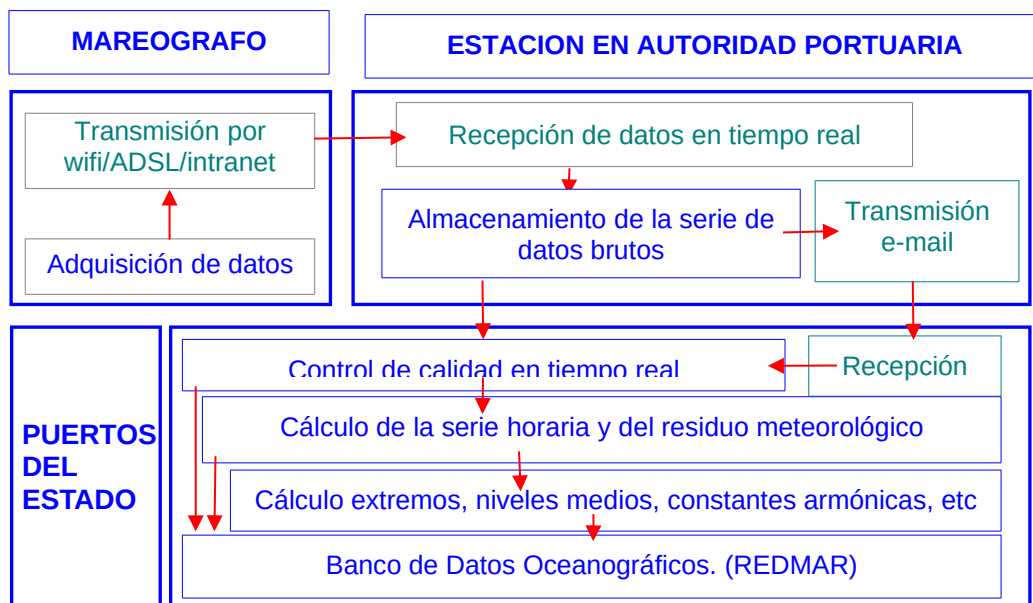


Figura 2. Generación, transmisión, proceso y almacenamiento en la REDMAR



Control de calidad

Como se ha indicado, los datos de nivel del mar recibidos por las estaciones en costa, son enviados por Internet en tiempo real y recibidos en Puertos del Estado. La recepción y almacenamiento de estos datos se complementa con un control de calidad que garantiza que los valores disponibles se han obtenido en condiciones de correcto funcionamiento de todos los equipos de medida. Se marcan además, todos los datos que presentan valores anómalos, fundamentalmente picos y valores estacionarios.

Por otro lado, el proceso específico realizado anualmente sobre los datos brutos de nivel del mar va asociado a un control de calidad más estricto incluyendo un control del nivel de referencia.

Los datos de agitación y meteorológicos no disponen, por el momento, de un control de calidad tan exhaustivo como el nivel del mar. Aunque son sometidos sendos controles automáticos, uno en tiempo real, en mismo momento de su recepción, y otro posterior con cadencia horaria.

Tiempo de muestreo

Los mareógrafos que componen esta red generan series temporales de datos con una cadencia concreta (que es distinta, dependiendo del tipo de sensor), aunque dichos valores se han calculado sobre series registradas en intervalos inferiores.

Los mareógrafos radar tienen un intervalo de muestreo de 0.5 segundos, realizando medidas durante todo un minuto. El dato minutil transmitido de nivel del mar es el promedio de toda esa muestra. Para la agitación los datos se promedian y transmiten cada 20 minutos.

En el caso de los mareógrafos acústicos se generan datos cada 5 minutos. No obstante, cada dato resulta de promediar registros tomados durante 30-40 segundos.

Los mareógrafos de presión proporcionan datos cada 5 minutos, que corresponde a un valor promedio de dicho intervalo de tiempo.

Construcción de una Única Serie Histórica a partir del Mareógrafo Antiguo y Nuevo

Uno de los retos más importantes de la renovación de la REDMAR ha sido compatibilizar la mejora sustancial en la calidad del dato que ha supuesto la renovación, con el mantenimiento de una única serie de nivel del mar histórica coherente y de calidad en cada uno de los puertos. Esto ha sido difícil porque el cambio de tecnología implica diferencias en la precisión de los datos y porque, además, en algunos casos la renovación también supuso un cambio de ubicación de la estación, con consecuentes diferencias que esto puede producir entre los datos de las estaciones dentro de un mismo puerto.

Para poder generar una única serie histórica de nivel del mar en cada puerto se realizó un estudio de comparación exhaustivo para toda la red, a partir de los periodos de funcionamiento simultáneo de los sensores antiguo y nuevo.

Como resultado, en todos aquellos puertos en los que ha habido dos estaciones REDMAR se han podido consolidar los datos de cada una en una sola serie temporal. Se puede consultar más información sobre este trabajo de construcción de una única serie histórica en el informe de "[Estadística General](#)" está disponible en la web de Puertos del Estado:



<http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx> > Datos Históricos > Nivel del Mar > *Hacer click sobre la Estación de interés* > Bajo el epígrafe Informes Climáticos > Estadística General. Para consultar los detalles de este trabajo de consolidación de los datos puerto por puerto se recomienda descargar el informe

Niveles de Referencia de Nivel del Mar

Un problema fundamental a la hora de definir el nivel del mar es el nivel de referencia o cero. Lo más conveniente es utilizar un nivel oficial de manera que se introduzca la menor confusión posible.

El Instituto Geográfico Nacional ([IGN](#)) utiliza el origen de altitudes, que en la Península corresponde al Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA) en la década 1870-1880. A él se refieren las altitudes geométricas de las señales geodésicas distribuidas por la geografía peninsular española y constituye la referencia nacional terrestre. En las islas el IGN utiliza normalmente como cero el nivel medio del mar local.



Figura 3. Nivelación del mareógrafo de Ferrol

Las cotas sobre el NMMA que utiliza Puertos del Estado fueron proporcionadas por el IGN, que realiza una nivelación cada uno de los mareógrafos en el momento de su instalación.

Cada puerto, por su parte, define un nivel de referencia o cero conveniente para la realización de obras, dragados, etc.; que se conoce con el nombre de cero del puerto. Los mareógrafos de la REDMAR están en general referidos al cero del puerto.

Para controlar la estabilidad de la referencia de los mareógrafos se utilizan al menos, dos señales de referencia: una junto al mareógrafo y otra en un lugar más estable nivelada con la anterior (señal principal de referencia). Se trata de detectar posibles asentamientos del muelle en que se encuentra el sensor, que producirían una falsa elevación del nivel del mar. Estos clavos deben pertenecer o están atados a la Red Geodésica Nacional, para poder relacionar los niveles entre diferentes estaciones.

Más información de las cotas y referencias de nivel del mar en el siguiente documento (disponible en la página web de Puertos del Estado):



http://portus.puertos.es/Portus/pdf/referencias/Descripcion_Referencia_NivelDelMar_es.pdf

Parámetros disponibles

De manera general el conjunto REDMAR dispone de los parámetros indicados más abajo.

- Nivel del Mar (series de 5 minutos y horarias)
- Residuo Meteorológico (horario)
- Extremos
 - Diarios
 - Mensuales
 - Anuales
- Niveles Medios
 - Diarios
 - Mensuales
 - Anuales
- Carreras de Marea
- Constantes Armónicas
 - Anuales
 - Promedio

Adicionalmente, los mareógrafos de radar miden también oleaje (agitación), disponiendo de los parámetros siguientes cada 20 minutos:

- Altura Significante espectral
- Periodo Medio Espectral

Puntos de medida disponibles

La figura 4 muestra de la distribución geográfica de los mareógrafos de la REDMAR que estaban operativos en octubre de 2014.

La tabla 1 muestra la lista de mareógrafos operativos en el momento de publicación de este documento. No obstante y puesto que las redes de medida se encuentran en constante evolución, se aconseja consultar periódicamente la composición de la Red de Mareógrafos en la página web de Puertos del Estado a través de la ruta:

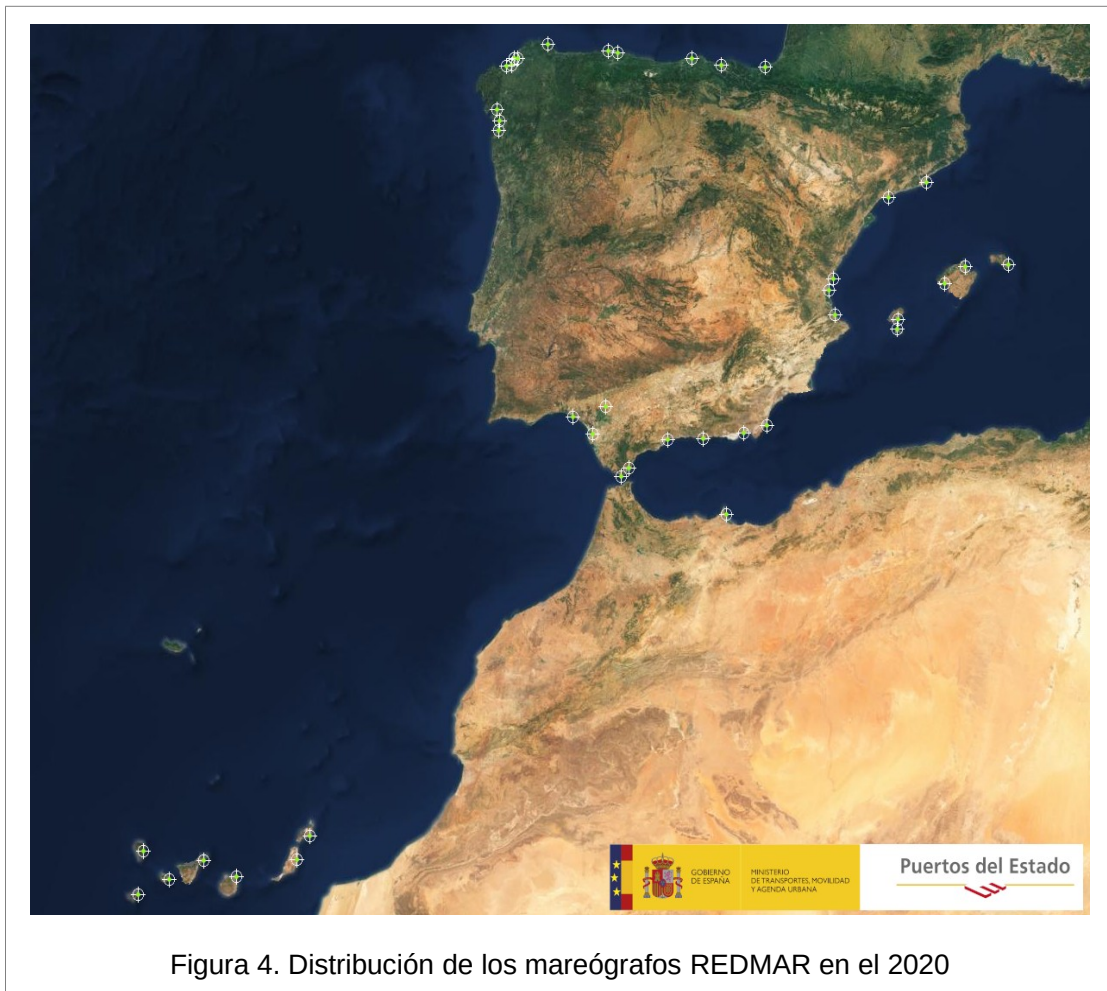
www.puertos.es > Oceanografía > Previsión, tiempo real y clima



o bien, con el enlace directo:

<http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

Dicho enlace proporciona información detallada de la configuración y emplazamiento de cada mareógrafo y permite, además, consultar en tiempo real los datos generados por dicha red y los periodos de funcionamiento.



Por otro lado, la página web de Puertos del Estado, en la sección de Datos Históricos, permite consultar las series históricas de datos de nivel del mar registradas por estos mareógrafos, además de informes climáticos realizados sobre toda la serie de datos disponibles. Dichos informes se encuentran en formato pdf y muestran, por separado, el comportamiento del rango medio y el rango extremal de los datos.

Finalmente, para solicitar series temporales de datos o bien informes climáticos es necesario enviar un correo electrónico a la atención de Pilar Gil (pilar@puertos.es).



Código	Nombre	Latitud	Longitud	Inicio Medidas	Muestreo	Instalación
3108	Mareógrafo de Gijón 2	43.56	-5.69	1995-06-29	1 minuto	Permanente
3109	Mareógrafo de Santander 2	43.466	-3.79	1992-07-01	1 minuto	Permanente
3114	Mareógrafo de Bilbao 3	43.356	-3.04	1992-07-02	1 minuto	Permanente
3115	Mareógrafo de Pasaia	43.32	-1.92	2019-09-24	1 minuto	Permanente
3210	Mareógrafo de San Cibrao	43.71	-7.46	2018-12-08	1 minuto	Permanente
3212	Mareógrafo de Ferrol 4	43.47	-8.32	2014-05-21	1 minuto	Temporal
3214	Mareógrafo de Langosteira	43.35	-8.53	2012-11-12	1 minuto	Permanente
3215	Mareógrafo de Ferrol 1	43.46	-8.33	2006-12-22	1 minuto	Permanente
3217	Mareógrafo de Ferrol 2	43.48	-8.25	2006-10-25	1 minuto	Permanente
3219	Mareógrafo de A Coruña 2	43.36	-8.39	1992-07-01	1 minuto	Permanente
3220	Mareógrafo de Villagarcía 2	42.60	-8.77	1997-04-18	1 minuto	Permanente
3221*	Mareógrafo de Vigo 2	42.24	-8.73	1992-11-01	1 minuto	Permanente
3223	Mareógrafo de Marín	42.41	-8.69	2009-12-22	1 minuto	Permanente
3329	Mareógrafo de Huelva 5	37.13	-6.83	1996-09-13	1 minuto	Permanente
3333	Mareógrafo de Bonanza 2	36.80	-6.34	1992-07-01	1 minuto	Permanente
3337	Mareógrafo de Sevilla 2	37.32	-6.01	2011-11-15	1 minuto	Permanente
3450	Mareógrafo de Las Palmas 2	28.14	-15.41	1992-07-01	1 minuto	Permanente
3459	Mareógrafo de El Hierro 2	27.78	-17.90	2004-05-01	1 minuto	Permanente
3463	Mareógrafo de Gomera	28.09	-17.11	2006-11-22	1 minuto	Permanente
3465	Mareógrafo de La Palma	28.68	-17.77	2006-11-14	1 minuto	Permanente
3469	Mareógrafo de Fuerteventura 2	28.49	-13.86	2004-01-01	1 minuto	Permanente
3470	Mareógrafo de Lanzarote-Arrecife	28.97	-13.53	2008-03-07	1 minuto	Permanente
3471	Mareógrafo de Tenerife 2	28.48	-16.24	1992-07-01	1 minuto	Permanente
3510	Mareógrafo de Melilla	35.29	-2.93	2007-10-24	1 minuto	Permanente
3540*	Mareógrafo de Tarifa	36.01	-5.60	2009-07-22	1 minuto	Permanente
3541*	Mareógrafo de Algeciras	36.18	-5.4	2009-07-22	1 minuto	Permanente
3543	Mareógrafo de Motril 2	36.72	-3.52	2005-01-01	1 minuto	Permanente
3545*	Mareógrafo de Almería	36.83	-2.48	2006-07-01	1 minuto	Permanente
3546	Mareógrafo de Málaga 3	36.71	-4.42	1992-07-01	1 minuto	Permanente
3547*	Mareógrafo de Carboneras	36.97	-1.90	2013-06-25	1 minuto	Permanente

Tabla 1. Mareógrafos de la REDMAR operativos en 2020 (continua)



Código	Nombre	Latitud	Longitud	Inicio Medidas	Muestreo	Instalación
3651	Mareógrafo de Valencia 3	39.44	-0.31	1992-10-01	1 minuto	Permanente
3655	Mareógrafo de Sagunto	39.63	-0.21	2007-09-01	1 minuto	Permanente
3656	Mareógrafo de Gandía	38.99	-0.15	2007-09-01	1 minuto	Permanente
3756*	Mareógrafo de Tarragona	41.08	1.21	2011-05-30	1 minuto	Permanente
3758	Mareógrafo de Barcelona 2	41.34	2.17	1993-01-01	1 minuto	Permanente
3851	Mareógrafo de Palma de Mallorca	39.56	2.64	2009-09-14	1 minuto	Permanente
3853	Mareógrafo de Alcudia	39.83	3.14	2009-09-14	1 minuto	Permanente
3855	Mareógrafo de Formentera	38.73	1.42	2009-09-28	1 minuto	Permanente
3856	Mareógrafo de Ibiza 2	38.91	1.45	2003-01-01	1 minuto	Permanente
3860	Mareógrafo de Mahón	39.89	4.27	2009-11-02	1 minuto	Permanente

Tabla 1. Mareógrafos de la REDMAR operativos en 2020