



Fecha de Publicación: 14/07/2011

## NIVELES DE REFERENCIA DE NIVEL DEL MAR

### I. Origen o referencia nacional de altitudes en tierra.

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) establece el **origen de altitudes en tierra**. En la Península Ibérica se utiliza el **Nivel Medio del Mar en Alicante** (NMMA) obtenido a partir de datos de nivel del mar en este puerto, durante la década 1870-1880 (por esta razón, el mareógrafo de Alicante fue el primer mareógrafo español instalado con carácter permanente, y por tanto la serie de datos de nivel del mar más larga de nuestro país). **En las islas se utiliza como cero el nivel medio del mar local**. Éste se obtiene a partir de las mediciones de nivel del mar de un mareógrafo permanente en dicha isla, si existe, para un periodo determinado. De esta forma, las altitudes en la isla de Tenerife, por ejemplo, estarán referidas al Nivel Medio del Mar en Tenerife, y así sucesivamente.



**Antiguo Mareógrafo de Alicante (IGN)**

Al NMMA o su equivalente en cada isla se refieren las altitudes geométricas de las señales o clavos geodésicos distribuidos por la geografía española. Constituye la única referencia nacional terrestre. Al llegar a la línea de costa aparecen nuevos ceros, ya dentro del agua, que describimos a continuación.



## II. Cero hidrográfico.

El Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM) tiene entre una de sus misiones el establecimiento de la referencia vertical de la cartografía náutica. Esta referencia se denomina **cero hidrográfico** y se utiliza tanto en la publicación del **Anuario de Mareas** y como en la elaboración de las **cartas náuticas**. Este cero coincide aproximadamente con el nivel de agua más bajo y varía con las características de la marea a lo largo de la costa.

La Organización Hidrográfica Internacional (OHI) recomienda en su resolución 3/1919 el uso del LAT (Lowest Astronomical Tide) como referencia vertical de la cartografía náutica en zonas con apreciable rango de mareas (mayor de 30 centímetros). Se define el LAT como la menor bajamar que puede ser predicha en condiciones meteorológicas medias y bajo cualquier combinación de condiciones astronómicas. Para obtener este valor la OHI recomienda efectuar una predicción de 19 años con las constantes armónicas obtenidas de series de al menos un año de duración. El IHM aplica esta definición al cálculo del **cero hidrográfico**.

Las series temporales de los mareógrafos permanentes de la REDMAR son usadas para el cálculo, monitorización y actualización de esta referencia.

## III. Cero del puerto.

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** y que normalmente coincide con la mínima bajamar. Puede coincidir o no con el cero hidrográfico, dependiendo de los datos a partir de los que se ha obtenido, de las variaciones históricas en las condiciones de la marea, etc. En general, el puerto requiere un cero que no se quede “en seco” (que daría lugar a niveles negativos del mar), algo que, por definición, no tiene por qué ocurrir con el cero hidrográfico.

## IV. Información en la web de Puertos del Estado.

Todos los mareógrafos de REDMAR utilizan el cero de puerto (comunicado por la Autoridad Portuaria) como cero de las medidas. En principio, éste no se cambia nunca, a no ser que lo solicite la propia Autoridad Portuaria, ante una nueva definición de cero del puerto.



### Nivelación de Mareógrafo en Ferrol

La relación entre cero del puerto y cero hidrográfico no se conoce en todos los puertos, pero se puede consultar en el anexo I de este documento, en la web y en los informes anuales para aquellos en que se conoce.

Por otra parte, tanto en el anexo I de este documento como en la descripción de todos los mareógrafos que se ofrece en la web se muestra la relación entre cero del puerto y NMMA (o análogo en las islas), cuando está disponible. Esta información proviene de nivelaciones de alta precisión realizadas en colaboración con el IGN, y con su metodología.

Estos datos se actualizan cada vez que se realiza una nueva nivelación, algo conveniente para verificar el movimiento del terreno, y aislarlo de la variación del nivel del mar. A lo largo del tiempo el IGN realiza nuevos cálculos de estas cotas. Durante 1998 el IGN llevó a cabo una compensación general de toda la red de nivelación nacional (Proyecto RNAP98), obteniendo para todas y cada una de las señales una nueva altitud homogénea con el resto de la red, que en ocasiones presenta discrepancias con respecto a la disponible hasta dicho año. En 1999 el IGN proporcionó estas nuevas cotas, que dieron lugar a cambios sustanciales, de alrededor de 30 cm, en la relación con el NMMA en los puertos del Cantábrico y Galicia. Esto ha ocurrido en el pasado en otros países como Estados Unidos o Reino Unido y es una muestra de lo poco fiable que resulta la relación con las redes de nivelación nacionales para la determinación de la variación espacial del nivel medio. Hoy en día esto empieza a ser posible resolverlo mediante técnicas de geodesia espacial como el GPS.



Actualmente Puertos del Estado y las Autoridades Portuarias están nivelando de nuevo todas las estaciones de REDMAR, en colaboración con el IGN. A medida que dichos trabajos se completan, la información se va incorporando a la página web y a los informes que se realizan.

Las nuevas técnicas de referenciación por GPS, permitirán en el futuro disponer de un nivel de referencia internacional y conocer las variaciones absolutas del nivel del mar. En estos momentos, la estación de Ibiza es la única de REDMAR que dispone de una estación de referencia CGPS permanente, que permite el seguimiento continuo del movimiento vertical de la instalación y la relación del nivel del mar con respecto al elipsoide de referencia (referencia internacional y utilizada por datos de satélite).



**Estación GPS en el puerto de Ibiza**



## ANEXO I: TABLA DE CEROS DE LA REDMAR

A continuación se muestra una tabla donde se pueden consultar las cotas de los ceros de referencia de todos los mareógrafos que formaron parte de la REDMAR (activos y desmantelados). Esta información está actualizada a la fecha de publicación de este documento. Para consultar cambios posteriores, se recomienda consultar la página web. El clavo de referencia que aparece en la tabla es el clavo más cercano al mareógrafo al que ha llegado la línea de nivelación de alta precisión (si el mareógrafo ha sido nivelado) o el colocado por Puertos del Estado para calibración del mareógrafo, si la estación está pendiente de nivelar.

Esta información se ha generado en colaboración con el **Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM)**, que nos ha proporcionado la información de **cero hidrográfico** en relación a nuestro clavo de referencia, y el **Instituto Geográfico Nacional (IGN)**, que ha participado en las nivelaciones de alta precisión.

	Clavo de Referencia	Cero REDMAR/año	NMMA/año	Cero Hidrográfico/año	Cero Puerto-NMMA
<b>Bilbao1</b>	NGU-75	6,968 / 1992	4,952 /1998 4,905 /2009	7,128 / 1998 7,091 / 2008	2,016 / 1998 2,063 / 2009
<b>Bilbao2*</b>	MAREOG. 2 – I	6,742 / 2000	4,666 / 2009	6,852 / 2008	2,076 / 2009
<b>Bilbao3-Ubi1</b>	MAREOG.3		5,249 / 2009		
<b>Bilbao3-*Ubi2</b>	MAREOG.2-NEW	6,954 / 2009	4,891 / 2009	7,077 / 2008	2,063 / 2009
<b>Santander</b>	NGU-84	6,306 / 1992	3,851 / 1998	5,926 / 2008	2,455 / 1998
<b>Santander2</b>	NGU-84	6,306 / 1992	3,851 / 1998	5,926 / 2008	2,455 / 1998
<b>Gijón</b>	NGU-83	6,026 / 1992	3,665 / 1998	5,776 / 2004	2,361 / 1998
<b>Gijón2</b>	NGU-83	6,026 / 1992	3,665 / 1998	5,776 / 2004	2,361 / 1998
<b>Ferrol1</b>	SSNoray-1	6,567 / 2007	4,687 / 2008	6,577 / 2010	1,880 / 2008
<b>Ferrol2</b>	NGX - 804	5,559 / 2007	3,679 / 2008	5,619 / 2010	1,880 / 2008
<b>Coruña</b>	SSM	5,982 / 1992	3,654 / 1998	5,517 / 2004	2,328 / 1998
<b>Coruña2</b>	SSM	5,982 / 1992	3,654 / 1998	5,517 / 2004	2,328 / 1998

Tabla 1. Ceros de la REDMAR. Actualizado en Abril de 2013 (continúa)



	Clavo de Referencia	Cero REDMAR/año	NMMA/año	Cero Hidrográfico/año	Cero Puerto-NMMA
Vilagarcía	NGU 36	5,156 / 1997	3,405 / 1998 3,263 / 2009	5,076 / 2005	1,751 / 1998 1,893 / 2009
Vilagarcía2*	NGAB	5,072 / 2012	3,179 / 2009	4,992 / 2005	1,821 / 2009
Marín*	C.N. Provisional	5,578 / 2009		5,498 / 2013	
Vigo	NGO999	6,141 / 1992	4,486 / 1998 4,361 / 2010	6,201 / 2010	1,655 / 1998 1,780 / 2010
Vigo2 *	MAREOG.VIGO2	6,274 / 2008	4,502 / 2010	6,342 / 2008	1,772 / 2010
Huelva2	SSPD	4,517 / 1992	2,940 / 1998	4,457 / 1998	1,577 / 1998
Huelva5*	SSPD	4,517 / 2007	2,940 / 1998	4,457 / 1998	1,577 / 1998
Bonanza	NGU-76	4,524 / 1992	3,105 / 1998	4,484 / 1998	1,419 / 1998
Bonanza2	NGU-76	4,524 / 1992	3,105 / 1998	4,484 / 1998	1,419 / 1998
Sevilla-Esclusa	JPS	9,026 / 1992	8,477 / 1998	9,226 / 2000	0,549 / 1998
Algeciras	NGAB-MAR CEPSA	3,297 / 2010	2,776 / 2009	3,275 / 2010	0,521 / 2010
Tarifa	NGAB-MAR	6,589 / 2010	6,068 / 2009	6,787 / 2011	0,521 / 2010
Melilla*	C.N.	2,050 / 2010		2,060 / 2013	
Málaga	SSK-236	1,244 / 1992	0,829 / 1998 0,799 / 2012	1,176 / 2000	0,415 / 1998 0,431 / 2012
Málaga3	SP FARO (NGAB)	3,333 / 2009	2,902 / 2012		0,431 / 2012
Motril	MOT1	2,216 / 2004	1,994 / 2009	2,410 / 2009	0,222 / 2009
Motril2	MOT2	2,528 / 2009	2,112 / 2009	2,528 / 2009	0,416 / 2009
Almería	MAREOG.	3,990 / 2006	3,760 / 2009	4,004 / 2011	0,230 / 2009
Valencia3	NGW596	2,276 / 2006	2,285 / 2006	2,636 / 2010	0,009 / 2006
Gandía	NUEVO-MAREOG.	1.726 / 2010	1,865 / 2010		-0,139 / 2010
Sagunto	MAREO- SAGUNTO	3,769 / 2007	3,959 / 2009		-0,190 / 2009
Barcelona	NGP-791	2,438 / 1998	2,412 / 1998	2.712 / 2006 2,578 / 2012	0,026 / 1998

Tabla 1 (continuación). Ceros de la REDMAR. Actualizada en Abril de 2013.



	Clavo de Referencia	Cero REDMAR/año	NMMA/año	Cero Hidrográfico/año	Cero Puerto-NMMA
Barcelona2	Clavo "146"	4,419 / 2009	4,419 / 1995 4,240 / 2011	4,469 / 2012	0,393 / 2011
Ibiza	IB1	0,884 / 2003	0,560 / 2009	0,934 / 2007	0,324 / 2009
Ibiza2	IB1	0,884 / 2003	0,560 / 2009	0,934 / 2007	0,324 / 2009
Formentera	NGAB-MAR.FORMENT.	1,648 / 2010	1,408 / 2010		0,240 / 2010
P.Mallorca	MAREOG-PALMA	1,627 / 2010	1,790 / 2010		-0,163 / 2010
Alcudia	MAREOG-ALCUDIA	2,307 / 2010	1,925 / 2010		0,382 / 2010
Mahón	NGAB-MAREOG-MAO	1,219 / 2010	1,336 / 2010		-0,117 / 2010
Las Palmas	NGU340	4,295	2,735 / 1998 2,745 / 2009	4,155 / 2008	1,560 / 1998 1,550 / 2009
Las Palmas2	FARO	4,535	2,985 / 2009	4,395 / 2008	1,550 / 2009
Arinaga*	ZN20	5,550		5,150 / 2007	
Fuerteventura	SSMARE	3,812	2,327 / 2004	3,872 / 2008	1,485 / 2004
Fuerteventura2	NGAB-MARE(N)	4,269 / 2012	2,777 / 2012	4,326 / 2008	
Tenerife	SS 412	5,198 / 2010	3,754 / 2010	5,088 / 2008	1,444 / 1998
Tenerife2	SS 412	5,198 / 2010	3,754 / 2010	5,088 / 2008	1,444 / 1998
Granadilla*	AP1	3,850		3,529 / 2007	
Hierro	HI1	4,330 / 2011	2,910 / 2011	3,962 / 2010	1,420 / 2011
Hierro2	MARE. HIERRO2	4,323 / 2011	2,903 / 2011	3,955 / 2010	1,420 / 2011
La Gomera	MARE. GOMERA	2,899 / 2011	1,431 / 2011	2,868 / 2010	1,468 / 2011
La Palma	MARE.LAPALM	4,320 / 2006	2,942 / 2011	4,150 / 2013	1,378 / 2011
Arrecife_orig (1)	NG A.B.	4,330 / 2009	2,617 / 2009		1,713 / 2009
Arrecife	SSMFO	4,243 / 2009	2,530 / 2009	4,043 / 2009	1,713 / 2009

Tabla 1 (continuación). Ceros de la REDMAR. Actualizada en Diciembre de 2013.

NOTAS:

\* Estaciones con este símbolo son aquellas en que está pendiente el ajuste del cero del nuevo mareógrafo al cero del antiguo o cero del puerto o pendientes de nivelación de alta precisión.

■ Las estaciones que se muestran en color gris son aquellas que han sido desmanteladas y/o sustituidas por otro sensor nuevo.

(1) Arrecife estuvo inicialmente en el morro del dique y se reinstaló junto al mareógrafo del IEO a causa de un



MINISTERIO  
DE FOMENTO

Puertos del Estado



accidente el 4 de febrero de 2011. La segunda columna (Arrecife) corresponde a la ubicación actual.

Un accidente en Las Palmas2 el 3 de Octubre de 2011 provocó la desaparición del clavo inicial de referencia, en el zócalo de hormigón, llamado MAREOG.-ELDER. Ahora se utiliza el clavo FARO, siguiente más cercano y se ha ajustado ya la estación al cero del puerto de Las Palmas.

Cero hidrográfico de Bilbao (2008), obtenido con datos de Bilbao2 y transferido a Bilbao1 y Bilbao3.