



Fecha Inicial de Publicación: 14/07/2011

NIVELES DE REFERENCIA DE NIVEL DEL MAR

I. Cero geodésico (IGN)

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) establece el **origen de altitudes en tierra o cero geodésico**. 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 Cero Geodésico se refieren las altitudes ortométricas 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 (IHM).

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, establece y utiliza 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. Cero REDMAR.

Así denominaremos al cero o referencia utilizado por cada mareógrafo de la REDMAR. Puede coincidir o no con alguno de los anteriores.



V. Cota elipsoidal:

Referencia al elipsoide de revolución (normalmente ETRS 89). Es una referencia global, que se obtiene a partir de datos de posicionamiento por satélite (GPS, Galileo, etc) mediante una estación permanente GNSS o una campaña. Se incluye esta información cuando se encuentre disponible.

VI. Otras definiciones:

- **Nivel medio del mar en el puerto:** nivel medio del mar en el puerto en que se encuentra la estación, calculado a partir de un año concreto de datos de dicho mareógrafo. No confundir con el Cero Geodésico (Nivel Medio del Mar en Alicante o análogo en islas).

Vi. Información en la web de Puertos del Estado.

Todos los mareógrafos de REDMAR utilizan normalmente el Cero del Puerto (comunicado por la Autoridad Portuaria) como cero de las medidas, cuando éste es conocido. Por lo tanto, el Cero REDMAR coincidirá con el Cero del Puerto en casi todas las estaciones. 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

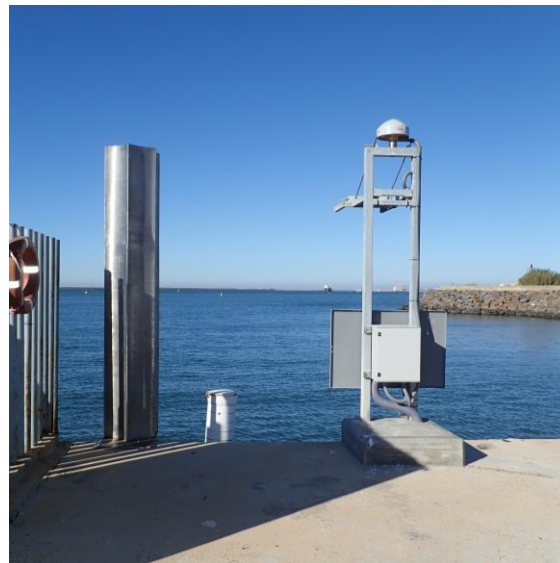


La relación entre Cero del Puerto y el Cero Hidrográfico se puede consultar en el anexo I de este documento, en la web y en los informes anuales para aquellos en que se conoce.

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 Cero Geodésico (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 RedNAP98), 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 Cero Geodésico (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 mediante la utilización de estaciones de posicionamiento permanente GNSS asociadas a los mareógrafos, que nos proporcionan altura elipsoidal, aunque es necesario conocer cómo se ha obtenido y el error de esta cota.

Periódicamente Puertos del Estado y las Autoridades Portuarias nivelan de nuevo 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. Recientemente, además, se incluye el dato de cota elipsoidal cuando esta está disponible.



Estación permanente GNSS sobre el mareógrafo, en el puerto deportivo de Mazagón (Huelva)

La generalización de la referenciación por GNSS, facilita la utilización de un nivel de referencia global y un mejor conocimiento de las variaciones absolutas del nivel del mar. En estos momentos, las estaciones de Ibiza, Palma de Mallorca, Barcelona, Ferrol y Huelva disponen de una estación de referencia GNSS permanente, cerca o sobre el mareógrafo, que permite el seguimiento continuo del movimiento vertical de la instalación y la relación del nivel del mar con respecto al elipsoide de referencia.



ANEXO I: TABLA DE REFERENCIAS EN LA REDMAR

A continuación se muestra una tabla donde se pueden consultar las cotas de los “ceros” o referencias 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** respecto a nuestro clavo de referencia, y el **Instituto Geográfico Nacional** (IGN), que ha participado o realizado las nivelaciones de alta precisión al cero geodésico y el cálculo de la altura elipsoidal.



Tabla 1. Cerros de la REDMAR. Actualizado en octubre de 2018

	Clavo de Referencia	Cero REDMAR /año	Cero Geodésico /año	Cero Hidrográfico/año	Cero Puerto-Cero Geodésico
Bilbao1	NGU-75	6,968 / 1992	4,952 / 1998 4,905 / 2009	7,128 / 1998 7,091 / 2008	2,016 / 1998 2,063 / 2009
Bilbao2*	MAREOG. 2 – I	6,742 / 2000	4,666 / 2009	6,852 / 2008	2,076 / 2009
Bilbao3–Ubi1	MAREOG.3		5,249 / 2009		
Bilbao3–*Ubi2	MAREOG.2-NEW	6,954 / 2009	4,891 / 2009	7,077 / 2008 7,024 / 2013	2,063 / 2009
Santander	NGU-84	6,306 / 1992	3,851 / 1998	5,926 / 2008 5,906 / 2013	2,455 / 1998
Santander2	NGU-84	6,306 / 1992	3,851 / 1998	5,926 / 2008 5,906 / 2013	2,455 / 1998
Gijón	NGU-83	6,026 / 1992	3,665 / 1998	5,776 / 2004 5,676 / 2013	2,361 / 1998
Gijón2	NGU-83	6,026 / 1992	3,665 / 1998	5,776 / 2004 5,676 / 2013	2,361 / 1998
Ferrol1	SSNoray-1	6,567 / 2007	4,687 / 2008	6,577 / 2010	1,880 / 2008
Ferrol2	NGX - 804	5,559 / 2007	3,679 / 2008	5,619 / 2013	1,880 / 2008
Coruña	SSM	5,982 / 1992	3,654 / 1998	5,517 / 2004 5,442 / 2013	2,328 / 1998
Coruña2	SSM	5,982 / 1992	3,654 / 1998 3,577 / 2014	5,517 / 2004 5,442 / 2013	2,328 / 1998 2,405 / 2014
Langosteira	C.N.	7,071 / 2014		7,071 / 2014	
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 4,952 / 2013	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 6,224 / 2013	1,772 / 2010



Tabla 1 (continuación). Ceros de la REDMAR. Actualizado en octubre de 2018.

	Clavo de Referencia	Cero REDMAR /año	Cero Geodésico /año	Cero Hidrográfico/año	Cero Puerto-Cero Geodésico
Huelva2	SSPD	4,517 / 1992	2,940 / 1998	4,457 / 1998	1,577 / 1998
Huelva5*	SSPD	4,517 / 2007	2,770 / 2018	4,457 / 1998 4,407 / 2013	1,747 / 2018
Bonanza	NGU-76	4,524 / 1992	3,105 / 1998	4,484 / 1998 4,244 / 2013	1,419 / 1998
Bonanza2	CN-BON	4,524 / 1992	3,105 / 1998	4,484 / 1998 4,244 / 2013	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 3,298 / 2014	0,521 / 2010
Tarifa	NGAB-MAR	6,589 / 2010	6,068 / 2009	6,787 / 2011 6,697 / 2013	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
Barcelona2	Clavo "146"	4.419 / 2009	4,419 / 1995 4,240 / 2011	4,469 / 2012	0,393 / 2011



Tabla 1 (continuación). Ceros de la REDMAR. Actualizada en octubre de 2018.

	Clavo de Referencia	Cero REDMAR /año	Cero geodésico /año	Cero Hidrográfico/año	Cero Puerto-Cero Geodésico
Tarragona	CN1	4,964 / 2011		4,865 / 2017	
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 4,345 / 2013	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 4,289 / 2013	
Tenerife	SS 412	5,198 / 2010	3,754 / 2010	5,088 / 2008 5,028 / 2013	1,444 / 1998
Tenerife2	SS 412	5,198 / 2010	3,754 / 2010	5,088 / 2008 5,028 / 2013	1,444 / 1998
Granadilla	AP1	3,850		3,529 / 2007 3,450 / 2013	
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 3,883 / 2013	1,420 / 2011
La Gomera	MARE. GOMERA	2,899 / 2011	1,431 / 2011	2,868 / 2010 2,799 / 2013	1,468 / 2011
La Palma	MARE.LAPALM	4,320 / 2006	2,942 / 2011	4,150 / 2013 4,140 / 2013	1,378 / 2011
Arrecife	SSMFO	4,243 / 2009	2,530 / 2009	4,043 / 2009 4,053 / 2013	1,713 / 2009

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