



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

Puertos del Estado



# MANUAL FORMATIVO

## AYUDAS A LA NAVEGACIÓN NIVEL 1



José Carlos Díez Gonzalo  
Unidad de Inspección de  
Ayudas a la Navegación  
Puertos del Estado  
15/1/2013

## **AYUDAS A LA NAVEGACION NIVEL 1**

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN.....	7
2.1. Sistemas de iluminación .....	9
2.2. Sistemas ópticos .....	9
2.3. Linternas .....	10
3. MARCO NORMATIVO Y ORGANIZACIONES IMPLICADAS .....	11
3.1 PUERTOS DEL ESTADO .....	11
3.2. COMISIÓN DE FAROS.....	12
3.3. ENTORNO: OMI, IALA, OHI, .....	12
3.3.1. OMI .....	12
3.3.2. IALA.....	13
3.3.3. OHI (ORGANIZACIÓN HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL) .....	13
4. AYUDAS A LA NAVEGACIÓN .....	13
4.1. DEFINICIÓN .....	13
4.2. TIPOS.....	13
5. AYUDAS VISUALES .....	14
5.1. DEFINICIÓN .....	14
5.2. CLASIFICACIÓN: .....	15
5.2.1. SEGUN CUANDO TRANSMITEN EL MENSAJE.....	15
5.2.1.1. SEÑAL DIURNA Y NOCTURNA. SEÑALES CIEGAS .....	15
5.2.2. SEGÚN UBICACIÓN .....	16
5.2.2.1. AYUDAS A LA NAVEGACIÓN FIJAS .....	16
5.2.2.2. AYUDAS A LA NAVEGACIÓN FLOTANTES.....	16
Boyas.....	16
Barcos-faro, Faros flotantes y Grandes Boyas (LANBYS).....	16
5.2.3. SEGUN UTILIZACIÓN .....	17
5.2.3.1. FAROS Y BALIZAS .....	17
Faro.....	17
Balizas .....	17
5.2.3.2. ENFILACIONES.....	17
5.2.3.3. LUCES DE SECTORES .....	18
5.2.3.4. LUCES DIRECCIONALES DE SECTORES DE PRECISIÓN .....	19
5.2.3.5. TRAFICO PORTUARIO.....	19
5.2.3.6. SEÑALIZACIÓN DE PUENTES .....	20
5.2.3.7. SISTEMA DE BALIZAMIENTO MARITIMO DE LA IALA.....	21



Ámbito de aplicación .....	21
Tipos de marcas .....	21
MARCAS LATERALES .....	22
Sentido convencional de balizamiento para las marcas laterales.....	23
Regiones de balizamiento.....	23
MARCAS CARDINALES.....	23
MARCAS DE PELIGRO AISLADO.....	25
MARCAS DE AGUAS NAVEGABLES.....	25
MARCAS ESPECIALES .....	25
MARCAS DE PELIGROS NUEVOS .....	26
5.3. CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN UNA AYUDA VISUAL DIURNA .....	28
COLOR.....	28
FORMA.....	28
MARCA DE TOPE .....	28
DISTANCIA DE RECONOCIMIENTO. DIMENSIONES .....	29
5.4. CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN UNA AYUDA VISUAL NOCTURNA .....	30
5.4.1. APARIENCIA DE UNA SEÑAL .....	30
5.4.2. COLOR.....	30
5.4.3. CARACTERÍSTICA.....	30
5.4.4. RITMO .....	30
5.4.4.1. PRINCIPALES TIPOS DE LUCES USADAS EN SEÑALES MARITIMAS.....	31
5.5. ALCANCE DE UNA SEÑAL. DEFINICIONES .....	31
5.5.1. ALCANCE LUMINOSO.....	31
5.5.2. ALCANCE NOMINAL.....	32
5.5.3. ALCANCE GEOGRÁFICO. ALTURA DE LA SEÑAL .....	32
<b>5.6.FAROS.....</b>	<b>33</b>
5.6.1. DEFINICIÓN .....	33
5.6.2.TIPOS: .....	33
Giratorios.....	33
Horizonte .....	34
<b>5.6.3. ELEMENTOS DE UN FARO .....</b>	<b>34</b>
5.6.3.1. ÓPTICA.....	34
5.6.3.2. LINTERNA.....	34
5.6.3.3. FUENTES DE LUZ (TIPOS) .....	35
• Gas .....	35
• Lámparas de incandescencia .....	36
• Lámparas de Descarga.....	36
• Diodos emisores de luz (LED) .....	36



5.6.3.4. FOTOCÉLULA.....	36
5.6.3.5. CAMBIADOR DE LAMPARAS .....	36
5.6.3.6. DESTELLADOR.....	36
5.6.3.7. SISTEMA DE GIRO .....	37
<b>5.7. BALIZAS .....</b>	<b>39</b>
5.7.1. DEFINICIÓN.....	39
5.7.2. TIPOS DE LINTERNAS .....	39
5.7.2.1. LINTERNAS DE LÁMPARA DE INCANDESCENCIA.....	39
5.7.2.2. LINTERNAS LED .....	39
5.7.2.3. LINTERNAS GIRATORIAS .....	39
5.7.2.4. LINTERNAS COMPACTAS .....	40
<b>5.7.3. ELEMENTOS DE UNA BALIZA .....</b>	<b>40</b>
5.7.3.1. LINTERNA.....	40
5.7.3.2. ÓPTICA.....	40
5.7.3.3. LÁMPARA.....	40
5.7.3.4. DESTELLADOR.....	40
5.7.3.5. FOTOCÉLULA.....	41
<b>5.7.4. BOYAS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN .....</b>	<b>41</b>
5.7.4.1. DESCRIPCIÓN .....	41
5.7.4.2. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA BOYA.....	42
6. AYUDAS ACÚSTICAS.....	42
6.1. TIPOS DE SEÑALES ACÚSTICAS: .....	42
7. AYUDAS RADIOELÉCTRICAS .....	43
7.1. AYUDAS ASOCIADAS A LOS SISTEMAS DE RADAR.....	44
7.1.1. REFLECTOR PASIVO DE RADAR .....	44
• Lente de Luneberg .....	45
• De triedros y diedros .....	45
7.1.2. RTE (INTENSIFICADOR DE BLANCOS DE RADAR) .....	46
7.1.3. RACONES .....	46
7.2. SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GPS.....	47
7.3. SISTEMA GLOBAL DIFERENCIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (DGPS) .....	47
7.4. SISTEMA AIS.....	48
8. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN UTILIZADOS EN AtoNs.....	49
8.1. RED - GRUPO.....	50
8.2. RED - BATERIA.....	50
8.3. ALIMENTACIÓN SOLAR .....	50
8.4. DESCRIPCION DE ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACION .....	51
Baterías.....	51



Cargador de baterías .....	51
Grupo electrógeno .....	51
Paneles solares .....	51
Regulador de carga.....	51
9. SISTEMAS DE SUPERVISIÓN REMOTA.....	52
10. GESTIÓN DEL SERVICIO.....	52
10.1. DOCUMENTOS NAÚTICOS .....	52
10.1.1. Carta náutica.....	53
10.1.2. Libro de faros.....	53
10.1.3. Derroteros .....	53
10.2. COMUNICACIÓN DE INCIDENCIAS (Actualización de documentos).....	54



## 1. INTRODUCCIÓN

La utilidad de los dispositivos de ayuda a la navegación marítima es evitar las pérdidas por accidentes, tanto de buques y mercancías como de vidas humanas, así como satisfacer los requerimientos de seguridad, nivel de servicio y exactitud en el posicionamiento para las diferentes fases de navegación: oceánica, costera y navegación en aguas restringidas.

Para conseguir esto las señales marítimas desempeñan una triple función:

En primer lugar, conforme a un plan previamente establecido, deben servir para que los distintos buques puedan poder situarse sobre la carta náutica, es decir, conocer aproximadamente la latitud y longitud del punto donde se encuentran a lo largo de la derrota que siguen; a esta función obedecen principalmente los faros de mediano y gran alcance, y los sistemas de posicionamiento por satélite.

En segundo lugar deben servir para facilitar la recalada hasta los puertos de destino o puntos del litoral donde se dirigen; esta necesidad se satisface con los faros de grande, mediano y pequeño alcance así como luces de puerto, enfilaciones, luces direccionales, Racones, VTS y otras ayudas.

Una tercera función que tienen que desempeñar las señales marítimas es la de advertir de los peligros que puede encontrar el navegante, como por ejemplo, naufragios, pecios, escollos u otros obstáculos, o bien la de informarle en relación con la situación de puntos caracterizados o acusados de los canales o de los puertos.

La función que antes hemos indicado para los buques puede generalizarse también a las embarcaciones pesqueras en el sentido de permitir localizar a los pescadores la situación en las pesquerías durante la noche; para esta necesidad se disponen faros de pequeño alcance, en general cubriendo la zona costera o franja de doce millas de ancho que permite, en todo caso, la observación simultánea de dos señales.

Por último, y dado el incremento de la navegación deportiva actualmente, y debido a que mayoritariamente se realiza por el día, debe significarse la importancia de las señales ciegas o diurnas, es decir aquellas que sólo son observables durante el día, o en algunos casos también durante la noche, si se dotan de cintas reflexivas.



## 2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN

Las ayudas visuales a la navegación se remontan a los primeros intentos del hombre por explorar nuevas rutas para el comercio, alejándose considerablemente de la costa con sus embarcaciones. Durante el día los propios accidentes geográficos les servían de orientación pero durante la noche tenían que ayudarse de la luz emitida por algunas hogueras encendidas en puntos estratégicos suficientemente elevados para poder localizar la costa y regresar a puerto. Más tarde, para que estas hogueras no se apagarán con la lluvia o el viento, las protegieron con algún tipo de estructura y después colocaron superficies reflectoras a su alrededor para que amplificaran la luz y fueran visibles desde mayores distancias. El dispositivo no era complicado pero exigía que alguien cuidara siempre de mantener el fuego encendido para que la ayuda estuviera siempre disponible y el navegante se sintiera protegido. Así nacieron los faros.



La primera construcción permanente de este tipo de que tenemos noticia estuvo situada en la isla de Faros en Alejandría y de ahí se deriva el nombre de FARO que damos a estas señales. Esta ciudad, fundada por Alejandro el Grande, contaba con un puerto natural de gran actividad por lo que se consideró necesario colocar a su entrada una gran torre iluminada para que los navegantes encontraran fácilmente refugio y abrigo. Esta construcción fue el mítico Faro de Alejandría, hoy destruido.

De la época prerromana no nos han llegado más referencias de construcciones de este tipo si bien el Coloso de Rodas, situado a la entrada del puerto del mismo nombre, pudo ser también un faro aunque no existe constancia de ello. De la época romana tenemos noticia de muchas otras por ejemplo, en Italia, el faro de Ostia en el puerto de Roma, mandado construir por el emperador Claudio, el faro de Mesina en Sicilia, o el faro de Capri que fue destruido por un terremoto a finales del reinado de Tiberio. En Francia los más conocidos de ésta época son los de Bolonia, Frejus o Marsella y en Inglaterra el faro de Dover.





De todos los faros romanos, el más famoso es el de la **Torre de Hércules en La Coruña** que después de numerosas modificaciones y reconstrucciones todavía sigue en funcionamiento. en el año 2009 fue declarado Patrimonio de la Humanidad.

Con la caída del imperio romano el comercio se paralizó y los países se aprestaron más a la guerra que al desarrollo social y económico, con lo que no sólo es que no se construyeron nuevos faros, con la excepción del de la isla de Cordouan, el primero construido en mar abierto, sino que los que ya existían desaparecieron. A partir del siglo XII se reactivó la navegación en el Mediterráneo y en el Norte de Europa y la seguridad de las rutas aconsejó reanudar la construcción de estas

señales que convertirían a Escandinavia y a Alemania (15 faros en el año 1600) en la costa mejor iluminada de Europa. El comercio por el Mediterráneo favoreció también la construcción de numerosos faros, a la vez que se situaron otras hogueras sobre torres de vigía ya existentes como es el caso del faro de Porto Pi en Mallorca. La iluminación de las costas comenzó verdaderamente con la Edad Moderna. A partir del siglo XVIII se incrementaron las relaciones comerciales entre los estados y el tráfico marítimo creció, con lo que no sólo se hizo necesario tener luces de recalada en los puertos más importantes, sino que fue preciso señalar también la costa y los peligros existentes como escollos o bajos.



Inglaterra era el país que contaba en esos momentos con más faros, ya que cobraba arbitrios a los buques que recalaban en sus puertos y empleaba el dinero recaudado en mantener los faros existentes y construir otros ensayando nuevas tecnologías. Seguían en nivel de iluminación las costas francesas y las de las colonias americanas. El alumbrado del resto de Europa y del resto del mundo, realmente no existía.

En la segunda mitad del siglo XIX el impulso a la construcción de faros fue definitivo por la posibilidad de usar nuevos materiales y nuevas fuentes de energía. En España se constituyó en 1842 la Comisión de Faros y en 1847 se aprobó el primer Plan de Alumbrado Marítimo de las costas españolas del que proceden la mayor parte de los faros que hoy existen en nuestro país.

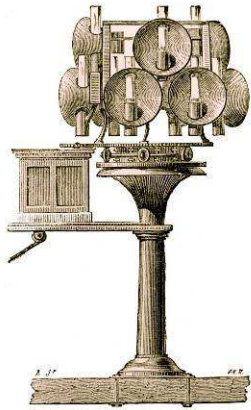
Junto a los tradicionales faros de cantería surgieron los faros metálicos mucho más ligeros como los del delta del Ebro, Buda, El Fangar y la Baña.

También es notable por sus dimensiones el de Cabo de Palos que albergó la Escuela de Torreros o los de Chipiona y Trafalgar.





## 2.1. Sistemas de iluminación



Hasta finales del siglo XVIII todos los faros tenían hogueras de leña o carbón o bien mechas introducidas en sebo o aceite que producían poca luz y mucho humo, con el agravante de la penosidad que suponía subir las pesadas cargas de combustible a tan gran altura. Las llamas se protegían con linternas cerradas con cristales aunque convenientemente ventiladas.

Uno de los primeros avances tecnológicos fueron las lámparas en las que una mecha cilíndrica de algodón, rodeada por un tubo de cristal que regulaba el aporte de oxígeno a la combustión, absorbía el aceite por capilaridad. La mecha podía subir y bajar y la chimenea de cristal dirigía la corriente de aire hasta su extremo. La cantidad de luz emitida se aumentó

poniendo varias mechas por lámpara, pero esto equivalía a consumir más aceite. Pronto se estudió la posibilidad de alimentarlas con distintos tipos de aceites más baratos y más fáciles de obtener.

El aceite cayó en desuso con la llegada del petróleo, que producía una potencia luminosa mucho mayor. Los quemadores fueron perfeccionándose y como consecuencia llegaron a fabricarse los de capillos incandescentes en los que el combustible ascendía por una tubería, mediante aire a presión, hasta el vaporizador donde se calentaba convirtiéndose en vapor que salía por un inyector y se quemaba con el aire.



Se experimentó luego con combustibles gaseosos, a pesar de presentar graves riesgos en su transporte y manipulación, hasta que empezó a usarse el acetileno que proporcionaba una llama muy brillante y que, disuelto en acetona, resultaba menos peligroso. El sueco Gustav Dalen fabricó un dispositivo de gas con encendido automático, conocido como válvula solar, que le valió el premio Nobel de Física en 1889 y que inmediatamente empezó a utilizarse en los faros aislados. En España se empleó por primera vez en la baliza de Peña Horadada situada a la entrada del puerto de Santander.

La energía eléctrica fue definitiva para alimentar las luces de los faros. Después de algunas experiencias en balizas se encendió el faro de Villano, primer faro eléctrico de nuestras costas que estaba dotado con una lámpara de arco. Así llegamos a las actuales lámparas de incandescencia, haz sellado, halógenas, etc y a las energías renovables como la fotovoltaica o la eólica para alimentarlas.

## 2.2. Sistemas ópticos

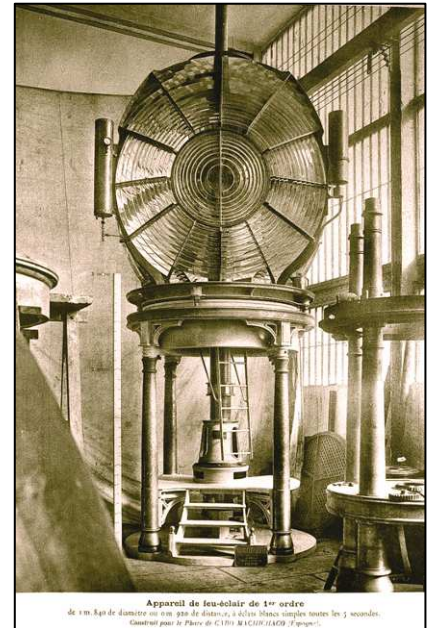
Otro problema que presentaban las lámparas de los faros era cómo conseguir que la débil luz producida fuera visible desde largas distancias y, a la vez, que el marino pudiera diferenciar unas luces de otras. Todo ello dio lugar al desarrollo de los sistemas ópticos.



La primera idea para amplificar la luz se basaba en la reflexión, colocando detrás de la llama un espejo parabólico que concentrara la luz mientras que la limitación del ángulo de visión que creaba el reflector se resolvía dotando de giro a la óptica.

Más tarde empezaron a usarse las lentes que concentraban los rayos de luz en un haz paralelo. Pero fue Agustín Fresnel quien revolucionó los sistemas ópticos colocando por encima y por debajo de la lente principal prismas de reflexión total que reforzaran el haz emergente, esto permitió reducir el peso de las lentes.

Para distinguir unas luces de otras, se crearon luces que variaban su intensidad con una cadencia fija, esto se consiguió construyendo ópticas de paneles, que al girar, daban el número de destellos deseado en cada caso. Sin embargo, los equipos de cristal tallado, resultaban aun muy pesados y costaba un gran esfuerzo hacerlos girar con lo que se necesitaban varios minutos para reconocer la apariencia y un barco lejos del faro, sometido al vaivén del oleaje, perdía fácilmente la cuenta del número de destellos producidos.

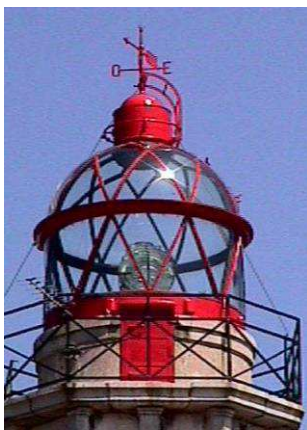


Este problema se resolvió colocando el sistema óptico sobre un flotador de mercurio, con lo que se disminuyó sensiblemente el rozamiento y la velocidad de giro pudo aumentarse lo suficiente para que fuera visible toda la característica en un tiempo mucho menor. Hoy se emplean ópticas acrílicas mucho más ligeras y de menor tamaño con las que se consiguen magníficos resultados.

### 2.3. Linternas

Son las construcciones que protegen la luz. En los faros de leña eran una simple cúpula sostenida por apoyos verticales con un resguardo por la parte de tierra. En los faros de aceite estaban ya protegidas por cristales encastrados en montantes verticales.

La forma de las primeras linternas era poligonal, pero en estas linternas, los cristales planos producían reflexiones no deseadas que originaban destellos parásitos durante el giro, que falseaban la característica. Por otra parte los montantes verticales formaban zonas de sombra. Estos problemas se resolvieron utilizando linternas cilíndricas de cristales curvos y montantes helicoidales.



La parte superior se cerraba con una cúpula metálica, generalmente de cobre, abierta en la parte superior para que hubiera ventilación. Cuando la cubierta era transparente, la porción de luz que escapaba por ella servía también de guía a la navegación aérea, utilizándose para ello sistemas ópticos especiales, a este tipo de linternas se las denomina

"aeromarítimas".



### 3. MARCO NORMATIVO Y ORGANIZACIONES IMPLICADAS

#### 3.1 PUERTOS DEL ESTADO

La Constitución Española, en su artículo 149.1.20ª, establece que el Estado ostenta la competencia exclusiva sobre la iluminación de costas y señales marítimas. Dichas competencias se ejercen a través del Organismo Público Puertos del Estado y las Autoridades Portuarias bajo la dependencia y supervisión del Ministerio de Fomento según se recoge en el texto refundido de la ley de Puertos del Estado y Marina Mercante RDL 2/2011.

Entre las competencias de Puertos del Estado se encuentran la planificación, coordinación y control del sistema de señalización marítima español y el fomento de la formación, la investigación y el desarrollo tecnológico en estas materias. La coordinación en materia de señalización marítima se lleva a cabo a través de la Comisión de Faros.

Para ejercer estas competencias, a Puertos del Estado le corresponden una serie de funciones entre las que se encuentran la planificación, normalización, inspección y control de funcionamiento de los servicios de señalización marítima y la prestación de los que no se atribuyan a las Autoridades Portuarias, así como ostentar la representación de la Administración del Estado en materia portuaria y de señalización marítima en organismos y comisiones internacionales cuando no sea asumida por el Ministerio de Fomento, sin perjuicio de las competencias propias del Ministerio de Asuntos Exteriores.

Dentro de sus actividades, Puertos del Estado elabora normas y recomendaciones sobre Ayudas a la Navegación, siempre dentro del marco de la Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima y Autoridades de Faros (IALA), fomenta la formación, desarrolla actividades orientadas hacia un mejor conocimiento de las ayudas a la navegación marítima por parte de la Sociedad, así como proyectos de I+D+i.

Como parte del servicio de señalización marítima, es competencia de las Autoridades Portuarias, entre otras:

- Aprobar los proyectos de ejecución o modificación de los dispositivos de señalización marítima cuya instalación y mantenimiento corresponda a la Autoridad Portuaria.
- Garantizar el efectivo cumplimiento de los balizamientos establecidos por Puertos del Estado, de forma que, en el supuesto de que los responsables de su instalación y mantenimiento no los ejecuten en el plazo establecido, será ejecutado por la Autoridad Portuaria a costa de aquéllos.
- Informar, con carácter vinculante, los proyectos de ejecución de nuevos dispositivos o modificación de los existentes, cuya instalación y mantenimiento corresponda a terceros.
- Inspeccionar las ayudas a la navegación marítima cuya instalación y mantenimiento corresponde a terceros y, en su caso, a costa de éstos, la adopción de las medidas conducentes al restablecimiento del servicio,



incluidas las derivadas del ejercicio de la potestad sancionadora, cuando proceda.

### 3.2. COMISIÓN DE FAROS

Fue creada, el 4 de Enero de 1842 para definir y establecer las ayudas a la navegación españolas, compuesta por ingenieros de grado superior del Cuerpo de Caminos, Canales y Puertos y de oficiales de igual categoría de la Armada nacional. Actualmente, totalmente reformada, se rige por Orden Ministerial de 27 de febrero de 1996, manteniendo su carácter de comisión consultiva, siendo un órgano colegiado adscrito al ministerio de Fomento, en la que están representadas diversas organizaciones vinculadas con la señalización marítima.

Su labor de coordinación consiste en dictaminar sobre consultas acerca de asuntos concretos: ciertas ayudas a la navegación, balizamientos de puertos o zonas geográficas, planes de implantación de nuevos sistemas de ayudas a la navegación, recomendaciones sobre el balizamiento de determinados tipos de instalaciones en el mar, aplicación de directrices internacionales, etc.

La Comisión de Faros elabora un dictamen no vinculante que es remitido al Presidente de Puertos del Estado, que en su caso, dicta una Resolución por la que se aprueba la propuesta realizada, o bien se redacta el informe correspondiente al asunto de que se trate.

### 3.3. ENTORNO: OMI, IALA, OHI,

#### 3.3.1. OMI

La **Organización Marítima Internacional (OMI, en inglés IMO)** es un organismo especializado de las Naciones Unidas que promueve la cooperación entre Estados y la industria de transporte para mejorar la seguridad marítima y para prevenir la contaminación marina. La OMI es una organización técnica cuyo trabajo, en su mayor parte, lo realizan varios comités y subcomités. El Comité de Seguridad Marítima (CSM) es el comité principal.

Desde su establecimiento en marzo de 1948 se dedica a proporcionar a los gobiernos mecanismos de cooperación para:

- Formular reglamentos y practicas relativas a cuestiones técnicas del transporte marítimo internacional
- Facilitar la adopción de las normas para mejorar la seguridad marítima y eficiencia en la navegación
- Proteger al medio ambiente marino a través de la prevención y el control de la contaminación causada por los buques

La Dirección General de la Marina Mercante es el organismo que representa a España en esta organización.



### 3.3.2. IALA

La Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación y de Autoridades de Faros (IALA) es una organización no gubernamental sin ánimo de lucro dedicada a la armonización de las ayudas a la navegación. Se formó en 1957 como una asociación técnica con el objetivo de proporcionar un marco de trabajo a las autoridades de ayudas a la navegación, fabricantes y consultores de todas partes del mundo dirigido a:

- Armonizar las normas de los Sistemas de Ayudas a la Navegación alrededor del mundo.
- Facilitar y mejorar la seguridad a la navegación, el movimiento eficiente de los barcos y la protección del medio ambiente marino.

Puertos del Estado es el organismo que representa a España en esta organización.

### 3.3.3. OHI (ORGANIZACIÓN HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL)

La principal organización internacional en asuntos de cartas náuticas es la Organización Hidrográfica Internacional (OHI). *La (OHI) es una Organización Intergubernamental consultiva y técnica que fue establecida en 1921 para apoyar la seguridad en la navegación y la protección del entorno marítimo.*

El objeto de la **Organización Hidrográfica Internacional**, según lo definido en su Convención, es:

- La coordinación de las actividades de los Servicios Hidrográficos nacionales;
- La mayor uniformidad posible en las cartas y documentos náuticos;
- La adopción de métodos seguros y eficaces para la ejecución y explotación de los levantamientos hidrográficos;
- El desarrollo de las ciencias en el campo de la Hidrografía y de las técnicas utilizadas en Oceanografía descriptiva.

El Instituto Hidrográfico de la Marina es el organismo que representa a España en esta organización.

## 4. AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

### 4.1. DEFINICIÓN

Una **Ayuda a la Navegación** marítima es todo dispositivo o servicio externo al buque que está diseñado y construido para mejorar la seguridad a la navegación de los buques y facilitar el tráfico marítimo.

Una ayuda a la navegación marítima no debería confundirse con una ayuda de navegación. Una ayuda de navegación es un instrumento, dispositivo, carta, radar etc. que los barcos llevan a bordo para ayudarle a determinar su rumbo y posición.

### 4.2. TIPOS

En este manual de ayudas a la navegación vamos a dividir las en tres tipos:



- Visuales, dotadas o no de luz
- Acústicas, basadas en la emisión de sonidos
- Radioeléctricas, que emplean la emisión o recepción de ondas electromagnéticas

El marino, para percibir las ayudas visuales o acústicas, sólo necesita sus sentidos. Sin embargo, para percibir las señales radioeléctricas, necesita disponer de equipos específicos que las detecten.

En cualquier caso, las ayudas deben guiar al navegante con seguridad tanto en sus travesías como en los accesos a las instalaciones portuarias.

Con excepción de las ayudas acústicas, todas las demás permiten a los barcos fijar su posición en el mar, sirviéndose de una carta náutica, con una exactitud dependiente del tipo de ayuda que utilice.

Las ayudas sonoras, trompetas, cuernos, campanas, cañonazos, silbatos o las actuales sirenas de aire comprimido o de vibradores electromagnéticos, se han utilizado siempre para tratar de ayudar al navegante en caso de niebla, sin embargo no tienen demasiada utilidad ya que no permiten a éste fijar su posición con respecto a ellas, su utilidad principal es como advertencia de peligro.

## 5. AYUDAS VISUALES

### 5.1. DEFINICIÓN

Las ayudas visuales han sido siempre las clásicas ya que se dirigen directamente a los sentidos del navegante y no es necesario llevar a bordo instrumentos especiales para su detección.

El mensaje que comunican puede identificarse con facilidad y es posible determinar la posición en que nos encontramos consultando la información que nos proporcionan los libros de Faros y la carta náutica de la zona. Por otra parte, los derroteros nos ayudaran a navegar por la zona.

Las ayudas visuales a la navegación están construidas para comunicar a un observador capacitado que se encuentra a bordo de un buque, información que le pueda ayudar en la tarea de la navegación. El proceso de comunicación se conoce como Señalización Marítima.

Ejemplos comunes de ayudas a la navegación visuales incluyen faros, balizas, enfilaciones, buques faro, boyas (luminosas o ciegas), marcas diurnas (tableros) y señales de tráfico portuario.

Las marcas visuales para la navegación pueden ser naturales o bien objetos artificiales hechos por el hombre. Incluyen estructuras específicamente diseñadas para ayudas a la navegación de corto alcance u objetos fácilmente visibles como promontorios, cimas de montaña, rocas, árboles, torres de iglesia, minaretes, monumentos, chimeneas, etc.

Las marcas visuales de corto alcance pueden estar dotadas de luz si hay navegación nocturna o ser ciegas si solamente hay navegación diurna.



## 5.2. CLASIFICACIÓN:

### 5.2.1. SEGUN CUANDO TRANSMITEN EL MENSAJE

Toda ayuda visual a la navegación tiene que estar diseñada siempre para que tenga uso diurno, no hay que olvidar que la mayor parte de los tráficos se producen durante el día, pero si queremos que su mensaje se transmita, además de por el día, también durante la noche, se la deberá dotar de luz.

#### 5.2.1.1. SEÑAL DIURNA Y NOCTURNA. SEÑALES CIEGAS

Una ayuda visual a la navegación marítima está formada por una estructura que tiene una superficie de un tamaño y forma determinada, y además, está pintada de un color o combinación de colores específicos, este conjunto de características es la señal diurna o marca diurna.

Si además la señal va a tener uso nocturno, se instala una luz con unas características determinadas (ritmo y color), es lo que llamamos señal nocturna o marca nocturna.

La señal diurna, transmite su mensaje durante el día, mientras que la señal luminosa, si se tiene, transmite el mismo mensaje pero durante la noche.

Cuando las señales marítimas no tienen luz, se las denomina marcas o señales **ciegas**.

La navegación nocturna es posible hasta cierto punto con las ayudas ciegas si están provistas de un reflector de radar, si el buque tiene radar y material retro-reflectante si el buque tiene un foco de búsqueda.



Señal diurna (soporte)



Señal nocturna (luz)

Si la señal pertenece al Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA (IALA-MBS), las características, tanto de la marca diurna, colores, forma y marca de tope (si tiene), como las de la señal nocturna, color y ritmo, vendrán definidas y reguladas por dicho sistema; en cambio, el caso de faros, balizas destacadas, enfilaciones y luces de sectores, no existe una norma concreta.



## 5.2.2. SEGÚN UBICACIÓN

### 5.2.2.1. AYUDAS A LA NAVEGACIÓN FIJAS

Es una ayuda a la navegación que se encuentra sobre un soporte que puede ser una estructura de obra, metálica u otro material, en tierra o hincada en el lecho marino.

### 5.2.2.2. AYUDAS A LA NAVEGACIÓN FLOTANTES

Una ayuda flotante tiene una misión similar a una baliza o un faro. Sin embargo la ayuda flotante está asociada normalmente con puntos donde:

- no sería práctico establecer una ayuda fija debido a la profundidad, las condiciones del lecho marino o los costes.
- el peligro cambia a lo largo del tiempo ( bancos de arena, un naufragio inestable, etc.).

### **Boyas**

Se define una boya como una ayuda flotante menor, normalmente iluminada aunque hay casos en los que no se instala luz. Estos tipos de ayudas a la navegación están específicamente reguladas por el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA y suelen tener flotador de formas circulares con un diámetro entre 1 y 3 metros.

### **Barcos-faro, Faros flotantes y Grandes Boyas (LANBYS)**

Los barcos-faro, faros flotantes y LANBYS (Large Automatic Navigation BuoY) son calificados como ayudas flotantes mayores y pueden llevar un racon, señal sonora, y en algunos casos un radiofaro en combinación con la ayuda luminosa. En España no tenemos este tipo de ayudas.



LANBY



Barco Faro



Boya



### 5.2.3. SEGUN UTILIZACIÓN

#### 5.2.3.1. FAROS Y BALIZAS

El Diccionario Internacional de la IALA de Ayudas a la Navegación Marítima define una baliza como “una señal artificial fija para ayuda a la navegación” que puede ser reconocida por su forma, color, diseño, marca de tope, característica de su luz, o una combinación de ellas. Mientras esta definición funcional incluye faros y otras ayudas a la navegación fijas, los términos faro y baliza se usan más específicamente para indicar la importancia y el tamaño de la señal .

#### **Faro**

Generalmente se considera como faro una gran estructura llamativa (marca visual diurna) en tierra, próxima a la línea de costa o en el agua que actúa como marca diurna, y da soporte generalmente a una luz de señalización marítima de gran alcance (mayor o igual de 10 millas náuticas)

#### **Balizas**

Se considera usualmente como baliza una pequeña marca visual fija, ya sea en tierra o en el mar. Una señal está a menudo definida por marcas diurnas, marcas de tope y/o números. Si procede, puede tener luz, que generalmente será de menor alcance que las de los faros.



Faro



Baliza

#### 5.2.3.2. ENFILACIONES

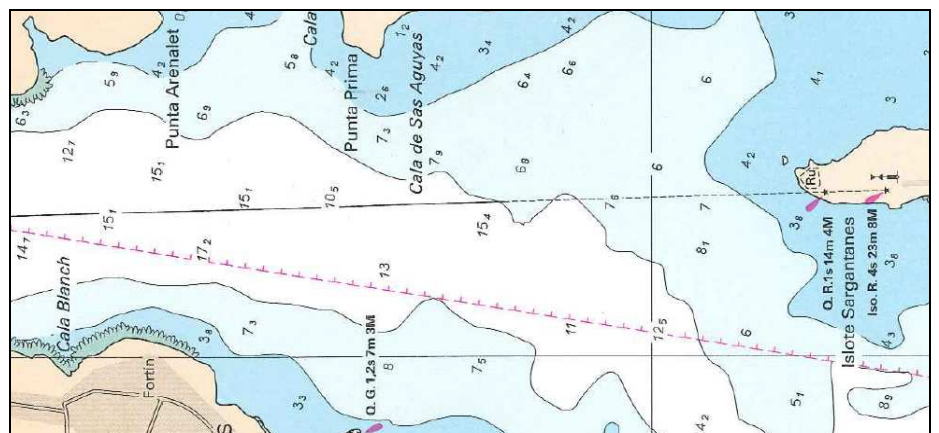
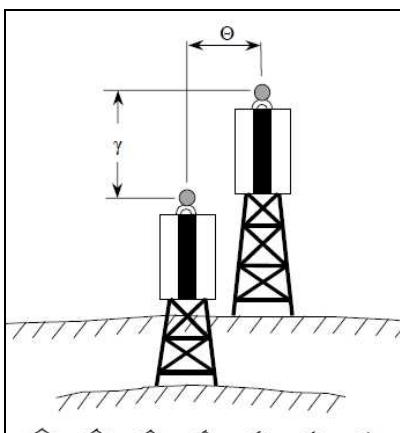
Una señal de enfilación es un sistema de ayuda a la navegación que comprende dos o más estructuras separadas, con señales o luces que están alineadas, cuando se ven desde el centro de un canal o desde lo más profundo de una ruta a lo largo de una sección recta de un canal.



En una línea de enfilación, las estructuras se ubican a lo largo de la prolongación del eje central del canal de navegación.

La estructura de la parte trasera debe tener una elevación mayor que la estructura delantera para permitir que ambas señales o luces se vean simultáneamente. Una luz de enfilación proporciona a un buque una referencia frontal y una indicación visual de la magnitud y dirección de cualquier desviación con respecto al eje del canal.

Una enfilación puede usarse entre otras cosas para indicar el centro de una sección recta de un canal navegable; la parte más profunda de la vía de navegación; definir una aproximación segura a un puerto; separar dos vías de tráfico, por ejemplo indicar como pasar por los ojos de un puente; etc.



Enfilación y su uso

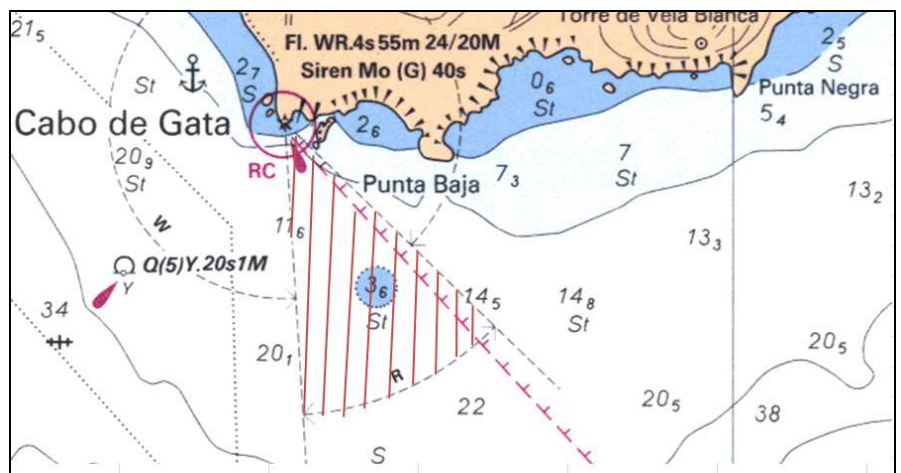
### 5.2.3.3. LUCES DE SECTORES

Una luz de sectores es una ayuda a la navegación que muestra diferentes colores y/o ritmos sobre un determinado arco de horizonte.

La forma más común de crear un sector es poner un filtro de color frente a la luz principal que cubra el arco de circunferencia definido por el ángulo del sector que se quiere crear.



Luz de sectores



Aplicación de una luz de sectores señalizando un bajo



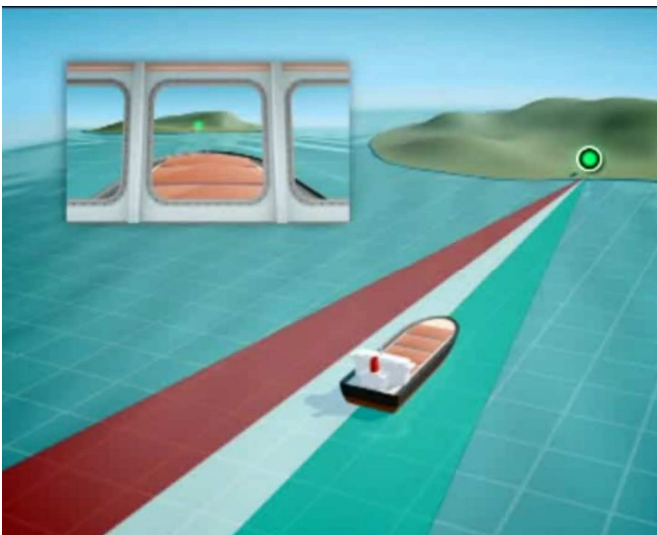
## Aplicaciones

Una luz de sectores puede indicar uno o más de los casos siguientes:

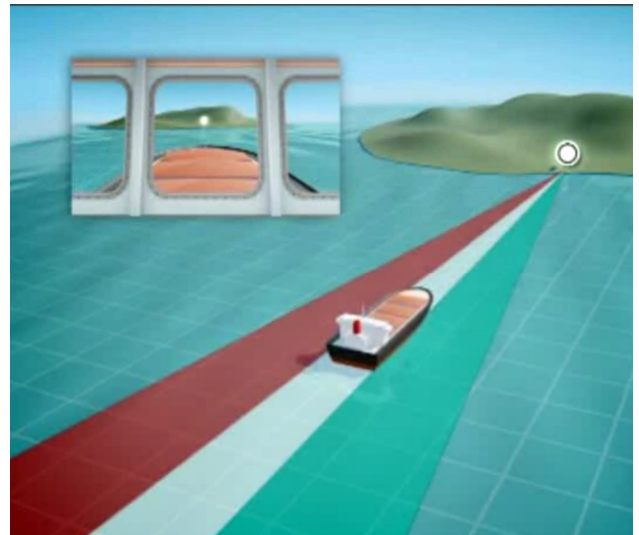
- Fronteras de un canal navegable.
- Cambio de rumbo.
- Bajos, bancos de arena, etc.
- Una determinada zona (ejemplo: zona de fondeo).
- La parte más profunda del la vía o canal de navegación.
- Controles de posición para ayudas flotantes

### 5.2.3.4. LUCES DIRECCIONALES DE SECTORES DE PRECISIÓN

Luz Direccional de Sectores de Precisión (PDL ó PEL) es una forma especializada de luz de sectores que genera unos bordes de sectores muy bien definidos. Esta característica es particularmente útil para aplicaciones que requieren uno o varios sectores estrechos.



Utilización de una PEL. Buque fuera de la trayectoria (ve la zona verde de la luz)



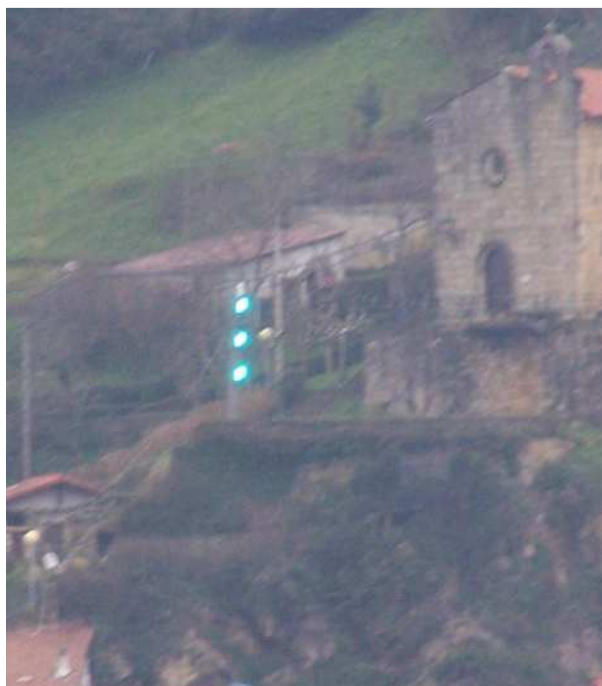
Utilización de una PEL. Buque dentro de la trayectoria (ve la zona blanca de la luz)

### 5.2.3.5. TRAFICO PORTUARIO

Las luces de tráfico portuario sirven para regular el tráfico de buques en determinadas zonas. Se usan principalmente en canales y entradas a puertos con canales angostos donde en muchas ocasiones solo pueden pasar barcos en un sentido.

El mensaje lo forman tres luces dispuestas verticalmente, aunque si es preciso, puede colocarse una luz auxiliar de color amarillo a la izquierda de la luz superior. Estas luces sirven para dar instrucciones a los barcos del tipo: puede pasar, tráfico en un solo sentido; puede pasar, trafico en doble sentido; no pasar; etc.





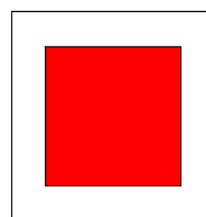
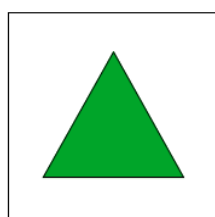
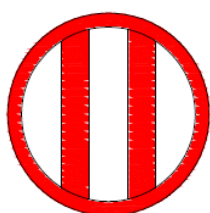
Luces de tráfico portuario (verde pasar rojo no pasar)

#### 5.2.3.6. SEÑALIZACIÓN DE PUENTES

La señalización de puentes complementa el sistema de Balizamiento allí donde se considere necesario una señalización especial para garantizar la seguridad e integridad de éstos así como la de los buques que naveguen por debajo de ellos, para por ejemplo: evitar la posibilidad de colisiones con los pilares o establecer limitaciones de paso ó de calado.

La forma de señalar los puentes tanto la señalización diurna como la nocturna viene recogida en la Recomendación IALA O-113 de la IALA; según ésta, para definir los límites de la zona navegable se utilizaran las siguientes señales:

Señalización Diurna

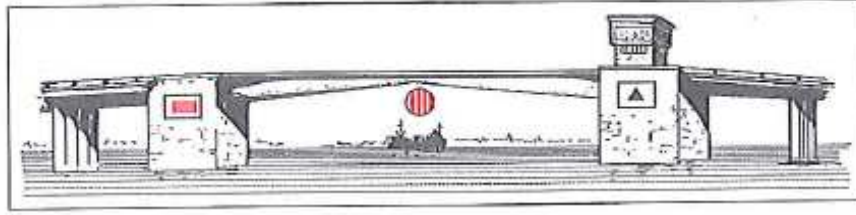


A Estribor un triángulo verde sobre cuadrado blanco

A Babor un rectángulo rojo sobre cuadrado blanco

Mejor zona de paso círculo blanco con franjas verticales rojas

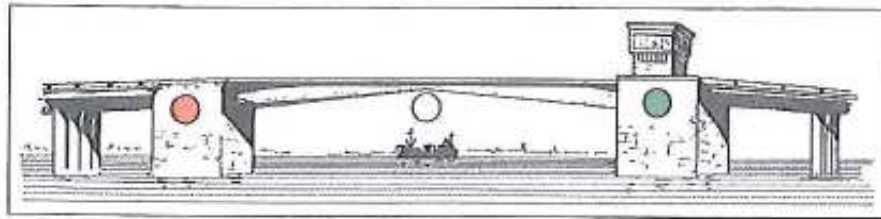




Ejemplo de señalización diurna de un puente en el que la navegación es posible a lo largo de toda su luz con indicación del mejor lugar de paso

### Señalización Nocturna

Para la señalización nocturna se pueden emplear luces rítmicas rojas y verdes indicando los límites navegables del canal de acuerdo con el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA. El mejor lugar de paso puede indicarse con una o varias luces blancas situadas debajo del tablero del puente con las características correspondientes a las marcas de aguas navegables (ver Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA).



Ejemplo de señalización nocturna de un puente en el que la navegación es posible a lo largo de toda su luz con indicación del mejor lugar de paso

### 5.2.3.7. SISTEMA DE BALIZAMIENTO MARITIMO DE LA IALA

#### **Ámbito de aplicación**

Este Sistema establece las reglas aplicables a todas las marcas fijas y flotantes (excepto faros, luces de sectores, luces y marcas de enfilación, buques-faro y boyas gigantes de navegación) destinadas a indicar:

- Los límites laterales de los canales navegables.
- Los peligros naturales y otros obstáculos, tales como naufragios.
- Otras zonas o configuraciones importantes para el navegante.
- Los peligros nuevos.

#### **Tipos de marcas**

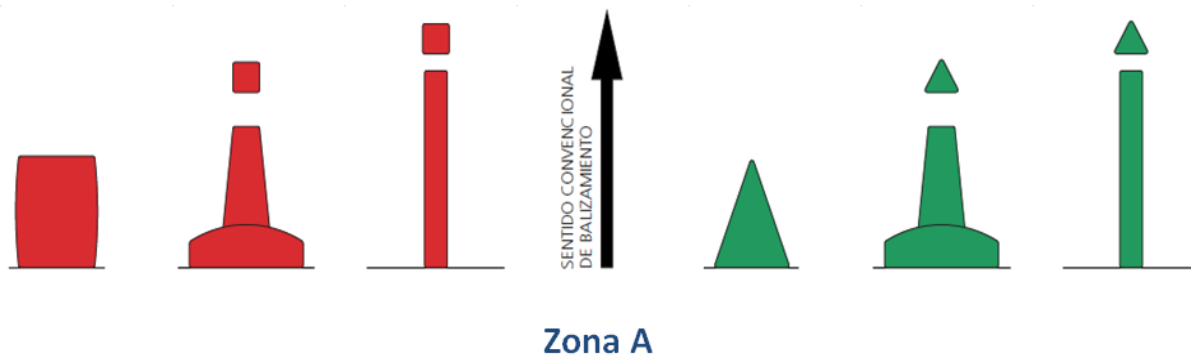
Una marca se define como aquella señal disponible para el navegante que le proporciona orientación para una navegación segura.

Dentro del Sistema de Balizamiento Marítimo existen 6 tipos de señales que pueden utilizarse en forma individual o combinada. El navegante puede distinguirlas fácilmente gracias a la identificación de sus características. Las marcas laterales presentan diferencias entre las regiones de Balizamiento A y B, en tanto que los otros 5 tipos de señales son comunes a ambas regiones.



El Sistema de Balizamiento Marítimo y otras Ayudas a la Navegación proporciona los siguientes tipos de marcas, que pueden utilizarse de forma combinada:

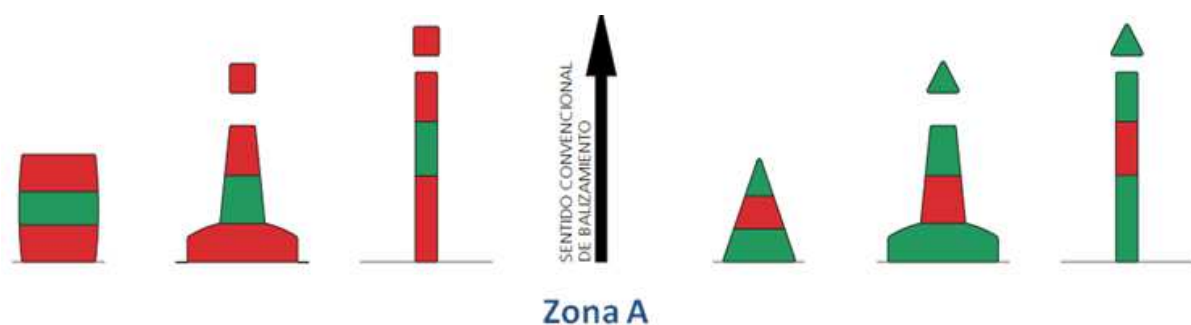
**MARCAS LATERALES** utilizadas generalmente para canales bien definidas, asociadas a un sentido convencional del balizamiento. Estas marcas indican los lados de babor y estribor de la derrota que debe seguirse. Las marcas laterales son distintas según se utilicen en una u otra de las regiones de balizamiento A y B (ver mapa de zonas de distribución) España está dentro de la zona A.



	2.4.1. Marcas de babor	2.4.2. Marcas de Estribor
Color	Rojo	Verde
Forma (boyas)	Cilíndrica, de castillete o espeque	Cónica, de castillete o espeque
Marca de tope (si tiene)	Un cilindro rojo	Un cono verde con el vértice hacia arriba

En el punto de bifurcación de un canal, siguiendo el sentido convencional del balizamiento, se puede indicar el canal principal mediante una **marca lateral de babor o estribor modificada** de la manera siguiente:

- Canal principal a estribor: Rojo con una banda ancha horizontal Verde
- Canal principal a babor: Verde con una banda ancha horizontal roja



	2.4.3.1. Canal principal a estribor	2.4.3.2. Canal principal a babor
Color	Rojo con una banda ancha horizontal verde	Verde con una banda ancha horizontal roja
Forma (boyas)	Cilíndrica, de castillete o espeque	Cónica, de castillete o espeque
Marca de tope (si tiene)	Un cilindro rojo	Un cono verde con el vértice hacia arriba



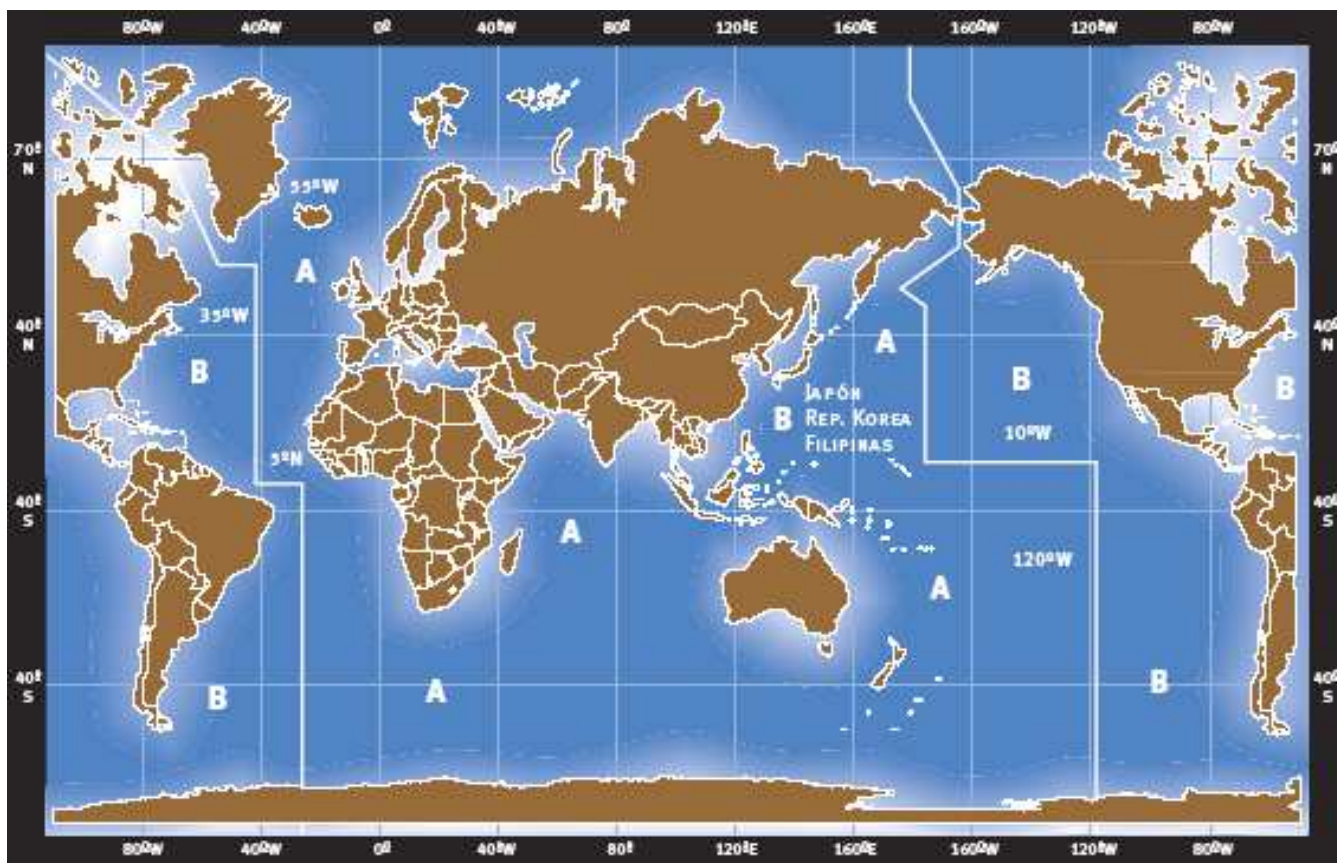
## **Sentido convencional de balizamiento para las marcas laterales**

El sentido convencional del balizamiento, que debe indicarse en los documentos náuticos apropiados, puede ser:

El sentido general que sigue el navegante que procede de alta mar, cuando se aproxima a un puerto, río, estuario o vía navegable, o el sentido determinado por las Autoridades competentes, previa consulta, cuando proceda, con los países vecinos. En principio, conviene que siga los contornos de las masas de tierra en el sentido de las agujas del reloj. En España se sigue este sistema.

## **Regiones de balizamiento**

Existen dos Regiones internacionales de Balizamiento, A y B, en las que el color de las marcas laterales son distintas (en la región B cilindro verde a babor y cono rojo a estribor).

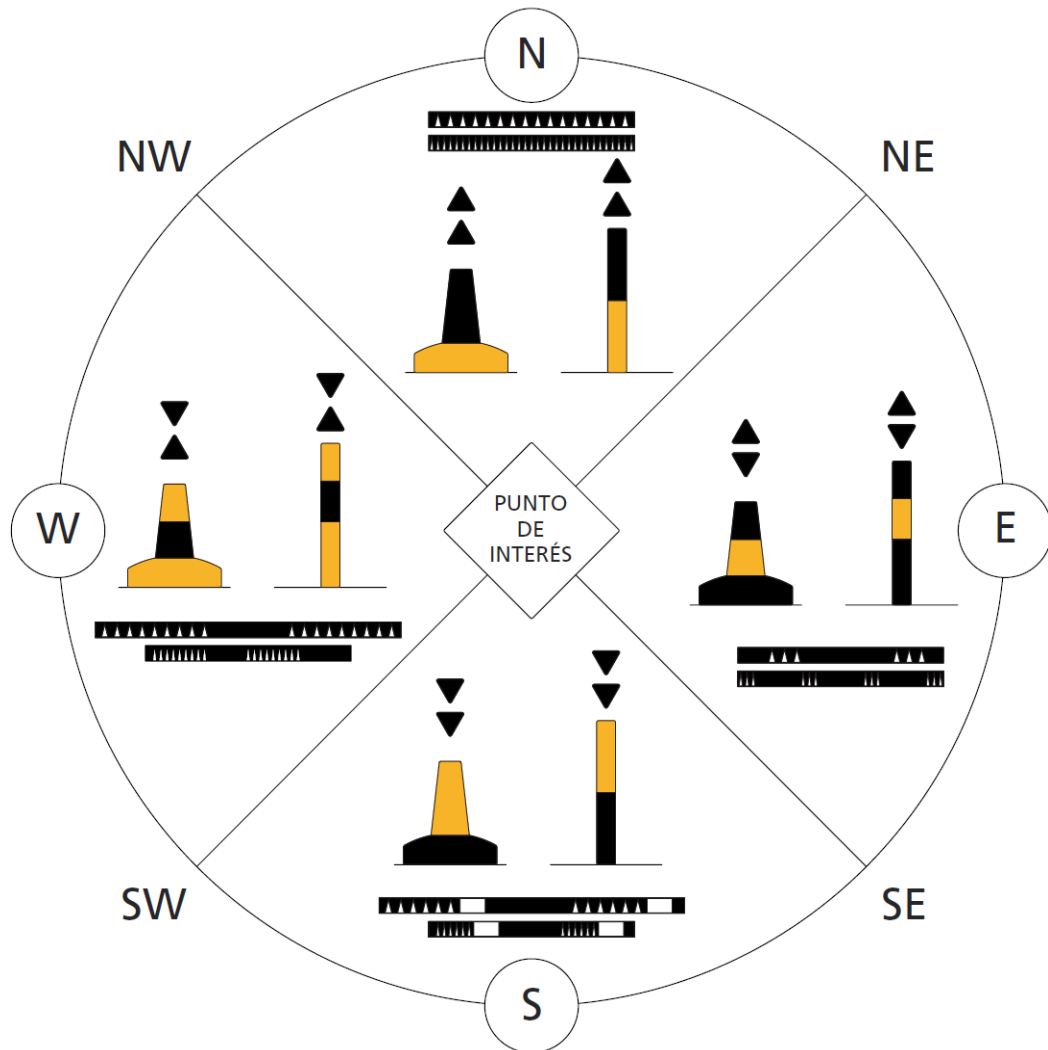


**MARCAS CARDINALES**, que se utilizan asociadas al compás del buque, para indicar al navegante donde están las aguas navegables. Una marca cardinal indica que las aguas más profundas, en la zona en que se encuentra colocada, son las del cuadrante que da nombre a la marca.

Por ejemplo en una Cardinal Norte el navegante sabe que al Norte de la marca está seguro pero debe consultar su carta si desea tener una información más completa.



	3.3.1. Marca Cardinal Norte	3.3.2. Marca Cardinal Este
Marca de tope <sup>(a)</sup>	Dos conos negros superpuestos con los vértices hacia arriba	Dos conos negros superpuestos opuestos por sus bases
Color	Negro sobre amarillo	Negro con una ancha banda horizontal amarilla
Forma (boyas)	De castillete o espeque	De castillete o espeque

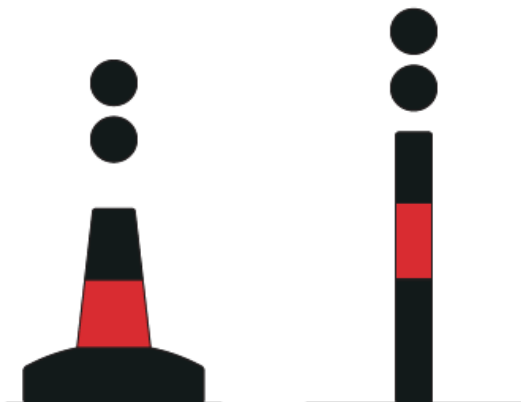


	3.3.3. Marca Cardinal Sur	3.3.4. Marca Cardinal Oeste
Marca de tope <sup>(a)</sup>	Dos conos negros superpuestos con los vértices hacia abajo	Dos conos negros superpuestos opuestos por sus vértices
Color	Amarillo sobre negro	Amarillo con una ancha banda horizontal negra
Forma (boyas)	De castillete o espeque	De castillete o espeque



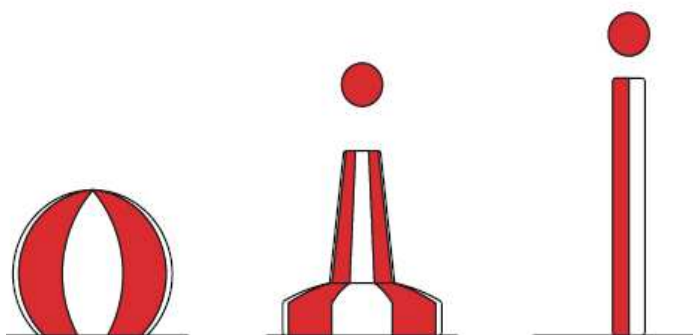


**MARCAS DE PELIGRO AISLADO**, para indicar peligros aislados de dimensiones limitadas enteramente rodeadas de aguas navegables.



	Descripción
Color	Negro con una o varias anchas bandas horizontales rojas
Forma (boyas)	A elegir pero sin que pueda prestarse a confusión con las marcas laterales; son preferibles las formas de castillete o espeque.
Marca de tope <sup>(b)</sup>	Dos esferas negras superpuestas

**MARCAS DE AGUAS NAVEGABLES**, para indicar que las aguas son navegables a su alrededor por ejemplo: marca de centro de canal.



	Descripción
Color	Franjas verticales rojas y blancas
Forma (boyas)	Esférica, también de castillete o espeque con una marca de tope esférica
Marca de tope (si tiene)	Una esfera roja

**MARCAS ESPECIALES**, cuyo objetivo principal no es ayudar a la navegación, sino indicar zonas o configuraciones a las que se hace referencia en las publicaciones náuticas.



	Descripción
Color	Amarillo
Forma (boyas)	De libre elección, pero que no se preste a confusión con las marcas para ayuda a la navegación
Marca de tope (si tiene)	Un aspa amarilla, en forma de X

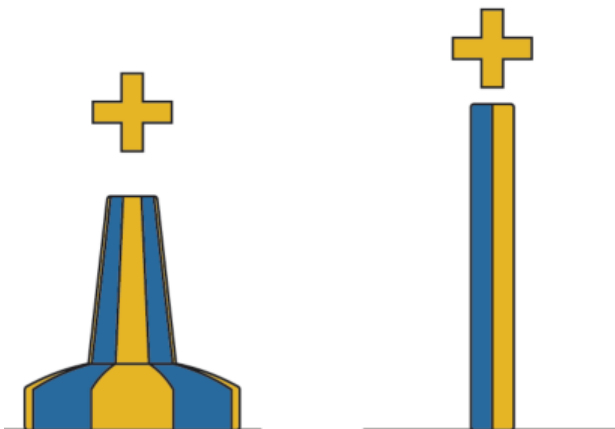


**MARCAS DE PELIGROS NUEVOS**, La expresión "peligro nuevo" se utiliza para designar peligros descubiertos recientemente que aún no figuran en las publicaciones náuticas. Los peligros nuevos comprenden los obstáculos naturales, como bancos de arena o escollos, y los peligros resultantes de la acción del hombre, como los naufragios.

Hasta que la información haya sido suficientemente difundida, se indicarán de las siguientes maneras:

- Señalizando el peligro nuevo con las marcas adecuadas, tales como marcas Laterales, Cardinales, o de Peligro Aislado, o
- Mediante la boya de "Emergencia o NAUFRAGIO" .

En caso de que la autoridad competente considere que el riesgo para la navegación resulta especialmente elevado, deberá duplicarse al menos una de las señales.



	Descripción
Color	Franjas verticales azules/ amarillas en igual número y dimensiones (mínimo 4 franjas y máximo 8)
Forma (boyas)	Castillete o espeque
Marca de tope (si tiene)	Cruz amarilla. Vertical/perpendicular

Descripción de las Boyas de emergencia o naufragio (nuevos peligros)





Marca Lateral de Estribor



Marca Lateral de Babor



Marca Lateral modificada  
(canal principal a babor)



Cardinal Norte



Marca de aguas navegables



Marca especial



Cardinal Este



Peligro aislado



Boyas de emergencia o naufragio (nuevos peligros)



### 5.3. CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN UNA AYUDA VISUAL DIURNA

La marca diurna es la característica de las ayudas para facilitar el reconocimiento de estas durante el día, una señal la reconoceremos por:

#### COLOR

Los colores utilizados en balizas son el rojo, verde, amarillo, blanco, negro y azul. los colores se aplicaran de manera que ofrezcan el mayor contraste posible en relación con el fondo.

Los colores y sus combinaciones se utilizaran de acuerdo con la normativa nacional e internacional<sup>1</sup>. En el mercado, los colores se identifican por su número RAL (estándar internacional utilizado habitualmente en España, que identifica las características cromáticas de un color).

#### FORMA

Aunque el Sistema de Balizamiento Marítimo (SBM) de IALA no especifica una "forma" concreta para las marcas diurnas. Algunas veces, sobre todo en las ayudas flotantes, se utiliza la "forma" la específica de cada tipo de señal según el SBM (es decir: cilindro, cono, esfera, etc.), para facilitar la identificación de esta por el navegante.

La forma de cada señal, es una característica que viene descrita en el libro de faros para que el navegante pueda identificar la señal con facilidad.

En general, debe tenerse en cuenta que las formas esbeltas se reconocen mejor y tienen las siguientes ventajas:

- Tienen mayor alcance geográfico
- Ofrecen mayor contraste sobre objetos a nivel del terreno.
- Se distinguen mejor a contra-luz.

#### MARCA DE TOPE

La marca de tope es una forma geométrica característica que se coloca en la parte superior de una baliza, en ciertas ocasiones, y que proporciona información adicional para facilitar el reconocimiento del tipo de señal de que se trata. En las señales flotantes (boyas) y en algunos tipos de marcas en tierra como las cardinales o de peligro aislado es obligatorio que lleven marca de tope. La marca de tope puede ser muy útil para reconocer el tipo de señal avistada cuando las condiciones de luminosidad no permiten distinguir los colores, como podría ser una señal que se viese a contraluz.

Las formas utilizadas son conos, cilindros, esferas, forma de X y de cruz (+). Para la construcción de estas formas existen unas proporciones que se deben de respetar, además debe tener unas dimensiones adecuadas.

---

<sup>1</sup> La recomendación E-108 de la IALA trata el tema de los colores y su utilización en las ayudas a la navegación marítima



MARCAS CARDINALES	
MARCAS LATERALES	
MARCAS ESPECIALES Y NAUFRAGIO	
AGUAS NAVEGABLES Y PELIGRO AISLADO	

Tipos de marcas de tope

#### DISTANCIA DE RECONOCIMIENTO. DIMENSIONES

Se define la distancia de reconocimiento como la distancia a la que una señal diurna es avistada por el navegante, esta distancia debe de ser la adecuada para que en unas determinadas condiciones del entorno, una embarcación tenga suficiente tiempo de maniobra para dar un reviro completo.

Evidentemente, cada tipo de embarcación requerirá un margen de maniobra distinto, por lo que la marca diurna deberá diseñarse para que tenga una distancia de reconocimiento apropiada a los buques que habitualmente navegan por la zona.



## 5.4. CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN UNA AYUDA VISUAL NOCTURNA

### 5.4.1. APARIENCIA DE UNA SEÑAL

La **apariencia** de una luz de ayuda a la navegación es el conjunto de **color** y el **ritmo** de una luz de ayuda a la navegación que permite identificarla por la noche. Es lo que se ve de la ayuda por la noche, su luz quedará definida por:

### 5.4.2. COLOR

Los colores utilizados son el rojo, verde, blanco, ámbar y azul.

La forma tradicional de producir el color en las luces que utilizan como fuente de luz lámparas de cualquier tipo, es colocando un filtro coloreado de cristal o plástico transparente bien entre la fuente de luz y la óptica o bien exteriormente a ésta.

### 5.4.3. CARACTERÍSTICA

Aunque muchas veces se utiliza esta palabra para referirse la apariencia que define una luz, es más correcto utilizarla para referirnos a las fases de luz-oscuridad de una señal.

Definiciones:

- Una **luz rítmica** es una luz en la que varía su tiempo de luz y oscuridad con una periodicidad regular.
- **Fase de luz** es el tramo de luz comprendido entre dos fases de oscuridad.
- **Destello** fase de luz notablemente más pequeña que las fases de oscuridad.
- **Oscuridad o eclipse** periodo de oscuridad entre dos fases de luz.
- **Ocultación** es un eclipse o fase de oscuridad notablemente más corto que la fase de luz más corta de un periodo.
- **Periodo** es la suma de los tiempos de luz y oscuridad en un mismo ciclo que se repite periódicamente. Los periodos máximos de una luz deben de ser lo más cortos posibles para poder identificarla rápidamente.

Así, si tenemos una luz Roja con la siguiente característica:

$$\blacksquare 0.5+\underline{1}+0.5+\underline{1}+0.5+\underline{3.5}=7$$

En este ejemplo la parte subrayada representa las **fases** de oscuridad y la no subrayada las de luz; 7 será el **periodo** de la luz; su **ritmo** sería de GpD(3) es decir grupo de 3 destellos; la **apariencia** GpD(3) R grupo de 3 destellos rojos y su **característica** sería  $0.5+1+0.5+1+0.5+3.5=7$

### 5.4.4. RITMO

Una luz rítmica es una luz que se muestra de forma intermitente con una periodicidad regular. Solemos llamar ritmo al tipo de código de la luz o dicho de otra forma, la ley que describe la variación de los tiempos de luz-oscuridad que presenta una luz durante su periodo (grupo de 2 destellos, isofase, etc.) Más adelante veremos los tipos de ritmos usados en las ayudas a la navegación.



#### 5.4.4.1. PRINCIPALES TIPOS DE LUCES USADAS EN SEÑALES MARITIMAS

	Clase	Descripción general
1	<b>LUZ FIJA</b>	Luz que aparece continua y uniforme.
2	<b>LUZ DE DESTELLOS</b>	Luz en la cual la duración total de luz en un período es más corta que la duración total de oscuridad y en la que los destellos tienen la misma duración. La frecuencia no mayor de 30 destellos por minuto
2.1	Luz de destellos Aislados	Luz en la que los destellos se suceden regularmente.
2.2	Luz de Grupos de Destellos	Luz en la que los grupos, de un número dado de destellos, se suceden regularmente.
2.3	Luz de Destellos Largos	Luz de destellos aislados en la cual la duración de la luz es mayor de 2 s.
3	<b>LUZ DE OCULTACIONES</b>	Luz en la que la duración total de la luz en un periodo es más larga que la duración total de la oscuridad y en la que los intervalos de oscuridad tienen habitualmente la misma duración.
3.1	Luz de Ocultaciones Aisladas	Luz en la que las ocultaciones se suceden regularmente.
3.2	Luz de Grupos de Ocultaciones	Luz en la que los grupos, de un número dado de ocultaciones, se suceden regularmente.
4	<b>LUZ ISOFASE</b>	Luz en la que las duraciones de luz y de oscuridad son iguales.
5	<b>LUZ CENTELLEANTE</b>	Una luz en la cual los destellos idénticos se suceden con la frecuencia de 60 (ó 50) destellos por minuto.
5.1	Luz de Grupos de centelleos	Luz en la que los grupos, de un número dado de centelleos, se suceden regularmente.
6	<b>LUZ CENTELLEANTE RÁPIDA</b>	Luz en la cual los destellos idénticos se suceden con una frecuencia de 120 (ó 100) destellos por minuto.
7	<b>LUZ DE SEÑALES MORSE</b>	Luz en la cual las apariciones de luz tienen dos duraciones claramente diferentes y están agrupadas para formar una o varias letras del alfabeto Morse.
8	<b>LUZ ALTERNANTE</b>	Luz que muestra colores distintos alternativamente.

#### 5.5. ALCANCE DE UNA SEÑAL. DEFINICIONES

##### 5.5.1. ALCANCE LUMINOSO

El alcance luminoso de una señal luminosa es la distancia a la que un observador percibe dicha señal. Esta distancia depende, básicamente, de las alturas relativas entre la fuente luminosa y el ojo del observador, de la intensidad luminosa de dicha fuente y de las condiciones atmosféricas entre la fuente luminosa y el observador.



La intensidad luminosa es el flujo luminoso en una determinada dirección, cuya unidad de medida es la candela (cd); por lo general este dato aparece en los catálogos de los fabricantes de linternas, (ver tabla de alcances según intensidad luminosa).

### 5.5.2. ALCANCE NOMINAL

El alcance nominal de una señal es la distancia a la que se ve cuando la visibilidad meteorológica es de 10 mn. o lo que es lo mismo, su transmisibilidad atmosférica es de 0,74. Es la que aparece en los libros náuticos.

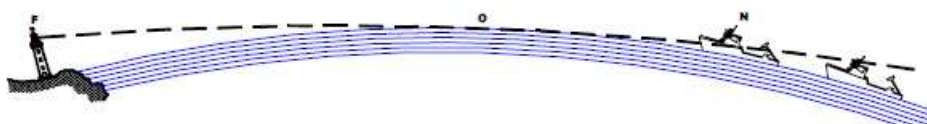
ALCANCES NOMINALES NOCTURNOS en MN. para T = 0,74							
MN	cd	MN	cd	MN	cd	MN	cd
1,0	0,9	3,0	15,3	10,0	1390	17,0	33200
1,1	1,2	4,0	37	11,0	2280	18,0	50300
1,2	1,4	5,0	77	12,0	3670	19,0	75700
1,3	1,7	6,0	151	13,0	5820	20,0	113000
1,4	2,1	7,0	277	14,0	9120	22,0	250000
1,5	2,4	8,0	489	15,0	14100	24,0	544000
2,0	5,0	9,0	836	16,0	21700	26,0	1170000

Tabla de alcances nominales

### 5.5.3. ALCANCE GEOGRÁFICO. ALTURA DE LA SEÑAL

El alcance luminoso puede ser tan grande como queramos, pero está limitado por el alcance geográfico que a su vez, viene determinado por la curvatura de la tierra.

Se define el alcance geográfico como la mayor distancia a la que puede ser visto un objeto o una fuente de luz en condiciones de perfecta visibilidad, limitado solamente por la curvatura de la Tierra, por la refracción de la atmósfera, y por la altura del ojo del observador y la del objeto o la luz.



$$D = 2,08 \cdot (\sqrt{H_m} + \sqrt{h_o})$$

Donde:

- H<sub>m</sub> = Altura de la marca, en metros, respecto del nivel del mar
- h<sub>o</sub> = Altura de observación, en metros, respecto del nivel del mar
- D = Alcance geográfico en millas náuticas
- 2,08 = Refracción de la atmósfera

Alcance Geográfico en Millas Náuticas											
Altura del ojo del Observador (m.)	Elevación de la Marca en metros										
	0	1	2	3	4	5	10	50	100	200	300
1	2.0	4.1	4.9	5.5	6.1	6.6	8.5	16.4	22.3	30.8	37.2
2	2.9	4.9	5.7	6.4	6.9	7.4	9.3	17.2	23.2	31.6	38.1
5	4.5	6.6	7.4	8.1	8.6	9.1	11.0	18.9	26.9	33.3	39.7
10	6.4	8.5	9.3	9.9	10.5	11.0	12.8	20.8	26.7	35.1	41.6
20	9.1	11.1	12.0	12.6	13.1	13.6	15.5	23.4	29.4	37.8	44.2
30	11.1	13.2	14.0	14.6	15.2	15.7	17.5	25.5	31.4	39.8	46.3

Tabla de Alcance Geográfico





Definiciones:

Elevación es la distancia desde el nivel medio del mar hasta el plano focal de una señal.

Atura es la distancia desde el suelo hasta la parte más alta de la señal.

## **5.6.FAROS**

### 5.6.1. DEFINICIÓN

Un **faro** es una torre de señalización luminosa situada cerca de la costa o junto a ella, aunque en algunas ocasiones se encuentra situado dentro del mar a cierta distancia de la costa. Los faros se ubican en los lugares donde transcurren las rutas de navegación de los barcos, y disponen en su parte superior de una lámpara potente, cuya luz se utiliza como guía.

### 5.6.2.TIPOS:

Los principales tipos de faros son lo giratorios y los de óptica fija, también llamados de horizonte



Óptica fija o de horizonte



Óptica giratoria

### **Giratorios**

En los faros giratorios la característica se produce mediante el giro de una serie de paneles ópticos alrededor de una fuente de luz que está constantemente encendida. Durante el giro, cada vez que un panel se sitúa perpendicular entre el observador y la fuente, estos intensifican la luz y producen una serie de haces luminosos, de manera que el observador vera la apariencia deseada.



Este sistema es el más utilizado para grandes alcances en los faros tradicionales o históricos. Actualmente, puesto que las ópticas de cristal tallado son demasiado caras, se utilizan también paneles acrílicos.

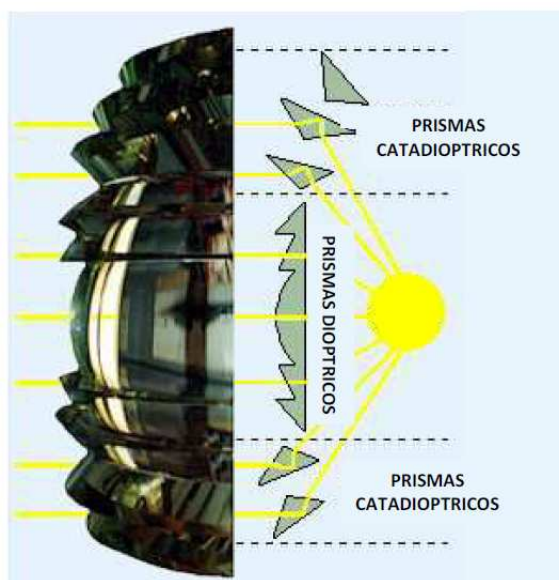
### **Horizonte**

La característica se genera por cortes y aperturas de la alimentación a la lámpara, estos se cortos se realizan mediante destelladores mecánicos (ya en desuso) o electrónicos. Las ópticas que se emplean son de horizonte y no se suelen conseguir alcances superiores a las 15mn.

## **5.6.3. ELEMENTOS DE UN FARO**

### 5.6.3.1. ÓPTICA

Es el elemento que sirve para concentrar la luz producida por el foco luminoso (en la actualidad Lámparas o LEDs) en un determinado ángulo y así aumentar el rendimiento.



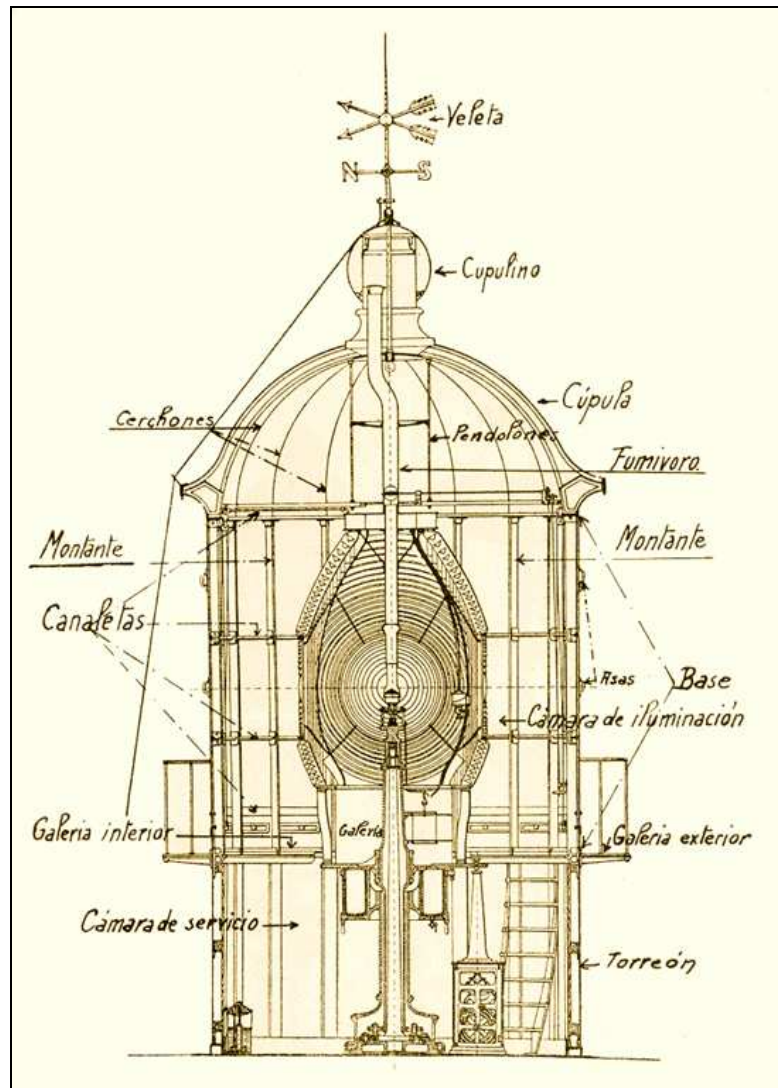
La ilustración muestra como los prismas dióptricos y catadióptricos funcionan refractando y reflejando la luz en planos horizontales

Está compuesta por un conjunto de elementos dióptricos (producen refracción) o catadióptricos (producen reflexión y refracción) o una combinación de ambos; estos elementos hacen que los rayos emitidos por una fuente de luz se desvíen en la dirección deseada, aumentando el rendimiento de la fuente luminosa.

### 5.6.3.2. LINTERNA

Es el elemento protector del sistema óptico-luminoso. El tamaño de ésta estará relacionado con el tamaño del sistema óptico. En los grandes faros la linterna tiene suficiente tamaño para alojar en su interior una o varias personas para realizar tareas de mantenimiento, a este tipo de linternas se las denomina "visitables".





Grabado antiguo mostrando los elementos de una linterna

### 5.6.3.3. FUENTES DE LUZ (TIPOS)

A lo largo de la historia se han utilizado muchas fuentes de luz en los faros, desde los primeros faros que consistían en simples hogueras, pasando por el uso de aceite, el petróleo o el gas, hasta llegar la electrificación de las señales.

Aunque el primer faro que se electrificó en España fue Cabo Villano en 1886, debido a que muchas de las ayudas a la navegación se encuentran en lugares remotos, lo que hacía muy difícil su electrificación, incluso imposible en algunos casos como en las ayudas flotantes, muchos faros y balizas mantuvieron en uso sistemas de iluminación de petróleo y de gas hasta época relativamente reciente, en que estos faros se sustituyeron por sistemas fotovoltaicos. Los últimos faros de vapor de petróleo funcionaron hasta años 80 y los de gas hasta los 90.

Las fuentes de luz más usadas en la actualidad son las siguientes:

- Gas

Este era un sistema muy utilizado en lugares remotos o en boyas, donde no existía la posibilidad de alimentar el equipo a la red eléctrica comercial,



también se usaba como sistema de reserva cuando fallaba la red. Aunque en algunos países todavía quedan equipos de gas, prácticamente han desaparecido debido al uso generalizado de la energía fotovoltaica. En España se dejaron de utilizar a mediados de los 90.

- Lámparas de incandescencia

La luz se produce por el calentamiento del filamento en el interior de una ampolla en la que se ha introducido un gas. Las hay de dos tipos de filamento de tungsteno y halógenas estas últimas tienen mayor rendimiento.

- Lámparas de Descarga

En las lámparas de descarga, la luz se consigue estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno con un gas o vapor ionizado. Estas lámparas se caracterizan por tener una gran eficiencia y larga duración, es la tecnología más usada en la actualidad en los faros giratorios para conseguir grandes alcances.

- Diodos emisores de luz (LED)

Los LEDs son dispositivos electrónicos semiconductores que emiten una radiación casi monocromática. La unión semiconductor se encapsula en un plástico protector transparente que puede incorporar una lente o no. En la actualidad esta tecnología no tiene muchas ventajas para faros con grandes alcances (> de 15 mn.) aunque se avanza rápidamente.

#### 5.6.3.4. FOTOCÉLULA

Una fotocélula es un componente electrónico que actúa dependiendo la luz que incide sobre él. Éste dispositivo que suele ser una LDR<sup>2</sup> o un fototransistor va conectado a un circuito que generalmente está integrado dentro del destellador y es el que produce el encendido y apagado de la señal

#### 5.6.3.5. CAMBIADOR DE LAMPARAS

Es un mecanismo formado generalmente por un sistema en el que van colocadas dos lámparas, una la principal y otra la de reserva, de manera que, si se produce un fallo en la lámpara principal, el mecanismo gira y pone en servicio la siguiente lámpara. Existen varios tipos de cambiadores en los faros, los más usuales son los cambiadores en V aunque en menor medida, también se usan los de tipo horizontal o los rotativos (que se verán en el apartado de las balizas).

#### 5.6.3.6. DESTELLADOR

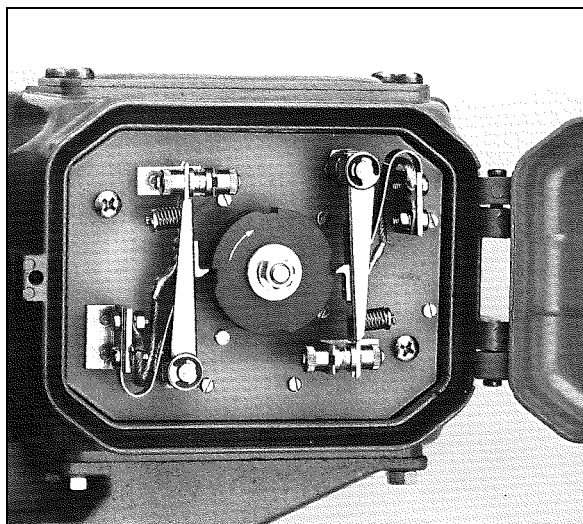
Este dispositivo es el encargado de generar el código o característica de la señal luminosa en los faros con óptica de horizonte, es decir, su función es apagar y encender la lámpara. En los faros giratorios, este elemento no existe debido a que la característica se genera al rotar los paneles ópticos alrededor de una luz fija, como ya se comentó antes.

---

<sup>2</sup> En inglés *light-dependent resistor*, es una resistencia que varía su valor con la luz.



En los faros, a diferencia de las balizas o luces de menor alcance, las corrientes que maneja este elemento son elevadas; debido a esto se hace necesario que el equipo sea mayor y sus componentes sean más robustos que los de los destelladores de las balizas. Por lo general en el mismo armario se incluyen los circuitos que detectan la fusión de la lámpara y ordenan el cambio a la de reserva, así como los que ponen en marcha el faro cuando oscurece.



Antiguo destellador de levas



Destellador electrónico

Los destelladores eléctricos han ido evolucionando a lo largo de los años, hasta los actuales electrónicos. Los primeros destelladores de levas consistían en una rueda de baquelita que la hacía girar un motor. En esta rueda se tallaban unas muescas que producían la característica, ya que al girar, éstas accionaban un interruptor que abría o cerraba el paso de corriente a la lámpara en función de la característica que se hubiese tallado en la rueda.

#### 5.6.3.7. SISTEMA DE GIRO

Como se comentaba anteriormente, en los faros giratorios la característica se producía al hacer girar varios paneles ópticos alrededor de una lámpara. Antiguamente, se hacía girar la óptica con un sistema de relojería que consistía en unos contrapesos que descendían por gravedad por el interior de la torre del faro. Estos contrapesos accionaban un maquinaria de rotación, que atacaba una corona dentada, solidaria con la base de la óptica, que hacía que ésta girase.

En la actualidad el giro de estos paneles se realiza por medio de motores eléctricos.

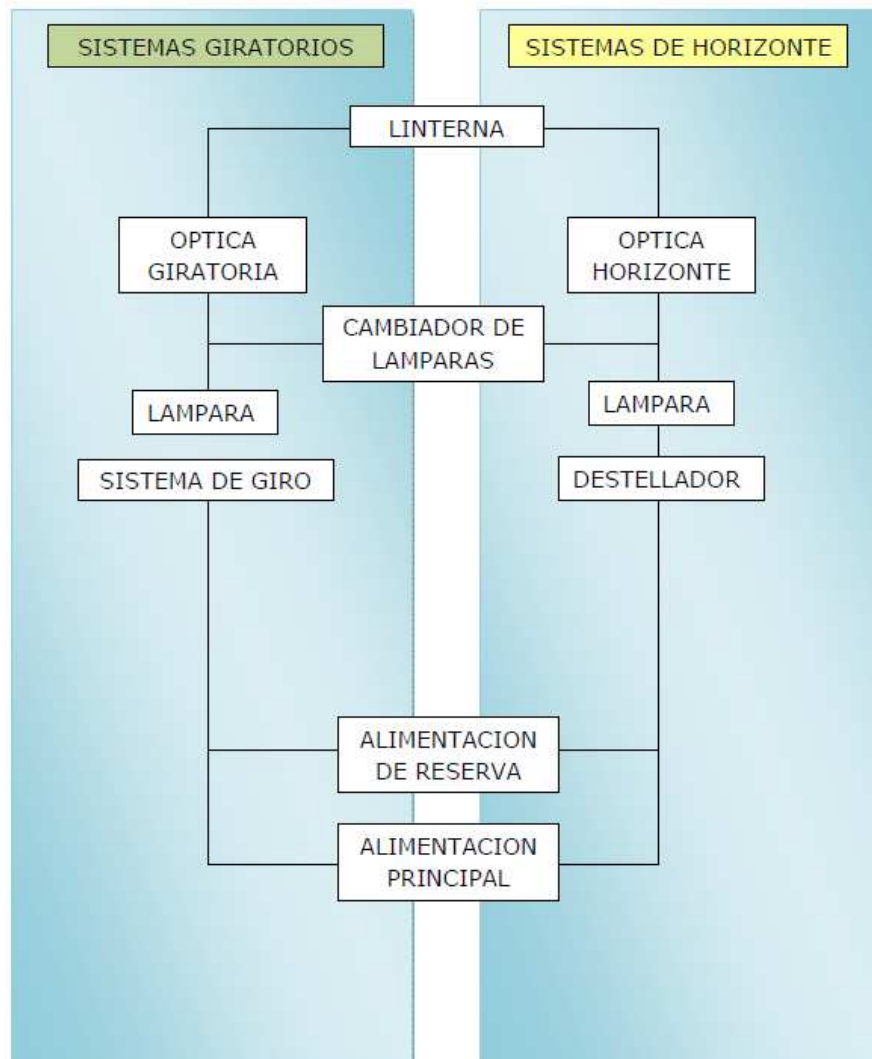




Sistema de relojería



Sistema con motor eléctrico



Esquema de bloque de un Faro



## **5.7. BALIZAS**

### 5.7.1. DEFINICIÓN

Las balizas como ya se ha comentado antes son pequeñas marcas visuales fijas, ya sea en tierra o en el mar, que tienen menores alcances que un faro. Los equipos de éstas son prácticamente los mismos que puede tener un faro, en lo que se refiere a la ayuda visual, pero todo más simple y a menor escala.

Al conjunto de todos los componentes de la señal luminosa: óptica, fuente de luz, destellador, sistema de giro (si tiene), cambiador de lámparas y sistema de encendido o fotocélula, que suelen estar contenidos dentro de una misma carcasa, solemos llamar linterna, aunque también se le suele llamar baliza.

### 5.7.2. TIPOS DE LINTERNAS

Los tipos de linternas más usados en la actualidad son los siguientes:

#### 5.7.2.1. LINTERNAS DE LÁMPARA DE INCANDESCENCIA

En este tipo de linternas, la luz la produce una lámpara de incandescencia. En las linternas actuales, por lo general, suele ser una lámpara halógena ya que las de este tipo tiene mayor rendimiento. Este tipo de linternas suele estar formado por una óptica acrílica transparente cuando la luz es blanca, o de color, cuando la luz tiene un color determinado, de esta manera la óptica también hace de filtro y genera el color de la luz. También lleva un sistema que hace que, cuando la lámpara que está en uso (principal) se funde, se ponga en su sitio otra de reserva.

#### 5.7.2.2. LINTERNAS LED

En estas balizas la fuente de luz la produce uno o varios diodos LED. En la actualidad la mayoría de las balizas de corto alcance tienen como fuente de luz sistemas de diodos LED. Las ventajas de estos equipos son muchas, entre las que destacan:

- Mayor rendimiento, ya que el color lo produce el mismo diodo y se elimina el coeficiente de reducción provocado por los filtros.
- Menor consumo para misma intensidad luminosa, esto abarata el dimensionamiento de los sistemas de alimentación, sobre todo en instalaciones solares.
- Larga vida útil, 100.000 horas frente a las 3.000 de una lámpara.
- No necesitan cambiador.
- Menor mantenimiento.

#### 5.7.2.3. LINTERNAS GIRATORIAS

En estas balizas el destello se produce por un sistema de paneles ópticos que giran alrededor de una fuente de luz fija. Suele ser un equipo compacto que contiene integrado dentro de una carcasa todos los elementos necesarios: el sistema de giro de la óptica, los paneles ópticos, el cambiador de lámparas, los filtros de color (si lleva). Estos equipos se suelen utilizar para luces de mediano alcance.



#### 5.7.2.4. LINTERNAS COMPACTAS

Se trata de un equipo en el que está integrada la linterna y el sistema de alimentación, que está compuesto por un sistema fotovoltaico. La propia carcasa del equipo hace de soporte para los paneles solares y de contenedor para la batería, muchos de estos equipos están cerrados herméticamente y se programan a través de un mando a distancia.

#### 5.7.3. ELEMENTOS DE UNA BALIZA

Los principales elementos que forman una baliza, aparte de la estructura que hace la doble función de soporte de la luz y de marca diurna, son el sistema óptico-luminoso y su sistema de alimentación, que se verá más adelante. En este apartado se describirán los componentes que producen la apariencia de la luz.

##### 5.7.3.1. LINTERNA

Como decíamos anteriormente, solemos llamar linterna al conjunto de elementos que forman el sistema óptico-luminoso de la señal, pero la linterna, en realidad es el elemento o carcasa, que sirve de contenedor y protección a todos los demás componentes que generan la luz de la baliza. La linterna debe de estar construida de tal manera que deje salir la luz de la señal con las mínimas de pérdidas la intensidad luminosa y, además, tener un alto grado de estanqueidad.

##### 5.7.3.2. ÓPTICA

En las linternas modernas empleadas en balizas, las ópticas generalmente son de materiales plásticos y además, en algunos casos, hacen las funciones de filtro creando el color que debe tener la luz.

##### 5.7.3.3. LÁMPARA

Las que se usan normalmente en linternas son de filamento de tungsteno o halógenas; las de Xenón también se usan aunque son menos frecuentes. Hoy en día la tendencia es utilizar como fuente de luz el LED, las linternas que utilizan lámparas, para alcances inferiores a 5 millas náuticas ya casi no se instalan.

##### 5.7.3.4. DESTELLADOR

Es un dispositivo electrónico que genera los ritmos de encendido y apagado de la lámpara, esto lo hace por medio de un código pre-programado.

Los destelladores de las balizas llevan integrados diferentes circuitos que hacen que este elemento realice las siguientes funciones:

- Genera los ritmos de encendido y apagado de la lámpara, por medio de un código que se programa con unos micro-interruptores o con una memoria donde va pregrabado el código.
- Controla el encendido y apagado de la señal a través de la fotocélula.
- Controla el cambiador de lámparas cuando detecta la fusión de una lámpara, dando orden al cambiador para colocar la siguiente en posición.





En los sistemas de doble filamento da paso de corriente al 2º filamento cuando se funde el principal.

#### 5.7.3.5. FOTOCÉLULA

Al igual que en los faros, es un componente electrónico que varía su resistencia dependiendo de la luz que incide sobre ella, produciendo el encendido y apagado de la señal. En las balizas, por lo general, este dispositivo va conectado a un circuito que está integrado dentro del destellador.

#### 5.7.3.6. CAMBIADOR DE LÁMPARAS

El tipo de cambiador que suele usarse en las balizas consiste en un mecanismo formado por una rueda en la que van colocadas 4 ó 6 lámparas de manera que si se produce un fallo en la lámpara principal hace que ésta gire y ponga en servicio la siguiente lámpara, este mecanismo puede ser accionado por un resorte o un motor.

### 5.7.4. BOYAS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN

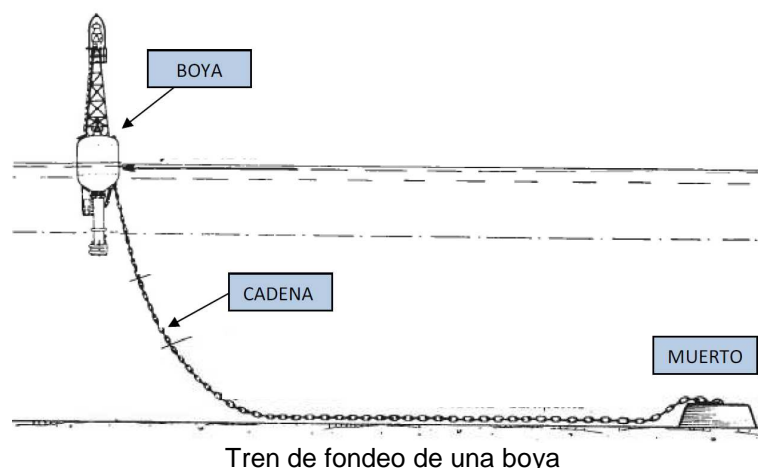
Se define una boya como una ayuda flotante menor, normalmente iluminada aunque hay casos en los que no se instala luz; pueden ser de acero o materiales plásticos.

#### 5.7.4.1. DESCRIPCIÓN

Las boyas de metal son robustas y resistentes en condiciones de mar dura pero requieren mayor mantenimiento. Las de plástico tienen poco mantenimiento, fácil manejo, gran capacidad para soportar mucho peso de cadena y son prácticamente insubmersibles.

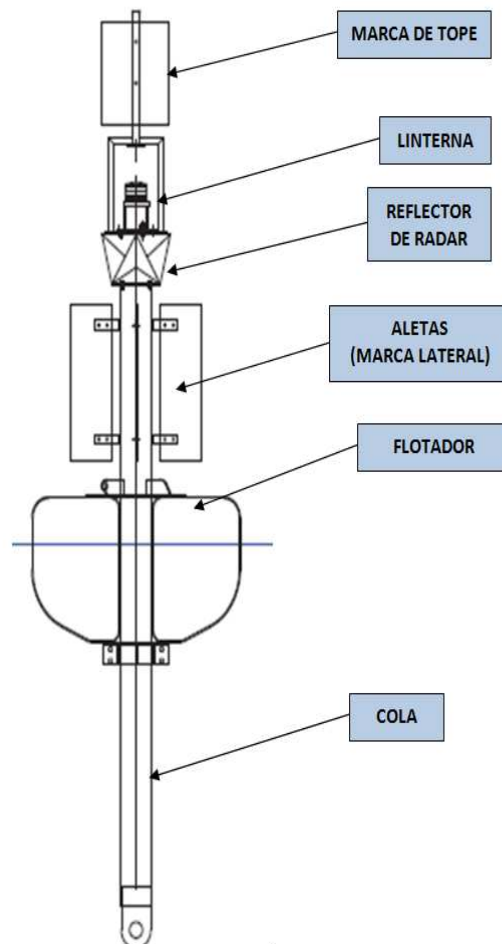
Estos tipos de ayudas a la navegación están específicamente reguladas, tanto su parte diurna como la nocturna, por el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA y suelen tener flotador de formas circulares con un diámetro entre 1 y 3 metros.

La forma más habitual de fondear una boya de señalización marítima es con un amarre de cadena y un peso muerto de hormigón o hierro. Al conjunto de elementos que forman el amarre de la boya lo llamamos **tren de fondeo**.



#### 5.7.4.2. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA BOYA

En la figura de abajo se describen los elementos básicos de una boya



## 6. AYUDAS ACÚSTICAS

Aunque todavía existen las señales acústicas, desde 1.985 la política de la IALA ha sido que estos dispositivos solamente deberían usarse como aviso de peligro. Su función es meramente informativa y no proporciona al navegante ninguna información adicional relativa a su situación o distancia a la costa. Algunos países han eliminado el uso de las señales acústicas; en otros como en España su uso cada vez es menor.

### 6.1. TIPOS DE SEÑALES ACÚSTICAS:

Campanas Es una campana colocada en una boya que produce el sonido al ser movida por acción de las olas. La emisión de sonido es irregular, en instalaciones importantes puede ser accionada mecánicamente.



Silbatos Un dispositivo accionado por el movimiento de las olas generando aire con cierta presión, que al pasar por el silbato produce el sonido. Emite señales de bajo tono y potencia.

Sirenas de aire comprimido El sonido se produce al pasar el aire comprimido por un disco con agujeros que está colocado paralelamente a otro.

Vibradores Es el sistema empleado habitualmente para producir señales acústicas de largo alcance, normalmente los llamamos "Sirenas". El sonido se produce al hacer vibrar una membrana de acero por medio de un electroimán.



Sirena del faro de Cabo de Peñas de vibradores electromagnéticos



Sirena del Faro de Finisterre de aire comprimido

## 7. AYUDAS RADIOELÉCTRICAS

Las ayudas radioeléctricas a la navegación surgieron como una aplicación de las ondas de radio a la determinación de la posición de los barcos en el mar ya que el alcance de las ayudas visuales no es muy grande y depende mucho de las condiciones atmosféricas.

Las ayudas radioeléctricas, nacidas como complemento de las visuales, han evolucionado enormemente y se han convertido en las ayudas del futuro al no depender de las condiciones atmosféricas y alcanzar grandes distancias, algunas de ellas incluso con cobertura mundial.

Al igual que las ayudas visuales, este otro tipo de ayudas son externas al barco que debe contar a bordo con los equipos necesarios para poder usarlas.

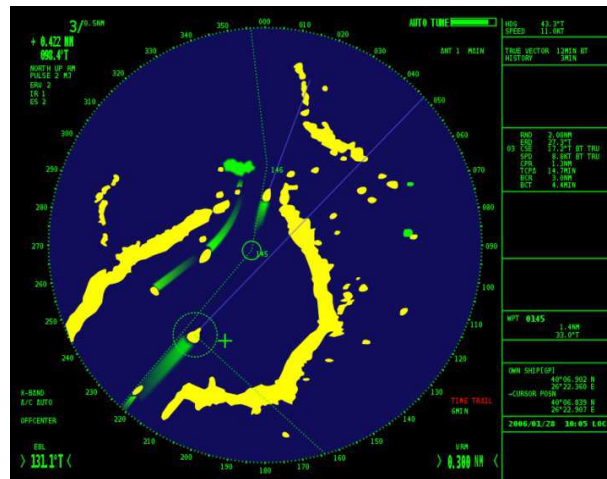
A lo largo de la historia se han utilizado diferentes tipos de ayudas radioeléctricas Radiofaros; sistemas hiperbólicos: OMEGA, DECCA, CHAYKA y LORAN-C, todos ya desaparecidos, excepto estos dos últimos que también tienden a desaparecer, debido en parte, a la aparición de los sistemas basados en el empleo de satélites para la determinación de la posición de las embarcaciones (GPS entre otros).



## 7.1. AYUDAS ASOCIADAS A LOS SISTEMAS DE RADAR

### Sistemas de radar

El radar es una ayuda de navegación<sup>3</sup> muy generalizada en la actualidad, consistente en la localización de objetos fijos o móviles en las proximidades del barco por medio de ondas de radio y su representación grafica en una pantalla. De esta forma el navegante tiene una imagen de la zona en tiempo real. De estos sistemas, solo afectan a los servicios de señalización marítima algunos elementos asociados tales como, los **Reflectores de Radar, RTE y Racones**.



Pantalla de radar marino

Su funcionamiento se basa en el "efecto eco", es decir la detección de una parte de la energía de una onda que es devuelta o reflejada después de haber chocado con un objeto (objetivo ó blanco).

La emisora de radar emite un impulso radioeléctrico muy breve y potente, mediante una antena que concentra toda la energía en un haz muy estrecho. Si se encuentra un objeto a una distancia tal, que la fuerza de la onda reflejada es suficiente para llegar otra vez a la fuente, el pulso reflejado será captado por la misma antena y el blanco será detectado. El equipo, por medio de circuitos electrónicos, mide el tiempo desde la emisión de la onda hasta su recepción, y calculará la distancia entre la estación y el objeto. Todo este proceso ocurre en milisegundos. Por otra parte, la antena al estar girando continuamente, realiza un barrido en todas direcciones captando los objetos que pueda haber alrededor del barco. Cuando el radar conoce todos estos datos la imagen de los ecos será representada en la pantalla del radar.

#### 7.1.1. REFLECTOR PASIVO DE RADAR

La reflexión de los pulsos del radar depende del tipo de material, el tamaño o la forma del objeto. Una boya de señalización marítima o pequeñas embarcaciones pueden no aparecer en la pantalla por su reducido tamaño, tipo de material (madera o fibra de vidrio), etc. También puede haber dificultades en la representación en pantalla de costas muy planas, pilares de puentes, etc.

<sup>3</sup> No confundir con una ayuda a la navegación, ya que el radar no es un elemento externo al buque, es parte del equipamiento del buque.



Para evitar estos peligros se han desarrollado dispositivos que colocados en estos objetos hace que se vean con mayor claridad, el más básico de todos es el reflector pasivo de radar.

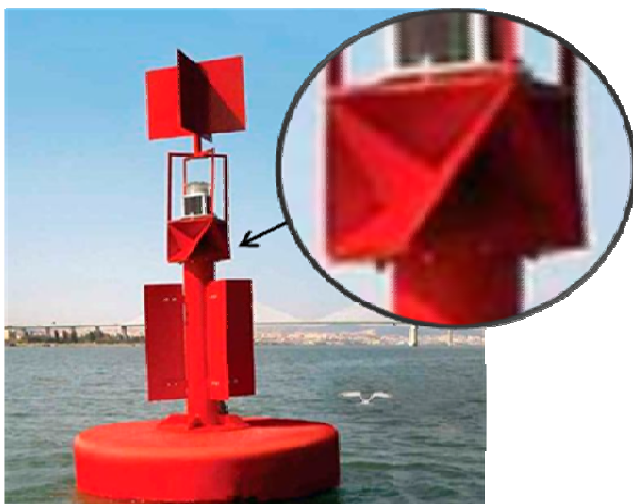
El reflector pasivo de Radar es un elemento pasivo diseñado para devolver a su fuente de origen los pulsos de radiación electromagnética incidentes en él, procedentes de la exploración de un radar, reforzando la visualización del blanco en la pantalla del radar de a bordo. Se utilizan principalmente en embarcaciones menores y en boyas u otras ayudas a la navegación. En boyas de ayuda a la navegación su instalación es obligatoria.

Hay dos principales tipos de reflectores de radar:

- **Lente de Luneberg** físicamente es una esfera formada por otras esferas concéntricas de distintas constantes dieléctricas, la constante dieléctrica más alta reside en el núcleo y la más baja en la capa exterior. Las microondas pasan a través de este diseño y son enfocadas igual que la luz cuando pasa por una lente de cristal hacia una lamina metálica que refleja el pulso y lo devuelve hacia el radar del barco. Suelen ser más caras y menos duraderas que los reflectores convencionales.
- **De triedros y diedros** formados por láminas metálicas unidas formando un ángulo de  $90^\circ$ . Los triédricos son más apropiados para ayudas flotantes y en sitios donde las alturas de las antenas varían según el tipo de buque que pase por la zona.

El alcance al que un blanco dotado de reflector radar puede ser detectado depende de los siguientes aspectos:

- Del tipo de reflector.
- De sus dimensiones
- De la elevación del reflector, así como la de la antena del radar y su potencia de salida.



Reflector de radar de triedros



Reflector de radar Lente de Luneberg



### 7.1.2. RTE (INTENSIFICADOR DE BLANCOS DE RADAR)

Un intensificador de blancos de radar o RTE (Radar Target Enhancer) es un dispositivo que devuelve amplificado el pulso de exploración de radar de un buque, funciona de forma análoga a un racon, pero al contrario que en éste, la señal devuelta por el RTE no está codificada. Un RTE únicamente refuerza la imagen del objeto en la pantalla de radar, su efectividad está a medio camino entre el RACON y los reflectores pasivos de radar. Se suele usar en boyas para reforzar su identificación en la pantalla del radar del buque y evitar colisiones.



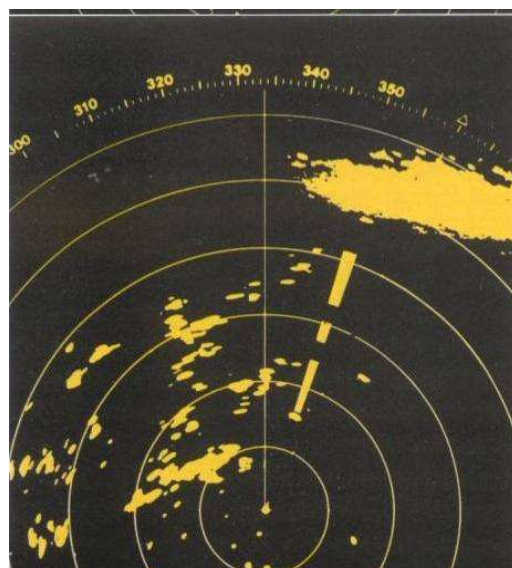
RTE

### 7.1.3. RACONES

Son aparatos receptores/transmisores (transceptores) operando en las bandas de frecuencia de radar marino (9 y 3 GHz) que posibilitan la detección e identificación de determinados blancos radar.



RACON



Señal del RACON en una pantalla de radar

Un racon responde a la presencia de una transmisión radar de un buque, enviando un pulso que aparece en la pantalla del radar de a bordo como una marca



codificada, que indica la posición y la demora del lugar donde está instalado el racon. La traza que aparece en pantalla se puede fijar a una determinada longitud o depender de la escala de alcance que se esté utilizando, y la identificación de la misma se realiza mediante un carácter Morse que siempre empieza por raya.

Normalmente su instalación se considera como una ayuda suplementaria en lugares donde ya existe una señal luminosa.

## 7.2. SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS), está basado en una constelación de 24 satélites, más 3 de repuesto, que giran alrededor de la tierra a 20.180km de altura, en seis órbitas prácticamente circulares inclinadas  $55^\circ$  respecto al eje de aquélla y con un período de rotación de 11 horas y 58 minutos. Se encuentra completamente operativo desde 1995 y es gestionado por las autoridades de los Estados Unidos.

El GPS permite, mediante triangulación, determinar en todo del globo la posición de una embarcación, una persona u objeto, con una precisión unos pocos metros. Está disponible con acceso libre, sin pago de tarifas y sin discriminación para cualquier usuario que disponga del receptor adecuado. Satisface los requerimientos para la navegación con una precisión en el posicionamiento de 9 metros (con una probabilidad del 95%).

## 7.3. SISTEMA GLOBAL DIFERENCIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (DGPS)

Es un sistema que aumenta la exactitud del posicionamiento obtenido con el GPS, mediante la reducción de errores en las señales del mismo dentro de áreas determinadas. Utiliza un proceso de comparación de posiciones, la de una estación de referencia DGPS con su posición calculada con mucha precisión y la suministrada por los satélites a la vista.



Esquema de funcionamiento de DGPS



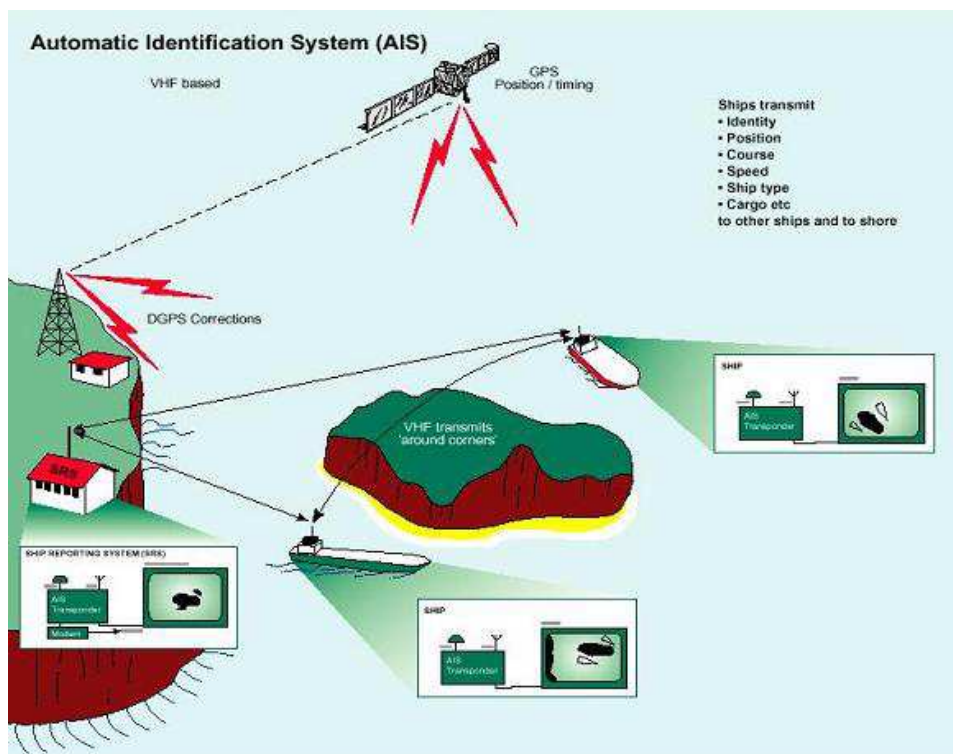
La información que contiene los mensajes de correcciones de posición y los de integridad del sistema ("salud" de los satélites), se emite a los usuarios que dispongan de los receptores apropiados, consiguiendo mejorar la precisión de posicionamiento en determinadas áreas en las que exista cobertura del sistema; además, se notifica inmediatamente de fallos en los satélites.

#### 7.4. SISTEMA AIS

El Sistema de Identificación Automática (AIS) es un sistema de emisión de datos instalado en buques y estaciones terrestres, que trabaja en la banda marina de VHF.

Una unidad AIS consiste en un transceptor de radio VHF capaz de enviar a otros buques y a receptores terrestres información de identificación de la estación, posición, rumbo, velocidad, eslora, tipo de buque, información referente a la carga, etc.

Una vez configurada correctamente, la unidad AIS de a bordo transmite la información continua y automáticamente, sin intervención de la tripulación del buque.

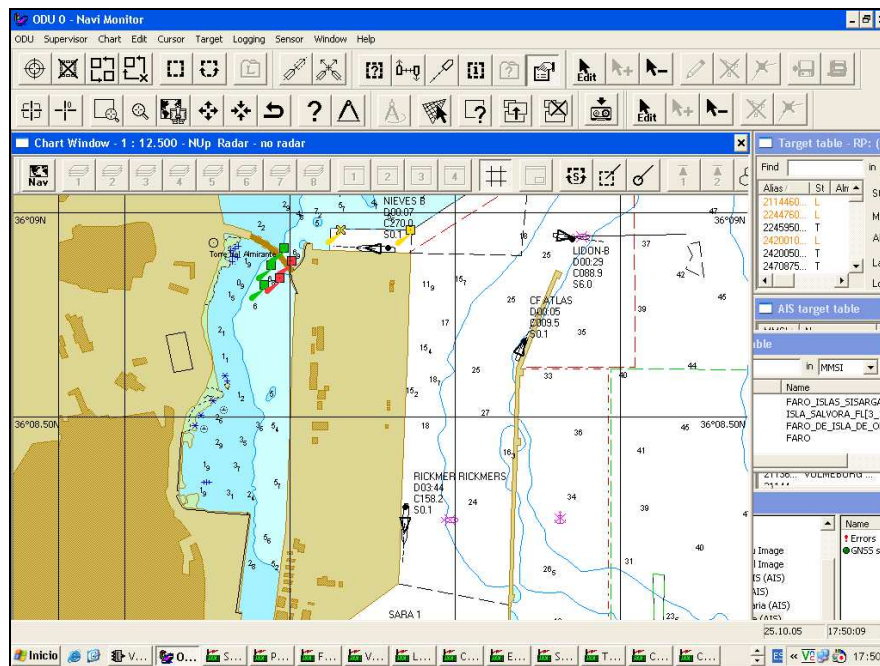


Esquema de funcionamiento del AIS

La principal función del AIS es identificar de forma positiva los buques, proporcionar datos adicionales para la prevención de colisiones, además de simplificar y facilitar el intercambio automático de información.







Presentación en pantalla AIS

El AIS cumple con los siguientes requerimientos establecidos por la OMI:

- En modo buque-buque para prevenir abordajes;
- Como medio de los estados ribereños para obtener información acerca de los buques y su carga.
- Como una herramienta VTS para la gestión del tráfico en modo buque-tierra.

El AIS intercambia automáticamente información proporcionada por los sensores de a bordo, entre buques y entre buques y estaciones costeras.

Una unidad especial AIS, instalada en una ayuda a la navegación, es capaz de proporcionar una identificación exacta de la ayuda. Además, el AIS como AtoN puede suministrar datos e información sobre el estado de funcionamiento de la señal marítima, su situación verificando que esta es correcta, información meteorológica e hidrológica.

## 8. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN UTILIZADOS EN AtoNs

Todas las señales marítimas, además del sistema de alimentación principal, disponen de sistemas de alimentación de reserva para que en caso de un fallo de la corriente de red, el equipo siga funcionando durante un tiempo previamente establecido; la autonomía del sistema auxiliar será mayor o menor en función de la importancia de la señal, fiabilidad de la tensión de red o los intervalos de mantenimiento.

A grandes rasgos, estos son los principales sistemas de alimentación utilizados, tanto en balizas como en faros, la única diferencia entre el sistema utilizado para una baliza o un faro, será la mayor o menor complejidad según el tamaño de la ayuda/s del emplazamiento; en el caso de las boyas, prácticamente en la totalidad de ellas, el sistema empleado será fotovoltaico.



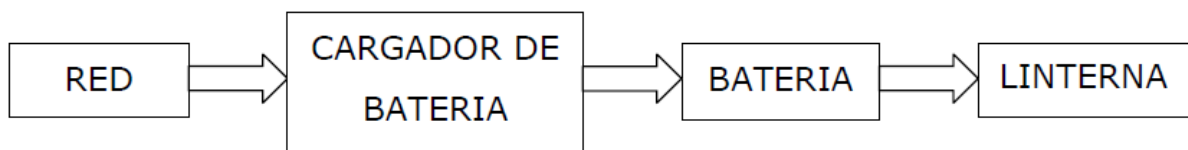
Entre las diferentes configuraciones posibles, en cada caso se utilizara la más adecuada en función de las conexiones disponibles, aislamiento de la señal, consumo, etc. Las más utilizadas son las siguientes:

### 8.1. RED - GRUPO

En esta configuración se instala un grupo electrógeno para que cuando falle la red, los equipos se alimenten con la corriente generada por dicho grupo electrógeno, éste entra en servicio de forma automática al fallar la red.

### 8.2. RED - BATERIA

En este tipo de alimentación la tensión de red 220V, alimenta un cargador de batería que mantiene en carga una batería de 12V ó 24V por lo general, de la que se toma la alimentación para la linterna. Cuando se produce un corte de la red eléctrica el equipo se alimentara de la carga almacenada en la batería.



### 8.3. ALIMENTACIÓN SOLAR

El funcionamiento es similar al anterior. En este caso el elemento que carga la batería es el panel solar. Por el día el panel produce corriente eléctrica que se almacena en una batería para su utilización durante la noche; a través de un regulador de carga se controla la corriente suministrada a la batería, cortando el paso de corriente a ésta, cuando se encuentra totalmente cargada.

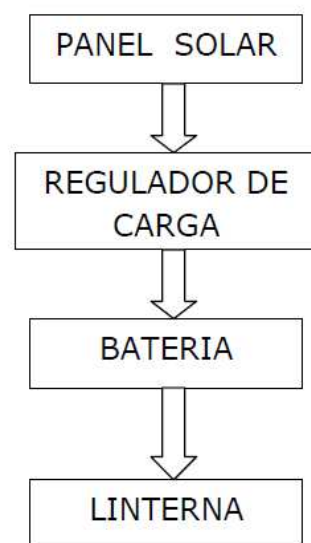


Imagen de una baliza con sistema de alimentación solar y esquema de bloques



Los sistemas de alimentación de energía eólica o híbridos (eólica-solar) también se utilizan en instalaciones de señalización marítima, aunque mucho menos que las instalaciones fotovoltaicas, esto es debido al mayor coste de estas instalaciones y la menor fiabilidad que ofrecen sus elementos mecánicos y partes móviles en los ambientes marinos.

#### 8.4. DESCRIPCION DE ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACION

##### **Baterías**

Es el elemento que almacena la carga eléctrica. En equipos de ayudas a la navegación las que se utilizan son de tipo estacionario. Estas se diferencian de las de arranque, que son las que habitualmente se utilizan en los coches, en que están diseñadas para dar una intensidad pequeña durante un tiempo prolongado, mientras que las de arranque dan intensidades grandes durante poco tiempo (el arranque del motor).

##### **Cargador de baterías**

Tienen que ser de tipo automático, es decir, deben tener un circuito electrónico que controle la corriente que va a la batería, según el estado de carga de esta. Cuando la batería está cargada, el cargador manda una corriente muy pequeña para mantenerla cargada, este tipo de funcionamiento se llama "en flotación".

##### **Grupo electrógeno**

Consta de un motor de combustión, por lo general diesel, al que se acopla un alternador que genera corriente alterna. Para el servicio automático disponen de un cuadro de automatismo de grupo (CAG), que hace que el motor arranque automáticamente, al fallar la corriente de red.

##### **Paneles solares**

Existen varios tipos dependiendo del proceso de fabricación pero básicamente se componen de células de silicio encapsuladas dentro de un panel de vidrio. Estas células son las encargadas de captar la energía del sol y transformarla en una corriente eléctrica.

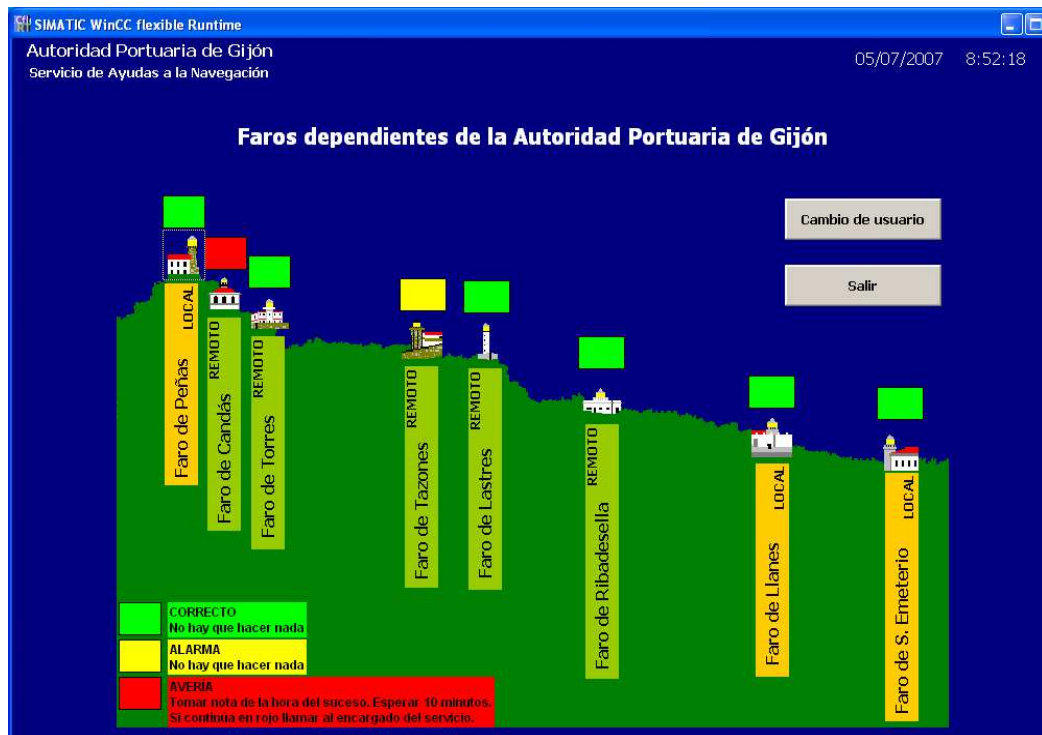
##### **Regulador de carga**

Es un dispositivo electrónico que se intercala entre el panel solar y la batería, cuya función es controlar el estado de carga de la batería, dando paso o cortando la corriente que proviene de los paneles solares, dependiendo del estado de carga de la batería.



## 9. SISTEMAS DE SUPERVISIÓN REMOTA

Un sistema de supervisión remota, es un dispositivo que supervisa y controla, una o un grupo de instalaciones de señalización marítima de una zona geográfica, avisando de cualquier incidencia que se produzca en éstas, mediante comunicación a través de radio o telefonía. El sistema puede permitir además, manejar los equipos en modo remoto, dando órdenes sencillas, tales como poner en marcha o apagar equipos.



Presentación en pantalla del sistema de telecontrol de la AP de Gijón

## 10. GESTIÓN DEL SERVICIO

En este apartado se tratarán varios aspectos importantes relacionados con el servicio de señalización marítima: los documentos náuticos y la comunicación de incidencias cuyo objetivo principal es mantener estos documentos actualizados.

### 10.1. DOCUMENTOS NAÚTICOS

El capítulo V del convenio Solas aprobado por la OMI, impone al navegante la obligación de llevar en el buque los documentos náuticos debidamente actualizados que detallen la relación y características de las ayudas a la navegación (en España también las embarcaciones de recreo). Entre ellos están las cartas náuticas, libro de faros y los derroteros.



### 10.1.1. Carta náutica

La definición de la OMI de una carta o publicación náutica es un mapa o un libro con un propósito especial, o una base de datos, especialmente preparada, de la que se deriva tal mapa o libro que está publicado oficialmente por una autoridad, un Gobierno, una Oficina Hidrográfica autorizada u otra institución gubernamental y se diseña para cumplir con los requerimientos de la navegación marítima. En España el encargado de estas tareas es el Instituto Hidrográfico de la Marina.

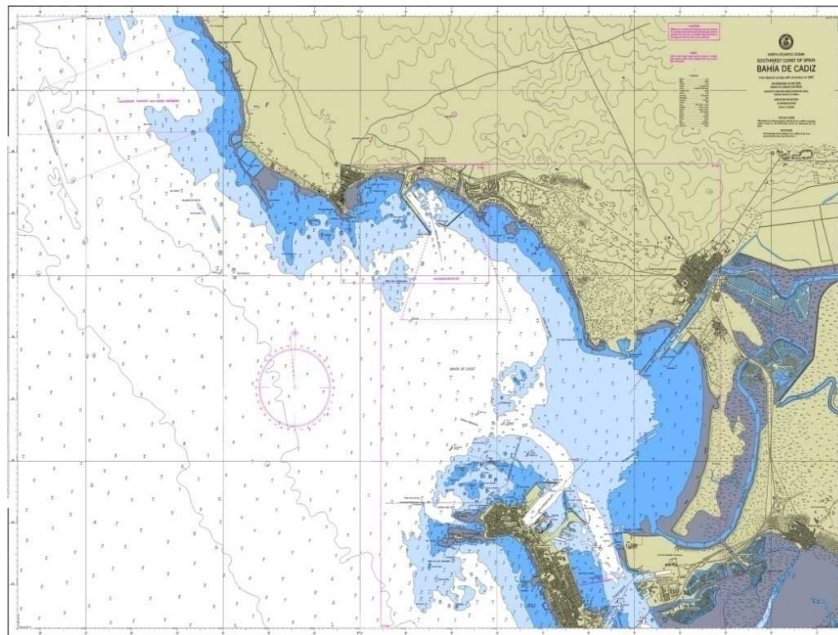


Imagen de una carta náutica

### 10.1.2. Libro de faros

El Libro de Faros y Señales de Niebla es un libro que publica periódicamente y mantiene actualizado el Instituto Hidrográfico de la Marina, en este libro se recogen todas las señales instaladas en la costa y sus características.

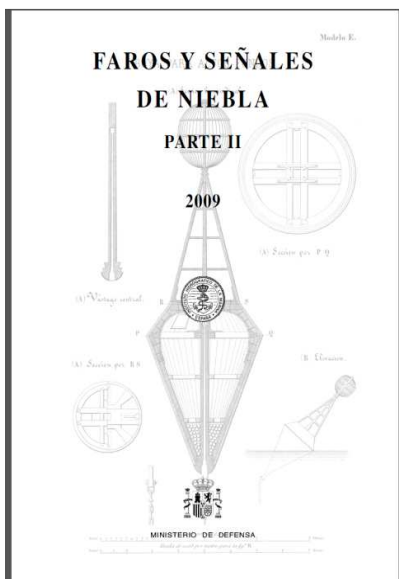
En esta lista se proporcionan detalles como:

- Nombre;
- Localización;
- Características de las ayudas;
- Situación de funcionamiento.

### 10.1.3. Derroteros

El derrotero es una publicación náutica donde se describen las costas, bajos, señalizaciones (boyas, faros, balizas, etc.), perfiles visuales de las costas, peligros, consejos de navegación, puertos, acceso a puertos, etc., para facilitar la navegación.





Libro de faros



Derrotero

## 10.2. COMUNICACIÓN DE INCIDENCIAS (Actualización de documentos)

Existe la obligación de comunicar cualquier incidencia que suceda en una ayuda a la navegación por parte de la organización responsable de la ayuda. Para ello existen unos formatos estandarizados. Los principales tipos de incidencias a notificar son los siguientes:

- Información sobre cambios planificados, como obras, cambio de alguna de las características de una señal, etc.
- Información sobre acontecimientos marítimos no planificados, fallo en una ayuda, accidente marítimo, etc.
- Nueva información surgida de trabajos de inspección o de peligros no conocidos antes.

El Servicio Nacional de Coordinación de Radioavisos Náuticos Locales y Costeros, dependiente de SASEMAR, es el organismo encargado de recoger todas las incidencias que se produzcan en las ayudas a la navegación (entrada en servicio de nuevas señales, modificación de alguna de las características de la señal, bajas de señales por averías, altas por reanudación de servicio, etc.) y emitir un radioaviso a los navegantes.

Estos avisos que se radian, describen las incidencias; si la incidencia dura más de 15 días, se genera un aviso a los navegantes, en papel, que el Instituto Hidrográfico, publica semanalmente en su boletín de "Avisos a los Navegantes". Si la modificación fuese permanente el IHM lo publicaría en libro de faros cuando correspondiera. Por lo tanto es de suma importancia avisar de estas incidencias.



La comunicación de cualquier incidencia debe hacerse cuando se conozca su existencia. Una vez restaurado el servicio o reparada la avería, se procederá a la comunicación de alta en el servicio correspondiente.

La comunicación de estas incidencias se puede hacer por Fax directamente al Servicio Nacional de Coordinación de Radioavisos Náuticos Locales y Costeros, o a través de la página web de Puertos del Estado, utilizando los formularios disponibles en la web de Puertos del Estado.

**REFERENCIAS:**

*Navguide 6º edición*

*Libro de Normas Técnicas 1986*

*Guía de Aplicación del Sistema de Balizamiento Marítimo de la AISM 1985*

*Líneas Básicas para el Diseño de las Marcas Diurnas de las Ayudas Visuales a la Navegación Marítima 2010*

*Faros España, Historia y Evolución. Miguel Ángel Sánchez Terry*

